Jean-Claude TABARY
Théorie de la Connaissance
et Autonomie Biologique

INTRODUCTION

"Il faudra bien que, tôt ou tard, la biologie nous aide à comprendre comment les structures logico-mathématiques sont possibles et pourquoi elles s'adaptent de façon efficace à la description du milieu extérieur."

Jean Piaget

En 1543, Copernic proposait une explication du monde appuyée sur les calculs astronomiques et en contradiction au moins apparente avec les évidences perceptives. Le calcul acquérait dans l'approche de la Nature une place première qu'il ne devait plus perdre. Quelque trente ans plus tard, Tycho Brahé eut l'intuition de l'importance de la précision des mesures. Il réalisait les appareils d'observation les plus performants possibles et accumulait les mesures astronomiques chiffrées précises qui permettaient les travaux ultérieurs de Galilée ou de Képler. Ces deux faits marquent probablement le début de l'essor que la pensée scientifique occidentale a connu depuis quatre siècles et ni l'un ni l'autre ne doivent grand chose à une théorie de la connaissance.

C'est seulement après deux ou trois siècles de pratique effective que Claude Bernard a codifié une méthode expérimentale implicitement ou explicitement exercée bien avant lui. Depuis, l'avance probablement la plus importante dans le domaine de la méthode expérimentale est due au développement des statistiques permettant de traiter avec rigueur des données entachées d'erreurs. Dans ces évolutions également, l'épistémologie ou réflexion sur le sens de la connaissance n'est guère intervenue.

En revanche, il est manifeste que la méthode expérimentale s'est montrée à la fois très positive et relativement indépendante d'une réflexion épistémologique dans les seuls domaines où l'expérimentation provoquée, contrôlant toutes les variables antérieurement isolées, était réalisable. Or, très vite, des disciplines scientifiques sont apparues, sciences humaines notamment, où l'expérience provoquée n'était pas possible. Quoiqu'en ait pensé Claude Bernard, la multiplication des observations invoquées, seule possibilité en de nombreux domaines scientifiques, est un mauvais succédané de l'expérimentation malgré les possibilités modernes d'échantillonnage. Le recueil d'observations peut éventuellement mettre en évidence des corrélations significatives mais fournit rarement des explications. Il est toujours à craindre que n'interviennent des changements de variables d'une observation invoquée à l'autre. Les corrélations analysées ne peuvent se voir attribuer des valeurs causales, même relatives. C'est alors qu'apparaît tout l'intérêt d'une réflexion épistémologique qui peut être d'un bénéfice considérable pour l'avancée des connaissances en guidant une analyse des faits lorsque celle-ci ne peut bénéficier directement de la vérification expérimentale.

Même un survol rapide de l'histoire de la Philosophie montre facilement combien a été riche la réflexion épistémologique au cœur de la pensée occidentale et nous reprendrons cette réflexion dans un premier chapitre. Il nous semble cependant que le vingtième siècle a été particulièrement marqué par de profondes révolutions épistémologiques et nous soulignerons l'importance que nous semble avoir les oeuvres d'Alfred Korzybski, de Karl Popper et celles des théoriciens de la Mécanique quantique. Nous accordons cependant une place toute particulière à Jean Piaget, spécialement du fait de ses efforts pour relier l'épistémologie et la psychologie, pour souligner le point de vue de développement qui marque conjointement la formation des connaissances chez l'enfant et l'évolution des sciences.

Biologiste de formation mais passionné de philosophie, Jean Piaget débuta vers 1920, une longue réflexion sur le sens de l'adaptation et du progrès. Cela le conduisit à proposer, puis à étayer solidement une conception assez révolutionnaire de l'épistémologie: c'est l'enfant lui-même, à partir de sa constitution biologique et par une réflexion sur ses actions vis à vis de l'environnement, qui construit toutes ses connaissances apprises.

Cette construction est authentique et ne se contente pas de retrouver des formes préexistantes et définies a priori dans l'organisme ou l'environnement. La construction s'effectue par étapes, l'exercice de chaque étape constituant le tremplin permettant le passage à l'étape suivante. Les connaissances culturelles entretenues par le groupe doivent être ramenées à des constructions personnelles avant de pouvoir être assimilées. L'évolution des connaissances scientifiques au cours de la succession des générations obéit au même mécanisme. Sur le plan épistémologiques, les conceptions piagétiennes furent exprimées une première fois en 1949, dans "Introduction à l'Epistémologie génétique" puis à nouveau en 196è dans un ouvrage collectif "Logique et Connaissances scientifiques". Mais l'épistémologie n'est jamais absente de tous les ouvrages que Piaget a consacré à la psychologie de l'enfant. Quelques points essentiels permettent de résumer les thèses piagétiennes.

1. Jean Piaget a montré que l'intelligence pouvait être présentée comme une fonction qui prolonge doublement les capacités d'adaptations biologiques, pour une meilleure autonomie vis à vis des particularités de l'environnement rencontré. Doublement parce que chronologiquement l'intelligence se manifeste après les adaptations biologiques, mais aussi et surtout parce que l'intelligence naît d'une réflexion sur la mise en jeu effective de ces adaptations. Piaget mettait ainsi fin à deux siècles de discussions le plus souvent stériles entre les conceptions dualistes et monistes de l'homme, les unes rattachant le mental à une transcendance supra-biologique, les autres niant cette transcendance. Piaget a montré que l'activité mentale est authentiquement distincte de l'activité biologique, mais comme un niveau d'organisation qui émerge secondairement de l'activité biologique au contact de l'environnement.

2. Jean Piaget a montré la nécessité de rejeter à la fois les structures sans genèse et les genèses acceptées à priori sans mise en évidence des mécanismes qui peuvent les expliquer. Pour Piaget, toute structure a une histoire qu'il faut s'efforcer de préciser. Inversement, la stabilité qui permet d'analyser une structure est provisoire et doit être expliquée. Le processus normal est l'évolution d'une structure existante vers une structure ultérieure, plus efficace. Ce qui explique la stabilité provisoire d'une structure est de nature dynamique. C'est une équilibration active qui assure les relations les plus stables possibles entre les éléments. Qu'une seule condition de l'équilibration soit supprimée et la structure évolue vers une forme ultérieure de stabilité retrouvée.

3. Jean Piaget a souligné l'importance du sujet, s'opposant ainsi résolument à tous les empirismes de son temps. Une structure ne se conçoit pas indépendamment d'un sujet dont elle est une partie fonctionnelle ou qui la manipule, d'un sujet qui l'a précédé ou qui forme une entité plus large qui inclut cette structure à titre d'élément. L'utilisation d'une structure par le sujet en réponse aux exigences adaptatives du vécu provoque normalement des modifications internes et externes qui font évoluer la structure en modifiant les données de l'équilibration interne.

4. Ces différentes données se regroupent dans une conception du développement, notamment du développement humain. Préexiste un sujet biologique qui doit immédiatement répondre par des actions adaptatives aux fluctuations du milieu et qui peut le faire à partir de mécanismes constitutionnels, immédiatement efficaces. Une réflexion sur ces actions et leur résultat conduit à une connaissance simultanée des actions engagées et de l'environnement, lorsque survient un échec adaptatif qui exige une révision du système de conduites existant. Les connaissances des actions et celles de l'environnement étant confondues et interdépendantes, le progrès cognitif est très lent. Il aboutit simultanément à une restructuration du moi et à une construction du "réel". Il ne peut y avoir que progrès puisque l'échec , suivi d'une correction réussie, est la dynamique fondamentale de transformation des conduites. Mais le progrès dépend à la fois de la nature et de la qualité des structures existantes, ainsi que des régularités d'environnement rencontrées, régularités qui sont imprévisibles dans le détail. La nature des structures peut dessiner des lignes obligatoires de progrès, mais la contrainte évolutive n'est que relative. Il existe bien une dynamique "d'homéorhésis" qui ramène l'évolution dans des "créodes" mais celles-ci sont spécifiques de l'environnement rencontré. Le progrès spontané est donc vraisemblable mais il n'est totalement prévisible ni dans sa réalité ni dans ses caractères: c'est donc "l'orthogenèse constatée après coup".

L'oeuvre de Piaget, beaucoup trop précise dans la description de stades successifs du développement de l'enfant, a fait l'objet de beaucoup de critiques. Il nous semble que beaucoup de ces critiques ne sont pas sincères. Au travers du refus d'un développement décrit de façon trop stéréotypée, il y a eu et il y a toujours très souvent le souci de rejeter les critiques plus "idéologiques" de l'oeuvre de Piaget. Piaget n'a été tendre ni pour l'empirisme, ni pour la phénoménologie ou le structuralisme linguistique, ni même pour de nombreuses positions doctrinales de la psychanalyse.

Cependant, malgré l'intérêt considérable que nous accordons à l'oeuvre piagétienne, nous reconnaissons néanmoins certaines insuffisances. Cela tout spécialement en ce qui concerne l'étude des très jeunes nourrissons et le passage de la constitution biologique initiale à l'exercice de l'intelligence sensori-motrice. Dans un de ses

derniers ouvrages, Edgar Morin (13è) reprend sensiblement cette critique de Piaget en disant " qu'il ignorait qu'il faut des forces complexes organisatrices innées pour qu'il y ait de très fortes aptitudes à connaître et à apprendre". Il nous semble que cette opinion doit être nuancée. En décrivant la dynamique cognitive du tout jeune nourrisson, en en faisant un sujet au plein sens du terme, Piaget lui accordait implicitement des mécanismes constitutionnels permettant des relations à l'environnement, une réflexion circulaire sur ces relations et une fixation mnésique des transformations effectuées. Il faut par ailleurs reconnaître que ces mécanismes demeurent mal connus aujourd'hui et qu'il est impossible de prévoir les effets de découvertes nouvelles en ce domaine. En revanche, Piaget a manifestement sous-estimé les capacités innées d'organiser les sensations élémentaires, auditives et surtout visuelles, pour en faire des configurations complexes, permettant de donner immédiatement une signification aux données d'environnement. Le système relationnel à la naissance, surtout sur le plan de l'assimilation, ne se résume pas aux "réflexes" que postulait Piaget. Cette notion de réflexes est du reste tellement vague que Piaget n'a pratiquement trouvé que le réflexe de succion au centre de ses observations sur le très jeune nourrisson.

Il est devenu manifeste aujourd'hui que le nouveau-né dispose immédiatement d'un riche système d'assimilation visuelle et auditive, lui donnant d'emblée une image de l'environnement. En assimilant les résultats de sa propre activité, ce système s'enrichit encore dès les premières semaines de vie. La vie relationnelle du nourrisson est donc immédiatement très riche et l'enfant dispose sans apprentissage de mécanismes perceptifs lui permettant d'interpréter les régularités d'environnement. Si la prise de conscience de l'objet permanent et indépendant est beaucoup plus tardive, le nourrisson perçoit immédiatement des objets circonscrits dont il peut construire rapidement l'indépendance et même la permanence.

Par ailleurs, le caractère constitutionnel des mécanismes perceptifs permet de mieux comprendre la stabilité perceptive au cours d'une évolution cognitive qui ne la remet pas en cause. D'une façon modifiée se retrouve le schéma idéaliste du caractère a priori de l'espace. Mais si cet espace est appréhendé immédiatement, c'est qu'il traduit une organisation constitutionnelle du sujet et non une organisation de l'environnement. L'enfant mettra six ou sept ans pour prendre conscience de l'espace euclidien, mais ce faisant, il retrouvera seulement sa propre organisation perceptive constitutionnelle des données d'environnement. Nous avons tenté de souligner les conséquences épistémologiques de ces faits, y compris les variations définitives du développement que peuvent entraîner des altérations précoces des mécanismes perceptifs constitutionnels. C'est donc en définitive un schéma piagétien enrichi par le constat de mécanismes perceptifs innés que nous avons tenté de présenter dans notre travail. Notre intention première, au cours de cette thèse est donc de confronter le constructivisme piagétien à des données nouvelles, acquises récemment dans des disciplines scientifiques variées pour garder l'esprit du constructivisme mais en y introduisant des corrections essentielles qui nous paraissent s'imposer:

- la conséquence la plus immédiate est une révision de l'explication des premières étapes du développement cognitif en accordant au nouveau-né des compétences comportementales que Piaget n'avait pas reconnues, notamment sur le plan de l'analyse perceptive; cela, sans pour autant tomber dans le mentalisme. La perception n'apparaît plus alors comme une imitation intérieure de l'environnement effectuée par des mécanismes appris mais comme un traitement intégratif immédiat, présent dès la naissances, des données sensorielles élémentaires.

- l'existence d'un système constitutionnel d'analyse perceptive rend beaucoup plus facile à défendre la thèse postulée par Claparède et reprise par Piaget, d'une conception de l'activité mentale comme le résultat d'une émergence, réalisée par l'activité biologique au contact de l'environnement, prolongeant cette activité pour permettre une meilleure adaptation au milieu effectivement rencontré. Ce système constitutionnel rend également concevable que tous les compléments d'ordre qui marquent l'évolution de l'activité mentale soient réductibles à des arrangements d'éléments innés.

- mais il nous semble que cette correction dans l'appréciation des capacités constitutionnelles a des conséquences en chaîne qui bouleversent toute l'épistémologie. Les mécanismes perceptifs innés fournissent en effet ce "quelque chose" entre la sensation élémentaire et l'activité consciente, qui pour Gödel, constituait la preuve de la validité des interprétations du réalisme philosophique (123). C'est donc toute la question du réalisme des espèces naturelles qui nous parait ouverte de façon nouvelle. Il nous semble qu'il devient possible de faire l'économie de toute notion abstraite première, de notions qui s'imposeraient sans pour autant qu'il soit possible d'en préciser l'origine, de tout ce que Piaget appelle structures sans genèse, en un mot de tout ce que suppose le réalisme des espèces naturelles. Nous pourrons suivre ainsi A. Korzybski affirmant qu'il n'existe pas d'êtres abstraits mais seulement des mécanismes biologiques d'abstraction. Par ailleurs, il nous deviendra possible de démontrer la portée universelle des thèses de N. Jerne (099), formulées à propos de l'immunologie et postulant que toute organisation secondaire apprise est le résultat d'une combinaison originale d'éléments

constitutionnels, ne devant rien à des instructions extérieures, même si la rencontre avec le milieu est l'occasion de former ces combinaisons. Globalement, il devient donc beaucoup plus facile de concevoir que l'enfant forme lui-même les symboles qu'il utilise, même si la plupart des étiquettes symboliques lui sont proposées par l'environnement social.

- le système constitutionnel d'analyse perceptive demeurant à peu près stable au cours de la vie et étant la seule origine du contenu des représentations perceptives apprises, ces représentations constituent un monde propre, profondément marqué de subjectivité structurale. Il ne peut donc y avoir qu'une correspondance partielle entre les particularités de l'environnement et leurs représentations, ce que nous décrivons sous le terme de dégénérescence. Une évolution des représentations est cependant nécessaire car les correspondances très approximatives sont initialement les seules possibles, constituant un tremplin pour de meilleures correspondances. Le progrès ainsi marqué est lié à une prise en compte des déformations subjectives du système perceptif inné, et à une transposition en un plan opératoire, le seul qui puisse être commun au monde des représentations et au monde du réel.

- une organisation des connaissances devient indispensable dès que le nombre des connaissances apprises devient grand. Nous voudrions montrer que cette organisation doit présenter deux caractères pour atteindre au maximum d'efficacité. D'une part, l'organisation doit être hiérarchisée, marquée par des emboîtements en plusieurs niveaux. Mais par ailleurs, les connaissances isolées, les niveaux d'emboîtement doivent conserver leur valeur propre, leur autonomie au cours de la mise en place de l'organisation hiérarchique. Cela nous semble impliquer une plasticité des éléments de l'organisation, ce qui renvoie encore au concept de dégénérescence.

Pour nous résumer, nous voudrions au cours de ce travail, défendre les points suivants:

- il existe dès la naissance, une organisation neuro-biologique permettant une adaptation élémentaire aux événements rencontrés. Cette organisation inclut un système d'interfaces élaboré, associant des éléments périphériques et des éléments centraux d'intégration, et permet de reconnaître les événements antérieurement perçus. L'existence de ces mécanismes centraux et innés d'intégration perceptive, aujourd'hui bien établie, devrait à elle seule conduire à ré-examiner toutes les conceptions philosophiques et psychologiques. Il faut encore prendre en compte un système de réponses adaptatives élémentaires aux événements et un processus de mémorisation, pérennisant un lien entre un événement perçu et une réponse adaptative qui a paru efficace à l'organisme. Cette organisation innée permet de signifier subjectivement tout événement, ramenant à des événements antérieurement perçus, les événements nouveaux qui s'en rapprochent.

- le vécu assure une évolution épigénétique de cette organisation. De l'activité des structures constitutionnelles se détachent des schèmes perceptifs, moteurs, perceptivo-moteurs qui deviennent peu à peu mobilisables dans l'activité cérébrale. Au vécu extérieur au contact des événements, s'associe un vécu intérieur correspondant permettant d'anticiper les résultats des actions adaptatives envisagées.

- la correspondance entre vécu intérieur et réalité extérieure est très approximative, fortement "dégénéréee". Cela non seulement parce que les schèmes ont été construits sur les seuls événements effectivement vécus par le sujet mais aussi parce que la transcription de ces événements au travers des systèmes d'interface est fortement marquée par les particularité de ces systèmes. Il y a donc une évolution nécessaire, marquée par une décentration progressive du sujet. Cette décentration se traduit par une remise en cause de généralisations excessives et par une prise en compte des effets déformants des systèmes perceptifs innés. La connaissance apprise, rapportée à l'organisme qui l'a intégrée, est donc un complément et une révision de l'organisation interne innée du sujet et par ce sujet.

- le système d'interfaces constitue une référence stable au cours de la vie et ne peut "suivre" l'évolution cognitive. Le sujet est donc conduit à construire un système d'équivalence, désignant de façon plus ou moins arbitraire les schèmes construits, par des étiquettes perceptives signifiantes. Ainsi s'explique l'apparition d'une symbolisation. Celle-ci dépasse ce que peut construire l'individu isolé et doit intégrer un système symbolique accumulant de multiples expériences individuelles, pérennisé par le groupe social et la succession des générations. Cependant, derrière ce système symbolique plus ou moins universel, toute connaissance apprise apparaît réductible à un arrangement original regroupant des éléments qui appartiennent tous à la constitution neurologique initiale commune aux organismes individuels.

Bien entendu, nous suivrons durant ce travail, le credo du constructivisme pour qui la connaissance apprise est construite au cours d'une histoire individuelle. L'arrangement original des connaissances apprises

s'explique alors par l'activité de l'organisme au contact de l'environnement physique et social, et intégrant les "façons d'exister" particulières imposées par la recherche d'une adaptation aux conditions de milieu. Plus encore que cela n'a été fait jusqu'ici, nous voudrions montrer que les constructions mentales cognitives ne peuvent se faire que par étapes successives qui sont des approximations de meilleures en meilleures, condition que nous regroupons dans l'analyse de la dégénérescence.

Avant de poursuivre, nous voudrions préciser plus explicitement les notions, les principes ou les prises de position, issus ou non des thèses piagétiennes, qui, confrontés à l'existence de mécanismes perceptifs constitutionnels, ont inspiré notre thèse et marqué notre réflexion.

1) La préexistence d'un sujet.

Toute idée de connaissance doit être reliée à un sujet préexistant, et en général, à un sujet correspondant à la définition de M. Blondel (022) : "un être qui existe non seulement en soi, mais pour soi, et qui, ne se bornant pas à être un objet, visible du dehors ou délimité par des contours logiques, n'a sa véritable réalité qu'en contribuant à se faire lui-même, à partir sans doute d'une nature donnée et selon des exigences intimement subies, mais par un devenir volontaire et une conquête personnelle". Comme y insiste J. Schlanger (186,187), il n'est de connaissance que des connaissances de quelque chose par quelqu'un. Cependant, nous considérerons la notion de sujet de façon beaucoup plus large que ne le ferait une approche idéaliste. La notion de sujet chez M. Blondel ou J. Piaget anticipe, celle de système autonome qui, pour P. Vendryès, est un système qui n'obéit qu'à ses propres règles. Tout au long de notre travail, nous dénommerons "sujet de connaissance" tout système autonome capable de générer des connaissances pour son propre profit, ce qui implique que "le sujet n'est pas, comme fini; il croît *in infinitum* (022)". Nous considérerons par ailleurs que le contact avec l'environnement est la condition "sine qua non" de l'évolution cognitive, et que le sujet peut être le seul agent actif de cette évolution.

2) La rationalité restreinte.

H. Simon (141,192) a bien montré que le fonctionnement cérébral était strictement limité dans l'étendue du champ de convergence de données et d'opérations sur ces données, dans le délai nécessaire pour effectuer une opération, dans les capacités de mémorisation et de remémoration. Il en résulte que le sujet humain ne peut bénéficier d'explorations tactiques approfondies dans un temps raisonnable. Il est donc conduit nécessairement à orienter son activité cognitive vers des stratégies ou heuristiques. Ces stratégies sont perfectibles, mais par nécessité, elles sont en grande partie indéterminées, donc rationnellement incontrôlables dans leur totalité. Cela installe l'approximation au cœur même de toute démarche cognitive. Mais parallèlement, l'indétermination initiale marque l'ouverture au progrès qui réduit cette indétermination.

3) L'opposition des points de vue instructifs et sélectifs dans les modes d'acquisition des connaissances.

En 1967, N. Jerne, généralisant les idées de Burnett en immunologie, a introduit une distinction capitale en décrivant deux modes opposés de formation des connaissances :
- selon le mode instructif, des informations d'origine extérieures réorganisent la structure interne du système, ou tout au moins celle de certains de ses éléments.
- selon le mode sélectif, les perturbations extérieures conduisent le système à rechercher, celle de ses "façons d'exister", actuelles ou potentielles, qui corrige le mieux les effets de la perturbation.
Il est évident que la théorie de l'autonomie conduit à privilégier le mode sélectif de formation des connaissances. Nous essayerons donc de décrire une épistémologie qui intègre complètement ce point de vue sélectif et en fait le mécanisme unique de l'évolution cognitive.

4) L'évolution orthogénétique du sujet.

Le sujet humain, tel que le conçoit J. Piaget, évolue normalement et spontanément vers un progrès, par un complément d'organisation qui présente deux facettes indissociables :
- par la seule dynamique du sujet lui-même lorsqu'il est confronté à l'environnement, il y a apparition spontanée de conduites nouvelles plus efficaces, notamment des conduites cognitives.
- il y a dans les mêmes conditions, acquisition spontanée par le sujet, de connaissances nouvelles portant sur le sujet lui-même, son environnement et surtout sur son système de relations avec l'environnement.

5) Les connaissances apprises priment largement chez l'homme les connaissances constitutionnelles. Le

point de départ de toute connaissance apprise est une rencontre entre un sujet de connaissance et un objet de connaissance.

Aucune connaissance isolable, aucune information ne préexistent à une rencontre entre un sujet et un objet de connaissance. Ce sont les conséquences de la rencontre qui constituent le fait premier de la connaissance; la connaissance de soi et la connaissance de l'environnement sont dérivées secondairement et conjointement des données de la rencontre. Le milieu social, voire le milieu biologique, peuvent néanmoins conserver les connaissances ou les informations nées de confrontations antérieures entre un sujet et son environnement. Ces connaissances peuvent être pérennisées et incluses dans la constitution biologique ou la culture. Dans ce dernier cas, elles peuvent être ensuite directement assimilées par un sujet.

Nous empruntons à notre ami Jacques Richalet la précision suivante:
- les paramètres qui définissent précisément une rencontre entre un sujet de connaissance et un objet de connaissance peuvent correspondre à de nombreux couples distincts de sujets et objets de natures différentes.
- de ce fait, même si les informations liées à une rencontre sont parfaitement définies, la connaissance de l'objet est reliée à la précision avec laquelle le sujet se connaît lui-même. La réciproque est évidemment tout aussi significative: c'est lors de la manipulation d'un objet antérieurement bien identifié que le sujet peut se découvrir lui-même. Le développement des connaissances de l'environnement et celles du sujet par lui-même doivent donc aller de pair. Se retrouve l'affirmation de G. Bachelard disant que la méditation de l'objet est ce qui donne le plus de chance au sujet de s'approfondir lui-même.

6) Le mécanisme d'acquisition des connaissances est le fait du sujet lui-même, notamment par le jeu d'une réaction circulaire.

Tout sujet, tout système autonome disposent d'un ensemble de conduites constitutionnelles ou apprises. Lors de la rencontre avec une situation quelconque, une conduite semble après analyse, la plus appropriée et elle est immédiatement mise en jeu. Si le sujet, le système constatent un échec partiel ou sévère dans la rencontre avec la situation rencontrée, des modifications sont introduites dans les conduites essayées. Les résultats obtenus par ces conduites enrichissent l'évaluation de la situation, même en cas d'échecs et permettent de parvenir finalement à un succès adaptatif, éventuellement après plusieurs modifications successives de conduite.

Très habituellement, le sujet, le système déduisent une connaissance complémentaire généralisable à partir de la réaction circulaire. Cette connaissance pérennisée constitue le point de départ d'une plus grande efficacité comportementale et le processus de progrès peut se poursuivre indéfiniment. L'objet de la connaissance peut être une situation concrète. Il peut s'agir également d'une donnée cognitive, pérennisée dans le groupe socio-culturel, et directement assimilée comme telle. Même en ce cas, l'activité du sujet de connaissance est primordiale.

7) La théorie ternaire de l'information

Nous adoptons le point de vue de P. Demant et G. Pinson (165) sur l'information :
- toute information est portée par un support physique qui n'a pas forcément une signification par lui-même.
- toute information n'est significative qu'en fonction d'autres informations qui l'accompagnent dans le temps et l'espace.
- une information est obligatoirement relative à un contexte, et ce contexte est fondamentalement lié aux propriétés du système qui reçoit l'information.
Il nous parait logique d'en conclure qu'il n'est d'informations que subjectives et fonctionnelles, c'est à dire définies selon le système qui assimile cette information, et pour faire fonctionner ce système.

8) Le rejet du réalisme des "idées".

Nous partageons le point de vue de A. Korzybski (111) qui refuse toute existence en soi aux êtres abstraits, aux concepts, aux idées, aux essences, aux normes. "Les mots n'ont pas de sens mais seulement des emplois" dit F. de Saussure. Les mots abstraits sont de simples étiquettes qui désignent des activités mentales d'abstraction. Ces activités mentales d'abstraction sont évidemment fondamentales puisqu'elles construisent tous les systèmes cognitifs, mais elles reposent sur la mise en jeu de mécanismes biologiques.

9) La distinction entre assimilation et accommodation.

Un système autonome évolué marque un temps de réflexion et de décision entre l'identification d'une perturbation et la mise en place d'une réponse. En matière de connaissance comme en matière de comportement, il est donc justifié de considérer séparément le temps d'identification de l'objet de connaissance, ce que Piaget appelle l'assimilation, et le temps d'exécution d'une réponse, ce que Piaget appelle l'accommodation (14è).

10) L'autopoièse de H. Maturana et F. Varela constitue un excellent point de départ pour comprendre ce que peut être la subjectivité dans tout système autonome.

Un système autonome est caractérisé par un réseau autopoiétique, réseau auto-entretenu d'interactions dont la finalité est en propre celle du système lui-même. L'autopoièse se définit indépendamment de toute relation avec l'environnement et assure notamment le renouvellement synthétique permanent des éléments du système (214).

Cependant un système autonome est obligatoirement un système au moins partiellement ouvert, qui communique en permanence avec l'environnement, tant sur le plan de l'énergie et de la matière que sur celui de l'information. Seule l'existence d'une structure d'interface peut concilier une apparente contradiction entre les aspects d'autopoièse et d'input/output que comportent nécessairement tout système autonome.

11) Un système autonome, un sujet de connaissance, un système de connaissance présentent obligatoirement une structure emboîtée ou hiérarchisée.

Comme l'a précisé peut-être en premier H. Simon (191), tout système un tant soit peu complexe, se doit d'être organisé sous forme d'emboîtements de structures sur plusieurs niveaux. En pratique, le fait est constaté aisément dans tous les systèmes physiques, biologiques et sociaux. Il est moins habituel, comme nous le ferrons, de considérer que les éléments constituant les niveaux d'organisation inférieurs demeurent autonomes et que la formation de niveaux hiérarchiques nouveaux peut s'effectuer par la seule dynamique des systèmes globaux.

12) La distinction entre structure et état est fondamentale pour comprendre la dynamique de tout système autonome et son organisation hiérarchisée.

Tout système ou ses parties peuvent être caractérisés par des données constantes dessinant des structures, et des variations réversibles de paramètres traduisant des changements d'état. Si certaines variations d'état sont très rapides et sans grande signification comportementale, d'autres états sont beaucoup plus durables, relativement stables; ils sont qualifiés par les thermodynamiciens d'états stationnaires* de non équilibre. Les états stationnaires* traduisent véritablement les différentes "façons d'exister" d'un système.

Si on relie la notion de hiérarchie et celle de distinction structure/états,
- les éléments figurés au sein d'un système apparaissent juxtaposés et traduisent des structures emboîtées. La hiérarchie des structures constitutives dessine l'anatomie, l'organisation spatio-temporelle du système.
- les états d'un système et des éléments qui le constituent sont liés à la fois aux conséquences de l'activité interne et aux influences des éléments voisins. De façon directe ou indirecte, tous les états s'influencent réciproquement, traduisant des effets superposés. Ces principes s'appliquent aux états stationnaires* de non équilibre comme à tout aspect d'état.

On est alors conduit à deux conséquences essentielles :

1) On aboutit à une description très proche de l'hologrammorphisme* décrit par G. Pinson, A. Demailly et D. Favre (165). L'état stationnaire global d'un système est déterminé par l'ensemble des états stationnaires des éléments. Mais inversement, l'état stationnaire d'un élément est déterminé par les états stationnaires de tous les autres éléments et celui du système dans son entier.

2) Alors que la structure d'un système autonome ou d'un élément de ce système est par définition indépendante du voisinage, les états dépendent fondamentalement de l'environnement. Dans la mesure où cet environnement est régulier, il définit de façon restrictive l'enveloppe des différents états qu'un système autonome ou un élément de ce système peuvent présenter. Un système n'est donc pleinement défini qu'en fonction de l'environnement dans lequel il se trouve.

13) La structuration dissipative d'I. Prigogine.

Nous rapprochons la notion de structure dissipative d'I. Prigogine des interactions d'états stationnaires. Ainsi apparaît possible qu'une instabilité interne puisse provoquer l'apparition d'une organisation stable qui se nourrit de son efficacité à réduire l'instabilité. C'est dans ce phénomène qu'il faut voir la traduction physique de l'auto-organisation mais l'application peut en être faite à l'élaboration des systèmes cognitifs complexes et au sens du discours.

14) La dégénérescence de G. Edelman

Une communication dégénérée est une relation où il n'y a pas de correspondance bijective entre l'émission et la réception. C'est une donnée essentielle pour comprendre la perception qui est effectivement fortement dégénérée. Mais Edelman (053) a également appelé dégénérescence ce qui traduit à la fois l'absence de bijection entre événements et réponses adaptatives et une capacité des systèmes à contourner cette absence de bijection : il y a plusieurs façons, pour un système, d'interpréter un signal, au même seuil de précision. Cette capacité est très importante car nous pensons que l'environnement, le sujet et le langage sont trois mondes* distincts qui ont une organisation interne, un découpage de formes qui leur est propre; la correspondance entre des formes appartenant à ces mondes différents ne peut alors qu'être dégénérée. Toute correspondance de forme à forme ne peut se faire qu'en plusieurs temps, par pari probabiliste et approximations successives durant une confrontation vécue, et sans jamais parvenir à un accord total. Ce fait à son tour impose une plasticité des formes maniées par le sujet, plasticité qui joue un rôle déterminant dans la dynamique cognitive et l'élaboration progressive des systèmes cognitifs. L'indétermination initiale dans la constitution est donc indispensable pour expliquer tout progrès dans la communication et par là même, dans la connaissance. L'appel systématique à la dégénérescence et à sa compensation est tout spécialement obligatoire pour expliquer la genèse et la nature des notions abstraites à partir de mécanismes d'abstraction.

De la dégénérescence dans la communication, il faut donc rapprocher obligatoirement une indétermination partielle dans la structure initiale d'un système et dans son fonctionnement. Cette indétermination est indispensable pour expliquer la plasticité des systèmes autonomes et leur capacité de développer leur propre organisation. Les stratégies, formes obligées d'activité cognitive, sont nécessairement en partie indéterminées, ce qui explique à la fois leur emploi dans des situations variées et leur perfectibilité.

15) La relation doit occuper la place laissée libre par la substance.

L'épistémologie traditionnelle fait une large place à la différence de substances dans l'explication du monde. La théorie atomique condamne cette notion, au moins au niveau chimique, réhabilite Démocrite contre Aristote. Nous pensons que cet appauvrissement de l'explication par la différence de substance s'étend bien au delà de la chimie et présente un caractère très général. Les différences entre organismes inertes et organismes vivants, entre fonctionnement neurologique et fonctionnement mental ne peuvent être valablement expliquées par des différences de substances.

Parallèlement, le poids de la relation s'accroît pendant que celui de la substance diminue et la mise en relation nous paraît créatrice de sens par elle-même. Sous forme d'émergences fonctionnelles, la mise en relation d'éléments paraît pouvoir expliquer toutes les propriétés antérieurement attribuées à des différences de substances.

Ces différentes notions ou principes ont été largement développés par leurs concepteurs et leur relation avec l'épistémologie a été très habituellement soulignée. Au mieux, nous pourrions prétendre à l'originalité de les avoir tous rapproché. Il est en revanche deux domaines où nous pensons apporter une contribution plus personnelle.

16) La notion d'interface est indispensable à la compréhension de l'autopoièse comme à celle du fonctionnement global d'un système autonome. Elle détermine profondément la nature des connaissances.

Un système autonome doit être à l'abri de perturbations extérieures qui altéreraient son fonctionnement. Il doit en revanche être ouvert à des flux d'échanges énergétiques, matériels et informatifs. Une frontière contrôlant les échanges est le seul moyen de concilier des exigences contradictoires.
- sur le plan matériel et énergétique, l'interface autorise les flux d'échanges utiles et interdit les flux d'échanges nuisibles.

- sur le plan de l'information, l'interface afférente transforme une variation d'environnement atteignant sa face externe en un message libéré à sa face interne et compréhensible pour le système.
- sur le plan comportemental, l'interface efférente transforme un message significatif interne en une action extérieure efficace sur le milieu ambiant.

La notion d'interface réconcilie la description d'un système autonome comme un système autopoiétique et comme un système à entrées et sorties. Il est en effet possible de concevoir un fonctionnement autopoiétique totalement interne puisqu'il manipule seulement les messages situés sur la face interne des interfaces. Ce même fonctionnement a cependant une signification d'entrée/sortie par le jeu de l'interface puisqu'il existe une relation stable, en grande partie bijective, entre les données des faces réceptrices et effectrices d'interface.

Il est par ailleurs bien évident qu'une structure d'interface présente des particularités propres qui marquent obligatoirement toute relation informative ou comportementale entre le système autonome et son environnement. Les connaissances qu'un système peut acquérir n'échappent évidemment pas à cette règle essentielle. Les travaux neuro-physiologiques récents ont démontré la complexité des interfaces perceptives humaines, ce qui conduit à revoir complètement l'influence de la perception sur la connaissance. Toute la signification des connaissances humaines doit être reliée aux propriétés d'interface qui marquent obligatoirement toute relation entre le sujet et son environnement.

17) Le progrès et la réduction de l'enveloppe comportementale.

Tout système conçu en indépendance de l'environnement ou exposé à un environnement quelconque, peut être décrit avec une enveloppe des états stationnaires* de non équilibre qui permettent une adaptation aux particularités d'environnement. Cette enveloppe est évidemment réduite lorsque les variations possibles de l'environnement sont restreintes . Cela est notamment le cas lors de la conjonction prolongée de deux systèmes ou l'inclusion d'un système dans un autre. Ce qui est appelé propriété comportementale au sens très large du terme et pour un système global, peut toujours être ramené à une moindre variation des états internes, à une plus grande précision des comportements présentés par les systèmes constitutifs, donc à une restriction dans la variation des comportements que peuvent offrir ces systèmes. Tout système devenant partie d'un ensemble, présente une telle restriction comportementale, source de propriétés nouvelles qu'il transmet à l'ensemble auquel il appartient. Bien que cela puisse paraître à première vue paradoxal, nous pensons que la réduction de l'enveloppe des états possibles au niveau des éléments est l'explication unique de l'émergence de propriétés nouvelles dans un système complexe. Pour un système défini, la spécialisation et le progrès sont donc synonymes.

L'environnement régulier d'un système le spécifie et le qualifie. Cela vaut aussi bien pour un système global que pour les sous-systèmes qui le constituent. Le rapprochement contraint des éléments suffit à restreindre la variation d'état de ces éléments et à faire apparaître un système global doté de propriétés nouvelles qui ne pouvaient être immédiatement déduites de la connaissance des éléments. Une telle explication devrait réconcilier les tenants du réductionnisme et ceux du globalisme. Par ailleurs, le processus décrit est le seul qui puisse expliquer convenablement l'apparition spontanée de progrès au sein de systèmes autonomes. C'est enfin le seul moyen d'attribuer à la mise en relation ce que la différence de substances ne peut plus expliquer.

Toutes ces notions ou principes qui nous ont inspirés doivent être considérés d'abord pour eux-mêmes et leur énumération n'a pas déterminé le plan de notre étude. La partition de notre travail a trouvé ailleurs son inspiration.

Dans une première partie, nous confronterons les principales conceptions épistémologiques qui ont marqué l'évolution de la philosophie, et la théorie de l'autonomie biologique. L'analyse des différentes conceptions épistémologiques et de leur évolution historique nous semble essentielle. Il nous parait possible de tirer de cette analyse la conclusion que les théories successives ont accordé une part croissante au sujet connaisseur; pourtant on note parallèlement et paradoxalement une négligence certaine vis à vis des particularités biologiques de ce sujet. C'est avec l'intention d'introduire un correctif qu'il nous a paru fondamental d'étudier l'influence que pourraient avoir les données biologiques acquises récemment dans une conception épistémologique. Ces influences se regroupent notamment dans une théorie de l'autonomie biologique, du reste déjà implicite dans l'approche épistémologique de Jean Piaget, mais qui s'est progressivement affirmée au cours de ce siècle. Les conséquences sur le sens de la connaissance et sur les mécanismes d'acquisition des connaissances sont majeures.

- dans un survol historique (chapitre I), nous tenterons de montrer qu'un intérêt croissant a été porté à l'activité cognitive du sujet au cours de la connaissance, soulignant parallèlement combien peu a été fait pour préciser la condition biologique de cette activité cognitive, et situer l'homme connaissant au sein même de l'Univers qu'il étudie. Nous nous efforcerons de justifier ainsi la place privilégiée que nous accordons au constructivisme et à l'autonomie biologique.

- nous préciserons alors la théorie de l'autonomie biologique (chapitre II) et les conséquences épistémologiques de cette théorie. Nous montrerons également combien le concept d'autonomie acquiert de l'importance dans l'explication biologique (chapitre III).

- nous discuterons pour clore cette première partie, des relations qui peuvent exister entre le concept d'autonomie et les positions philosophiques traditionnelles (chapitre IV).

Dans une seconde partie, nous nous efforcerons de définir les conditions biologiques de l'activité cognitive humaine, tant au niveau de la constitution neurologique stable au cours de la vie, que dans l'étude des mécanismes assurant l'acquisition des connaissances et l'évolution ontogénétique post-natale sur le plan du fonctionnement cérébral (Chapitre V). Nous insisterons tout spécialement sur les mécanismes qui peuvent expliquer la subjectivité et ce qu'il est convenu d'appeler la conscience. Nous insisterons sur les strictes limitations concrètes imposées aux activités conscientes, annonçant les conséquences que cela peut avoir sur l'activité cognitive (Chapitre VI).

Nous tenterons de définir une théorie du développement autonome, impliquée aussi bien dans l'explication des genèses biologiques que des genèses cognitives (Chapitre VII).

Dans une troisième partie, nous préciserons un certain nombre de points relativement indépendants les uns des autres, mais essentiels pour la présentation d'une épistémologie reposant sur une théorie de l'autonomie. Nous préciserons successivement :
- la notion d'information dans ses traductions objectives et surtout subjectives (chapitre VIII), nous efforçant de démontrer que l'information a d'abord une valeur fonctionnelle et seulement secondairement et accessoirement une valeur descriptive.
- la notion de hiérarchie et d'emboîtement(chapitre IX), aussi bien dans l'organisation générale des systèmes que dans le cas particulier des systèmes cognitifs.
- la notion de dégénérescence ou d'approximation des messages et des stratégies(chapitre X), soulignant à la fois combien cette notion est générale, combien elle est imposée par les conditions concrètes du fonctionnement cérébral et combien elle est en fin de compte positive pour le progrès cognitif.
- l'intervention constante de la conscience qui fait de toute démarche cognitive, un projet subjectif (chapitre XI) délimitant et découpant le champ cognitif pour l'analyser.
- la nature du discours, discutant des arguments qui permettent de refuser le discours premier (chapitre XII) et tentant alors de préciser autrement la valeur essentielle du discours. Chemin faisant, nous serons conduits à insister sur une imprécision obligatoire des mots et la dépendance de leur signification par rapport au contexte. Que cela soit notre excuse, lorsque nous utiliserons nombre de concepts comme ceux d'autonomie, de dégénérescence, de finalité et beaucoup d'autres, dans un sens qui s'éloigne de la signification la plus courante. Il nous a paru préférable de suivre les auteurs ayant inaugurer ces déviations de sens plutôt que d'inventer nous-même des néologismes.

Dans une quatrième partie, nous essayerons d'établir une théorie de la connaissance conforme au constructivisme piagétien, à la théorie de l'autonomie biologique et à toutes les données biologiques acquises récemment. (chapitre XIII).

Une conclusion précisera ce que nous semble apporter notre travail, essentiellement au travers d'une meilleure application du concept d'autonomie biologique et celui de constructivisme psychologique.

Par ailleurs, nous aborderons dans quatre annexes des aspects à la fois pratiques et techniques :

- dans l'annexe A, nous envisagerons les conséquences pédagogiques d'une conception autonomique du développement des connaissances. Nous montrerons que la similitude des organisations cérébrales individuelles et les constances du milieu social, font que les étapes du développement sont très voisines chez les enfants d'un même milieu culturel, ce qui permet d'intervenir dans ce développement. De ce fait les règles d'or de la pédagogie doivent inclure les données suivantes :

- l'acteur principal du développement cognitif est l'enfant lui-même, - cet enfant apprend en fonction de ce qu'il sait déjà,
- le pédagogue peut préciser les acquis de l'enfant dans une ligne commune de progrès et donc proposer le "juste un peu inconnu" qui optimise le développement.

- dans l'annexe B, nous aborderons le problème de la pensée pathologique, soulignant ce qui peut être rapporté au vécu et ce qui traduit un dysfonctionnement cérébral. Nous soulignerons les limites de l'interprétation psychologique et de la prise en charge psychothérapique.

- dans l'annexe C, nous nous efforcerons de situer les logiques modales et la logique "floue" par rapport à notre travail. Nous pensons en effet que ces logiques ne sont pas aussi éloignée qu'on pourrait le penser d'une logique bivalente traditionnelle dès lors qu'on envisage les structures opératoires supportant une logique et le déroulement du raisonnement par un sujet en situation existentielle.

- dans l'annexe D, nous essayerons de trouver dans l'analyse factorielle des aptitudes intellectuelles un exemple d'objets statistiques, hors de la microphysique.

CHAPITRE 1: L'EVOLUTION DES CONCEPTIONS EPISTEMOLOGIQUES

"Le sens commun estime raisonnable d'attribuer la plupart de nos sensations à des causes qui agissent de l'extérieur sur nos corps. Il ne croit pas que la chambre où nous sommes assis cesse d'exister dès que nous fermons les yeux ou allons nous coucher. Il ne croit pas que notre femme ou nos enfants sont de purs produits de notre imagination. En cela, nous pouvons être d'accord avec le sens commun; mais où il a tort, c'est lorsqu'il suppose que les objets ressemblent intrinsèquement aux perceptions qu'ils causent."

Bertrand Russell

"Toute la question de la réalité, célèbre en philosophie, provient de la valeur abusive donnée au mot réalité. Si ce moi eût été mis au point, et empêché de fuir hors de toute pensée nette, le problème eut disparu ou se fut prodigieusement transformé.

Paul Valéry

Résumé Au moins dans la pensée occidentale, le réalisme marque le point de départ de la réflexion épistémologique, et constitue une référence pour les évolutions ultérieures de cette réflexion.

1. Analyse critique du Réalisme. Doit-on brûler Platon, Aristote et Saint Thomas d'Acquin ? Tendance spontanée de l'esprit humain, le réalisme philosophique a été formalisé pour la première fois par l'école de Milet, dans la Grèce pré-socratique. Il a ensuite été vulgarisé au travers des oeuvres de Platon et d'Aristote, puis conduit jusqu'à nos jours. Il recouvre en fait trois affirrnations distinctes :

A) Le Monde existe. Il n'y a aucun sens à discuter cette assertion car cela mettrait notre propre existence en doute. Mais il est fondamental de souligner que cette assertion réaliste indiscutable, est indépendante des deux suivantes.

B) Le Monde est tel que nous le percevons. C'est en fait une attitude limite, jamais pleinement défendue par les philosophes réalistes qui ont toujours admis un minimum de distorsion subjective. Mais la critique doit aller plus loin et affirmer qu'a *priori,* tout découpage en objets distincts, toute propriété constatée dans le Monde est marquée par les particularités de l'observateur, traduit la relation entre l'observateur et l'observé. L'objet de la Science est de corriger l'effet de la distorsion perceptive, permettant une évolution continue vers une meilleure compréhension du réel.

C) Les idées, les essences, les formes ont une existence réelle et une indépendance. Ce point est des plus contestables. Toutes les structures ont normalement une naissance et une histoire, résultent d'une création par un système qui les précède et les dépasse. Le concept, notamment, est une création de l'activité mentale humaine, par abstraction des données du vécu. En revanche, le concept une fois formé, peut se détacher de ses origines, ce qui donne l'illusion de son caractère premier et irréductible. Le concept réfléchit l'attitude cognitive d'une époque, et il n'y a pas de raison de l'accepter obligatoirement comme une réalité "en soi".

2. Les oppositions au Réalisme. : Certaines accordent le primat à l'environnement, faisant de la sensation la base de toute connaissance et considérant une élaboration progressive du sujet connaissant par pression de l'environnement. A l'opposé, sous sa forme native, l'idéalisme initial a surtout la signification historique d'avoir mis le réalisme en cause, au travers de la "révolution copernicienne" : si de nombreuses générations se sont trompées en plaçant la terre au centre du monde, nous devons nous méfier aujourd'hui de toutes les évidences. Les autres affirmations épistémologiques de Kant sont sans doute plus discutables. L'idéalisme kantien revu par Helmholtz nous parait beaucoup plus positif. Helmholtz affirme que les formes *a priori* de la sensibilité correspondent à l'inné physiologique; un "écran" sensoriel vient s'insérer entre le monde extérieur et la conscience, marquant par sa nature propre les données perçues d'environnement. C'est implicitement l'annonce des interfaces perceptivo-sensorielles, relayée récemment par la découverte des mécanismes constitutionnels d'analyse perceptive.

3. L'Opposition des approches scientifiques et philosophiques. Elle s'est progressivement dessinée au XVIIème et XVIHème siècle dans un climat de contestation du rationalisme religieux. Le courant positiviste, inauguré par Auguste Comte, a surtout un intérêt historique et d'analyse critique des autres conceptions épistémologiques. En revanche, la phénoménologie présente le caractère hautement positif de centrer la connaissance sur la rencontre entre un sujet et un objet. Mais, faute de suivre une dimension historique qui expliquent la genèse de structures cognitives, la phénoménologie risque

de dériver vers le réalisme des espèces naturelles en postulant des essences, des formes, des normes, sous l'aspect de structures irréductibles et admises a *priori,* conjointement présentes dans l'Univers et l'entendement humain.

4. La Nouvelle Alliance de la philosophie et de la science.

4.1. G. Bachelard et l'histoire des sciences **:** G. Bachelard fournit des clefs précieuses pour comprendre l'évolution des sciences. En revanche, l'auteur n'apporte aucune donnée permettant d'expliquer le développement cognitif ontogénétique, de préciser les mécanismes communs au développement ontogénétique et à l'évolution des théories scientifiques.

4.2. K. Popper et la connaissance conjecturale **:** K. Popper montre que l'induction ne peut conduire à la certitude et que toute connaissance est seulement conjecturale. Il croit en une épistémologie évolutionniste où toute connaissance nouvelle est une modification d'une connaissance antérieure, ce qui en fin de compte appuie toute démarche cognitive sur des dispositions innées. Popper croit en une "connaissance objective", créée par l'homme mais acquérant une existence indépendante de ses créateurs, contenant des théories vérifiées mais aussi des théories fausses ou invérifiables.

4.3. Le constructivisme piagétien **:** il a été formulé par J. Piaget dans la suite de J.M. Baldwin et E. Claparède; il constitue une alternative cohérente au réalisme. La connaissance apparaît comme l'organisation progressive des données issues de la rencontre entre le sujet et son environnement. Le constructivisme permet seul une confrontation satisfaisante entre données neurophysiologiques et données psychologiques. On peut cependant reprocher à J. Piaget de ne pas avoir fait une part suffisamment belle à l'organisation cérébrale innée. Le constructivisme retrouve avant la lettre l'affirmation de Niels Bohr, faisant de l'homme un acteur et non pas seulement un spectateur au théâtre de la Nature, sans tomber pour autant dans les difficultés de l'idéalisme kantien. La découverte des mécanismes perceptifs constitutionnels apporte une dimension nouvelle au constructivisme. Les interfaces perceptivo-sensorielles fournissent une interprétation immédiate de l'environnement, précédant toute expérience, mais marquée par les particularités de ces interfaces. La construction cognitive ultérieure apparaît alors comme une révision de ces données immédiates, établie à partir des échecs comportementaux au contact de l'environnement.

4.4. Les conséquences de l'analyse de la matière **:** la notion de substance est réduite à rien par la théorie atomique et la mécanique quantique. Le réalisme traditionnel faisait un large emprunt à la différence de substances pour expliquer disparités et propriétés dans l'Univers. La théorie atomique s'oppose à l'irréductibilité des différences de substances. La mise en relation d'éléments discrets, concrets ou virtuels, est la véritable créatrice de significations et propriétés nouvelles. La mécanique quantique développe la critique de la substance et illustre une connaissance conçue comme l'analyse d'une rencontre entre un sujet connaissant et une régularité de l'environnement.

Au total, la succession historique des conceptions épistémologiques accorde une part croissante à la constitution et à l'activité humaine dans la genèse des connaissances. Mais au lieu d'être admise *a priori* comme dans l'idéalisme kantien, l'activité humaine doit devenir elle-même objet d'étude, tout spécialement sur le plan neurophysiologique et sur celui du développement ontogénétique. Le discours premier doit être mis en question. La relation doit occuper toute la place laissée vide par une recherche sans espoir des différences de "substances", ce qui justifie *a priori* tous les réductionnismes. La connaissance évolue vers un progrès continu, mais un progrès qui ne peut être défini par avance. Les thèses de l'autonomie biologique s'insèrent aisément dans cette évolution de l'épis témologie.

Nous avons hérité de notre maître Piaget, le souci de présenter toute notion épistémologique nouvelle en référence avec les positions traditionnelles de différentes écoles. Les idées nouvelles se nourrissent spontanément des difficultés apparues lors de la mise en pratique d'idées plus anciennes. De nouvelles conceptions épistémologiques doivent donc être analysées, pour être bien comprises, par rapport à des conceptions plus traditionnelles.

Cependant, une analyse exhaustive des différents courants épistémologiques passés ou présents est hors de notre compétence. Nous souhaiterions plus modestement définir les repères que nous avons cru pouvoir relever, précisant une évolution dans les thèses qui se sont succédées depuis vingt cinq siècles en Occident. En 1929, dans "Process and Reality", A.H. Whitehead écrivait "The safest general characterization of the European philosophical tradition is that it consists of a series of footnotes to Plato". Cette opinion nous parait globalement justifiée, bien qu'outrancière. D'une part, Platon est l'héritier de l'école milésienne et d'autre part, la révolution copernicienne de Kant a introduit indiscutablement une remise en question de nombreuses données platoniciennes. Il n'empêche que le réalisme platonicien continue à constituer la référence autour de laquelle est organisée toute l'analyse critique en Epistémologie. L'histoire de l'épistémologie nous a semblé pouvoir être centrée effectivement sur la formulation initiale du réalisme, comme le voulait Whitehead, puis sur les critiques auxquelles ce réalisme a donné lieu; ces critiques nous ont paru joué un rôle majeur dans la proposition et l'édification de conceptions épistémologiques nouvelles.

1. Le Réalisme, attitude épistémologique spontanée.

Nombre de doctrines philosophiques, passées ou présentes, du reste souvent contradictoires, pourraient se recommander du réalisme. Elles ont en commun d'affirmer l'existence ontologique des objets du monde environnant (Lalande):
- cette existence est indépendante des représentations que les objets peuvent fournir à un sujet connaisseur ; l'objet existe même s'il n'est pas perçu.
- mais surtout, les propriétés ontologiques de ces objets sont accessibles, sinon à la perception, du moins à la réflexion de ce même sujet. Pour le réalisme, le sujet perçoit l'objet tel qu'il "est".
- il s'associe typiquement la notion que les concepts qui décrivent l'existence et les propriétés de l'objet ont une valeur et une existence propres.
- comme J. Piaget l'a souligné, il en résulte un certain primat de l'objet sur le sujet, et donc un certain recul dans l'importance du sujet, l'acceptation d'une réalité indépendante de l'esprit qui la conçoit.

1.1 ***Le Réalisme naïf ou vulgaire.***

Le moindre effort d'introspection met en évidence que les contenus de conscience correspondent à un appris ou un vécu antérieur, même si l'imagination permet de dépasser les limites de ce vécu. Le discours appris, notamment, est au centre de la réflexion consciente. Lorsque l'homme commence à réfléchir sur le sens de la connaissance, ce qui ne survient guère avant l'adolescence, il a déjà acquis un discours et un système de connaissance qu'il vit spontanément, mais qu'il ne peut juger, faute d'une mémorisation suffisante des conditions de formation.

La première réflexion sur ce système de connaissance est donc spontanément marquée par des intuitions immédiates qui découlent de la façon dont la relation avec l'extérieur est vécue :
- il y a une opposition entre le moi-sujet et l'objet, chacun ayant leur existence indépendante.
- le discours dont l'origine n'est pas perçue, paraît le support de la pensée, et il est valorisé *a priori,* dans les concepts admis sans preuve et idéalisés, aussi bien que dans le formalisme logique.
Tout naturellement, il y a confusion complète entre l'objet et la connaissance qu'on peut en avoir. Ce point de vue est accentué par le fait que les connaissances sont avant tout acquises auprès d'autrui et donc partagées avec lui. Ainsi apparaît le réalisme naïf qui sera toujours une étape obligatoire dans le développement cognitif individuel, tellement il semble évident en première analyse et s'impose avant qu'une réflexion n'en montre les faiblesses. Inversement, l'histoire de l'épistémologie pourrait être ramenée à une longue et difficile prise de conscience de ces faiblesses et à la nécessité de corriger l'approche réaliste de la nature de la connaissance.

1.2. ***Le Réalisme philosophique du Monde grec.***

Ce qui vaut dans une évolution cognitive individuelle, vaut tout autant dans l'évolution socioculturelle du groupe et il est normal que les premières conceptions épistémologiques formalisées aient été réalistes. C. Hagège (077) propose l'hypothèse très plausible selon laquelle un langage écrit phonétique a constitué la réflexion indispensable du langage oral, pour en permettre l'analyse. La traduction écrite littérale a pour le moins favorisé la conservation de concepts abstraits, survivant à leur créateur et orientant vers une vie propre du discours.

1.2. 1. <u>La première formalisation du Réalisme</u>.

Le réalisme grec, initié par l'Ecole pré-socratique de Milet et développé par Platon et Aristote, est un début de formalisation du réalisme naïf. Formalisation limitée qui s'est complétée progressivement au fur et à mesure que les critiques obligeaient les tenants du réalisme à en percevoir les implications et les faiblesses. Sur un point, Platon et Aristote se rejoignent, celui d'une anthropologie qui fait de l'esprit humain une réalité irréductible, totalement différente du monde matériel, et isolée par rapport à lui. En revanche, Platon et Aristote s'opposent sur la nature des idées :
- pour Platon et ce qui fut appelé plus tard le réalisme platonicien ou le réalisme de natures, les idées sont indépendantes des objets qu'elles servent à décrire. Les idées sont même plus "réelles" que les êtres individuels et sensibles, qui n'en sont que le reflet et l'image (Lalande).
- pour Aristote, la séparation entre l'idée et l'objet est artificielle et l'accent est mis sur les opérations du discours. Par ailleurs, Aristote introduit une autre opposition, celle d'une part de la matière et d'autre part, la forme qui donne son individualité à la portion de matière constituant un objet.

1.2.2. <u>L'Essence et la Substance</u>.

Aristote a tenté de rendre compte de la permanence des êtres, traduisant leur réalité ontologique indépendamment des "accidents", variations de tous types de l'apparence des êtres. Aristote a fait appel à la

notion d'*ουσια* dont les commentateurs ont souligné habituellement le sens ambigu. Nous nous hasarderons à dire que deux notions ont été tirées de l'*ουσια* aristotélicienne :
- "l'essence" qui forme le fond de l'être, par rapport aux modifications qui ne l'atteignent que superficiellement ou temporairement (Lalande) et qui caractérise aussi bien les êtres totalement passifs que les êtres actifs. Le passage est facile de l'essence de l'être au concept qui décrit cette essence.
-la "substance" traduit la permanence dans un "sujet", défini "en soi" et "pour soi", qui peut agir et subir des changements qui le laissent "le même"(Lalande). Assez paradoxalement, c'est le terme de substance qui a été ultérieurement retenu pour définir la "matière" physiquement ou chimiquement définie.

On peut alors retenir certains points caractérisant l'aristotélisme et toutes les doctrines qui en sont nées
- l'existence de "sujets" est affirmée. Le sujet est lié à un principe irréductible, la substance.
- essences et substances sont irréductibles.
- ce sont les différences d'essences ou de substances qui supportent fondamentalement les descriptions cognitives au sein d'une épistémologie nécessairement typologique.

1.3. ***La querelle des Universaux***.

Au troisième siècle après le Christ, Plotin remit Platon à l'honneur, faisant par ailleurs des emprunts à la doctrine chrétienne naissante. On comprend facilement l'adhésion de Saint Augustin à ce néo-platonisme, adhésion qui engagea pratiquement la pensée occidentale durant les sept siècles suivants. C'est sans doute le renouveau d'un intérêt philosophique, très net chez un Béranger de Tours au Xlème siècle, qui expliqua l'apparition simultanée des premiers détracteurs du réalisme. La contestation ne portait pas sur l'accessibilité du réel à l'analyse mais sur le réalisme des idées. Roscelin fut le premier nominaliste : il réfuta les idées générales qui n'étaient pour lui que des signes généraux. En opposition, l'enseignement officiel de l'Eglise affirmait que les idées générales ou universaux existent indépendamment des choses dans lesquelles ils se manifestent.

Le conflit du nominalisme et du réalisme se poursuivit dans les siècles suivants et favorisa une réflexion sur le sens véritable du réalisme. Cela apparaît notamment dans l'évolution du vocabulaire. Les termes même de "reales" et de "nominales" furent utilisés dès Albert le Grand au XIIIème siècle, mais la conceptualisation du réalisme et du nominalisme n'a été complètement effectuée qu'au début du XIXème siècle. Cette opposition doctrinale a eu deux conséquences fondamentales:
- elle a conduit pour la première fois au conceptualisme, doctrine très positive formulée par Abélard au début du XlIème siècle, et qui se voulait un compromis entre réalisme et nominalisme. Selon cette doctrine, les idées ou les universaux n'existent pas en eux-mêmes, mais ils ne sont pas de simples signes; ce sont des opérations propres de la pensée.
-la stérilité des premières discussions scolastiques a sans aucun doute favorisé au Xlllème siècle, le retour à Aristote sous l'impulsion de Saint Thomas d'Acquin, ouvrant davantage à l'étude de la nature et au rôle des sensations.

1.4. ***Le Réalisme des Temps modernes et d'aujourd'hui.***

Le "Cogito" de Descartes (046) marqua une avancée fondamentale en épistémologie par la prise en compte du sujet connaisseur. La thèse cartésienne n'en reste pas moins marquée de réalisme platonicien dans une recherche de preuve ontologique d'existence. A la suite de Descartes, le réalisme demeura extrêmement puissant dans la pensée moderne en dépit de la révolution copernicienne de Kant. Il est au centre du débat qui opposa Einstein et l'école de Copenhague sur le sens de la mécanique quantique. Le réalisme platonicien le plus pur caractérise à l'aube du XXème siècle le Bertrand Russell première manière (184) et la préexistence des idées est considérée par G. Bateson en 1979 comme la découverte la plus fondamentale de Platon (O 10).

Le réalisme de Pierre Duhem (052), à la fin du XIXème siècle, est beaucoup plus construit et argumenté que l'affirmation gratuite de Bateson. Physicien français du début du siècle, Duhem a été immédiatement célèbre à l'étranger pour ses analyses épistémologiques. Ses oeuvres sont en train de sortir en France du ghetto où les avaient plongées le conservatisme politique et religieux de leur auteur. Duhem souligne la séparation complète et nécessaire entre l'approche scientifique et métaphysique. En revanche, il soumet la théorie scientifique aux faits, indiquant que la théorie n'est rien d'autre qu'un lieu géométrique de cohérence des faits entre eux. Inversement il affirme le primat du fait, recueilli directement et en toute indépendance de la théorie. Ce faisant, il se fait "l'apôtre du sens commun, seul fondement de toute certitude" ce qui revient à une profession de foi réaliste.

Aujourd'hui, c'est surtout dans l'explication des Mathématiques que le réalisme est le plus agressif. K. Gödel, célèbre pour avoir montré l'indécidabilité dans le raisonnement mathématique, fut aussi un grand théoricien du réalisme mathématique; P. Benacceraf, H. Putnam, P. Maddy en demeurent, à la suite de W.V.O. Quine, d'ardents défenseurs. Il est remarquable que ces auteurs s'appuient uniquement sur des arguments logiques, donc bouclant sur eux-mêmes, et négligent les connaissances acquises sur le fonctionnement mental au travers de la neurophysiologie ou du constructivisme psychologique.

Par ailleurs, plusieurs mouvements ont conduit durant la première moitié du siècle, à postuler un discours premier, sans que soit formulée pour autant une référence explicite au réalisme. Le pavlovisme russe a tenté de placer dans un langage défini *a priori,* tout ce que le conditionnement pouvait présenter de spécificité chez l'homme social par rapport à l'animal. Le structuralisme linguistique de Jacobson, reprend dans un contexte très différent l'affirmation du discours premier. Lacan a repris les explications psychanalytiques dans le cadre du structuralisme linguistique. Le développement de l'Informatique a orienté vers des conclusions similaires. Les opérations logiques pouvant être aisément reproduites par la machine, de nombreux penseurs ont recherché dans les significations premières, les particularités du fonctionnement mental humain.

Au travers de cette permanence historique, il est possible de définir un réalisme strict et son contenu, sous un triple aspect:

- le réalisme affirme l'existence de l'Univers.

- le réalisme ontologique affirme que l'Univers, la Nature, l'environnement, ont des propriétés "en soi" indépendantes d'un observateur et directement accessibles à la connaissance. L'esprit humain peut avoir accès à ces propriétés ontologiques, non seulement de façon directe et perceptive mais surtout de façon critique en partant de vérités d'évidence qui ne sauraient être sérieusement mises en cause; la logique permet de relier de façon contraignante à ces vérités, des propositions initialement hypothétiques.

- des structures primaires irréductibles, idées ou concepts du discours mais aussi formes ou essences, ont une existence et une valeur propre, indépendante du penseur qui les manipule. Ainsi l'espace, le temps, le nombre, le bien, le mal, la libido, le cru et le cuit ont une existence propre, évidemment supra-biologique. Il découle obligatoirement de ce dernier point que le sujet qui manipule ces notions abstraites est lui aussi irréductible à un fonctionnement biologique.

1.5. ***La critique du Réalisme.***

Implicitement ou explicitement, le réalisme a été l'objet de nombreuses critiques. Les premières formulations d'Aristote se heurtèrent immédiatement aux objections de Pyrrhon et des sceptiques qui pensèrent illusoire de pouvoir établir une vérité. Tout naturellement le réalisme a été ébranlé par la remise en cause de données qui semblaient antérieurement des vérités d'évidence, comme l'organisation géocentrique de l'Univers, ou la croyance qu'un objet en déplacement s'arrête inéluctablement si aucune force ne lui est appliquée. Il est manifeste que la mise en cause de ces vérités entraîne un point d'interrogation systématique sur toutes les autres vérités dites d'évidence.

Le réalisme a résisté néanmoins assez bien aux critiques, jusqu'à ce qu'apparaissent, depuis la fin du XIXème siècle, des objections beaucoup plus graves. Ces objections ne sauraient être d'ordre logique. De nombreux auteurs, de B. Russell à H. Putnam ont discuté du réalisme, en terme de cohérence logique. Qu'il s'agisse de défendre ou d'attaquer le réalisme, une telle discussion ne nous paraît guère avoir de sens. Elle repose sur un discours limité à un maniement de concepts dont la valeur est justement l'objet du débat. L'argumentation réaliste ne peut donc rien prouver pour un adversaire du réalisme. L'argumentation anti-réaliste est tout aussi auto-réfutante puisqu'elle critique la signification ontologique des concepts qu'elle utilise dans ses démonstrations. En revanche, des arguments plus éloignés d'une simple discussion de logique ont une grande valeur.

1.5.1 <u>La fin des vérités premières</u>.

Kant avait fort bien compris que l'espace et le temps constituaient des références cognitives essentielles, et le fait qui vaut pour l'idéalisme kantien, vaut tout autant pour le réalisme. La géométrie euclidienne, le temps et l'espace absolus des théories newtoniennes paraissent bien constituer des vérités d'évidence fondamentales auxquelles doit se rattacher le réalisme. Or toute la construction de ces vérités s'est effondrée à la fin du XIXème siècle. Leibnitz avait déjà indiqué qu'à son avis, espace et temps n'étaient pas autre chose que des relations entre

événements. Mais ce furent surtout les analyses de Mach qui démontrèrent l'inanité du temps et de l'espace absolus, indépendamment même de l'expérience décisive de Nlichelson-Morley. Parallèlement, les travaux de Lobatchevski et Riemann reléguaient la géométrie euclidienne au rang d'un cas particulier parmi d'autres géométries possibles. Au total les référentiels d'espace et de temps ne pouvaient plus être considérés comme des points d'ancrage d'une description réaliste.

On a pu objecter que le référentiel espace/temps relativiste pourrait être le véritable référentiel réaliste. L'argument ne vaut guère car bien plus encore que l'espace et le temps newtoniens, l'espace/temps relativiste paraît une construction, déduite par formalisation de l'expérimentation. Le nombre, autre référence primaire du réalisme, apparaît réductible à une combinaison d'activités opératoires, associant comme l'ont montré J. Piaget et J.B. Grize (076), une approche cardinale et ordinale des collections. L'école constructiviste de mathématique a souligné l'intérêt et la possibilité d'une réduction d'un grand nombre de concepts mathématiques (002).

1.5.2 La fin de la Logique transcendante.

De 1915, date de la première publication du théorème de Lowenhein, jusque en 1936, date du théorème de Church, plusieurs logiciens ont montré (1 18) :
- soit que certains systèmes fondamentaux pour formaliser les mathématiques contiennent nécessairement des propositions indécidables qui ne peuvent être ni dérivées, ni réfutées. Cette affirmation correspond au théorème de Gödel (139) mais elle est également proche du théorème de Church.
- soit que pour tout système assez vaste, la notion de vérité permettant d'associer à chaque proposition du système un symbole "vrai" ou "faux" ne peut elle-même être formalisée à l'intérieur du système. C'est le théorème de Tarski.

Autrement dit, la logique dans son ensemble comporte des propositions indécidables et ne peut formaliser ses propres critères de vérité dès qu'elle est appliquée à une situation empirique non totalement définie par avance. Cela ne diminue nullement l'utilité pratique de la logique mais celle-ci ne peut démontrer une validité propre, indispensable à la mise en pratique d'un réalisme sans nuances dans l'analyse de l'environnement.

1.5.3. L'analyse diachronique du discours

Le réalisme platonicien revient à affirmer un discours premier où les concepts ont une existence indépendante des objets qu'ils décrivent. Cela devrait aboutir à une préexistence du concept par rapport à l'objet qu'il décrit. Or, en fait, pour la quasi-totalité des concepts utilisés aujourd'hui, le processus est chronologiquement inverse: 1'utilisaùon du mot et son contenu apparaissent secondaires à l'expérience. Cela est aussi manifeste sur le plan dudéveloppement individuel et sur le plan culturel.

- l'enfant construit progressivement son corpus sémantique, apprenant à nommer ce qu'il a connu auparavant. Le fait est absolument évident pour les premiers mots, le petit enfant inventant véritablement des mots qui lui sont propres pour traduire ses expériences; Jean Piaget a bien étudié ce phénomène (149). Nous avons pu constater nous-même la capacité du jeune enfant à effectuer des constructions verbales incorrectes à partir de suffixes ou de préfixes. Une petite fille de trois ans annonce qu'elle va "dévaler" pour indiquer qu'elle a une nausée. L'invention de l'étiquette verbale utilisée pour traduire une expérience est alors manifeste.

Le processus est moins évident au niveau conceptuel mais tout aussi réel, expliquant notamment les "bons mots" des enfants, qui reflètent simplement une erreur sur le sens exact des mots. Le vocabulaire s'enrichit selon des règles précises et universelles pour un groupe social donné. Lorsque le mot est abstrait et appris avant que la signification conceptuelle du mot ne corresponde aux capacités cognitives de l'enfant, on peut observer une précision ultérieure de la signification. Ainsi, nous avons pu constater que le mot paresseux" est synonyme de méchant" pour l'enfant de quatre-cinq ans. Il désigne le camarade "qui ne sait pas écrire" ou "qui est mal vu par la maîtresse" pour l'enfant de six ans. C'est seulement vers sept ans que "paresseux" signifie "qui ne veut pas lire et écrire", et seulement vers huit ans que la signification " ne veut rien faire" est acquise. Enfin, la distinction entre paresse et oisiveté est encore plus tardive.

- alors qu'un élève de dix-sept ans de notre société peut, selon G.A. Miller (130), signifier avec précision une moyenne de quatre-vingt mille formes verbales différentes, les sociétés actuelles dites primitives ont un vocabulaire limité à quelques centaines de mots. Dans le langage de notre société, beaucoup de mots traduisent une combinaison de mots ou de concepts plus simples, mais cela est également vrai pour les sociétés primitives. Il faut donc bien que la plupart des concepts aient été historiquement créés. On le constate du reste aisément chez les auteurs présocratiques, souvent difficiles à interpréter car ils sont obligés d'utiliser des comparaisons

concrètes pour étiqueter des contenus conceptuels que nous désignons aujourd'hui par des termes abstraits spécifiques. Inversement, il est facile de constater que beaucoup de termes abstraits sont des métaphores décrivant une réalité concrète, comme "la source" désignant l'origine.

- à l'inverse, de nombreux concepts, de la licorne au phlogistique, qui ont longtemps paru recouvrir une réalité concrète indéniable, apparaissent aujourd'hui correspondre à des classes vides. L'étude comparée des langues étrangères montre qu'elles utilisent des découpages conceptuels qui se chevauchent souvent; il est alors difficile d'admettre que les concepts pré-existent à ce découpage. Il est donc légitime de s'interroger systématiquement sur le contenu de tout concept. Or la dynamique épistémologique du réalisme est fortement dévalorisée si dans 1'utüisation d'un concept abstrait, il faut envisager qu'il corresponde à une classe vide. Le réalisme est encore mis en accusation lorsque les catégories comme la couleur, la forme, qui semblent des concepts particulièrement significatifs par eux mêmes, apparaissent comme nous le verrons, correspondre en fait à des mécanismes cérébraux unitaires.

1.5.4. Le réalisme rejeté au niveau du concept pourrait réapparaître au niveau des symboles.

Depuis Freud et surtout Jung, de nombreuses études anthropologiques démontrent une universalité au moins relative des symboles (051). Il y a peu de chances que cette universalité ait pu être réalisée par une diffusion universelle à la suite de créations locales et on pourrait faire l'hypothèse d1une origine "patrimoniale" de certains symboles au moins, correspondant à un point de vue réaliste. Cette explication réaliste n'est cependant pas obligatoire, comme l'ont suggéré J. Laplanche et J.B. Pontalis analysant l'apparition des fantasmes originaires freudiens, et gênés avec raison par une théorie de transmission génétique héréditaire des symboles(1 17). Ils proposent l'alternative d'une explication épigénétique faisant appel à l'uniformité du contenu de la vie sexuelle infantile et la constance des influences modificatrices ultérieures. Dans une approche d'autonomie, il faudrait y adjoindre les concepts d'homéorhésis* et de créodes*, proposés par Waddington et repris par Piaget (151). Selon ces concepts, une similitude même partielle de constitution et des conditions d'environnements voisines dessinent des chemins épigénétiques obligatoires ou créodes. Une force autonome, l'homéorhésis, ramène le développement épigénétique* vers ces créodes* lorsqu'apparaissent des effets déviants. Sans obligatoirement suivre Laplanche et Pontalis sur la validité des fantasmes originaires, il est fort possible de retenir une explication secondaire, épigénétique, à l'universalité des symboles et ne pas y voir nécessairement un argument probant en faveur du réalisme de natures.

En définitive, les piliers fondamentaux qui semblent indispensables à l'affirmation du réalisme, se sont effondrés et il est généralement possible d'expliquer "autrement" les arguments qui pourraient être proposés en faveur du réalisme. Il devient alors tout à fait légitime d'envisager des corrections importantes du réalisme traditionnel ou à défaut, de se tourner vers des épistémologies non réalistes.

1.6 ***Les corrections du Réalisme***.

Il faut les envisager indépendamment sur le plan du réalisme des objets et sur celui des concepts.

1.6.1 Le Réalisme ccritique et le Réalisme voilé de B. d'Espagnat.

La critique du réalisme la plus radicale et la mieux argumentée vient des physiciens philosophes de la mécanique quantique, Niels Bohr, Wemer Heisenberg et Erwin Schrödinger. Soumis aux impératifs de pensée qu'exigeait l'approche de la microphysique, ces physiciens ont compris que la révolution conceptuelle à laquelle ils devaient se plier, avait une valeur universelle. Schrödinger notamment (188), fit remonter à l'école de Nfilet, au Vlème siècle avant le Christ, ce qu'il nomma "l'objectivation" et qu'il considéra comme une déformation de la pensée: Thalès, Anaximandre et Anaximène auraient amorcé la démarche qui isole l'objet du sujet qui le perçoit et lui donne une réalité en soi. Tout le réalisme s'est évidemment construit à partir de cette notion que Schrödinger condamna vigoureusement, affirmant que l'observateur et l'observé forment un tout indissociable. Schrödinger défendit l'idée que l'objet isolé n'existe qu'en fonction du sujet qui le pense. On peut objecter que l'école milésienne a seulement formalisé une attitude qui existait spontanément auparavant mais l'influence sur le développement du réalisme n'en a pas été amoindrie et la critique n'en perd pas pour autant sa valeur.

Il nous semble cependant que Schrödinger va trop loin dans sa critique car il ne prend pas en compte le fait devenu évident aujourd'hui, que le réalisme, en dehors même du réalisme des idées, recouvre deux affirmations indépendantes concernant les objets environnants:

- la première concerne l'existence du monde, de "quelque chose" correspondant au moins partiellement à l'objet ou au fait, existence affirmée sans considération de propriétés. Une telle affirmation réaliste se limite à proclamer que le monde, l'objet ou le fait existent et bien entendu que l'environnement est hétérogène, qu'il présente des régularités, qu'il est possible d'y définir des propriétés, car à défaut, l'affirmation d'existence n'aurait pas de portée.

- la seconde concerne la relation entre ces régularités ou ces propriétés et la connaissance. Le réalisme traditionnel affirme non seulement que ces régularités ou propriétés ont une signification ontologique, indépendante des particularités des observateurs, mais aussi qu'elles sont aisément accessibles en tant que telles à l'entendement humain.

Ce fut le mérite de G. Santayana et de l'école américaine du réalisme critique (Realism, in E.B.) d'introduire cette distinction essentielle. L'analyse critique que nous avons essayé de conduire porte principalement sur la seconde affirmation réaliste. Rejeter totalement la première affirmation relèverait d'une croyance solipsiste peu raisonnable et dont H. Putnam a souligné le caractère d'auto-réfutation (174). W. Heisenberg (082) a fait remarquer que la distinction établie par Kant entre la réalité ontologique "nouménale" inaccessible à l'entendement humain et l'apparence "phénoménale", traduisait une croyance implicite dans la réalité nouménale.

W.V.O. Quine (176) devait aller plus loin que Santayana, affirmant une réalité des choses mais contestant le fait que les structures que nous attribuons aux choses puissent correspondre à des structures réelles, extérieures à nous. Récemment, B. d'Espagnat (062,063) est parvenu sensiblement aux mêmes conclusions que Santayana, Heisenberg ou Quine. Il a montré que l'analyse approfondie de tout objet aboutit à une approche microphysique où les données cognitives sont strictement relatives à l'observateur; l'incertitude et la relativité du niveau microscopique se reportent sur l'objet lui-même. B. d'Espagnat qualifie de réalisme voilé cette affirmation de l'existence d'un monde présentant des régularités sans possibilité d'analyses autres que relatives à l'observateur. Nous partageons ce point de vue qui associe une reconnaissance de la réalité du monde et une conception épistémologique beaucoup plus critique vis à vis du réalisme au sens plein du terme, d'un réalisme que H. Putnam qualifie d'externe (174).

Il est possible d'aller plus loin dans l'acceptation du réalîsrne. Une fois admis la distinction entre le noumène et le phénomène, il est tout à fait raisonnable d'admettre qu'il peut y avoir une adéquation partielle bien que non démontrable, entre notre représentation du monde et ses régularités ou hétérogénéités authentiques. Nous pensons même que le développement des connaissances traduit justement un progrès du niveau d'adéquation.

1.6.2. L'Oubli et le Réalisme des concepts.

Le réalisme critique ou le réalisme voilé paraissent des réponses bien adaptées aux problèmes contradictoires posés par la signification de notre représentation du monde. Une même réflexion peut être conduite au niveau du réalisme platonicien qui recouvre également deux conceptions distinctes :

- le réalisme traditionnel accorde aux êtres abstraits une existence authentique, pleinement indépendante des organismes biologiques qui les manipulent. C'est la position extrême de Ch. Hermite par exemple (cité par Lalande) qui ne craignait pas d'affirmer à propos des entités mathématiques, "qu'elles existent en dehors de nous avec le même caractère de nécessité que les choses de la réalité objective, et que nous les rencontrons ou les découvrons, ou les étudions comme les physiciens, les chimistes et les zoologistes." C'était la position de Saint Thomas d'Acquin affirmant que les universaux avaient une existence "ante rem" dans l'esprit divin.

- il existe une conception beaucoup plus nuancée qui se contente d'affirmer que certains êtres abstraits, souvent indispensables au raisonnement, **paraissent** effectivement permanente, irréductibles et indépendants des mécanismes qui font appel à eux comme des organismes qui les manipulent, mais sans qu'aucune hypothèse de principe ne soit formulée concernant l'existence propre de ces êtres abstraits.

Ce second point de vue nous paraît beaucoup plus raisonnable et peut être à même de clarifier les problèmes posés par le réalisme des concepts, tout spécialement le réalisme mathématique. Il est en effet possible de concilier l'indépendance et l'irréductibilité du concept avec une origine construite, ramenant l'être abstrait au résultat d'une activité d'abstraction effectuée par un organisme, mais s'étant ensuite pleinement détaché de cet organisme et des objets dont l'abstraction était dérivée.

Cette conception du concept seulement irréductible en apparence, renvoie à deux notions:

- la première notion est celle de l'émergence régulière de structures originelles, à partir d'éléments et du jeu d'un organisme, mais se libérant ensuite de ses origines; seule une analyse historique délibérée peut parfois retrouver les conditions de l'émergence mais la réflexion logique peut construire un modèle vraisemblable d'émergence. Cette thèse de l'émergence est une des idées clef que nous tentons de défendre dans ce travail,

- la seconde notion est celle des effets de l'oubli. La mémoire individuelle ou collective pérennise bien davantage le résultat final d'un processus constructif que les circonstances de la construction. Par ailleurs, les mécanismes constructeurs n'ont nul besoin d'être bien analysés pour que le résultat de leur activité fassent l'objet d'une fixation mnésique. Un concept peut donc être créé et sa signification retenue alors même que les circonstances de sa création sont oubliées. Or la majorité des concepts que nous utilisons témoignent de cette fixation sélective :
- l'histoire nous permet bien souvent de démontrer qu'un concept nouveau a été formé, sans pour autant que les conditions de formation soient bien définies.
- nous utilisons constamment et sans trop de gêne, des concepts, en ayant totalement oublié les circonstances au cours desquelles nous avons appris ces concepts.

En définitive, il suffit d'envisager que le concept une fois construit, se détache des conditions de sa genèse pour qu'il prenne l'apparence d'une structure première irréductible. Une comparaison pourrait être faite avec les organismes biologiques. Si nous acceptons le transformisme des espèces, ce qui est le cas de presque tous les penseurs aujourd'hui**,** nous devons considérer que tout organisme actuel est le résultat d'une histoire. Pourtant, nous pouvons aborder la réalité de cet organisme en presque totale indépendance de cette histoire.

En Epistémologie, la situation est partiellement identique, partiellement différente.

a) il est manifeste que tous les arguments sérieux des réalistes sont basés effectivement sur l'indépendance et la permanence des concepts, leur non réductibilité au moins apparente. Il est souvent tout à fait raisonnable d'accepter ce point de vue, tout en retenant qu'il est conciliable avec l'une ou l'autre des deux hypothèses envisagées plus haut. L'indépendance peut traduire une existence propre ou une construction mentale dont le mécanisme a été oublié. Comme le souligne J. Piaget, seule l'observation du jeune enfant, associée éventuellement à l'étude des sociétés humaines primitives, retrouvant les conditions de formation, peut apporter au débat, des arguments valables.

b) en revanche, l'utilisation du concept dans le discours, apparaît très différente selon que l'une ou l'autre des deux hypothèses est retenue:
- supposer que le concept a une existence propre authentique, c'est conclure qu'il a des propriétés invariantes, que nous pouvons progresser dans la connaissance de ces propriétés mais qu'elles n'en sont pas modifiées pour autant. Il devient légitime de poursuivre indéfiniment un raisonnement établi sur les seules propriétés des concepts utilisés, à la condition cependant que la correspondance entre concept et mot soit bijective et spontanée.
- supposer que le concept est le produit d'une réflexion humaine antérieure dans des circonstances oubliées depuis, conduit à penser que le concept ne peut réellement présenter d'invariances définitives. Dans ces conditions, l'utilisation d'un concept dans un discours circulaire cherchant à conduire jusqu'au bout les conséquences des invariances retenues, a toutes chances de conduire à l'erreur.

Pour notre part, il nous semble tout à fait légitime d'utiliser communément les concepts en leur reconnaissant indépendance et permanence. En revanche, leur refusant une existence propre, nous refusons qu'un discours conduit jusqu'aux limites de la définition actuelle d'un concept, puisse s'appuyer de façon absolue sur cette définition. Nous verrons plus loin comment G. Bachelard a pu montrer combien la définition stricte des concepts était cause d'erreurs.

1.6.3. Le Réalisme mathématique face au Constructivisme.

L'opposition entre un réalisme platonicien authentique et l'acceptation d'une irréductibilité relative des concepts est particulièrement importante sur le plan mathématique, car c'est le domaine où le réalisme de natures est aujourd'hui le plus actif. Il nous paraît que la seconde hypothèse décrite devrait satisfaire réalistes, formalistes et constructivistes.

L'attitude du constructivisme mathématique qui voudrait n'utiliser que des objets mathématiques complètement définis est peut-être épistémologiquement saine mais elle est illusoire car à défaut d'une

reconstruction historique complète, le constructiviste a toujours besoin de faire appel à des concepts non réductibles pour établir une définition. Inversement, le seul fait d'affirmer que nombre de concepts mathématiques doivent être utilisés comme des entités irréductibles, sans obligation de se soucier de leur origine, devrait répondre à toutes les exigences des réalistes, faisant l'économie des difficultés nombreuses liées à un platonisme strict.

Reprenons sur ce point, la thèse la plus récente de la conception réaliste du nombre telle que P. Maddy l'envisage (123). On peut du reste souligner que si P. Maddy se déclare réaliste, les explications qu'elle emprunte à Hebb la situe bien près du conceptualisme. Paradoxalement, P. Maddy en appelle aux travaux de J. Piaget et A. Szeminska(161) soulignant que les relations entre sous-ensembles ne peuvent être correctement perçues avant les propriétés du nombre. . Elle cherche à montrer que la notion théorique de l'ensemble est une donnée réaliste et qu'elle est indissociable de la notion de nombre: "La connaissance du nombre est la connaissance de l'ensemble parce que le nombre est une propriété de l'ensemble. Réciproquement, la connaissance de l'ensemble présuppose la connaissance du nombre." Nous remarquons que P. Maddy, comme K. Gödel, part du constat qu'il doit exister "quelque chose" entre la simple combinaison de sensations au contact d'une collection concrète et la notion d'ensemble (cité par P. Maddy). Toute l'organisation perceptive, mise en évidence après les travaux initiaux de Hubel et Wiesel (V-C) explique en fait aisément ce "quelque chose", et cela beaucoup mieux que les conceptions de Hebb auxquelles P. Maddy fait référence. L'auteur s'éloigne des propres explications de Piaget auxquelles elle se réfère, Piaget disant simplement que la quantification intensive des sous-ensembles présente les mêmes exigences que la construction du nombre. Les analyses de P. Maddy nous conduisent aux réflexions suivantes :

- il est effectivement vrai en pratique que la comparaison quantifiée de sous-ensembles est considérablement favorisée par la manipulation des nombres.

- la faible étendue du champ de conscience, notion fondamentale sur laquelle nous reviendrons, empêche de percevoir simultanément le nombre, à la fois comme un outil opératoire dans la comparaison des sous-ensembles et à la fois, comme une construction apprise, par fusion d'une classe et d'une relation asymétrique, selon le schéma piagétien. Pour que le nombre soit correctement utilisé, il faut donc qu'il soit effectivement détaché des circonstances de sa création.

- le détachement du nombre par rapport aux circonstances de son apprentissage en font un outil qui paraît premier et qui est effectivement utilisé comme structure irréductible, mais cela ne contredit en rien un processus antérieur de construction du nombre.

En définitive, il peut être souhaitable de considérer des concepts mathématiques comme premiers. Les propriétés restrictives de la conscience exigent même "d'oublier" temporairement que les concepts sont construits mais en revanche, les mathématiques n'ont probablement rien à gagner et tout à perdre dans l'affirmation d'une existence propre d'objets mathématiques car elles se couperaient alors de toutes les données que la psychologie génétique et les analyses neuropsychologiques récentes peuvent leur apporter de valeur explicative.

1.6.4. Réalisme interne et conceptualisme.

Nous avons beaucoup insister sur le réalisme de notions mathématiques, notamment chez les auteurs anglosaxons, car il nous parait exemplaire pour situer le réalisme interne de Putnam par rapport au conceptualisme :

- peut-être par malchance, nous n'avons guère rencontré le terme de conceptualisme dans la littérature philosophique anglo-saxonne. L'Encyclopaedia Britannica n'y fait pas référence même dans un article largement documenté sur Abélard. Nous nous demandons alors si le "réalisme interne" de Putnam n'est pas en fait très proche d'un conceptualisme nativiste qui affirmerait l'existence dans l'activité mentale, de "formes" ou de "mécanismes" qui n'auraient pas à être appris, seraient donc inscrits dans la constitution humaine mais ne correspondraient pas pour autant à des entités du monde extérieur.

- or, nous postulons nous-même une organisation innée beaucoup plus développée que ne l'indiquait J. Piaget. Cependant nous avons le souci de relier toute capacité innée à une analyse neurophysiologique qui la met en évidence. Par ailleurs, nous conservons la distinction nécessaire entre une structure constitutionnelle et le schème mobilisable qui peut en être dérivé. La confrontation entre un réalisme "interne" et un constructivisme modifié doit se placer sur les seuls plans de l'analyse neurophysiologique, de l'observation du jeune enfant et d'une théorie de la formation des schèmes mobilisables. La question qui se pose alors nous parait la suivante :

telles notions, du reste plus opératoires que descriptives, comme l'opposition entre la figure et le fond, entre l'élément et la collection, sont-elles premières, incluses dans la constitution cérébrale, et immédiatement utilisables ? Sont-elles au contraire rapidement et précocement dérivées de notions plus fondamentales qui correspondraient quant à elles, à des structures constitutionnelles ? La question nous parait tout à fait comparable à celle qui concerne la nature des grammaires, et qui a été l'objet d'un conflit entre N. Chomsky et J. Piaget (162). Il ne nous parait pas possible que soit donnée aujourd'hui une réponse claire, et dans l'état actuel des connaissances, il nous semble de peu d'importance de choisir l'une ou l'autre des réponses.

- nous aurions malgré tout tendance à penser que les formes ou mécanismes supposés premiers selon le schéma du réalisme interne, sont conçus comme trop mobilisables dans l'activité mentale pour être authentiquement premiers. Un temps d'exercice au contact de l'environnement et d'abstraction réfléchissante nous semble indispensable pour assurer une mobilisation. Inversement et contrairement à J. Piaget, nous pensons effectivement que formes et mécanismes supposés constitutionnels dans le cadre du réalisme interne, sont beaucoup plus proches de mécanismes cérébraux constitutionnels que ne le pensait J. Piaget. La distinction entre le réalisme interne et un constructivisme renouvelé devient alors une question de nuances.

1.7. *Le Réalisme relatif, minimal ou pondéré*.

L'analyse du Réalisme nous conduit donc à penser que les opinions contradictoires qui sont portées à son sujet, relèvent d'un mélange de points de vue dont les uns demeurent essentiels, les autres sont non seulement contingents mais nuisibles.

- il serait aberrant de contester la réalité du monde mais il est fort critiquable d'affirmer qu'il se présente spontanément à tout observateur sous des propriétés nouménales. La "réalité en soi" est une potentialité indépendante de tout observateur et de toute observation, pour que des qualifications émergent si des observations par quelque observateur se produisent(M. Mugur-Schachter), quelque chose qui admet l'unique qualification d'être qualifiable, indépendamment du fait si oui ou non des qualificateurs existent et agissent(C. Castoriadis) (138). Il nous parait indispensable d'ajouter que ce quelque chose se situe dans un espace à la fois non limité et hétérogène, ce qui le distingue d'un simple espace continu de probabilité. Cette hétérogénéité* doit être affirmée mais elle ne peut être analysée car elle est totalement masquée par l'action cognitive qui débute par un découpage subjectif, créant une hétérogénéité* autre. Tout "objet" d'analyse du monde extérieur sur lequel porte la connaissance est en effet le résultat d'une démarche subjective préalable de découpage du réel. Inversement, cette réalité s'impose comme le souligne W. Heisenberg : " On ne peut admettre de tout réduire à l'acte d'observer; dans sa science, le physicien doit postuler qu'il étudie un monde qu'il n'a pas fabriqué lui-même et qui serait présent, essentiellement inchangé, si le scientifique en était lui-même absent (083)".

- le fonctionnement mental exige l'utilisation d'idées générales, de formes, de normes ou de concepts mathématiques, manipulés comme des structures premières mais ü est tout à fait permis et même souhaitable de rattacher ces structures mentales à des circonstances de construction ancienne dont elles se sont ensuite détachées. Par ailleurs, nous corrigeons nous-même le constructivisme piagétien en reconnaissant, au moins sur le plan de l'organisation perceptive, des "formes" et surtout des "mécanismes" inscrits dans la constitution cérébrale et immédiatement utilisables. L'ensemble de ces démarches correspond au "réalisme pondéré" de G. Edelman (058), hypothèse minimale seulement postulée mais indispensable pour donner une signification à toute réflexion sur la connaissance.

- nous pensons qu'un minimum d'abstraction réfléchissante est indispensable pour passer d'un mécanisme constitutionnel à un schème mobilisable dans l'activité mentale, mais inversement qu'un mécanisme constitutionnel peut être extrêmement proche d'une notion apparaissant presque première dans l'activité mentale.

Au travers de ces réflexions, les différences entre un réalisme minimal et le constructivisme sont très atténuées ou même annulées, ce qui pourrait peut-être diminué l'intérêt d'une recherche d'épistémologies non réalistes.

2. Les Epistémologies non réalistes traditionnelles.

Elles marquent le primat du monde extérieur avec le sensualisme et l'empirisme, ou le primat du sujet connaisseur avec l'idéalisme kantien.

2.1. *Le sensualisme.*

Il est habituel de décrire sous ce terme un courant de pensée allant d'Epicure à Ernst Mach, qui privilégie la sensation dans le processus cognitif. Aristote avait déjà atténué le rationalisme de Platon en affirmant le rôle de la sensation qui assimile les formes extérieures pour en permettre l'analyse. Quelque trente ans plus tard, Epicure inverse les rôles et fait de la sensation le temps premier de la connaissance. Il ne néglige pas pour autant l'action du sujet au travers de "l'anticipation" qui accorde immédiatement une signification à la sensation, et il parle souvent de "raison" et de "raisonnement'.

Au XVIIème siècle, l'opposition du sensualisme et du rationalisme se retrouve dans la controverse qui oppose Gassendi et Descartes. Peu après, Condillac radicalise véritablement le sensualisme. Plus récemment, le primat de la sensation, affirmé par Mach, apparaît l'une des caractéristiques fondamentales de l'empirisme logique.

D'une façon générale, les thèses épicuriennes ont eu le grand mérite de marquer les limites du rationalisme. Cependant, il était difficile de voir dans la sensation autre chose qu'une traduction passive du "réel", ce qui rendait bien difficile une explication de l'élaboration active des connaissances. Comme nous le verrons (V-C), la découverte d'un double système d'analyse de l'environnement en amont de la réflexion consciente, renouvelle totalement le rôle des sensations dans la connaissance.

2.2. *L'Empirisme.*

Par nécessité, l'empirisme reconnaît l'importance de la sensation mais son originalité se situe ailleurs. Comme la majorité des doctrines philosophiques, l'empirisme se définit autant par opposition à d'autres doctrines que par lui-même. Il s'oppose au rationalisme innéiste qui accorde des propriétés mentales innées aux individus, comme le font Descartes ou Kant par exemple. L'empirisme condamne les mécanismes et les idées innées mais de plus, il minimise les activités mentales des sujets acquérant des connaissances.

Robert Bacon fut, à la fin du Xlllème siècle, le précurseur de l'empirisme. Il déclara préférer l'observation à la déduction en un temps où le triomphe de la scolastique favorisait une réflexion en circuit fermé. Francis Bacon, à la fin du XVIème siècle, est considéré comme le père de l'empirisme anglais (E.B.); il encouragea au recueil premier des données d'expérience et d'observation, affirmant que l'arrangement de ces données s'établit ensuite systématiquement, quasi mécaniquement. John Locke, à la fin du XVIIème siècle, fut surtout critique des connaissances innées : l'enfant ne sait rien. David Hume, au XVIIIème siècle, tenta de démontrer qu'il est impossible d'affirmer les liens de cause à effet ; on peut seulement noter qu'un état "a", apparemment causal, précède régulièrement la survenue d'un état "b". La portée du raisonnement se trouve ainsi très amoindrie.

Les conditions étaient alors remplies pour une systématisation de l'empirisme mais l'idéologie politique joua certainement un rôle complémentaire. C'est avec nombre d'arrière-pensées contestataires que Diderot reprit la thèse de Locke de la table rase : le cerveau n'est initialement qu'une ardoise sans inscription et l'enfant doit tout apprendre. Ainsi peut être refusée la supériorité *a priori* de certaines catégories sociales. Ce faisant, Diderot n'avait pas pleinement conscience que sa thèse portait simultanément sur les connaissances apprises et la structuration mentale mais il annonçait néanmoins l'introduction d'un facteur temps et une structuration secondaire de l'individu.

A la fin du XVIIIème siècle, l'empirisme se déplaça vers les Sciences Naturelles. Lamarck postula la transformation des espèces mais il demeura ambigu sur un point fondamental : les transformations sont-elles liées à l'activité du sujet vis à vis d'un milieu ou à une action instructive de ce milieu ? A la relecture de l'auteur, il semble bien que Lamarck favorisait la première thèse pour expliquer le transformisme animal et la seconde pour traduire le transformisme végétal (075). C'est donc à James Hutton qu'il faut accorder le premier credo empiriste fondamental, formulé dans le cadre de la géologie et de la géographie : les structures présentes, montagnes, vallées, lac, sont l'effet de l'action continue et très prolongée de forces extérieures existant toujours actuellement (E.B.).

Ce déplacement de l'empirisme vers les sciences naturelles a permis un siècle plus tard, une orientation vers la recherche de bases expérimentales dans le domaine de la psychologie, initialement réservé à la philosophie. Pavlov, à la fin du XIXème siècle, paradoxalement lui-même peu convaincu de la valeur d'explication des réflexes conditionnés dans les processus mentaux supérieurs, fonda l'école russe de réflexologie. Watson reprit la réflexologie aux Etats Unis, fondant le béhaviorisme, développé au cours du siècle présent par Skinner et Lashley.

- à partir d'un corpus de réflexes innés, directement peu efficaces, la présence répétée de régularités dans l'environnement fait apparaître des réflexes dérivés, dits "conditionnés", qui permettent une adaptation de bien meilleure qualité au milieu effectivement rencontré. Ce sont donc les régularités d'environnement qui constituent l'élément moteur de l'apparition des conduites apprises, l'organisme n'étant guère plus que le lieu géométrique où se concentrent les effets des régularités. Skinner accrut légèrement le rôle du sujet en décrivant le réflexe conditionné opérant, où une action spontanée de l'organisme est renforcée par une récompense. Globalement, selon le schéma behavioriste, l'organisation sociale est évidemment première par rapport à l'organisation individuelle et le comportement humain n'est rien d'autre qu'une somme d'habitudes apprises.

- pour tenter de compléter le support neurophysiologique du conditionnement et en dépit des travaux antérieurs de Broca, Lashley postula et tenta de démontrer expérimentalement l'équipotentialité des systèmes cérébraux : toutes les aires cérébrales ont au moins initialement une fonction identique et peuvent se suppléer les unes les autres; le cerveau par lui-même est inorganisé.

A l'épreuve des faits, l'empirisme fut un double échec

- en 1937, Konrad Lorentz pouvait brocarder une doctrine qui avait l'ambition d'expliquer les conduites animales dans le milieu naturel et qui était incapable de prévoir le comportement du rat blanc dans le milieu déterminé du laboratoire.

- en 1945, Lashley lui-même reconnaissait que la thèse de l'équipotentialité cérébrale était insoutenable.

Cependant, cet échec de l'empirisme fut positif. Il permit en contraste l'affirmation de l'école d'éthologie objectiviste de K. Lorentz et N. Tinbergen, qui démontra l'existence des déterminants innés du comportement. A son tour, les excès mêmes de cette école (177) favorisèrent chez T. C. Schneirla et J.S. Rosenblatt, la thèse des apprentissages animaux sans modèles parentaux qui a évidemment une signification d'un intérêt exceptionnel pour les thèses de l'autonomie biologique (085,177).

2.3 ***L'Idéalisme kantien.***

L'inertie des idées acquises fit qu'il s'écoula plus de trois cent ans avant qu'un philosophe ne prenne la pleine mesure épistémologique de la découverte de Copernic. Kant, le premier, fit remarquer l'importance d'une donnée qui avait été reconnue mais non commentée : le fait que le soleil tourne autour de la terre, erroné et traduisant une illusion de nos sens, avait pourtant été accepté sans discussion depuis l'aube de l'humanité. Si de nombreuses générations successives étaient restées dans l'erreur sur ce point précis, il devenait évident que beaucoup de croyances paraissant correspondre à des évidences, pouvaient être tout aussi illusoires. Kant proposa une généralisation à partir de ce constat : nous ne pouvons connaître que ce qui nous est connaissable et notre connaissable est conforme à notre faculté de connaître (012). De ce fait, la connaissance "en soi" devient une connaissance "pour nous".

Il y a dans les analyses de Kant, deux points essentiels et relativement indépendants

- les objets ont bien des propriétés ontologiques, correspondant à un "noumène" mais ce noumène est inaccessible à l'entendement humain. En revanche, les mêmes objets ont pour nous une apparence et constituent des "phénomènes" accessibles à l'analyse cognitive. La connaissance porte donc exclusivement sur cette apparence.

- la rencontre avec l'objet a lieu dans l'espace et le temps ; il faut donc qu'espace et temps précèdent l'expérience : ils sont les formes *a priori* de notre sensibilité. La connaissance ne peut être immédiate car elle serait telle quelle *a priori,* indépendamment de l'objet en soi qui la provoque. La connaissance est donc synthétique, construite. Le Cogito constatant de Descartes devient Cogito constituant. La connaissance traduit nos facultés cognitives en action.

La distinction entre la réalité ontologique et l'accessibilité à cette réalité est probablement l'une des conquêtes les plus fondamentales de la philosophie et recouvre toute conception épistémologique. Le second point de la doctrine kantienne pose plus problème. La démonstration du caractère *a priori* de l'espace et du temps nous semble un jeu philosophique qui n'aurait de valeur que pour autant que les concepts utilisés aient une valeur absolue, permettant de conduire un raisonnement à son achèvement. Le kantisme renvoie notamment à une définition absolue et discutable de l'espace et du temps. En revanche, l'affirmation du caractère synthétique et construit de la connaissance est beaucoup plus positif.

Quoiqu'il en soit, l'idéalisme kantien marqua un temps essentiel dans l'histoire de la philosophie. Cela explique ses prolongements et son influence, notamment en Allemagne jusqu'à la fin du XIXème siècle et même plus tard en France avec L. Brunschvicg (030). Cette influence se retrouve dans les différents mouvements néo-kantiens.

2.4 *Le Néo-kantisme d'H. von Helmholtz*.

Helmholtz fut avant tout un neurophysiologiste et l'un des plus grands. Mais étudiant les processus sensoriels, il fut conduit à relire l'oeuvre de Kant de façon originale. Helmholtz refusa l'assimilation directe, passive et automatique du monde environnant. Les sensations sont pour lui, à la fois des modifications corporelles et un vécu de la subjectivité, autant construites que données; en ce sens, Helmholtz suivit bien l'enseignement de Kant. En revanche, l'accès à la conscience n'est pas immédiat pour Helmholtz, car entre l'excitation et l'interprétation, il existe des organes récepteurs actifs qui signifient les sensations. Ce sont ces organes récepteurs et non la conscience qui élaborent le temps et l'espace. Les formes *a priori* de la sensibilité sont donc conservées mais deviennent des propriétés du corps propre physiologique, auxquelles la conscience n'a pas accès, au moins immédiatement. En quelque sorte, *l'a priori* devient inné physiologique (H.P.).

Cette réinterprétation de Kant est essentielle car elle met de côté la difficulté majeure de l'appréhension consciente immédiate du temps et de l'espace. Helmholtz ne se contenta pas d'une affirmation mais commença une démonstration et c'est avec raison que P. Buser et M. Imbert ont pu dédier à Hehnholtz leurs récentes publications sur la neurophysiologie fonctionnelle de la vision et de l'audition (033). Helmholtz a promulgué la théorie trichromique de la vision qui a été confirmée un siècle plus tard. Il a également affirmé la nécessité de résonateurs auditifs spécifiques pour chaque fréquence sonore auditive, ce qui a également été vérifié. L'oeuvre d'Helmholtz est donc capitale en ouvrant le domaine d'une activité subjective authentique différente de la conscience et formant un écran obligatoire entre le sujet et l'objet.

3. L'opposition des approches scientifiques et philosophiques.

Les penseurs grecs ou romains de l'Antiquité n'opposaient pas la science et la philosophie. Le même constat peut être fait concernant la pensée arabe et la pensée occidentale au moins jusqu'au XVIIème siècle. L'éclipse durant le Moyen Age occidental d'une étude de la nature est liée à des conditions sociales privilégiant la théologie beaucoup plus qu'à un refus doctrinal.

La situation changea ensuite radicalement, vraisemblablement en raison de l'opposition entre les courants du rationalisme religieux et ceux de l'étude expérimentale. La séparation, une fois amorcée, se poursuivit sur sa propre lancée. Le courant positiviste est ainsi marqué par une exclusion ou une négation de la métaphysique. Le spiritualisme de Bergson ou la phénoménologie de Husserl sont inversement construits en quelque sorte contre la Science, ou tout au moins contre certains aspects de la Science et en dehors d'elle. Les conséquences de ces oppositions sur l'épistémologie sont manifestes.

3.1. *Le courant positiviste*.

Il est né avec le Cours de philosophie positive d'Auguste Comte, mais s'est vraiment manifesté de façon cohérente bien plus tard.

3.1.1 Le Positivisme d'Auguste COMTE.

Peu d'auteurs ont émis des opinions ou des interdits qui ont été plus rapidement et plus complètement contredits par l'évolution des idées, qu'Auguste Comte. Michel Serres mentionne le fait (189) et l'explique en soulignant qu'Auguste Comte, vivant dans la première moitié du XIXème siècle, est en fait l'héritier ultime du courant encyclopédiste du XVIIIème siècle. Malgré cet échec, Auguste Comte a été l'initiateur d'un mouvement épistémologique essentiel qui se poursuit de nos jours, courant que Lalande résume ainsi :
- seule la connaissance des "faits" est féconde.
- la certitude est fournie par les sciences expérimentales.
- l'esprit humain ne peut éviter l'erreur et le verbalisme, qu'en se tenant sans cesse au contact de l'expérience et en renonçant à tout *a priori.*
- le domaine des choses en soi est inaccessible, la pensée ne peut atteindre que des relations et des lois.

Le développement considérable des sciences, l'inclusion dans la pensée scientifique de réflexions sur l'espace et du temps, traditionnellement réservées à la philosophie, expliquent l'importance d'un courant positiviste demeuré très dynamique. On note en fait un certain nombre d'orientations plus ou moins reliées les unes aux autres, et en dehors du cercle de Vienne, actif de 1924 à 1930, il est relativement difficile de systématiser des écoles définies. Le courant positiviste contemporain a pris les noms de positivisme logique et d'empirisme logique (095). On peut y trouver trois inspirations.

3.1.2. L'inspiration empiriste.

Indépendamment de l'empirisme scientifique sévissant en psychologie, une pensée empiriste d'origine distincte se retrouve dans une approche logique et épistémologique. Cela est sans doute lié à la très forte personnalité d'E. Mach et à son influence sur les membres du cercle de Vienne. E. Mach affirma qu'un objet se résume à l'ensemble des sensations qu'il peut provoquer chez l'observateur. L'inconvénient majeur est un retour à Francis Bacon, sans interrogation sur les mécanismes d'assimilation des données sensibles puisque cette assimilation est considérée comme allant de soi. En fait, l'empirisme a surtout été invoqué par le positivisme logique pour condamner tout *a priori* idéaliste, toute essence* phénoménologique. Le terrain se trouvait ainsi libéré pour une approche logique et formaliste.

Une mention spéciale doit cependant être faite des analyses de M. Schlick, l'un des fondateurs du cercle de Vienne. Il a été très conscient du caractère irréductible des sensations subjectives dans leur aspect qualitatif et des difficultés de la transmission intersubjective de ces aspects. Il a de ce fait affirmé que les aspects configuratifs dessinés par des sensations élémentaires de même type étaient beaucoup plus importants que le type qualitatif des sensations (cité par L. Rougier, 183). Nous retrouverons la validité de ce point de vue (V-B).

3.1.3. La Science. langue bien faite.

La logique mathématique est née avec Leibnitz puis elle s'est assoupie. La logique devait renaître à l'époque d'Auguste Comte avec B. Bolzano et surtout avec la publication en 1847 de "Mathematical analysis of Logic" de G. Boole. Dans ce travail et les suivants, Boole inventait un système symbolique permettant de traiter la logique comme l'algèbre et favorisant considérablement le travail de ses successeurs. De 1879 à 1903, Frege tentait une logification des mathématiques qui avait un retentissement très important chez tous les logiciens. Ce sont tous ces travaux qui ont permis la publication par Whitehead et Russell, de 1910 à 1913, de la véritable somme que constituent les Principia Mathematica, fournissant un outil essentiel d'analyse du langage.

La jonction de ces travaux logiques et de l'empirisme prôné par Mach aboutit à la synthèse réalisée par M. Schlick et ses collègues du Cercle de Vienne en 1924. M. Schlick intégra la logique mais il en refusa le caractère réaliste et y vit les seules règles d'un langage tautologique dont les conclusions sont latentes dans les prémisses. La logique régularise le langage dans l'expression des vérités d'expérience : la science est ramenée à une langue bien faite portant sur les données sensibles.

A partir de cette notion, M. Schlick et surtout R. Carnap (E.B., Positivism and Logical Empirism) vont tenter de montrer l'importance de clarifier le sens des concepts de base et des assertions, notamment dans le domaine des sciences. C'est le seul moyen pour éviter les pseudo-problèmes et l'utilisation de concepts vides. Par ailleurs, les auteurs trouvent absurde de s'attaquer aux questions sans réponse de l'ontologie. C'est pourquoi ils ne s'en prennent pas comme K. Popper aux aspects pseudo-scientifiques du marxisme ou de la psychanalyse freudienne mais aux métaphysiciens de leur époque, notamment M. Heidegger. Utilisant toutes les données de la logique moderne, notamment les travaux de Russell, Schlick et Carnap s'efforcent de montrer que la métaphysique fait largement appel à des concepts mal définis et conduit à émettre des propositions logiquement incorrectes ou dénuées de sens.

Il faut bien reconnaître que les critiques des positivistes du cercle de Vienne sont en partie fondées et on peut parfois se demander si les métaphysiciens ne recherchent pas souvent délibérément le flou pour éviter la contradiction. Les propos sévères de L. Rougier, défendant l'empirisme logique, ne sont peut-être pas totalement dénués de fondements : " La plupart des métaphysiciens sont comme la Pythie de Delphes. Ils se servent d'un langage si impénétrable que, quand vous leur démontrez qu'il est absurde, ils ont toujours l'échappatoire de vous dire que vous les avez mal entendus. Pour défendre leur position, les métaphysiciens, comme les augures de l'antiquité, s'entendent pour soutenir le droit de se servir de notions non définies, de concepts fluides et en état de perpétuelles métamorphoses. C'est comme si, jouant aux Echecs, on se permettait, sans en avertir l'adversaire, d'en modifier constamment les règles, ou comme si l'on faisait de la physique en modifiant continuellement, sans en avertir le public, les étalons de mesure."(183)

Mais l'hygiène sémantique a d'étroites limites. Si le réalisme platonicien est rejeté, les concepts n'ont plus qu'une signification relative qui est non seulement ouverte aux révisions mais aussi en partie indéterminée; de ce fait, aucun raisonnement logique ne peut être conduit à des conclusions ultimes. De plus, les concepts sont implicitement marqués par les théories qu'ils décrivent, ce qui provoque des boucles indécidables. Hertz avait montré il y a cent ans déjà que la cohérence* des théories newtoniennes venait de ce que les concepts de masse, de temps, d'espace, utilisés par Newton étaient définis selon ces théories. Hanson, Kuhn et Feyerabend (095) ont fait remarqué que la signification réelle du vocabulaire le plus descriptif, apparemment le plus observationnel dépend du contexte théorique dans lequel il est utilisé. La formalisation logique a elle-même, nous l'avons vu, de strictes limites de validité. Au total, les propositions les plus correctement construites ne peuvent avoir qu'une valeur très relative.

Inversement, comme nous le verrons, le bénéfice de l'hygiène sémantique est lui-même relatif car une transmission correcte d'information peut tout à fait s'effectuer en présence de bruit, comme J.D. Cowan et S. Winograd l'ont montré (225).

3.1.4. Les critères de vérification du sens empirique.

Les propositions peuvent avoir un sens empirique ou un sens formel. Pour l'école du positivisme logique, une expression qui contient des termes logiques et des termes empiriques, est vide de contenu empirique si sa vérité ou sa fausseté dépendent uniquement des règles d'emploi des termes logiques. Les seules propositions qui ont un sens empirique sont celles qui traduisent un fait observable pouvant être vérifié ou infirmé concrètement.

En pratique, cette affirmation des critères de vérification pose beaucoup de problèmes. Que peut-on penser par exemple du sens empirique de la phrase "Tous les chats ont des griffes" qui ne peut être vérifié que sur un nombre limité de chats. Le principal mérite de la position positiviste fut de provoquer l'analyse critique de K. Popper. Celui-ci, retrouvant L. Brunschvicg et la critique des théories non réfutables, montra que le critère de validité empirique devait être abandonné et remplacé par le critère de réfutabilité : un ensemble d'affirmations n'a de valeur scientifique que s'il est possible d'envisager des faits pouvant conduire à réfuter ces affirmations. Les théories nouvelles, et c'est très bien comme cela, sont souvent des conjectures osées et loin de la tradition. Il est donc indispensable que ces théories soient soumises à critique, une seule contradiction empirique bien établie devant suffire à une réfutation. Le développement des connaissances doit consister à éliminer les erreurs par réfutation des théories existantes, soit qu'on découvre qu'elles sont logiquement non consistantes, soit surtout qu'elles se trouvent infirmées par des faits.

En définitive, le mouvement positiviste n'a pas réalisé directement les révolutions épistémologiques qu'espéraient son promoteur. Il a eu cependant une influence indirecte très importante par les réactions qu'il a provoqué. Il a montré les défauts d'une science qui voudrait tout comprendre et la vanité de ce que Michel Foucault a appelé "l'épistémé scientifique" des temps modernes. Une critique inverse pourrait être adressée à la phénoménologie, lorsqu'elle apparaît artificiellement détachée des données scientifiques.

3.2. La Phénoménologie et l'Existentialisme.

Historiquement, la phénoménologie est née en 1891 avec R. Husserl. Il était mathématicien et sans grande formation en psychologie, ce qui explique son attitude très différente vis à vis des mathématiques et de la psychologie (091). Ultérieurement et bien qu'Husserl ait eu une influence persistante, nombre de ses continuateurs ou élèves ont introduit des points de vue originaux, en tout premier lieu Heidegger.

Le but de l'approche phénoménologique apparaît comme un effort pour définir des "essences" ou des normes, inséparables des faits ou phénomènes mais qui ne sont pas immédiatement accessibles à la conscience claire. Ces essences et ces normes sont également présentes chez le sujet connaisseur qui en a l'intuition. Pour L. Rougier, l'achèvement de la connaissance phénoménologique est une mise en correspondance des essences, normes, formes ou structures irréductibles dans leur double réalité, objective et subjective (183).

Sur le plan des sciences positives, la phénoménologie n'a pas une position conflictuelle car elle affirme que les savants recourent, sans s'en douter, à l'intuition des essences* (152). Le problème est tout autre sur le plan psychologique où le psychologisme, qui vise en fait surtout les thèses associationnistes, est hautement critiqué. La méthode phénoménologique permet seule une "réduction", affranchissant le sujet de limitations spontanées provoquées par les expériences antérieures, lui permettant de retrouver les essences, tout en se découvrant lui-même. En quelque sorte, le sujet apprend qu'il n'est pas seulement une partie de l'Univers mais le fondement de

l'appréhension de cet Univers. Heidegger introduisit une nouvelle approche qui est une redéfinition du verbe "être", annonçant l'idée sartrienne de l'homme qui est seulement ce qu'il fait, l'existence précédant l'essence.

Une des originalités de la phénoménologie vient du postulat d'une interaction fondamentale entre sujet et objet, donc d'un point de départ de la connaissance qui n'est ni dans des propriétés ontologiques de l'objet, ni dans une activité purement synthétique du sujet mais bien dans la relation sujet/objet. La phénoménologie ne dit pas "Je pense" mais "Je pense à quelque chose", annonçant les affirmations de J. Schlanger pour qui toute connaissance est une connaissance de quelque chose par quelqu'un (186,187). Inversement, l'objet n'est pas objet en soi mais essentiellement objet perçu.

Ni Husserl, ni Heidegger n'ont vraiment cherché à fonder la connaissance. Ils pensaient plutôt parvenir par leurs méthodes à préciser des normes permettant une redéfinition du monde (152). Il n'empêche que la position phénoménologique nous paraît très proche par de nombreux côtés des thèses que nous tentons de soutenir: - le "néant" initial de l'existentialisme traduit peut-être de façon un peu compliquée, l'affirmation très simple d'un stade premier dans la vie biologique de l'individu, où la conscience n'existe pas encore réellement en tant que telle, car elle est réductible à un mécanisme neurologique pur, sans contenu mental. - le point de départ de la connaissance apprise est une relation entre un sujet et un objet de connaissance. En ce sens, tout individu doit construire lui-même toute la connaissance apprise qu'il peut acquérir, et par là même le contenu de sa propre conscience.
- la connaissance apprise traduit une redéfinition du monde à partir de la relation sujet/objet, aussi bien de la représentation de soi que de celle de l'Univers.
la phrase de Sartre "L'homme est ce qu'il devient" pourrait être légèrement modifiée et correspondre à notre thèse l'homme n'acquiert la conscience et la connaissance de ce qu'il est et de ce qu'il rencontre qu'en agissant.

Ces idées très riches de la phénoménologie sont, malheureusement à notre avis, associées à des positions qui nous semblent critiquables :
- la phénoménologie marque un retour au réalisme des espèces naturelles. On le voit aussi bien au travers des essences que dans les "bonnes formes" de la gestalttheorie*, mouvement psychologique très proche de la phénoménologie.
- phénoménologie et existentialisme ont historiquement accentué une coupure avec les données scientifiques, notamment celles qui peuvent être recueillies sur la conscience connaissante ou sur la nature de la relation perceptive avec l'environnement. La phénoménologie nous parait donc introduire nécessairement un dualisme* qui oppose une conscience irréductible et la constitution biologique. - aucune place n'est laissée au développement des connaissances par étapes, pourtant évident aussi bien dans l'évolution culturelle que dans le développement ontogénétique.

De ce fait, Piaget a pu dire (152) que la phénoménologie et l'existentialisme restaient sur un plan de définitions de normes et ne pouvaient prétendre à l'universalité sur le plan épistémologique. Cela n'est pas trop gênant dans le contexte d'une recherche purement philosophique de "norme" mais rédhibitoire dans l'application au fait. Deux exemples que nous avons vécu personnellement nous paraissent très suggestifs

3.2. 1. Phénoménologie et perception.

La gestalttheorie*, proche de la phénoménologie, s'est beaucoup intéressée à la loi de constance qui explique que nous accordons la même taille aux objets, quelle que soit la distance à laquelle ils se trouvent par rapport à notre oeil; la taille de l'image rétinienne varie pourtant avec la distance. La gestalttheorie* voyait dans cette loi, le résultat d'une organisation globale irréductible, reliant par la conscience le sujet percevant et l'objet perçu. Or deux données récentes modifient profondément l'analyse :

- T.G.R. Bower a démontré que la loi de constance de la taille et par conséquent de la forme, était appliquée par le nourrisson de deux mois, ce qui suggère un résultat obtenu par la mise en jeu d'un mécanisme simple, demandant peu d'apprentissage (025).

- nous avons pu constater nous-même que les lois de constance étaient mises en jeu chez l'adulte pour des objets vus pour la première fois, sans aucune expérience préalable permettant d'attribuer une taille à l'objet; mais cela seulement en cas de vision binoculaire et non en vision monoculaire. Or, l'appréciation directe de la profondeur ne peut être fournie aisément par une vision monoculaire, mais l'est par l'effet télémétrique de la vision binoculaire. La loi de constance est donc tout simplement explicable par la mise en jeu de mécanismes neurologiques non conscients et intégrant automatiquement la différence de vision entre les deux yeux pour en

dériver une perception de distance. Les études neurologiques actuelles démontrent l'existence de mécanismes de ce type. L'explication est alors conduite évidemment bien au delà de l'analyse phénoménologique.

3.2.2. Phénoménologie et clôture.

A. Pichot (163) défend l'idée séduisante et tout à fait correcte sur le plan phénoménologique, que les particularités des êtres vivants sont liées à une histoire vécue individuelle, distincte de l'histoire de l'environnement. Les mutations sont ramenées par lui à des micro-événements sélectionnés en fonction d'une meilleure aptitude à vivre. Nous lui avons fait remarquer qu'une telle idée ne pouvait cependant présenter un réel intérêt qu'à condition d'être associée à une proposition d'explication concernant trois données essentielles pour lesquelles l'approche scientifique peut fournir des réponses :
a) l'isolement de l'être vivant d'avec son environnement est-il un isolement total ou traduit-il un contrôle de flux d'échanges qui sont indispensables à la vie ?
b) comment les micro-événements individuels que sont les mutations sont-ils sélectionnés si le vécu est indépendant de l'environnement ?
c) comment s'est initialement établie la frontière permettant effectivement au premier individu vivant d'avoir un vécu indépendant de l'environnement ?

3.2.3. Phénoménologie et Constructivisme.

L'intérêt que nous portons à la démarche phénoménologique nous conduit à tenter une confrontation entre la thèse que nous défendons et la phénoménologie, précisant alors :

- l'individu que je suis, précède la connaissance réfléchie que je peux avoir de moi-même, des autres et du monde environnant. L'existence ne précède pas l'essence, mais elle précède la connaissance apprise et les contenus de conscience. Cette précession est celle d'un sujet doté constitutionnellement d'une organisation biologique stable et déterminante, capable d'une connaissance immédiate élémentaire du moi et du monde, en toute indifférenciation.

- à cette connaissance première se substitue peu à peu une connaissance apprise du moi, de l'autre et de l'environnent qui est à la fois une véritable structuration et une "abstraction réfléchissante" du moi sur sa propre activité extériorisée ou intériorisée. Si la connaissance apprise présente de fortes similitudes d'un sujet à un autre, cela n'est pas lié à l'existence d'essences de signification universelle mais à une similitude d'organisation biologique.

La connaissance a donc un double aspect:

a) une connaissance immédiate qui est d'origine biologique et constitutionnelle, et qui se situe en écran entre la conscience et la réalité extérieure.

b) une connaissance secondaire, apprise, consciente qui est une véritable réflexion de notre action sur le monde, mais qui a la valeur de la "réduction" postulée par la phénoménologie, dérivant simultanément de cette réduction, la prise en compte de nos particularités et des régularités qui caractérisent l'Univers.

En conclusion, il nous semble qu'il y a entre la phénoménologie et la thèse épistémologique que nous exposerons une similitude foncière sur la nécessité d'une longue réflexion pour mieux préciser notre nature véritable et inventer une nouvelle image du monde; cette réflexion définit la connaissance apprise. Mais il y a par ailleurs une différence fondamentale :

- la phénoménologie postule une correspondance *a priori* entre des essences, des formes, normes, "gestalts", qui au moins chez les premiers phénoménologistes, sont présentes avant toute réflexion, chez le sujet de connaissance comme dans le monde. Nous ne croyons pas à cette correspondance *a priori.*

- notre point de vue est celui de l'existence de nonnes subjectives incluses dans notre organisation biologique, qu'il nous faut dégager et expliciter à partir de notre action sur le monde. Cela permet de réaliser des inventions ou des constructions que nous projetons ensuite pour mieux nous expliquer, et mieux expliquer le monde. Cela marque évidemment une ouverture conjointe sur la philosophie et la biologie.

4.La Nouvelle Alliance de la Philosophie et de la Science.

En 1979, 1. Prigogine et 1. Stengers ont publié un plaidoyer (173) en faveur d'une alliance de la philosophie et de la science. L'importance de la notion de "structure dissipative*" isolée par Prigogine et sur laquelle nous reviendrons longuement leur donnait manifestement droit à la parole. Il est cependant bien évident que plusieurs auteurs ne les avaient pas attendus pour renouer une relation étroite entre science et philosophie.

4.1. ***G. Bachelard et l'Histoire des Sciences***.

En 1927, Gaston Bachelard ouvrit une réflexion épistémologique fondamentale, que devait poursuivre G. Canguilhem puis F. Dagognet, M. Foucault et M. Serres, délivrant ses lettres de noblesse à l'étude de l'histoire des Sciences en y puisant deux grandes lignes de critiques.
- d'une part, l'auteur trouve tous les arguments souhaitables pour rejeter l'image positiviste d'une évolution régulière et continue des Sciences vers un progrès en quelque sorte prévisible (006,007).
- d'autre part, il souligne les défauts des approches philosophiques lorsqu'elles fonctionnent sur elles-mêmes, en indépendance des acquisitions et des évolutions de la pensée scientifique. Canguilhem a exprimé le fait un peu plus tard :" Le philosophe doit sortir de la caverne philosophique, s'il ne veut pas se condamner à se repaître d'ombres, cependant que les savants non seulement voient la lumière mais la font."(036)

La synthèse entre ces deux préoccupations est centrée sur une approche nouvelle de la vérité et de la réalité au travers d'une philosophie de l'inexact. Au centre de cette philosophie, se trouve la notion d'obstacle épistémologique. A un instant de l'histoire des Sciences, l'analyse montre à quel point la réflexion du savant est obscurcie par des erreurs dont il a le plus grand mal à se dégager:
- erreurs individuelles qui sont inhérentes au processus de fonctionnement de la connaissance.
- erreurs de l'époque.
Le progrès de la connaissance ne peut se faire qu'en réaction contre ces erreurs, et se traduit par des ruptures épistémologiques successives qui n'obéissent pas à une ligne cohérente d'unification, de simplification ou de réduction et traduisent une discontinuité fondamentale.

Ces ruptures sont synthétiques, et coupent du passé. Le souci d'affirmer la coupure chez Bachelard vient peut-être du désir de mieux contester la continuité du positivisme. Piaget voit dans les mêmes ruptures, une succession d'étapes selon une orientation imprévisible, mais où la réflexion sur l'étape antérieure explique l'étape suivante. Pour G. Bachelard, l'erreur porte principalement sur les mots qui ne recouvrent pas forcément le même concept pour tous les savants, sur le concept lui-même qui est inséré dans un contexte et une intention de l'expérimentation. Il y a une surcharge de contenu du concept qui empêche une adaptation aux conditions d'utilisation et qui lui donne trop de sens, et un sens variable selon les utilisateurs.

Une telle approche ne rejette nullement la philosophie. C'est au contraire avant la lettre, la nouvelle alliance de la Science et de la Philosophie. Chacune prise séparément, les conceptions philosophiques sont dogmatiques et desséchantes, surtout lorsqu'elles négligent les données scientifiques. En revanche, une polyphilosophie aide la dialectique et la correction des erreurs. Ainsi s'établit une association ouverte vers l'avenir et non *a priori,* entre l'activité scientifique actuelle, expérimentale et réflexive, et un retour historique sur l'élaboration des données scientifiques antérieurement construites. Le bénéfice est double, fondant une philosophie et une épistémologie, et apportant un guide dans les domaines de la Science où les risques de dérapage sont particulièrement importants du fait des difficultés de la vérification expérimentale. "Il n'y a pas de vérités premières, il n'y a que des erreurs premières."... " Le monde est ma vérification, il est fait d'idées vérifiées par opposition à l'esprit qui est fait d'idées essayées."..."L'esprit scientifique se constitue comme un ensemble d'erreurs rectifiées."

La vérification est un véritable travail rationnel qui répond à la contradiction :
- contradiction entre théorie et faits
- contradiction entre différentes théories.
Mais l'approche doit se faire au centre, "la connaissance ne peut se modifier que peu à peu, sous l'impulsion d'une hostilité modérée". En définitive, "La connaissance demeure toujours approchée et des approximations plus poussées révèlent sans cesse par de lentes modifications spirituelles les erreurs dans les choix implicites des théories antérieures."

Bien évidemment, Bachelard ne nie pas une évolution positive des connaissances et l'insistance sur les discontinuités a surtout pour effet de rejeter la croissance régulière décrite par le positivisme ou l'orthogenèse finaliste que l'on trouve chez Theilhard de Chardin. La position de Bachelard nous semble très voisine de "l'orthogenèse constatée après coup", selon l'expression de L. Brunschvicg. Le progrès est dégagé de la pratique

des théories existantes, par une succession de correction d'erreurs et n'obéit à aucune loi préétablie. "L'histoire récurrente, l'histoire jugée, l'histoire valorisée" nous semblent synonymes de la formule de Brunschvicg.

Le point est d'importance car cette dynamique de progrès paraît absente des analyses de continuateurs directs ou indirects de Bachelard. C'est le cas chez M. Foucault ou P. Feyerabend. C'était également le cas des premières approches de T. Kuhn.

-pour Kuhn (1 15), chaque époque est caractérisée par une conception particulière des théories scientifiques qui reflète des conditions sociologiques et qui établit un modèle à suivre dans toute théorie. Ce seraient donc des facteurs sociologiques qui seraient responsables des révolutions scientifiques et non la pratique des théories précédentes. Cependant, Kuhn paraît beaucoup moins affirrnatif dans ses travaux plus récents.

- Feyerabend (064) va beaucoup plus loin, niant en quelque sorte l'évolution positive des théories. Il y aurait selon cet auteur, à toute époque, une pluralité de théories opposées et ce serait au savant d'adopter la théorie qui lui paraît la plus adaptée à ses travaux.

Comme l'a fait remarquer K. Popper, il faut se garder de sous-estimer les risque d'une autonomie fonctionnelle enfermant les savants d'une époque dans un "paradigme", mais il faut accorder toute leur importance aux mouvements scientifiques parallèles qui laissent rentrer de l'air frais et assurent un progrès poursuivi. C'est à notre avis, rejoindre les thèses de Bachelard.

Au total, deux notions se dégagent de ces thèses
- l'ouverture vers un progrès, mais un progrès non définissable *a priori,* un progrès seulement constaté après coup.
- ce progrès se traduit par des approximations successives de meilleures en meilleures, par élimination d'erreurs. Plutôt que d'élimination d'effeurs, nous serions du reste personnellement tenté de parler d'une diminution de l'indétermination.
Reprenant alors totalement ces idées à notre compte, nous serions tentés d'ajouter la notion que le progrès traduit la fixation d'un nombre croissant de variables implicites. Nous essayerons de montrer que cette dynamique globale de progrès s'explique par les particularités du fonctionnement cérébral, notamment par l'étroitesse du champ de conscience vis à vis du contenu mental global.

Aujourd'hui, à soixante ans de distance, les thèses initiales de G. Bachelard demeurent d'actualité et sont source de riches réflexions. Nous retrouverons au cours de ce travail, de très nombreuses concordances et des acquisitions récentes qui expliquent et confirment largement nombre des conclusions de G. Bachelard. En revanche, il nous semble que ces conclusions sont partiellement affaiblies par des omissions dans deux domaines:
- G. Bachelard n'établit pas un parallèle entre l'évolution de la Science au travers des générations successives et le développement de la pensée cognitive chez le jeune enfant, alors que la similitude des mécanismes nous paraît manifeste.
- G. Bachelard n'inclut pas dans ses analyses les connaissances acquises à l'époque, en biologie et sur le fonctionnement neurologique humain; il est bien évident que les multiples découvertes effectuées depuis un demi-siècle accentuent encore cette insuffisance.
Le constructivisme piagétien en revanche, répond au moins à la première de ces insuffisances.

4.2. ***Karl Popper et la connaissance conjecturale***.

K. Popper est un contemporain de G. Bachelard et il exprime des positions épistémologiques tout à fait comparables (168,169). Cependant Popper s'oppose non seulement à l'empirisme logique mais tout autant aux idéologies.
- à l'empirisme logique, il oppose le fait qu'il est impossible de vérifier "toutes" les occurrences d'une affirmation et de ce fait aucune affirmation d'expérience ne peut établir une certitude.
- aux idéologies comme la psychanalyse et surtout le marxisme, il reproche une "immunisation" qui leur permet de retourner les faits contradictoires, en les rendant compatibles par un ajustement idéologique fait *a priori.*

De ce fait, il est impossible d'atteindre la certitude et il faut se contenter de rechercher le vraisemblable. Par ailleurs, il est vain de penser que les démarches cognitives se font sans considérations théoriques préalables. Autrement dit l'hypothèse est au départ et l'application de l'hypothèse permet une infirmation ou une confirmation; la vérification de Bachelard est ainsi retrouvée. Pour K. Popper, la "bonne" théorie est celle qui

définit les résultats expérimentaux qui pourraient l'invalider puisque l'accumulation de résultats favorables différents n'a qu'une valeur limitée et est beaucoup plus difficile à effectuer.

Mais les thèses épistémologiques poperriennes vont bien au delà du principe de réfutabilité.

- Popper affirme fortement son adhésion au réalisme des objets mais il n'est nullement certain que ce réalisme aille au delà de ce que nous avons décrit comme réalisme minimal. Popper fait de la base du réalisme, le "relevé croisé" entre plusieurs approches cognitives distinctes sur un même objet, ce que nous appellerons multicrucialité. Ces relevés croisés traduisent des démarches d'observateur et implicitement, Popper admet que des expériences ultérieures puissent modifier le découpage du réel ou conduire à des réinterprétations sur les propriétés accordées à un objet.

_ Popper affirme une "épistémologie évolutionniste" dont il trouve les racines chez J.M. Baldwin, Lloyd Morgan et H.S. Jennings. On peut vraiment se demander comment Popper a fait pour ne pas rencontrer Claparède ou Piaget. Peut-être en raison d'un nativisme qui lui faisait rejeter un constructivisme faisant peu appel aux connaissances innées. "Toute connaissance acquise, tout apprentissage consiste dans la modification (éventuellement le rejet) d'une certaine forme de connaissance, ou de disposition, qui était déjà là au préalable; et, en dernière instance, de dispositions innées." et Popper dit encore : "Tout développement de la connaissance consiste dans l'amélioration d'une connaissance existante que l'on change dans l'espoir de se rapprocher davantage de la vérité."

- Popper affirme l'existence de trois mondes. Le monde 1 est celui de la réalité physique. Le monde 2 est celui du sujet connaissant avec "ses" connaissances, connaissances donc subjectives. Le monde 3 est celui des connaissances objectives. C'est un monde d'idées, de théories, de formes, mais ce n'est en aucun cas un monde de réalisme platonicien. C'est un monde de connaissances qui se sont détachées de leurs créateurs, comme la toile se détache de l'araignée qui l'a secrétée. "Le troisième monde* de Platon était divin, dit Popper; il était immuable et, évidemment, vrai. Il y a donc un fossé immense entre son troisième monde et le mien; mon troisième monde est un produit de l'activité humaine et il est changeant. Il ne contient pas seulement des théories vraies, mais aussi des théories fausses, et surtout des problèmes ouverts, des conjectures et des réfutations." Ce monde 3 est à la disposition de tout sujet connaissant et il peut alors être source d'évolution de ce sujet au même titre que les connaissances subjectives durant le développement ontogénétique. Ce monde*3 correspond donc bien à ce que nous avons décrit plus haut des concepts, idées qui semblent avoir une existence propre parce qu'ils se sont détachés de leur créateur et des conditions de leur naissance.

Ce monde 3 comporte des conséquences qui lui sont propres et qui n'apparaissaient pas au moment de la création de la connaissance. Ainsi, l'homme crée la notion de nombre et doit ensuite découvrir une à une les propriétés du nombre qu'il n'avait pas envisagées initialement. Nous créons le nombre puis "nous découvrons les nombres premiers, et surgit comme une conséquence le problème d'Euclide (la suite des nombres premiers est-elle infinie ?)"

Par ailleurs, et pour les mêmes raisons, ce monde 3 contient nécessairement des erreurs, introduites au moment de création et qui doivent être ensuite corrigées.

Ces attitudes épistémologiques de Popper nous paraissent passionnantes et nous y adhérons pour l'essentiel. Les "dispositions innées" de Popper sont même probablement plus proches de nos thèses que les "exercices de réflexes" de Piaget. Inversement, peut-on dire que Popper est un véritable constructiviste ? Nous ne le pensons pas dans la mesure où Popper postule bien davantage l'évolution des connaissances que celle du sujet connaissant. Il nous faut cependant reconnaître que Popper est bien près du credo constructivisme quand il dit "Il n'y a rien de direct ni d'immédiat dans notre expérience, il nous faut **apprendre** que nous avons un moi qui dure dans le temps." Peut-être a-t-il manqué seulement à Popper de prendre la dimension du développement cognitif ontogénétique dont il concevait l'existence.

4.3. ***Le Constructivisme piagétien.***

Dans ses principaux travaux publiés de 1895 à 191 1, J.M. Baldwin (009) défendit le principe selon lequel le développement individuel et l'évolution des espèces par sélection naturelle exigent une intervention active de l'organisme et ne peuvent s'expliquer exclusivement par des forces extérieures. De ce fait, Baldwin substitue à la fonction réflexe, la "réaction circulaire" au cours de laquelle les effets de l'action sur l'environnement sont appréciés par l'organisme, conduisant à une activité adaptatrice dans l'acquisition des

habitudes ou l'évolution des constitutions. C'est soixante ans avant les publications de P. Wintrebert (226,227), l'affirmation que le vivant est de son évolution.

Bien avant la publication en 1933 de l'oeuvre qui devait couronner ses activités de recherche, "La genèse de l'hypothèse, étude expérimentale", E. Claparède défendit l'idée que l'intelligence traduisait une adaptation aux circonstances nouvelles, suppléant à l'insuffisance des adaptations innées ou acquises antérieurement. Cette adaptation nouvelle est obtenue au cours de l'action, par des tâtonnements qui ne sont pas des essais au hasard mais des modifications ponctuelles des conduites ayant réussi précédemment dans des circonstances que le sujet juge voisines de celles de l'action en cours.

Jean Piaget, élève de Claparède, réalisa la synthèse de ces deux notions en les dépassant du reste très largement. Biologiste de formation mais découvrant avec passion la philosophie à vingt ans, chargé pendant dix ans d'un enseignement d'histoire de la pensée scientifique et... père de famille, Piaget eut toute latitude pour confronter philosophie, psychologie et données scientifiques, ce qui est une caractéristique fondamentale de son oeuvre. Le plus grand mérite de Piaget est d'avoir introduit une dimension historique dans toute approche de la connaissance. Dans une comparaison avec d'autres positions épistémologiques, les points suivants apparaissent essentiels

4.3. 1. Le développement ontogénétique.

L'enfant à la naissance est déjà un "sujet" constitué. Il opère sur un plan purement neurologique, sans contenu mental inné. Mais l'enfant est créateur d'un développement psychologique par exercice du plan neurologique. L'enfant à la naissance, dispose d'un certain nombre de "réflexes" lui permettant une relation avec l'environnement. L'exercice de ces réflexes conduit à leur différentiation, contrôlée par l'organisme et permettant les premières adaptations apprises et les premiers contenus mentaux.

La connaissance apprise est le fait d'accumulation de données concrètes concernant les réponses à l'application des réflexes différenciés, et surtout le fait de l'acquisition de schèmes d'action dérivés des réflexes. Ces schèmes sont regroupés de façon de plus en plus élaborée, selon des étapes marquées par une structuration mentale croissante. Une constitution biologique semblable, la similitude des environnements physiques et sociaux expliquent seules comment ces étapes peuvent être identiques d'un enfant à l'autre car chaque étape ne trouve son explication que dans la pratique de l'étape précédente au cours de la rencontre avec l'environnement. La succession des étapes est comparable "à un enchaînement de théorèmes géométriques où chacun est rendu nécessaire par l'ensemble des précédents sans être contenu d'avance dans les axiomes de départ."(Waddington, cité par Piaget,151). La connaissance apprise est donc le résultat d'une réflexion du sujet sur ses propres tentatives d'adaptation au contact de l'environnement.

Le constructivisme est une conception épistémologique et psychologique originale:

- il s'oppose, dit Piaget, au réalisme qui pose le primat de l'objet et à l'idéalisme kantien qui affirme le primat du sujet. Comme la phénoménologie, il situe l'origine de la connaissance apprise dans la rencontre entre un sujet et un objet.
- il s'oppose à l'empirisme qui postule implicitement le primat de l'objet au travers de l'environnement, et qui traduit une négation du sujet, réduit à une fiction grammaticale. L'opposition à l'empirisme vient encore de ce que cette dernière doctrine met en avant une genèse sans se préoccuper des mécanismes qui pourraient expliquer cette genèse.
- il s'oppose à la phénoménologie traditionnelle car il affirme l'existence d'un développement ontogénétique authentique, y compris de la conscience, et à partir d'une constitution biologique.

4.3.2 Le développement culturel et scientifique.

Le même mécanisme de "réflexion" sur les déséquilibres internes et externes au contact de l'environnement explique le développement embryologique, le développement mental et l'évolution culturelle (151). L'individu humain assure seul une riche évolution personnelle, depuis le fonctionnement de l'œuf au moment de la conception jusqu'à la mise en place d'une intelligence sensori-motrice. Ayant isolé la notion d'objet et s'étant défini par rapport à l'environnement, l'enfant devient ouvert aux influences d'autrui. Dès lors, son développement s'explique à la fois par la poursuite d'un dynamisme évolutif interne et par les données culturelles de l'entourage, jusqu'à ce que l'essentiel de ces données soit assimilée Quelques individus, par capacité, par motivation et par chance, poursuivent cette évolution au delà de l'organisation culturelle présente. Ils le font à partir de la même dynamique interne(37), dynamique qui devient du fait des circonstances sociales

celle que G. Bachelard a décrite en étudiant l'histoire de la science.

Le développement scientifique est donc distinct du développement ontogénétique puisqu'il le prolonge autant **qu'il** prolonge les acquisitions scientifiques antérieures. Mais il est très proche de ce développement (1 50,15 1) car il obéit à la même dynamique et demeure tout autant conditionné par la nature biologique des savants qui l'assurent. Dans les deux cas, comme W.V.O. Quine l'a fort bien dit (176), l'étude du monde doit commencer par les choses de l'expérience humaine immédiate avant de diverger vers le microscopique invisible ou le cosmologique, par la simple description analytique du vécu avant d'aborder l'analyse de plus en plus précise des concepts utilisés et avant de construire des inductions généralisatrices. En ce sens, l'humanité entière et l'individu qui atteint et dépasse la culture de son temps procèdent de façon identique.

4.3.3. La nature de la Conscience.

Un dernier point essentiel dans l'oeuvre de Piaget, est celui de la place et de la nature de la conscience. Celle ci "commence par être centrée sur les résultats des activités avant d'atteindre le mécanisme de celles-ci : la conscience part de la périphérie et non pas de processus centraux. Et encore, comme l'a montré Claparède, ne surgit-elle (en ce domaine des résultats ou des points d'application périphériques de l'action) qu'à l'occasion des désadaptations, les mécanismes fonctionnant normalement d'eux-mêmes ne fournissent pas de telles occasions."(L.C.S., pg 404) Nous préciserons I'importance de cette description de la conscience en y adjoignant les conséquences de l'étroitesse du champ de conscience instantanée, soulignée par H. Simon (VI-C). Alors apparaît pleinement la possibilité d'une analyse réductrice de la conscience, une dépendance du contenu de conscience vis à vis du développement ontogénétique antérieur, une limitation dans les capacités opératoires d'analyse de l'environnement qui est une clef fondamentale dans l'explication de la formation des connaissances apprises.

4.3.4. La sous-estimation de l'organisation cérébrale innée.

Tel quel, le constructivisme piagétien nous paraît le point de départ épistémologique le plus valable. Cependant, le respect pour un maître dont nous avons toujours suivi la pensée depuis que nous avons eu la chance, en 1958 de bénéficier de son enseignement, n'exclut pas toute critique. Une insuffisance nous paraît altérer une explication épistémologique fondamentale par ailleurs : il y a, chez Jean Piaget, un véritable fossé mal comblé entre la constitution innée et l'apparition de l'intelligence représentative durant la deuxième année de vie ; ce fossé est lourd de conséquence.

Piaget décrit le développement intellectuel de l'enfant à partir de l'exercice au contact de l'environnement, mettant en jeu des mécanismes innés et des conduites héréditaires (147). Il semble donc bien que Piaget ne rattache les schèmes cognitifs qui marquent pour lui la connaissance apprise, qu'à une transformation des conduites héréditaires. Mais avant tout du fait des connaissances neurophysiologiques limitées à son époque et d'une recherche insuffisante sur les capacités cognitives du nouveau-né ou du jeune nourrisson, Piaget accorde trop à l'exercice et pas assez à la constitution cérébrale innée. Il semble considérer que la perception au contact de l'objet se construit préalablement et selon les mêmes règles que la perception représentative. Or il apparaît aujourd'hui que la perception au contact de l'objet est très développée chez le nouveau-né et marque beaucoup plus profondément que ne le pensait Piaget, le développement cognitif de la première année.

Cela n'est pas seulement une erreur de détail. La richesse des mécanismes perceptifs innés et d'une façon générale, la richesse de l'organisation cérébrale innée rend beaucoup plus vraisemblable la thèse selon laquelle toute acquisition cognitive quelle qu'elle soit n'est rien d'autre que l'actualisation d'une façon de fonctionner du cerveau, définie potentiellement par la constitution innée.

4.4. ***Les conséquences de l'analyse de la Matière.***

Les progrès dans l'observation et les calculs en astronomie eurent des conséquences essentielles sur l'épistémologie, notamment la révolution "copernicienne" de Kant. Les développements de la théorie atomique au XIXème siècle, puis ceux de la mécanique quantique au XXème siècle, contiennent en germe une révolution épistémologique tout aussi importante.

4.4.1. La théorie atomique.

Formulée progressivement et très péniblement (208) durant le XIXème siècle, la théorie atomique conduit à admettre que tout objet physique est réductible à une combinaison d'atomes. Ces atomes sont considérés

initialement comme des corps simples, théoriquement indivisibles et appartenant à un ensemble de 92 termes différents seulement. Mais il est ensuite apparu que ces 92 corps simples semblaient eux-mêmes réductibles à une combinaison de particules sub-atomiques de trois types différents seulement. Bien que cela apparaît aujourd'hui comme une vision trop simplifiée, il devenait évident que la notion de substance était très appauvrie dans l'élaboration des connaissances, sinon totalement annulée; une substance uniforme ou même quasi uniforme ne présente aucun intérêt dans la description physique. Inversement, la notion de combinaison occupait la place laissée libre par la substance et Démocrite triomphait finalement sur Aristote à partir de données qui ne devaient pratiquement rien à la spéculation philosophique.

La théorie atomique provoquait une révolution épistémologique dans le sens de l'analyse réductrice comme dans celui des synthèses structurales. Ce n'est pas seulement l'intérêt de centrer les descriptions du réel sur des différences de substances qui apparaît pratiquement perdu. Ce sont encore et surtout, de nombreuses émergences fonctionnelles essentielles qui peuvent être totalement expliquées, au niveau chimique moléculaire, du seul fait de la mise en relation d'éléments :

- dans de très nombreuses situations, la simple mise en voisinage d'éléments provoquent leur réunion spontanée pour former une structure stable; c'est par exemple le cas de la formation d'un sel par réunion de deux ou plusieurs ions. Les éléments préexistants gardent leur individualité après cette réunion, peuvent être ultérieurement restaurés, ce qui traduit bien que la relation nouvelle est la seule explication des propriétés constatées dans la structure apparue.

- des lois physiques simples permettent de prévoir les émergences fonctionnelles et les propriétés nouvelles produites par la mise en relation. Ainsi la propriété de métal ou de métalloïde s'explique uniquement par le nombre de "particules" sub-atomiques mises en symbiose. Les points de fusion, d'ébullition, sont déterminée par des lois thermodynamiques selon le même principe. Le processus est encore plus marqué en chimie organique pour tous les composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote.

La théorie atomique a donc été elle-même à la base de données nouvelles qui la précisent et complètent sa signification épistémologique :

- la description atomique a montré le caractère universel de l'emboîtement et de la hiérarchie des structures. Non seulement, l'atome, théoriquement élément universel de combinaison est lui même décrit comme une combinaison de termes discrets, mais l'échelon atomique conduit aux échelons moléculaires, macromoléculaires et autres échelons de niveau plus élevé, sans solution de continuité jusqu'à la description des organismes. Au cours de ces constructions emboîtées, la mise en relation d'éléments préexistants résume toute la dynamique constructive.

- la conduite de l'analyse des organismes jusqu'au niveau atomique a permis d'affirmer qu'au sein d'un organisme, n'importe quel élément peut être parfaitement remplacé par un élément identique, sans aucune conséquence sur l'identité de l'organisme. Au maximum, le corps humain remplace en quelques années la totalité ou quasi-totalité de ses constituants chimique sans rien perdre de son identité. C'est donc bien que la combinaison est tout et que les particules décrites sont pratiquement réduites à la propriété d'exister.

La mécanique quantique permet de conduire encore plus loin la crise épistémologique ouverte par la théorie atomique.

4.4.2. Les apports épistémologiques de la Mécanique quantique.

La mise en cause par la théorie de la relativité, des positions traditionnelles concernant l'espace et le temps a certainement joué un rôle considérable dans l'évolution épistémologique récente. Deux autres notions apparues dans la physique moderne ont une importance tout aussi grande. Il est du reste probable que ces deux notions sont dépendantes l'une de l'autre.

- le principe d'incertitude d'Heisenberg**.** Cette limitation de fait de la connaissance est tout à fait reconnue mais diversement interprétée. Pour certains, le principe d'Heisenberg traduit des fluctuations microscopiques, éventuellement explicables par des variables cachées, et de toutes façons, sans intérêt à l'échelle macroscopique. Pour d'autres au contraire, il conduit plus aisément à accepter une incertitude essentielle à notre échelle, l'Univers irrésolu qu'a décrit K. Popper (170). Il peut enfin caractériser tout simplement l'incomplétude de notre connaissance.

- la relativité de la connaissance, reliée à l'observateur**.** Comme le dit Heisenberg (083), en mécanique quantique les données sont simultanément un fait et la connaissance d'un fait. Ce qui se passe dépend de notre manière de l'observer ou du fait que nous l'observons. La conclusion de N. Bohr (024) et de W. Heisenberg (082) est que les sciences de la nature présupposent toujours l'homme et que nous devons nous rendre compte que nous ne somme pas spectateurs mais acteurs dans le théâtre de la vie. De même, E. Schrödinger (188) parle d'une objectivation du réel à propos de l'attitude du réalisme philosophique dont il fait une hérésie. Il nous faut pleinement accepter cette leçon des physiciens du quanta et la généraliser à toutes les échelles de la connaissance, notamment celles de notre expérience immédiate. Comme le dit Piaget, " les découvertes de la microphysique contemporaine commencent seulement à nous apprendre à travers quels échanges entre l'expérimentateur et la réalité poursuivie s'obtient une objectivité construite pas à pas et non pas déduite more dialectico." (L.C.S., pg 1245)

- les principes de correspondance et de complémentarité**.** Ce que nous percevons d'une particule, dit N. Bohr (024), n'est pas la particule elle-même mais la trace, sortie du temps et de l'activité de cette particule, sur une plaque photographique ou dans une chambre à bulle. C'est donc un phénomène appartenant au domaine de la physique classique qui nous fournit des informations sur une particule qui échappe aux lois de cette physique. Les informations obtenues sont probabilistes et fragmentées, dépendant de chaque protocole expérimental et nous sommes notamment dans l'incapacité de préciser simultanément l'emplacement d'une particule et les différentes facettes de son comportement. Les démarches cognitives effectuées dans le cadre de la mécanique quantique sont marquées par les points suivants:

- il faut construire l'objet cognitif par relevé croisé, comme point fixe de résultats expérimentaux qui sont à la fois distincts et reliés par l'existence supposée de cet objet. Cela n'est pas toujours facile car les résultats expérimentaux peuvent être "complémentaires".

- en effet, même si plusieurs expériences sont reliées par un projet en partie commun, des points de départ conceptuels voisins et des conditions expérimentales qui ne diffèrent pas totalement les unes des autres, chaque expérience traduit une relation originale entre l'observateur et l'observé. De ce fait les résultats de chaque expérience peuvent être totalement indépendants des résultats fournis par les autres expériences. C'est le principe de complémentarité. (024).

- il faut toujours tenter de traduire au sens strict du mot, en des termes de langage caractéristique de la physique classique et accessible à tous, un formalisme mathématique décrivant des comportements qui ne s'intègrent pas dans le cadre de la physique classique. La traduction ne peut évidemment être qu'approchée. C'est le principe de correspondance* (024).

Fait essentiel, N. Bohr affirme explicitement (024) qu'il a recherché, pour décrire le résultat des expériences de la mécanique quantique, des modèles épistémologiques préexistants. Cela le conduit à affirmer le caractère universel des démarches épistémologiques qu'il formule, et nous acceptons pleinement cette conclusion. Piaget a suivi également l'école de Copenhague sur ce plan (150).

Le résultat global des théories atomiques, relativistes et quantiques, est une mutation profonde qui aboutit à une connaissance centrée sur la relation et non sur la substance, qui fait de l'objet un point fixe de l'analyse cognitive et non une réalité "en soi". C'est le sujet de connaissance qui "construit" l'objet en réunissant dans un graphe unique, un certain nombre de relations, les unes reliant le sujet et une zone ponctuelle de l'environnement, les autres deux zones ponctuelles distinctes de l'environnement. Comme nous le verrons, c'est parce que les aires perceptives réalisent immédiatement et automatiquement, de façon préconsciente, un découpage puis un assemblage local de l'environnement continu, que nous avons l'illusion de l'existence ontologique de l'objet en tant que tel.

De façon assez ambiguë, Démocrite avait déjà privilégié la relation en faisant de tout objet une combinaison particulière d'atomes. Mais parallèlement, I)ëmocrite attribuait à chaque atome tous les caractères de l'Etre éléate. L'atome de la mécanique quantique est tout autre. Il est provisoire et donc réductible en puissance, contrairement à l'atome de Démocrite. Les particules sub-atomiques traduisent cette réduction de l'atome, mais de plus, elles deviennent des "façons de parler", des modes d'exister et elles ont perdu leur substance :
- universelles, en petit nombre, elles expliquent encore moins que les atomes, la variété des systèmes et des objets par leur propre variété.
- elles traduisent le résultat d'expériences physiques et n'ont pas de signification par elles mêmes.

- elles caractérisent indifféremment une énergie immatérielle ou une matière mais en ce cas, elles n'ont pas la prétention de marquer les limites d'une réduction.
- modes d'exister autant qu'éléments discrets, certaines "particules" se voient attribuées une valeur d'objet de relation comme le quarck et d'autres essayent de traduire la relation entre objets, comme le gluon.

Ainsi, la description physique est conduite à évacuer la substance, pourtant indispensable pour justifier l'existence de structures irréductibles. La relation prend la place de la substance et cela sous un triple aspect: - l'objet de connaissance traduit une rencontre entre un sujet connaissant et un objet connu, - l'objet connu lui-même est réductible à un ensemble de relations hiérarchisées. Portant sur les relations plus que sur les structures, ce réductionnisme* comme nous le verrons ne se réduit pas à la juxtaposition d'éléments simples mais inclut des interactions complexes, autre façon d'exprimer la relation. Par ailleurs, "l'objet" décrit aux niveaux ultimes de la réduction traduit seulement un mode d'être qualifiant le résultat de nos expériences et marque la limite provisoire de la recherche et de l'analyse.
- la relation doit expliquer tout ce qui était antérieurement rapporté à une différence de substance, la vie par rapport à l'anorganique, le mental par rapport au biologique. C'est toute l'hétérogénéité* de l'Univers, ce sont toutes les émergences fonctionnelles qui doivent être expliquées par le seul jeu de relations.

La structure se trouve donc réduite à un arrangement d'éléments dont la nature devient indifférente et relative, à un groupement cristallisé de relations, un arrangement hiérarchisé et variable dans le temps : - il peut être attribué à l'arrangement une naissance et cette naissance, autant que les propriétés, est objet de connaissance.

- l'arrangement peut renouveler un à un la totalité de ses constituants sans aucunement perdre son identité.
- l'arrangement est plastique, déformable. Il peut subir des modifications ponctuelles dans la nature de ses relations internes, en conservant une identité en quelque sorte statistique.

Ce qui vaut pour les objets physiques vaut à fortiori pour la connaissance qu'on peut en avoir. Les structures cognitives ont nécessairement une histoire. Elles ont donc une naissance qu'il importe de préciser pour passer à un plan supérieur de connaissance. Elles sont provisoires, mais également plastiques. Elles sont réductibles à un jeu de relations. Toutes ces propriétés sont évidemment à l'opposé des structures cognitives conçues par le réalisme traditionnel.

CONCLUSIONS

Bien qu'ayant conscience d'un survol beaucoup trop rapide et sélectif de nombreux travaux épistémologiques, nous nous sommes autorisé à définir des repères historiques dans l'évolution de l'épistémologie, permettant malgré tout de proposer un certain nombre de conclusions :

- le réalisme traditionnel n'est pas pleinement cohérent, bien qu'il doive continuer à constituer une étape initiale, pratiquement indispensable dans l'évolution cognitive ontogénétique. Après plus de deux millénaires de réflexion, il apparaît possible d'émettre une condamnation motivée du réalisme traditionnel, tout en reconnaissant la validité de positions réalistes dérivées. Alors que, selon le réalisme, l'environnement se présente initialement comme une référence "en soi" indiscutable, l'exercice même de la pensée réaliste a provoqué sa propre invalidation. A cette remise en cause du réalisme, il n'y a qu'une alternative : le réel tel que nous le percevons dépend obligatoirement de notre regard et résulte d'une construction de notre part. Le prix à payer est l'abandon de toute référence de vérité, son remplacement par un substitut plus pauvre de cohérence.

- la condamnation du réalisme traditionnel s'accompagne du primat de la relation sur la matière ou la substance. La philosophie aristotélicienne a vainement couru après la découverte de substances premières; celles-ci se sont toujours montrées ultérieurement réductibles. Parallèlement, la description des relations a peu à peu envahi tous les domaines de la connaissance. Cela valorise *a priori* le réductionnisme* et conduit à n'attribuer qu'une valeur provisoire aux structures apparemment premières. Cela conduit également, comme nous le verrons à ne plus définir l'information comme une caractéristique ontologique et descriptive des objets.

- la condamnation du réalisme traditionnel entraîne celle d'un discours premier**.** Platon et Saint Thomas d'Acquin situaient en Dieu l'origine des idées. Ainsi se trouvait défini un métasystème S2 contenant les règles de vérité et de fausseté permettant le déroulement du système SI constituant le langage. L'abandon du métasystème divin S2 remet tout en question puisque le système S 1 ne peut assurer sa propre validation. Les mots se définissent uniquement avec d'autres mots et le discours replié sur lui-même ne peut émettre que des tautologies.

Pour parvenir à un dépassement, il est indispensable qu'un certain nombre de mots au moins soient les étiquettes de données sensibles recueillies par observation ou expérimentation. Le discours devient alors second par rapport à ces étiquettes.

- l'affirmation du sujet. Du "Cogito" de Descartes à l'homme acteur de N. Bohr, l'importance du sujet connaisseur va croissante et cela est normal puisque cette prééminence du sujet est l'alternative cohérente du réalisme. Cependant, cette affirmation du sujet est encore trop souvent conduite dans la perspective de l'anthropologie aristotélicienne marquant une différence de nature entre le corps et l'esprit.

- la réduction biologique de l'intelligence**.** Deux notions sont apparues, qui devraient aisément permettre d'atténuer, sinon de combler le fossé qui sépare le corps de l'esprit -.
a) le postulat d'Helmholtz d'un écran neurologique subjectif entre le récepteur passif des données sensibles et la conscience.
b) le postulat de Claparède situant l'intelligence dans le prolongement des adaptations biologiques.

- l'orthogenèse constatée après coup**.** Entre le refus d'une véritable genèse et la croyance en une finalité transcendantale réglant la ligne du progrès, est venu s'intercaler le concept d'un progrès écrit par et pour un organisme, au fur et à mesure qu'il se joue. Cette forme de progrès correspond à la philosophie de l'inexact mais permet de plus d'envisager qu'un organisme très simple puisse avec le temps se hausser lui-même à la hauteur de l'esprit.

Toutes ces notions ne vont pas sans une transformation profonde du sens de la connaissance. " La connaissance ne peut plus prétendre à aucune autre objectivité que celle qui consiste à être inter-subjectivement valable, c'est-à-dire valable pour tous les esprits humains placés dans les mêmes conditions d'observation et se servant du même langage. Elle ne fait appel à aucun mode transcendant, à aucune vision angélique, à aucune illumination surnaturelle, à aucune réalité nouménale. Cessant d'être faite pour les dieux, elle est à la mesure de l'homme et à son seul usage (L. Rougier, op. cit.)."

Face à cette révolution épistémologique, la théorie de l'autonomie biologique nous paraît d'un intérêt considérable:

- elle permet d'accorder à l'organisme biologique les propriétés de libre-arbitre, de réflexion sur les conduite propres que Descartes pensait être le privilège d'êtres dotés d'une pensée surnaturelle. Elle prend donc le contre-pied de l'animal-machine en rehaussant cet animal au rang de la res cogitans.

- s'appuyant d'un coté sur un réductionnisme physique, mais ouverte aux activités opératoires les plus complexes, elle supprime l'obligation de sauts inexplicables et irréductibles entre le physique le plus élémentaire et le mental le plus complexe.

- elle donne satisfaction à la philosophie qui se nourrit de normes et ne se contente pas de l'analyse des faits**,** en définissant l'autonomie et les conditions d'exercice de cette autonomie, offrant une alternative à l'appel aux structures mentales sans genèse pour établir une épistémologie.

A ces multiples titres, il apparaît bien difficile de continuer à considérer l'épistémologie indépendamment d'une analyse approfondie du concept d'autonomie biologique.

CHAPITRE II : L'AUTONOMIE BIOLOGIQUE

"Tout acte d'un organisme vivant a sa fin dans l'enceinte de cet organisme. Celui-ci forme en effet un microcosme, un petit monde où les choses sont faites les unes pour les autres, et dont on peut saisir la relation parce que l'on peut embrasser l'ensemble naturel de ces choses."

Claude Bernard

" L'être vivant est essentiellement celui en qui les forces ordinaires s'annulent, sont surmontées, les forces extérieures n'agissent plus comme sur une masse ordinaire. Ceci pour être réalisé, gouverné, rétabli, demande une complexité, une variation en sens inverse des forces extérieures, une régulation. Tout se passe comme si le milieu n'existait pas. L'Etre emprunte au milieu de quoi faire comme si ce milieu n'existait pas."

Paul Valéry

Résumé : 1. Définition de l'Autonomie. C'est selon P. Vendryès, l'obéissance exclusive d'un système à ses seules propres lois internes et l'indépendance de ce système vis à vis des effets de l'environnement.

2. Historique. La théorie de l'autonomie biologique a été formulée progressivement à la suite des analyses de Claude Bernard, notamment par P. Vendryès, puis H. Maturana et F. Varela. Mais elle a tiré grand bénéfice de la cybernétique créée par N. Wiener. Elle s'enrichit des analyses d'A.Koestler sur l'emboîtement des structures, celles de L. Margulis sur la symbiose. Des données conjointes sont venues appuyer cette théorie :
- les progrès de la thermodynamique, notamment de la thermodynamique des systèmes loin de l'équilibre.
- l'introduction par N. Jerne de l'opposition entre mode instructif et mode sélectif d'acquisition de données nouvelles.
- l'étude de la capacité des systèmes multistables en informatique.
- les progrès de la biologie soulignant la réalité de l'ordre spontané, favorisant la théorie des interfaces.

3. Les limites de l'Autonomie biologique. L'autonomie n'exclut pas le déterminisme des lois physico-chimiques, surtout lorsqu'il s'il s'exerce en indépendance des influences extérieures. De même, l'autonomie n'exclut pas l'obéissance obligée à "la nature" de l'organisme. L'autonomie est toujours partielle, relative, et elle est peut-être liée uniquement à un point de vue d'observateur.

4. Les domaines de l'Autonomie. Ils peuvent être classés sous quatre rubriques :
A)L'Autopoièse. C'est la production continue du moi, mais aussi l'existence d'un réseau permanent d'activité interne ayant sa propre finalité.
B)L'homéostasie. C'est la possibilité de réduire l'instabilité au minimum, après une perturbation. La qualité de l'homéostasie est directement reliée à la connaissance, car elle est de bien meilleure qualité si la réponse corrective peut être établie avant que ne survienne une forte instabilité; cela suppose une analyse préalable de la perturbation.
C)L'auto-organisation. C'est en fait uniquement un complément d'organisation par le sujet sur lui-même. Cependant l'auto-organisation renvoie:
- à une potentialité comportementale plus étendue que le catalogue des comportements effectivement disponibles avant que n'intervienne le complément d'organisation.
- à une rencontre d'environnement exigeant pour une adaptation réussie, la mise en place d'une conduite non encore actualisée.
D) La structuration de l'environnement proche. En fait, ce point est difficile à distinguer du précédent du fait du caractère universel de l'emboîtement des structures ; l'organisme global constitue l'environnement de ses éléments.
Quoiqu'il en soit, le complément d'organisation d'un système du fait de ses interactions avec un environnement qu'il modifie, est à l'origine de toutes les émergences, notamment l'émergence de la vie au delà du fonctionnement physico-chimique, l'émergence du fonctionnement mental au delà du fonctionnement neurologique.

5. Autonomie, Emboîtement et Hiérarchie. La constitution emboîtée des systèmes est universelle et cela pourrait poser problème pour définir l'autonomie de l'élément emboîté. En fait:

- un observateur peut décrire des potentialités d'autonomie d'un élément en indépendance de l'environnement particulier dans lequel cet élément se trouve.
- inversement, l'expression actuelle de l'autonomie d'un élément est liée à son environnement, c'est à dire au système global auquel il appartient.
- aussi paradoxal que cela puisse paraître, c'est la limitation dans l'expression de l'autonomie d'un élément du fait de son environnement constant, qui est à l'origine des propriétés du système.

Il en résulte qu'au sein d'un système complexe, il faut définir une finalité particulière pour chaque niveau d'organisation du système.
Il en résulte également que le rapprochement pérennisé entre deux systèmes peut se traduire par l'émergence de propriétés nouvelles qui n'étaient pas inscrites antérieurement dans les systèmes encore indépendants, systèmes qui contenaient néanmoins les conditions potentielles de ces propriétés.

6. Mécanismes de base assurant l'Homéostasie. Pour qu'il y ait retour à la stabilité, il faut que la réponse adaptative corresponde aussi exactement que possible à la perturbation. Dans un système simple, un détecteur spécifique est relié directement à une réponse. Dans un système complexe, une "image" de la perturbation est construite, comparée à un corpus de référence, ce qui conduit à un choix secondaire d'une réponse.

6.1.La régulation homéostatique :

A. la base de l'homéostasie, ily a la régulation. Mais une régulation n'agit que dans un domaine très limité. Il faut donc des régulations multiples, mais elles doivent être obligatoirement couplées entre elles.

6.2.Les démarches d'identification des perturbations externes :

l'identification précise et rapide d'une perturbation est la condition d'une bonne homéostasie, présente seulement dans les organismes complexes.
.La digitalisation de l'information est générale, aboutissant à la formation de configurations propres à l'organisme.
.Un temps d'arrêt entre l'identification et la réponse adaptative est souhaitable, pour permettre une réponse organisée dans l'instant et donc plus spécifique. Il en résulte une distinction entre détection de la perturbation et analyse. C'est donc le "bruit" qui inaugure la démarche d'identification mais un bruit défini comme un insolite ou le "fait surprenant" de Peirce, associant nécessairement un peu d'inconnu dans beaucoup de connu.
.Le système est très actif durant l'identification, par des initiatives d'exploration, mais surtout une réflexion sur le résultat de la réponse adaptative. C'est le mécanisme essentiel de la réaction circulaire.

6.3.La fixation mnésique :

c'est le seul moyen d'accroître les capacités d'identification, faisant passer ce qui était hier l'insolite dans ce qui est aujourd'hui le connu.

6.4.Les processus de décision :

tout au long de l'identification des perturbations, l'organisme est conduit à prendre des décisions, essentiellement des décisions à risques.

7. La dynamique autonome du Progrès et du Développement. Elle n'est envisagée que très superficiellement, devant être reprise par la suite (VII). Le point de départ est une déstabilisation perçue et non immédiatement corrigible. La réaction circulaire joue donc un rôle majeur. Dans un organisme autonome, le "progrès" doit être trouvé dans le potentiel constitutionnel.

---

1. Définition.

Dans le langage courant, l'autonomie traduit la capacité de se déplacer seul, de répondre à ses propres nécessités ou exigences, d'assurer sa subsistance, en un mot de ne pas dépendre d'autrui. Cette définition traduit un glissement de sens par rapport à la signification originelle. Primitivement, l'autonomie était le droit accordé à. certaines cités grecques par l'autorité romaine, de se gérer elles-mêmes et le sens premier de l'autonomie est de n'avoir à obéir qu'à ses propres lois.

La théorie de l'autonomie biologique considère la double signification du terme d'autonomie :
- sur le plan de l'organisation interne, l'autonomie exprime la détermination du fonctionnement d'un organisme biologique par des règles et des décisions qui lui sont propres. Ces règles peuvent évidemment constituer des applications particulières de lois physico-chimiques universelles.
- sur le plan des relations avec l'environnement, l'autonomie traduit la capacité, pour un organisme de survivre et de conserver son identité, même en présence des perturbations aléatoires de l'environnement qui modifient son équilibre. Sur un laps de temps prolongé,

l'organisme peut échapper aux effets déformants de l'environnement. Le progrès est possible mais il provient d'une dynamique interne et non de la "formation" externe par un pédagogue.
- ces deux points de vue se trouvent reliés dans l'affirmation que l'autonomie d'un organisme traduit son degré d'indépendance vis à vis de son environnement.

2. Historique.

Depuis plus de deux cents ans, biologie et psychologie sont encombrées par la crainte de voir réintroduite dans l'explication, la finalité universelle postulée par un rationalisme religieux jusque là. triomphant et ensuite refusée par le siècle des lumières. Il en est résulté un refus exagéré de toute finalité, et le report à l'extérieur de l'organisme des facteurs régulateurs. Cela s'est traduit par l'appel au déterminisme universel qui, par ailleurs, répondait bien à.une réduction physico-chimique des êtres vivants au rang des animaux machines de Descartes. Sous l'influence d'une idéologie contestataire, le déterminisme fut généralisé au comportement humain et l'explication des différences individuelles ramenée à la diversité des influences sociales. Une évolution des idées fut nécessaire pour revenir au minimum de finalité que traduit l'autonomie. G. Edelman () fait justement remarquer que la seule science présentée comme indépendante de "valeurs" est celle qui se fonde sur la perspective galiléenne, une science physique qui, de façon tout à fait délibérée et légitime, a placé l'esprit hors de la nature. "Une épistémologie fondée sur la biologie ne peut pas se permettre un tel luxe".

2.1. L'Autonomie biologique selon Claude Bernard.

Pierre Vendryès (214,215), qui a formalisé le premier l'autonomie biologique, a toujours dit qu'il avait trouvé son inspiration chez Claude Bernard et il considérait ce dernier comme le véritable créateur de l'autonomie physiologique. Cela pourrait paraître paradoxal de la part d'un défenseur intransigeant du déterminisme physiologique, si Claude Bernard ne s'en était pas lui-même expliqué : "Les machines vivantes sont créées et construites de telle façon qu'en se perfectionnant, elles deviennent de plus en plus libres dans le milieu cosmique général. Mais il n'en existe pas moins toujours le déterminisme le plus absolu dans leur milieu interne, qui, par suite de ce même perfectionnement organique, s'est isolé de plus en plus du milieu cosmique extérieur." (017)

Claude Bernard a maintenu la condamnation d'un appel aux causes premières universelles dans l'explication biologique mais il a montré la nécessité d'admettre que les êtres vivants ont une finalité propre. Il exprime ainsi cette distinction entre deux finalités, acceptant l'une et rejetant l'autre : "Le tube digestif de l'herbivore est fait pour digérer
des principes alimentaires qui se rencontrent dans les plantes. Mais les plantes ne sont pas faites pour lui. »
(017). Tout au long de notre étude, nous n'hésiterons pas à parler de finalité, lui accordant le sens de finalité particulière, propre à un organisme ou même à un niveau de fonctionnement dans un organisme.

A la base de l'autonomie biologique selon Claude Bernard se trouve l'opposition entre le milieu extérieur, le milieu intérieur et la substance vivante. Le milieu extérieur est le milieu cosmique dans lequel vit l'organisme. Le milieu intérieur, principalement le sang, est un écran maintenu constant entre le milieu extérieur variable et la substance vivante qui exige un environnement immédiat totalement stable. Il est donc indispensable que le milieu intérieur

soit maintenu fixe : " La fixité du milieu intérieur est la condition de la vie libre, indépendante." (017)

Cette fixité du milieu intérieur résulte de régulations actives contrôlées par l'organisme lui-même qui est donc bien le maître de sa propre autonomie. Claude Bernard décrit, à coté de mécanismes isolants passifs, des mécanismes compensateurs, des mécanismes d'équilibration dans lesquels le système nerveux joue un rôle essentiel.

L'autonomie ainsi définie n'est pas gratuite ou fantaisiste. Elle est relié,e à une nécessité, celle de contrer, de compenser les variations du milieu ambiant : "La vie est le résultat d'une collaboration étroite ou en d'autres termes d'un conflit entre deux facteurs, l'un extérieur, l'autre interne, dont il est illusoire de chercher à fixer l'importance relative puisqu'ils sont également impuissants l'un sans l'autre. ». (017)" L'autonomie doit donc être définie par rapport à l'environnement vis à vis de laquelle elle s'exerce.

Un dernier point fondamental doit être souligné. Claude Bernard a perçu la composition hiérarchisée et emboîtée des organismes vivants : l'organisme, dit-il, "est donc en dernière analyse, un échafaudage d'éléments anatomiques. Chacun de ces éléments a son existence propre, son évolution, son commencement et sa fin ; et la vie totale n'est que la somme de ces vies individuelles associées et harmonisées (017)" Cela pouvait poser quelques problèmes concernant l'autonomie des éléments par rapport à l'organisme entier et Claude Bernard a proposé une réponse : "L'organisme complexe est un agrégat de cellules ou d'organismes élémentaires, dans lesquels les conditions de la vie de chaque élément sont respectées et dans lequel le fonctionnement de chacun est cependant subordonné à l'ensemble. Il y a donc à la fois autonomie des éléments anatomiques et subordination de ces éléments à l'ensemble morphologique ou, en d'autres termes, des vies partielles à la vie totale. (017)" Cette réponse demeure ambiguë en ce qui concerne l'indépendance des éléments. On ne peut que le regretter car l'emboîtement des structures est un fait très général que l'on trouve de la particule subatomique à l'Univers. Nous verrons plus loin comment lever l'ambiguïté laissée par Claude Bernard.

2.2. L'Homéostasie de Walter Bradford Cannon.

W.B. Cannon, l'un des plus grands physiologistes américains, fut conduit par la première guerre mondiale, à s'intéresser aux réponses de l'organisme lors du choc ou d'une hémorragie. Il s'inspira fortement des travaux de Claude Bernard pour analyser les régulations physiologiques. Il redéfinit les relations entre milieu interne et environnement : "Les êtres vivants supérieurs constituent un système ouvert présentant de nombreuses relations avec l'environnement. Les modifications de l'environnement déclenchent des réactions dans le système ou l'affectent directement, aboutissant à des perturbations internes du système. De telles perturbations sont normalement maintenues dans des limites étroites parce que des ajustements automatiques, à l'intérieur du système, entrent en action et que de cette façon, sont évitées des oscillations amples, les conditions internes étant maintenues à peu près constantes. (cité dans E.B.)"

Cannon pensa qu'il y avait là un des phénomènes les plus importants de la vie : "Les réactions physiologiques coordonnées qui maintiennent la plupart des équilibres dynamiques du corps sont si complexes et si particulières aux organismes vivants qu'il est suggéré qu'une désignation particulière soit employée pour ces réactions :celle d'homéostasie. (cité dans E.B.)"

2.3 L'Autonomie biologique selon Pierre Vendryès.

Le travail effectué par P. Vendryès de 1937 jusqu'à sa mort en1991, précisant la notion d'autonomie, est tout aussi important. Claude Bernard avait décrit l'autonomie physiologique. P. Vendryès fit de l'autonomie un principe universel, recouvrant l'étude de tous les comportements et ouvrant à la théorie générale des systèmes autonomes(214,215). On peut être critique, et nous le sommes, sur les explications de P. Vendryès concernant l'autonomie des mouvements et l'autonomie des idées. L'important est qu'ait été souligné, le caractère très général des mécanismes décrits pour expliquer les équilibres physiologiques. Dans tous les cas, l'essentiel est pour un organisme de disposer de plusieurs réponses possibles en face d'une perturbation aléatoire et de mettre alors en place celle qui lui paraît la plus appropriée. Ainsi, P. Vendryès ramène le libre arbitre à une fonction biologique.

2.4. La Rétroaction selon Norbert Wiener et Pierre de Latil.

De tous temps, certaines machines ont comporté des régulateurs mais l'empirisme présidait à leur réalisation. En 1943, A. Rosenblueth, N. Wiener et J. Bigelow publiaient une étude (178)reliant l'intention à la régulation par rétroaction. Cette étude peut être considérée comme une seconde naissance de la théorie de l'autonomie où l'intention correspondrait à la finalité interne de Claude Bernard. Le support en était cependant beaucoup plus physique et mathématique que biologique. Mais surtout, les esprits étaient mieux préparés en 1943 qu'en 1879 et la diffusion des idées fut immédiate. Ces idées sont principalement rattachées aux études ultérieures de N. Wiener qui fit, sous le nom de cybernétique, une théorie générale de la régulation. Le principe en est la rétroaction négative: un signal caractérisant l'action en sortie d'un système est réintroduit à l'entrée avec un signe inverse. Toute baisse d'efficience, créée par une perturbation d'origine interne ou externe, réintroduit un signal facilitateur qui redresse l'efficacité du système. Inversement, toute accélération dans l'action du système crée un effet de frein et en définitive, la stabilité homéostatique est spontanément assurée.

Immédiatement, les théoriciens s'aperçurent que ce mécanisme traduisait une entorse apparente au principe physique de l'irréversibilité et conférait à tout système le moyen d'échapper au déterminisme entropique. Le modèle était cependant incomplet et P. de Latil (communication personnelle) le constata lui-même, quelques trente ans après avoir vulgarisé en France la cybernétique. La rétroaction négative est triviale, universelle et ne suffit pas à expliquer la finalité ou l'intentionnalité que N. Wiener attribue aux systèmes à rétroaction négative. Un Univers avec rétroaction positive et sans rétroaction négative exploserait immédiatement. Un Univers dénué de toute rétroaction serait totalement stable ou totalement anarchique et indescriptible. A la base véritable des mécanismes de régulation et d'autonomie, il faut des circuits de rétroaction dont la boucle de retour est ouverte à une influence modulatrice complémentaire. De cette façon, non seulement le système est stabilisé, mais il est stabilisé à un niveau variable selon l'influence modulatrice. Le contrôle de cette influence détermine donc une régulation de rang supérieur.

Comme nous le verrons plus loin, l'ouverture des boucles de rétroaction aux influences négatives ou positives extérieures revient à un couplage entre plusieurs opérateurs à boucle de rétroaction. Le point fondamental introduit par l'ouverture de la rétroaction est que l'influence modulatrice de rang supérieur peut être de nature différente de celle de l'action type du système. La rétroaction devient ainsi sensible à un couplage avec d'autres boucles rétroactives, l'ensemble pouvant atteindre des dimensions quasi illimitées. Le résultat est un

système auto-régulé, où chaque boucle rétroactive peut intégrer les effets des autres boucles et agir au mieux, non seulement vis à vis d'elle même mais aussi vis à vis de l'ensemble du système.
La multiplicité des boucles et leur interdépendance permet une correction optimale des effets de perturbations de nature très différentes et complexes. Les perturbations internes secondaires aux modifications de réponse de l'une ou l'autre des régulations élémentaires sont également absorbées. Il en résulte le maintien en permanence d'un état inté ,rieur optimal. On arrive donc à la remarque de Pierre de Latil, faite avec trente ans de retard: la base de l'organisation interne d'un système n'est pas la simple rétroaction négative mais une boucle de rétroaction ouverte à des effets négatifs ou positifs provenant habituellement d'une autre boucle de rétroaction.

2.5. Le Holon d'Arthur Koestler et la Symbiose de Lynn Margulis.

Probablement sensibilisé par l'étude des rapports entre l'individu et le groupe social à laquelle il avait consacré des œuvres antérieures, A. Koestler s'est posé, vers 1960, le problème de la hiérarchie et de l'emboîtement des structures (107). En 1932, bien après les déclarations de Claude Bernard, Needham, cité par Koestler, insistait sur le fait que cette notion était aussi fondamentale que négligée. A. Koestler la généralisa et du même coup la relativisa : toute structure quelle qu'elle soit, est formée d'un ensemble de structures de rang inférieur et participe à l'architecture d'une structure de rang supérieur. De ce fait, aucun niveau d'emboîtement ne doit être privilégié *a priori*, contrairement à ce que Claude Bernard indiquait au travers de la notion de vie partielle et de vie totale.

Pour A. Koestler, chaque structure est un holon à double face de Janus :
- une face tournée vers l'intérieur avec une finalité et donc une autonomie propres.
-une face tournée vers l'extérieur avec un comportement externe qui s'intègre dans la finalité de la structure de rang supérieur constituant un environnement proche.
Ainsi, et le fait est fondamental, l'autonomie d'une structure doit être affirmée alors même que cette structure est emboîtée dans une structure de rang supérieur qui a sa propre finalité. Cela peut évidemment entraîner une situation conflictuelle mais cela n'est nullement obligatoire.

A chaque niveau d'organisation, le processus est ouvert. La dynamique "bisociative" (107) traduit le rapprochement de deux structures antérieurement indépendantes. Cette dynamique est véritablement créatrice de nouveauté, lorsque le rapprochement initialement fortuit, est pérennisé du fait même de ses propriétés. La bisociation ainsi définie est même capable de faire "émerger" un nouveau niveau d'organisation; A. Koestler a pu montrer combien de découvertes ou d'inventions traduisaient un mécanisme bisociatif au niveau de deux ou plusieurs idées.

C'est là que les analyses d'A. Koestler rejoignent celles de L Margulis sur la symbiose (125). Sous ce nom, est décrite l'association pérennisée de deux organismes autonomes antérieurement indépendants, qui se sont rencontrés et ont constitué une entité nouvelle beaucoup plus performante. Les deux exemples les plus probants sont ceux des organelles cellulaires et du lichen.

- presque tous les organismes biologiques complexes possèdent des organelles intracellulaires, les mitochondries, qui confèrent la possibilité hautement profitable, d'une dégradation des sources d'énergie en présence d'oxygène. Le rendement énergétique est à peu près dix fois supérieur à celui d'une dégradation sans oxygène. Or la mitochondrie est un

organisme autonome qui présente ses propres capacités de duplication. Il est admis généralement que la mitochondrie est une ancienne bactérie entrée en symbiose* avec un organisme monocellulaire procaryote plus complexe, mais ne disposant pas de la capacité d'utiliser l'oxygène. Les conséquences de cette symbiose ont été hautement profitables aux deux organismes. La mitochondrie a acquis un espoir de survie beaucoup plus élevé à l'intérieur d'une cellule. Inversement, jamais les cellules eucaryotes n'auraient pu donner naissances aux organismes multicellulaires complexes sans le bénéfice apporté par les mitochondries. Le même raisonnement peut être tenu pour d'autres organelles ou composants intracellulaires comme les chloroplastes qui assurent l'assimilation chlorophyllienne, les centrioles ou les fuseaux qui permettent les mitoses évoluées et méioses de la cellule eucaryote.

- le second exemple est celui du lichen associant des algues et des champignons qui conservent leur autonomie et assurent leur propre duplication. Les algues apportent le bénéfice de l'assimilation chlorophyllienne, les champignons celui de l'assimilation des sels minéraux du sol. Le lichen peut ainsi survivre et proliférer dans les sols les plus ingrats.

Le rapprochement légitime entre la bisociation d'A. Koestler et la symbiose* valorisée par L. Margulis souligne l'importance essentielle d'un mécanisme de réunion de deux ou plusieurs systèmes indépendants en un système unique, à l'origine de toutes les véritables nouveautés.

2.6. L'Autonomie biologique selon Humberto Maturana et FrancescoVarela

Depuis 1972, H. Maturana et F. Varela ont publié de nombreux travaux sur l'autonomie (212), sans aucune référence, il faut l'avouer, à Claude Bernard ou à P. Vendryès. Deux notions sont au centre de leurs analyses :

2.6.1. **L'Autopoièse**

Ce néologisme est formé à partir du grec et se traduit étymologiquement par "production de soi". "Un système autopoiétique est organisé comme un réseau de processus de production de composants qui:
a) régénèrent continuellement par leurs transformations et leurs interactions le réseau qui les a produit.
b) constituent le système en tant qu'unité concrète dans l'espace où il existe, en spécifiant le domaine topologique où il se réalise comme réseau." (212)

Un organisme autopoiétique engendre donc en permanence sa propre organisation, renouvelant ceux de ses composants qui s'altèrent par l'usage et le vieillissement. L'organisme est évidemment autonome mais de plus, il constitue une unité, ayant une frontière spécifiée par le processus d'auto-production. Il possède une individualité car il maintient son organisation indépendamment du milieu.

F. Varela affirme que l'organisme autopoiétique ne comporte ni entrées, ni sorties. Ce point de vue a été très contesté avec raison, mais il traduit pour F. Varela une approche particulière, centrée sur l'organisation interne. En ce sens effectivement, entrées ou sorties peuvent être remplacées par des signaux équivalents, à la face interne des frontières (V-A). Cependant l'organisme autopoiétique est simultanément un composant allopoiétique*

(production d'autre chose que le soi) d'un ensemble plus large et à ce titre, comporte des entrées et des sorties.

2.6.2. **La Clôture organisationnelle** (1979) **ou opérationnelle**(1989).

Un système est clos sur le plan de l'organisation ou des opérations si son organisation est caractérisée par des processus :
- dépendant récursivement les uns des autres pour la généralisation et la réalisation des processus eux-mêmes
- constituant le système comme une unité reconnaissable dans l'espace où les processus existent (212).

La clôture est donc l'affirmation de l'absence d'entrées ou de sorties dans l'explication du fonctionnement interne. F. Varela prend la précaution d'ajouter qu'une observation au plus près peut contredire la clôture mais alors l'organisme n'était pas décrit dans le seul espace où s'effectuent les processus d'organisation.

Nous reprendrons de façon légèrement différente les notions d'autopoièse et de clôture, mais il n'empêche que leur précision par H. Maturana et F. Varela constitue un événement fondamental dans la théorie de l'autonomie biologique.

2.7. Les mécanismes complémentaires de l'Autonomie biologique.

Indépendamment d'approches directes de l'autonomie, un certain nombre de données ont été précisées récemment, dont l'importance est essentielle pour le développement de la théorie.

2.7.1. **L'évolution récente de la Thermodynamique**.

L'organisme vivant est manifestement ordonné. L'autopoièse et la naissance d'un nouvel organisme vivant traduisent donc une création d'ordre ininterrompue. Cette création a paru longtemps très difficile à expliquer sur le plan thermodynamique. A la suite des analyse de Clausius et de Boltzmann, dans la seconde moitié du XIXème siècle, il semblait qu'un système laissé à lui-même ne pouvait évoluer que de l'ordre vers le désordre. Dans de telles conditions, l'ordre biologique ne saurait alors que relever de l'activité d'un architecte constructeur utilisant un plan détaillé de construction. L'autonomie serait alors perdue.

En fait, la thermodynamique traditionnelle considérait un système clos, ce que n'est manifestement pas l'organisme vivant. Vers les années 1930, à la suite des travaux de L. Onsager, il a pu être montré qu'un système ouvert peut présenter un état stable à distance de l'équilibre, état au cours duquel les flux d'échanges entre l'intérieur du système et l'environnement demeurent constants et les flux d'entrée équilibrent exactement les flux de sortie. Les conditions d'environnement déterminant la nature de cet état stable, un même système peut présenter différents états stables réversibles. Ainsi apparaît la possibilité, pour un système d'être en état stationnaire* avec différents types d'environnement. On peut concevoir un état stationnaire particulier réalisant une stabilité des échanges avec les différentes conditions d'environnement rencontrées. Ces données sont évidemment essentielles pour comprendre la stabilité du milieu interne, telle que Claude Bernard l'a étudiée.

Il est possible de réaliser concrètement des états stationnaires de non équilibre. Ce serait le cas (005) pour un système formé par un compartiment rempli d'une solution aqueuse et séparé par deux membranes semi-perméables de deux grands réservoirs, l'un contenant de l'eau pure, l'autre la même solution aqueuse avec une concentration beaucoup plus forte. La substance dissoute diffuse très régulièrement au travers des membranes, venant du réservoir à forte concentration vers le réservoir d'eau pure, au travers du système. La concentration dans le système est stationnaire et pourtant déséquilibrée par rapport à l'un ou l'autre des réservoirs de l'environnement.

Cependant, une telle situation idéale ne peut se rencontrer dans le milieu extrêmement hétérogène du vivant. Inversement, les conséquences thermodynamiques sont identiques pour des situations proches de celles d'un état stationnaire idéal. Ce peut être le cas de cycles fermés réversibles marqués par des fluctuations brèves et de faible amplitude. C'est également le cas des états métastables que nous examinons plus loin. Contrairement à l'état stationnaire idéal, ces dernières situations sont couramment rencontrées dans la dynamique du vivant.

Il est possible d'aller plus loin. Les analyses de L. Onsager portent sur des systèmes proches de l'équilibre thermodynamique lorsqu'il existe une relation linéaire entre la vitesse des réactions chimiques et l'intensité des forces qui provoquent ces réactions. Plus loin de l'équilibre, cette relation linéaire n'est pas maintenue et l'évolution des systèmes devient imprévisible. Elle peut alors se faire dans certains cas vers une instabilité croissante. I. Prigogine(073) a montré que dans de telles conditions, l'évolution pouvait parfois avoir lieu vers une création d'ordre. Au cours des oscillations désordonnées qui marquent l'instabilité, il peut se produire très localement un état organisé, même si cet état est au départ thermodynamiquement peu probable ; du fait de la situation d'instabilité, cet état local se propage à l'ensemble du système. La structure d'ordre a été dénommée par I. Prigogine une structure dissipative car elle est maintenue en place du fait de sa capacité à "dissiper" les facteurs d'instabilité.

Les exemples démontrés de structures dissipatives* sont peu nombreux en biologie mais il est par ailleurs évident que les conditions physico-chimiques de la cellule vivante sont particulièrement favorables à une thermodynamique non linéaire. Pa railleurs, comme nous le rapportons un peu plus loin, il existe indiscutablement des exemples d'apparitions de structures d'ordre en biologie, quoique sans lien affirmé avec le mécanisme de la structure dissipative. Dans tous les cas, comme nous avons pu le faire remarquer à I. Prigogine, les conditions initiales sont essentielles et l'ordre n'apparaît régulièrement et de façon prévisible, qu'au sein d'un système déjà partiellement ordonné. Ce qui est mis en évidence est donc un complément d'ordre dans un système ordonné. Même discret, ce complément est essentiel car il peut permettre l'apparition d'une capacité accrue pour constituer un nouveau complément d'ordre et cela selon une suite théoriquement infinie. Si l'architecte et le plan de construction initiaux demeurent fondamentaux, ils peuvent être très limités et correspondre à ce qu'on peut observer dans une bactérie ou un œuf. Cela est néanmoins suffisant pour expliquer les extraordinaires compléments d'ordre qui apparaissent durant les développement phylogénétiques ou ontogénétiques.

2.7.2. **Les modes "instructifs" et "sélectifs" de formation des connaissances apprises.**

A la fin du siècle dernier, Pasteur découvrit l'immunité. Il mit en évidence que la lutte contre les germes ou les toxines, dits antigènes, nécessitaient l'action d'une catégorie très

particulière de protéines, dites anticorps. Ces anticorps étaient hautement spécifiques d'un antigène donné, et dans la plupart des cas, étaient créés secondairement, après contact de l'organisme avec l'antigène. Manifestement, l'anticorps traduit alors une connaissance apprise. Durant près d'un siècle, le développement appliqué de l'immunologie fut considérable, avec la découverte des sérums thérapeutiques et des vaccins. En revanche, l'étude théorique fut des plus limitées jusqu'à ce que Niels Jerne la reprenne aux alentours de 1960, à partir des conclusions de F.M. Burnet.

Niels Jerne (098) souligna qu'une connaissance apprise traduit une information qui doit trouver son origine, soit dans l'environnement, soit dans l'organisme lui-même :

- le premier cas correspond au mode "instructif" de formation des connaissances. Des instructions sont formulées par un "pédagogue" extérieur et assimilées telles quelles par l'organisme.

- le second cas correspond au mode "sélectif" de formation des connaissances. L'organisme dispose de par sa constitution, d'un catalogue de configurations et sélectionne celle qui convient.

N. Jerne démontra qu'il existe de très nombreux arguments qui vont contre le mode instructif, au moins au niveau de l'immunité. Inversement, il est bien évident que l'existence d'un catalogue inné de configurations capables de répondre à un très grand nombre d'antigènes distincts, y compris des antigènes non encore existants à.ce jour, pourraît être difficile à admettre. En fait, N. Jerne montra un peu plus tard qu'un tel catalogue n'était pas indispensable. Il suffisait que les éléments de réponse, en petit nombre, soient innés pour construire à.partir d'eux, un nombre considérable de configurations différentes. Ce point de vue s'est révélé exact et on sait aujourd'hui que quelques centaines de gènes permettent par combinaisons variées, l'élaboration de plusieurs milliards d'antigènes différents.

Les analyses de N. Jerne peuvent être généralisées et sont évidemment essentielles sur le plan de l'autonomie et de l'épistémologie. Il est manifeste que le mode instructif de formation des connaissances apprises va à l'encontre de l'autonomie. Le mode sélectif lui correspond beaucoup mieux et traduit dans les faits les conceptions de Jean Piaget qui voit dans toute connaissance apprise, un modèle d'une rencontre avec des événements extérieurs, revécu intérieurement, et modulant des connaissances antérieures. Plus encore, le fait que toute réponse à une perturbation venue de l'environnement soit une "façon d'exister" du système, qui pouvait être décrite antérieurement, est probablement le point central de la théorie de l'autonomie.

2.7.3. **Les capacités des systèmes multistables.**

La réalisation des ordinateurs modernes a permis d'effectuer de grands progrès pour comprendre les exigences concrètes du calcul et du raisonnement. Tous les ordinateurs actuels reposent sur le fonctionnement d'unités électroniques à bascule. Ces unités, souvent appelées flip-flops, présentent deux états d'équilibre relativement stables. En fonctionnement normal, le bruit de fond, les fluctuations intempestives sont incapables de faire passer l'unité d'un état dans l'autre, ce qui traduit bien une stabilité. En revanche, un signal défini, même de faible intensité, peut faire basculer le système d'un état stable dans l'autre, cela de façon totalement réversible. Par convention, l'un des états est qualifié de "zéro" et l'autre de "un". Les unités de bascule sont associées en batteries parallèles et en séries d'étages interconnectés, si bien que la

bascule d'une unité peut constituer le signal faisant basculer l'unité de l'étage suivant. Dans la littérature, ces états stables réversibles sont souvent qualifiés d'états métastables par extension d'un concept utilisé primitivement pour définir certains des états réversibles et de stabilité relative, décrits dans un atome.

Les changements d'états métastables se traduisent aisément en calcul numérique. On peut représenter n'importe quel nombre par une succession des chiffres 0 et 1, donc par une batterie d'unités à bascule, en série ou en parallèle. Les opérations élémentaires d'addition ou de soustraction sur les chiffres 0 et 1 sont facilement obtenues par une dynamique de transformation d'états métastables ; les opérations les plus complexes peuvent être réalisées par une combinaison d'additions et de soustractions. Encore plus importante pour une comparaison avec le fonctionnement mental est la possibilité d'attribuer arbitrairement une valeur symbolique ou conceptuelle quelconque à une configuration reliant les états métastables d'un nombre indéfini d'unités de bascule. Il est de même facile de réaliser par changement d'états métastables, les opérations logiques comme "et", "ou", "non", ... et par là, de conduire un raisonnement.

La biologie révèle l'existence de systèmes à bascule. Le plus fondamental correspond à la régulation allostérique. Les enzymes ou catalyseurs impliqués dans cette régulation possèdent un site régulateur indépendant du site d'activité. La présence ou l'absence de l'agent de régulation sur ce site se traduit par deux configurations spatiales distinctes avec pour chacune, une activité enzymatique quantitativement très différente. Cette différence est à la base de la régulation enzymatique dans le métabolisme cellulaire et recouvre donc toutes les activités chimiques de l'organisme vivant.

Paradoxalement, il n'est pas observé de systèmes bistables évidents au niveau du système nerveux qui réalise pourtant toutes les activités opératoires. Il existe néanmoins des états discrets, ce qui est sensiblement équivalent. Le neurone présente un état de repos et un état excité, bien que l'état excité soit instable et de courte durée. L'information neuronale est traduite par la variation de fréquence des excitations. Il est cependant très probable que la bistabilité ou la multistabilité s'observent dans le système nerveux central, à des échelles supérieures à celles du neurone. G. Edelman(054) fait remarquer qu'un neurone défini est soit excitateur, soit inhibiteur mais pas les deux à la fois. Un groupe de neurones en revanche peut associer des neurones excitateurs et inhibiteurs, permettant de conserver un état stationnaire alternativement excitateur ou inhibiteur.

Quel qu'en soit le mécanisme, la pluralité des états discrets réversibles au niveau des éléments se traduit par une pluralité beaucoup plus grande des états discrets réversibles au niveau de l'organisme entier. La variété qui en résulte, permet, sans modifications structurales, la génération d'opérations. Elle peut expliquer également une multiplication considérable des états stables possibles d'un organisme, permettant une adaptation homéostatique avec une multiplicité d'environnements différents.

2.7.4. **La programmation de l'Antichaos.**

L'aboutissant ultime des travaux sur les états multistables des ordinateurs apparaît en ce qui nous concerne dans les études de Stuart Kauffman (104,105). Cet auteur a observé l'évolution spontanée de réseaux booléens aléatoires autonomes complexes sur ordinateur. Ces réseaux sont constitués de N éléments ne dépendant d'aucune influence extérieure au système. A chacun de ces éléments est attribuée une valeur initiale et une fonction booléenne.

Par ailleurs chacun des N éléments est relié à K éléments. A chaque impulsion d'horloge, chaque élément N échange une information avec les K éléments auxquels il est relié. Un tel système évolue spontanément vers des structures locales stables, traduisant l'apparition spontanée d'ordre. Cette approche informatique favorise donc l'hypothèse du gain d'ordre spontané évoqué sur le plan thermodynamique comme sur le plan biologique.

2.7.5. **Les découvertes récentes en Biologie**.

Elles intéressent la théorie de l'autonomie en de très nombreux points mais trois d'entre eux nous paraissent particulièrement importants:

2.6.5.1.**L'ordre spontané**.Il apparaît de façon indiscutable à plusieurs niveaux. Ainsi, la matière noble de la substance vivante, la protéine, est formée par des chaînes reliant de façon strictement définie, des acides aminés appartenant à l'un des vingt types connus. La spécificité de la matière vivante de tous les organismes connus, s'explique par la spécificité des chaînes d'acides aminés. La formation d'une chaîne protidique particulière est un phénomène d'ordre tellement improbable qu'il ne peut apparaître spontanément en l'absence d'éléments facilitateurs ; il se réalise en revanche spontanément sous l'action de mécanismes préexistant décodant des instructions préexistantes et en présence d'enzymes. La chaîne protidique une fois formée, prend spontanément la forme tridimensionnelle qui lui permet son activité. Les différentes protéines s'auto-assemblent spontanément pour former des complexes fonctionnels. Au mieux, si les différentes structures protidiques d'un virus sont formées séparément en éprouvettes puis mises en présence, le virus entier se reconstitue spontanément. Ces exemples indiscutables rendent beaucoup plus faciles d'envisager ce qu'on a pu appeler une auto-organisation biologique et qui est en fait un complément spontané d'organisation.

2.6.5.2.**La nature complexe de l'interface membranaire**.Les descriptions les plus récentes de la membrane suggèrent, nous y reviendrons (V-A), la possibilité de concilier deux exigences contradictoires de l'autonomie :

a) la protection contre des effets rapidement destructeurs venus de l'environnement, impose une fermeture du système considéré.
b) la circulation de l'information et des produits nécessaires au métabolisme de la cellule, exige l'ouverture de ce système.

La membrane répond simultanément à cette double exigence en assurant une « ouverture contrôlée »

2.6.5.3.**La détection de l'origine des sensations**.Il vient d'être démontré que le cervelet détecte automatiquement si une sensation cutanée provient d'une action concertée du sujet lui-même, ou d'un effet d'environnement. Il y a là un mécanisme essentiel pour permettre à l'organisme de distinguer un moi et un non-moi dans le comportement et la représentation.

En définitive, la théorie de l'autonomie biologique peut apparaître aujourd'hui solidement argumentée et bien insérée dans de multiples approches scientifiques.

3. Les limites de l'Autonomie biologique.

Définir l'autonomie biologique consiste également à en préciser les limites. Cela est d'autant plus nécessaire que l'autonomie est volontiers perçue comme l'antithèse du déterminisme et qu'accepter l'idée de l'autonomie de l'individu humain paraît refuser notamment tout effet de

déterminisme social. Les limites de l'autonomie doivent être envisagées sur les différents plans que recouvre le concept.

3.1. Autonomie et Déterminisme.

Sans une part majeure de déterminisme, la science physique ne pourrait exister ; il n'y aurait ni prédictibilité, ni répétabilité dans l'observation et l'expérimentation. Il est évident par ailleurs que ce déterminisme physique influence fortement le fonctionnement de tout système quel qu'il soit, vivant ou non. En revanche, il n'y a aucune contradiction obligatoire entre l'autonomie et une part très importante de déterminisme dans le déroulement des aspects physiques des événements. Le système autonome est défini par son indépendance vis à vis des influences qui lui sont extérieures, non par un contrôle supra-physique de son fonctionnement interne. Comme nous le rappelons plus haut, Claude Bernard a bien insisté sur ce point.

La situation de l'autonomie serait toute autre vis à vis d'un déterminisme total, dans l'optique de Laplace. Nous pensons avec K.Popper (168) qu'un tel déterminisme est non seulement indémontrable mais également inconcevable. Le déterminisme laplacien est indémontrable parce qu'il supposerait un observateur laplacien englobant la totalité du monde et ce, depuis son origine ; un tel observateur est inconcevable. Pour l'observateur non laplacien et local que nous sommes, l'existence d'événements aléatoires est obligée, ce qui valide du même coup la réalité contre-aléatoire de l'autonomie. Mais le déterminisme laplacien est également inconcevable au travers des hypothèses raisonnables qui peuvent être formulées, concernant l'hétérogénéité et l'origine de l'Univers :

- un Univers hétérogène suppose normalement une indépendance présente entre les parties, donc des rencontres imprévisibles et aléatoires, correspondant au hasard d'Aristote, Cournot ou Stuart Mill. Un premier moyen de défendre malgré tout la thèse déterministe serait alors d'envisager une dépendance complète et permanente entre les parties hétérogènes de l'Univers, ce qui conduirait à revoir toute la physique précisant une limite à la vitesse de transmission des informations. Un second moyen serait d'introduire le temps en faisant des hétérogénéités, le résultat d'une histoire antérieure ; même dans cette optique, le déterminisme total ne peut se concevoir.
- si en effet, nous envisageons une origine repérable de l'Univers comme le Big Bang, reste à expliquer l'hétérogénéité dans cet Univers. Ou bien l'hétérogénéité apparaît secondairement et cela traduit l'introduction de données indéterminées au sein de l'expansion déterministe. Ou bien l'hétérogénéité est première, donc inexpliquée par des événements antérieurs, donc indéterminée.
- si nous envisageons qu'il n'y a pas d'origine repérable à l'Univers, nous sommes obligés d'admettre une hétérogénéité tout aussi inexplicable puisqu'il nous est impossible de la rattacher à une histoire.

Inversement, tout point d'indétermination, initial ou ultérieur, a des influences nécessairement cumulatives et un monde « presque » totalement déterminé, évolue très rapidement vers de fortes hétérogénéités, source d'événements aléatoires. Les conditions de l'autonomie se trouvent alors retrouvées, ce qui n'exclut donc nullement une part très importante de déterminisme dans la succession des événements.

En revanche, il nous faut reconnaître que la conjonction faite par Claude Bernard entre l'application interne de lois physico-chimiques déterministes et l'autonomie fonctionnelle s'applique aisément à l'autonomie métabolique et beaucoup plus difficilement à l'autonomie comportementale.

P. Vendryès est ainsi quelque peu ambigu dans sa description de l'autonomie. D'un coté, il affirme que l'autonomie se construit vis à vis de l'environnement rencontré. Il parle de réponses contre-aléatoires vis à vis des variations aléatoires de l'environnement ; en ce sens, les réponses sont en correspondance avec ces variations. Mais ailleurs, P. Vendryès paraît postuler une indépendance complète du comportement d'un organisme autonome par rapport aux conditions de l'environnement : "L'homme, en acquérant son autonomie par rapport au milieu extérieur, acquiert la possibilité d'entrer avec lui en relations aléatoires." Ce dernier point de vue est ambigu car il pourrait conduire à supposer qu'en toutes circonstances, un organisme autonome puisse choisir avec la même probabilité, un comportement qu'il sait nocif en l'occurrence, et un comportement qu'il pense plus favorable ; cela est évidemment absurde et supprimerait tout intérêt à l'autonomie.

Inversement, si l'organisme "choisit" obligatoirement la meilleure réponse possible en face d'une perturbation, d'aucuns pourraient dire tout aussi bien que l'état de cet organisme est "déterminé par les particularités présentes de l'environnement. A notre avis, les deux façons de voir sont "complémentaires" au sens de la mécanique quantique, et doivent toutes deux être conservées.

En pratique, l'autonomie est une notion abstraite qui ne peut avoir d'existence propre. Elle définit un processus dans une relation avec un environnement et ne peut être définie qu'en situation. De ce fait, l'autonomie n'est toujours que relative et entachée de déterminisme. L'autonomie n'est l'opposé que d'un déterminisme « externe » où l'environnement modifierait gravement et de façon durable l'équilibre interne, transformerait les structures du système selon ses propres règles.

La confrontation du déterminisme interne et de l'autonomie comportementale est donc délicate. Intervient spontanément dans cette confrontation, une vision de la liberté humaine, et notamment d'une liberté "indifférente au contenu" ; cette liberté devient le prototype même de l'autonomie. En fait, la liberté humaine est un cas particulier. La réflexion mentale, surtout lorsqu'elle est enrichie par la logique, permet au sujet humain de construire un modèle interne de son vécu. Ce sujet est alors simultanément le créateur et l'un des acteurs de ce modèle dont il détermine lui-même les règles internes de fonctionnement. Toute fantaisie devient alors possible, notamment la décision d'un acte gratuit, non déterminé, et sans finalité, puisque le sujet a édifié lui-même les règles de jeu. L'autonomie devient simultanément une détermination des règles internes et le suivi de ces seules règles internes ; l'autonomie semble devenir la possibilité d'un choix sans restriction. Cette situation, possible dans un cas particulier, ne saurait être généralisée. Beaucoup plus habituellement, l'autonomie demeure une obéissance, même si l'obéissance est relative aux seules règles internes de l'organisme, car la définition des règles elles-mêmes échappe au contrôle de cet organisme. Cette restriction dans l'exercice de l'autonomie est essentielle pour en comprendre la signification profonde et l'intérêt.

3.1.1. **Autonomie et lois physiques**.

Ce qui marque l'autonomie n'est pas une sorte de transcendance, ni un ensemble de lois totalement originales, mais simplement un fonctionnement interne qui est au moins partiellement, à l'abri de fluctuations importantes en cas de modifications des conditions environnantes. En pratique, rien n'exclut, bien au contraire, que les mécanismes internes de l'organisme traduisent l'application particulière de lois physiques générales ou l'application obligatoire de lois propres. En ce sens, l'atome qui retrouve un état d'équilibre antérieur après un choc violent, selon les seules règles du maximum d'entropie peut être néanmoins considéré comme ayant un certain degré d'autonomie. Il en est de même du développement embryologique d'un organisme qui se fait uniquement par application de lois internes, obéit

donc au principe d'autonomie, et aboutit néanmoins à la formation prévisible d'un individu parce que les lois internes qui régissent l'organisme ont une signification universelle.

3.1.2 **Autonomie et Finalité**.

G. Edelman remarque avec raison (059) que la science d'aujourd'hui ne peut être indépendante de valeurs et de finalités. "La seule science qui pourrait se présenter comme indépendante des valeurs est celle qui se fonde exclusivement sur la perspective galiléenne, une science physique qui, de façon tout à fait délibérée et légitime, a placé l'esprit hors de la nature et la contemplant. Une épistémologie fondée sur la biologie ne peut pas se permettre un tel luxe." Il y a là un encouragement manifeste à envisager délibérément les finalités, et même à aller plus avant que Kant qui limitait le jugement téléologique à une appréciation réfléchissante et non déterminante (102). En replaçant le sujet comme objet d'étude biologique, l'exclusion d'une finalité déterminante n'apparaît plus possible. Encore faut-il bien préciser le contexte de la finalité, toujours comme le dit Kant, à la limite du théologique et du scientifique.

L'autonomie ne signifie ni fantaisie, ni liberté gratuite mais obéissance aux seules lois internes de l'organisme. Le déroulement de l'autopoièse selon les règles constitutionnelles, l'application systématique de l'homéostasie sont obligatoires au sein d'un système autonome. Un tel système n'échappe donc pas à sa propre finalité, et l'autonomie traduit pour lui, une indépendance vis à vis de l'environnement, non une indépendance vis à vis de sa nature propre. Un œuf de poule construit lui-même le poussin qu'il devient en dépit d'avatars multiples, mais il est incapable de générer un caneton qui n'est pas dans sa nature. L'autonomie de l'œuf s'exprime dans sa capacité à corriger les aléas qui pourraient modifier ses capacités constructives ; la finalité de son développement n'en reste pas moins prédéterminée, fixée par la constitution initiale.

L'être humain et lui seul, peut commettre un acte gratuit. Encore, cet acte doit-il être isolé. Une orientation systématique du comportement vers une succession d'actes gratuits, ou un acte gratuit très lourd de conséquences, négligeant les exigences d'une adaptation à l'environnement, traduirait un trouble mental, reflétant probablement un doute intérieur sur une capacité d'agir librement. Raskolnikov qui veut se démontrer qu'il peut commettre un acte gratuit, et va jusqu'au bout de cette volonté, est un malade mental. Même chez l'homme, la véritable liberté n'est pas gratuite, elle n'est pas "indifférente de contenu". Notre meilleure liberté, dit Auguste Comte, consiste à faire prévaloir nos bons penchants sur les mauvais. L'autonomie est la capacité de réaliser sa nature dans ses actes, non de faire n'importe quoi.

3.1.3. **Autonomie et Prédiction.**

Si donc l'organisme et l'environnement sont connus de l'observateur, une prédiction du comportement est possible au nom de l'autonomie. La prédiction est médiocre pour l'analyse détaillée de la succession des conduites élémentaires car il y a de nombreuses voies au sein d'un organisme autonome pour parvenir à une même fin ; la prédiction à long terme est meilleure puisque l'organisme s'oriente régulièrement vers l'obtention d'une meilleure autonomie. La prédiction est médiocre pour l'observateur qui ignore les régularités de l'environnement dans lequel se trouve l'organisme étudié ; la prédiction peut être excellente si l'organisme se trouve dans un environnement régulier connu de l'observateur.

3.2. <u>Autonomie et développement de l'Autonomie</u>.

Aucun système ne peut être responsable de sa propre naissance. Il doit même posséder dès sa naissance des mécanismes d'homéostasie qui permettent sa survie. Il doit donc naître

d'emblée complexe, par duplication d'un organisme préexistant ou par la réalisation d'un "projet" conçu par un système créateur.

Mais en indiquant qu'un organisme autonome "conquiert" son autonomie vis à vis de son environnement, P. Vendryès souligne bien que l'autonomie se développe. Or il existe des conditions de développement de l'autonomie qui se situent dans l'environnement. Leprogrès comportemental se fait au mieux lorsque l'organisme rencontre une situation d'environnement suffisamment perturbatrice pour provoquer la construction nouvelle d'une réponse adaptée, mais incapable de créer des lésions irréversibles avant toute réponse. L'autonomie ne se développe pas en l'absence de l'occasion de progrès ou en cas d'impossibilité de réponse homéostatique rapide. Par ailleurs, développement ou progrès assimilent les particularités de l'environnement rencontré, et d'aucuns pourraient dire que développement et progrès sont conditionnés par les particularités du milieu. En ce sens, l'autonomie d'un organisme dépend fortement de ses rencontres avec l'environnement, donc des régularités de cet environnement.

Cette dépendance du développement de l'autonomie vis à vis des conditions d'environnement, entraîne également une possibilité prédictive pour un observateur ayant quelques connaissances de l'organisme et des conditions d'environnement.

Un aspect très particulier sur lequel nous reviendrons est celui de l'évolution d'un système autonome constituant un élément dans un ensemble plus large et dont les transformations peuvent être finalisées par cet ensemble plus large, notamment pour assurer une mémorisation. On peut y voir une atteinte au principe d'autonomie mais on peut insister sur le fait que les transformations induites demeurent en accord avec la finalité propre de l'élément.

3.3. Les limites des corrections homéostatiques.

Le choix comportemental suppose l'existence d'un ensemble de mécanismes internes qui ne sauraient être parfaits. Ces mécanismes peuvent être absents ou détériorés. L'autonomie est une qualité qu'un organisme possède à des degrés variés. Les perturbations de l'environnement varient elles mêmes pratiquement à l'infini et aucun organisme autonome ne peut disposer de réponses parfaitement correctives devant toute perturbation et dans tout environnement. De ce fait :

- le maintien de l'homéostasie est plus ou moins assuré, toujours incomplètement. Ce sont les organismes les plus complexes qui couvrent le champ le plus large d'homéostasie et qui ont le plus de chance de conserver leur identité.
- l'autonomie est toujours définie par rapport au milieu vis à vis duquel elle s'exerce. Un organisme témoignant d'une forte homéostasie dans un milieu où il a vécu longtemps, peut être initialement désemparé dans un autre milieu.
- il y a toujours des variations internes non corrigées qui entretiennent des situations de conflits insolubles et finissent par porter atteinte à l'intégrité de l'organisme.

En définitive, l'autonomie est avant tout une dimension de référence pour l'observateur, une qualité que les organismes possèdent à des degrés divers, toujours limités. La limite de l'autonomie est du reste un point essentiel sur le plan épistémologique. Ce sont les échecs adaptatifs qui sont à l'origine des connaissances sur les mécanismes internes des systèmes autonomes. Ce sont donc paradoxalement les limites de l'autonomie qui en permettent l'étude. En définitive, envisager l'autonomie biologique inclut donc nécessairement l'idée que cette autonomie est imparfaite, relative, limitée. Le lien entre l'autonomie et l'orientation obligatoire vers l'homéostasie, permet de concilier autonomie et prédiction du comportement.

Inversement, le rapport obligatoire entre l'autonomie et la recherche de l'homéostasie réintroduit un lien contraignant entre le comportement d'un système et l'environnement, bien au delà de ce que semblent avoir postulé P. Vendryès et F. Varela. A la limite, le terme même d'autonomie pourrait être discuté. Il nous semble cependant difficile de trouver un meilleur concept pour définir ce qui demeure le cœur de l'autonomie : une indépendance relative vis à vis des conditions changeantes de l'environnement et une obéissance à sa propre nature.

3.4. Autonomie, Métaphysique et thèorie des modèles.

L'autonomie peut être envisagée comme une propriété d'origine supranaturelle. C'est ce sens que lui confère Descartes et avec lui, toutes les approches religieuses qui accordent à l'homme une responsabilité morale vis à vis d'une divinité. En fait, la référence surnaturelle de l'autonomie est un problème métaphysique, sans aucun recoupement avec une analyse scientifique. On peut "croire" à cette référence, et c'est du reste notre cas, ou ne pas y croire, les conséquences sont nulles sur une définition scientifique de l'autonomie biologique et de ses limites.

Par ailleurs, l'apparence d'un comportement ne renseigne absolument pas sur la réalité d'une autonomie authentique. Un comportement jugé déterminé par certains observateurs pourrait fort bien correspondre à une totale autonomie, comme le suggère cette réinterprétation poétique du mouvement des étoiles par André Gide dans "LesNourritures terrestres": "Les ,toiles se tiennent l'une à l'autre attachées, par des liens qui sont des vertus et des forces, de sorte que l'une dépend de l'autre et que l'autre dépend de toutes. La route de chacune est tracée et chacune trouve sa route. Elle ne saurait en changer sans en distraire chacune autre, chacune étant de chaque autre occupée. Et chacune choisit sa route selon qu'elle devait la suivre ; ce qu'elle doit, il faut qu'elle le veuille et cette route qui nous paraît fatale, est à chacune sa route préférée, chacune étant de volonté parfaite."

Inversement, il est toujours très facile de proposer une motivation autonomique apparente pour expliquer le comportement d'un système livré en fait à l'aléatoire ou à des contraintes extérieures ignorées. L'autonomie est donc d'abord un point de vue d'observateur, point de vue peut-être lié tout simplement au caractère limité de la connaissance. C'était, du reste, l'opinion de Claude Bernard. Kant avait exprimé auparavant une opinion tout aussi relative en indiquant dans la Critique de la faculté de juger, que le point de vue téléologique relève de la faculté de juger réfléchissante et non de la faculté de juger déterminante. Mais plus encore, comme nous le rappelons plus haut, l'autonomie traduit essentiellement une certaine indépendance de fonctionnement par rapport aux conditions d'environnement, et de façon très relative, l'exercice d'une éventuelle liberté "indépendante de contenu".

La même dualité se retrouve sur le plan du développement. Il n'y a pas d'ambiguïté sur le sens de l'autonomie, si celle-ci est invoquée pour qualifier un progrès lié au fonctionnement interne et non pas à l'action d'instructions extérieures. La théorie de l'autonomie a surtout la particularité de situer à l'intérieur des organismes, l'origine des gains d'ordre.

En ce sens, le développement embryologique est manifestement un développement autonome. Lors du développement ontologique humain, les instructions sociales extérieures ne sont pas niées par la théorie de l'autonomie, mais elles doivent être acceptées, comprises et assimilées par l'enfant pour être bénéfiques. En revanche, il est relativement indifférent de qualifier d'autonome ou de déterminée, la succession d'étapes qui se provoquent l'une l'autre, de façon contraignante pour assurer le développement de l'œuf.

Il faut néanmoins remarquer que l'appel au seul déterminisme ne pourrait expliquer le progrès au contact de l'environnement, car l'intervention d'événements aléatoires s'impose. C'est le cas lorsque la rencontre imprévisible avec un environnement particulier est indispensable à l'acquisition de nouvelles réponses adaptatives efficaces vis à vis de cet environnement. C'est tout spécialement le cas de la symbiose entre deux organismes autonomes auparavant indépendants et qui se rencontrent de façon imprévisible pour former une entité unique beaucoup plus performante. Un tel processus joue un rôle essentiel dans l'apparition de progrès allant au delà de la potentialité mesurable des organismes à leur naissance. Ces processus s'intègrent sans difficulté dans une vision d'autonomie mais à défaut, obligent pour le moins à postuler une indétermination de base dans l'Univers tel que le perçoit un observateur.

4. Les domaines de l'Autonomie.

Il est commode de distinguer quatre aspects fondamentaux d'autonomie biologique. Ces aspects sont très fortement liés entre eux dans les organismes et ne peuvent pas être physiquement dissociés. Ils peuvent néanmoins être envisagés séparément dans une analyse théorique. Ce sont :

- l'autopoièse ou renouvellement continu du "soi",
- l'homéostasie ou maintien de l'identité et de la stabilité de l'organisme en dépit des fluctuations externes,
- l'auto-organisation qui est en fait un gain d'organisation ou un développement,
- l'organisation par le système de son environnement proche.

Ces deux derniers aspects se conjuguent étroitement pour assurer l'émergence du nouveau.

4.1. L'Autopoièse.

Renouvelant constamment le "soi" altéré par l'usage, l'autopoièse permet seule la prolongation de l'autonomie. Mais elle a aussi d'autres fonctions essentielles. Le mécanisme qui assure le renouvellement du soi est fondamentalement le même que celui qui peut créer un organisme autonome entier. L'auto-duplication ou reproduction d'un système égal à lui-même est un aspect de l'autopoièse très proche du renouvellement des éléments et qui traduit une autonomie phylogénétique. L'autonomie de la lignée des algues bleues est affirmée pour au moins trois milliards d'années et il n'y a pas d'indication qu'elle ne soit de continuité illimitée.

Par ailleurs, l'autopoièse décrit un cycle auto-entretenu de réactions qui est à la base des relations entre système autonome et environnement. Des structures autopoiétiques donnent naissance à des éléments qui sont eux-mêmes à l'origine d'autres formations autopoiétiques, et ainsi de suite jusqu'à synthétiser les structures autopoiétiques de départ. Se dessine ainsi un cycle auto-entretenu qui n'a besoin que d'un apport énergétique continu. Mais ce cycle pré-existant peut assimiler les variations internes liées aux changement d'environnement externe et s'y adapter. L'autopoièse est donc à la base même du fonctionnement vital, par et pour lui-même, assurant en quelque sorte de surcroît homéostasie et développement.

C'est donc essentiellement l'autopoièse qui constitue la référence fondamentale d'un organisme biologique et qui caractérise la subjectivité. Quand Claude Bernard opposait le milieu interne et la substance vivante, il envisageait un référentiel fondamental dont les caractéristiques pouvaient être maintenues constantes par l'action protectrice du milieu interne stabilisé. Ce référentiel était "anatomique" pour Claude Bernard, ce qui n'a guère d'autres significations que de traduire une permanence structurale. Cette permanence structurale ne saurait être gratuite, ne serait-ce qu'en raison de son origine à partir d'une

évolution phylogénétique et ontogénétique ; la transformation orthogénétique des espèces, le développement embryologiques ne sont pas gratuits. Le réseau autopoiétique répond structuralement et fonctionnellement aux exigences d'une référence vivante fondamentale. Il dessine et entretient la subjectivité. C'est peut-être en cela que la notion d'autopoièse est aussi fondamentale dans la théorie de l'autonomie biologique.

4.2. L'Homéostasie.

L'homéostasie doit être rapprochée sur le plan thermodynamique de l'état stationnaire où les paramètres du système sont indépendants du temps, ce qui n'exclut ni variations cycliques de faible amplitude, ni flux réguliers d'échanges avec l'extérieur.
L'homéostasie ne saurait être parfaite, pas plus que les autres aspects de l'autonomie. En pratique, l'un des points les plus déterminants de la qualité de l'homéostasie est l'étendue des perturbations que le système peut analyser pour tenter ensuite d'annuler leurs effets aussi exactement que possible. Dans le monde réel, les perturbations sont éminemment varié,es et ne peuvent donc être totalement modélisées par avance. L'aptitude à établir dans l'instant l'analyse d'une perturbation non encore rencontrée et à y répondre par une conduite adaptative construite selon cette analyse, est une caractéristique essentielle des organismes autonomes les plus performants.

L'homéostasie est de bien meilleure qualité si la variation perturbatrice est décelée dans l'environnement avant même que l'organisme ait été perturbé. Par là même, l'homéostasie est intimement reliée aux processus cognitifs. Il faut en effet que cette variation perturbatrice soit exactement "connue" pour que lui soit opposée une modification interne exactement appariée. Cet aspect cognitif peut traduire des capacités innées d'identification mais il est particulièrement important de considérer les connaissances apprises qui ne peuvent s'appliquer qu'aux régularités de l'environnement effectivement rencontré. La précision cognitive de l'identification et de la signification perturbatrice des régularités d'environnement est un aspect essentiel du développement de l'autonomie au cours de la vie.

L'homéostasie a un aspect thermodynamique de stabilité. Mais elle a également un aspect comportemental. L'équilibrage des conduites possibles est un facteur fondamental de stabilité qui se superpose, sans le contredire, au niveau métabolique et thermodynamique. Les comportements se compliquant eux-mêmes, ils atteignent, surtout chez l'homme, le plan des représentations symboliques. A ce progrès comportemental, correspond également un niveau homéostatique qui est celui des équilibrations cognitives.

Par ailleurs, de très nombreux organismes et l'être humain en premier lieu, vivent à proximité les uns des autres, créant une société, structure autonome d'ordre supérieur. Cette proximité est probablement la source la plus significative de déstabilisation chez l'homme. L'homéostasie a donc également une dimension sociale fondamentale.

Ainsi, l'homéostasie se vit sur plusieurs niveaux. Chaque niveau est relié aux autres sur le plan de la dynamique et en grande partie indépendant sur le plan des finalités et des significations qui définissent ces finalités. L'homéostasie comportementale n'a que fort peu de relations de signification avec l'homéostasie métabolique et peut même fort bien se situer en contradiction avec elle. C'est le cas par exemple de la satisfaction d'un désir superflu, qui peut être ridiculement coûteuse sur le plan des dépenses énergétiques. Le processus d'indépendance est encore plus accentué entre le plan cognitif et le plan des états physiologiques discrets qui supportent une connaissance particulière. Il en est de même sur le plan social où les relations privilégiées avec certaines personnes peuvent être à l'origine de comportements déstabilisants qui ne seraient jamais envisagés dans une relation avec d'autres personnes. Il résulte de cette indépendance des finalités, la possibilité d'une dynamique

conflictuelle extrêmement complexe qui peut rendre très difficile une stabilisation globale et qui accroît la signification de l'homéostasie. La "sagesse du corps" de W.B. Cannon doit devenir sagesse de l'âme.

Il faut encore souligner que l'homéostasie ne doit pas être limitée à une correction de perturbations venues de l'environnement. Toute activité interne, dans le cadre même du deuxième principe de la thermodynamique, peut être source de perturbations et ces perturbations doivent être aussi exactement corrigées que les perturbations d'origine externe. Nous verrons ainsi que le simple vécu intérieur de l'œuf est source de perturbations qui jouent un rôle important pour expliquer le développement (III-). Nous verrons surtout que la conscience peut être considérée comme la régulation homéostatique d'une activité cérébrale spontanée et automatique (VI-).

4.3. L'Auto-organisation.

A proprement parler, le terme d'auto-organisation est un non-sens car aucun système ne peut être totalement responsable de son organisation ; cela impliquerait notamment qu'il puisse être responsable de sa propre naissance. De plus, si un système autonome développe son organisation interne, il le fait à partir de son organisation antérieure. Il faudrait donc plutôt parler d'un auto-gain d'organisation, ce qui est esthétiquement peu heureux. Nous préférerions parler de gain autonome d'organisation, mais le plus simple est de conserver le terme d'auto-organisation en gardant à l'esprit ce que ce terme pourrait avoir d'exagéré,.

En revanche, le fait est essentiel qu'un système autonome puisse, par des modifications ponctuelles pérennisées et ne portant pas atteinte à l'auto-référentiel, améliorer lui-même sa potentialité adaptative, et donc parfaire son organisation interne tout en accroissant son autonomie par rapport à l'état initial. Cette possibilité apparaît d'une importance toute particulière lorsqu'on la relie aux conditions de naissance des systèmes biologiques autonomes. Ceux-ci proviennent nécessairement de la duplication, partielle ou totale, d'un ou deux systèmes parents pré-existants. La duplication ne peut s'effectuer directement sous l'aspect d'un organisme fonctionnel. Elle s'effectue par nécessité à partir d'une "réduction typographique" du système parent, selon l'expression d'Hofstadter (085), réduction qui ne présente pas les capacités fonctionnelles des parents. Le système parent ne peut être transcrit en programme duplicable que sous la forme extrêmement simplifiée qui ne peut s'expliquer par une compression d'information. Il faut alors que le système dérivé assure de lui-même le passage de la réduction typographique à l'entité recouvrant les fonctions parentales. C'est le mécanisme du développement embryologique, assuré par l'œuf lui-même et qui est l'un des aspects fondamentaux de ce qui est communément appelé auto-organisation.

Mais l'auto-organisation peut aller bien au delà de la reconstruction de l'individu à partir du germe. Elle peut permettre d'étendre le corpus des réactions adaptatives disponibles. Des conditions sont cependant requises pour permettre l'auto-organisation :

- la constitution originale doit inclure une potentialité de modifications ponctuelles ne mettant pas en danger l'organisation interne fondamentale. Les modifications pérennisant le progrès doivent laisser intact l'auto-référentiel définissant l'identité de l'organisme. Sous quelque forme, il serait presque possible de dire que les modifications de progrès doivent être prévues, ce qui n'a rien de paradoxal si ces modifications traduisent une diminution d'une indétermination initiale.
- l'amélioration de l'adaptation est obligatoirement secondaire, ne peut que faire suite à des perturbations internes ou externes effectivement rencontrées.

Ces conditions s'appliquent très aisément à l'apprentissage et correspondent également à tous les aspects de développement dans les systèmes autonomes. Entraînant des modifications

structurales respectant l'identité, l'auto-organisation assure l'actualisation d'un programme référentiel inné, mais aussi la naissance et le développement de l'originalité ou individualisation d'un système autonome.

L'appel au concept d'auto-organisation inverse totalement ce que l'on peut entendre par apprentissage. Il ne s'agit pas de l'assimilation d'instructions venues d'un pédagogue ou du milieu, mais d'une démarche entièrement personnelle. Le système juge par lui-même de la nécessité de transformer partiellement son corpus de conduite. Il trouve en lui-même les éléments des modifications à apporter. Par ailleurs, les mécanismes d'auto-organisation ne sont franchement originaux, ni par rapport à l'autopoièse, ni par rapport à l'homéostasie. Comme nous le verrons plus loin, le complément d'organisation est initié par une rupture temporaire de l'homéostasie et réalisé par un biais dans les processus d'autopoièse. En ce sens, les premiers temps de l'apprentissage traduisent simplement une activité homéostatique. Seule, la mémorisation secondaire des modifications induites est spécifique de l'auto-organisation.

4.4. La structuration de l'environnement proche.

Il est bien difficile de concevoir un système autonome indépendamment de l'environnement avec lequel il est en relations obligées. En organisant l'environnement proche, le système autonome diminue l'incidence de perturbations insolites pour lesquelles il n'a pas de réponses immédiates. Il en résulte une amélioration de l'autonomie. En fait, cette action sur l'environnement a un effet beaucoup plus fondamental. Le système autonome initie par cette structuration de son environnement proche, une entité globale nouvelle l'incluant lui-même ainsi que l'environnement. Cette entité possède *a priori* une potentialité d'adaptation supérieure à celle du seul système.

Cette inclusion de l'environnement proche peut présenter deux aspects distincts selon qu'elle porte sur un matériel inerte ou un autre organisme autonome. Le premier cas est celui de l'animal creusant un terrier pour mieux assurer sa survie ; l'amélioration adaptative est indéniable mais le degré de nouveauté n'est pas révolutionnaire. Beaucoup plus fondamentale est la symbiose qui marque la formation d'un organisme autonome nouveau à partir de la réunion de deux ou plusieurs organismes autonomes. La structuration de l'environnement proche revient à favoriser des transformations adaptatives sur les organismes autonomes voisins pour assurer un fonctionnement de proximité où chaque organisme profite des spécificités adaptatives des autres organismes.

Mais sur ce plan notamment, la distinction entre auto-organisation et structuration de l'environnement est très relative en raison du caractère universel de l'emboîtement des structures. Il n'y a guère de différence entre la situation de l'élément au sein de l'organisme et celle de l'organisme au sein d'un environnement relativement régulier. Ce sont les interrelations entre éléments qui assurent l'auto-organisation au sein d'un organisme, au même titre que cet organisme organise son environnement par interrelations. C'est donc une question d'observateur de parler d'auto-organisation ou de participation à la structuration de l'environnement proche.

4.5. L'Emergence du Nouveau.

Pris sous l'aspect de l'auto-organisation ou de la structuration de l'environnement proche, le résultat est l'émergence du nouveau. Ce nouveau peut être prévu quand il reproduit une histoire déjà vécue, mais il n'en est pas moins authentique. Au cours du développement embryologique, il y a une émergence d'organes qui n'étaient pas dessinés dans l'œuf initial, même sous forme typographique. Le programme héréditaire de la chaîe d'A.D.N. n'est pas un

assemblage d'ébauches des différents organes et ces organes ont bien un moment de naissance durant le développement embryologique. On peut remarquer par ailleurs que la nouveauté apparaît comme une auto-organisation si on considère l'œuf entier, et comme une structuration réciproque de l'environnement proche si on considère les interactions entre les différents éléments de l'œuf.

L'apprentissage est également marqué par l'émergence de nouvelles conduites n'ayant pas d'existence antérieure ; le nouveau peut y être plus manifeste si l'environnement rencontré n'était pas défini au départ.

Mais dans une vue plus globale, le nouveau peut être beaucoup plus révolutionnaire. Il traduit notamment l'émergence de la vie par rapport à un matériel inerte antérieur. Il marque également l'émergence du mental par rapport au fonctionnement neurologique non représentatif. Il apparaît encore dans l'émergence d'une culture et d'une structuration sociale au sein d'un rassemblement humain. Si ces émergences relevaient de l'intervention d'un "deus ex machina", la théorie de l'autonomie perdrait une part considérable de son intérêt. Mais inversement, si l'on pense que les organismes sont eux-mêmes responsables de ces émergences, encore faut-il proposer un minimum d'explication. Cela ne peut se faire sans chercher des actions extérieures à l'organisme, sans pour autant que le principe d'autonomie soit mis en cause. C'est alors que se retrouve nécessairement la structuration de l'environnement proche comme condition de l'auto-organisation.

En définitive, c'est probablement la symbiose, association stabilisée entre deux systèmes antérieurement indépendants, qui traduit au mieux et pour chaque système, la conjugaison de l'auto-organisation et de l'action sur l'environnement proche. Chaque système symbiotique module le comportement de l'autre système considéré. Les deux systèmes réunis forment une structure nouvelle et originale, dotée de propriétés singulières.

Ce mécanisme de symbiose conduit à plusieurs remarques :

- il constitue un chapitre essentiel de l'histoire et de la géographie des systèmes autonomes. Comme nous le verrons et comme A. Koestler l'a souligné, un système autonome performant est obligatoirement formé de structures emboîtées. Les emboîtements se sont formés de proche en proche à partir de systèmes plus élémentaires qui sont entrés en symbiose par structuration de l'environnement proche. Le système une fois construit, peut conserver la symbiose comme le soulignent les exemples du lichen et de la mitochondrie. L'hétérogénéité d'un organisme autonome traduit un aspect cristallisé de l'histoire de sa formation.
- il est la seule explication des véritables émergences de nouveautés. L'auto-organisation ne peut en effet faire apparaître que des potentialités déjà définies dans l'enveloppe constitutionnelle. En revanche, la symbiose crée véritablement une organisation dont les capacités vont au delà de la somme des potentialités des organismes constituants. L'émergence de la vie et celle de l'activité mentale peuvent ainsi s'expliquer.
- il traduit l'importance du phénomène social qui est essentiellement la création d'une entité pluri-individuelle générée par les actions structurantes externes des individus. Comme il n'y a pas nécessairement conflit entre les finalités de différents niveaux d'organisation, l'individu peut fort bien accroître ses capacités d'autonomie du fait même de son appartenance au groupe social. C'est un phénomène essentiel aux multiples aspects, allant de l'éducation parentale à l'assimilation d'une culture.

5. Autonomie, Emboîtement et Hiérarchie.

Arthur Koestler a introduit la notion de holon dans la description des systèmes pour en souligner l'organisation hiérarchique. La notion d'autonomie introduit des particularités dans

ce schéma et conduit à se poser la question de savoir si un holon est autonome au sein de l'entité plus large dont il est un élément constitutif. Si le holon perdait son autonomie lors de l'inclusion dans une structure élargie, seule l'entité la plus globale possible pourrait mériter l'étiquette de système autonome, ce qui réduirait à rien l'intérêt du concept puisque d'inclusion en inclusion, on parviendrait à l'Univers entier. Inversement, si le holon conserve intégralement son autonomie, en quoi l'entité à laquelle il appartient est-elle quelque chose de plus qu'un agrégat de plusieurs holons ?
Nous proposons une solution à ce dilemme, en tenant compte des conditions d'exercice de l'autonomie :
- à tous les niveaux d'emboîtement, le holon conserve intégralement son autonomie.
- mais les règles d'autonomie ont une application qui est définie par le milieu rencontré, puisque l'homéostasie est indissociable de l'autonomie. Une règle de fonctionnement ne peut jamais être parfaitement définie indépendamment de l'ambiance globale dans laquelle elle est appliquée.
- l'appartenance à une structure de rang supérieur définit un environnement relativement permanent pour le holon et cet environnement définit à son tour l'expression de l'autonomie du holon.
Autrement dit, l'autonomie du holon n'est pas limitée par son appartenance à une structure mais l'expression de l'autonomie est limitée aux seules conditions d'environnement effectivement rencontrées par le holon et qui sont celles de l'intérieur de la structure.
- comme ce principe s'applique à tous les holons, l'ensemble du fonctionnement de la structure globale se trouve très fortement orienté et devient foncièrement original. C'est donc la limitation de l'expression de l'autonomie des holons, du seul fait de la relative constance de leur environnement qui marque l'originalité interne et externe du comportement de la structure globale incluant les holons.
- à tout moment, cette dynamique se traduit par l'émergence de propriétés nouvelles qui n'étaient pas inscrites dans les organisations de rangs inférieurs, même si elles y étaient potentiellement dessinées.

Prenons un exemple. Un atome de carbone conserve son identité au sein d'une molécule complexe et il retrouve toutes ses propriétés originelles le jour où il est détaché de la molécule. Mais l'environnement de cet atome est particulier au sein de la molécule et l'expression du comportement de l'atome de carbone s'en trouve limité provisoirement, donc spécifié. Tout le comportement de la molécule complexe est marqué par cette spécification du comportement de l'atome de carbone, qui provoque l'apparition de propriétés originales au niveau de la molécule.
On peut généralement considérer que les holons de rang inférieur ont été historiquement initialement indépendants et responsables de la constitution d'une structure élargie, par leur propre activité autonome de structuration de l'environnement proche. Ainsi, comme il a été vu, l'histoire explique la géographie des structures. Piaget soutenait un point de vue comparable en n'acceptant la réalité d'une structure que si elle pouvait être rattachée à une histoire, à une genèse. Il faut remarquer en outre que la disposition hiérarchisée en holons autonomes est indispensable au jeu de l'autopoièse. S'il n'en était pas ainsi, la " mort " du moindre des éléments provoquerait une modification structurale grave et irréversible. Inversement, l'insertion au sein d'une structure pré-existante d'un nouvel holon crée par le jeu autopoiétique serait impossible sans modifications structurales.

Il résulte de tout cela, la description pour tout système autonome, d'une activité interne et d'une activité externe :

- les systèmes autonomes présentent nécessairement une activité interne, normalement invisible pour l'observateur considérant le système dans son ensemble et son comportement. Appartiennent notamment à cette face interne du comportement :
a) toutes les activités d'autopoièse, y compris l'ajustement nécessaire au vieillissement des éléments et à l'introduction d'éléments neufs.
b) toutes les activités de connaissance qui renseignent les unes les autres sur leur état réciproque, les différentes parties du système.
c) toutes les activités de maintien de cohérence entre les parties ou éléments du système.
d) toutes les activités d'ajustement nécessitées par les variations de taux de réserve, l'inertie de l'accommodation homéostatique, l'inertie de la pérennisation des modifications d'originalité.
e) toutes les activités de développement à dynamique interne.

-les systèmes autonomes présentent également une activité dirigée vers l'extérieur, beaucoup plus évidente pour l'observateur et qui comprend notamment :
a) tous les comportements d'emprunt d'énergie et de rejet de déchets.
b) tous les comportements d'adaptation aux variations d'environnement.
c) toutes les transformations formelles consécutives au développement d'organisation et accessibles à la perception de l'observateur.

Les activités externes sont celles qui s'imposent le plus immédiatement à l'observateur et ce sont les seules qui sont nécessairement prises en compte. Les propriétés et particularités internes du système sont alors supposées ou acceptées *a priori*, sans explication. C'est le propre d'une théorie de l'autonomie de souligner qu'il ne devrait pas en être ainsi et que les activités internes devraient occuper la première place :
- chronologiquement, les activités internes sont premières. Elles apparaissent avec la formation du système autonome et d,finissent le référentiel fonctionnel du système. De ce fait, les activités externes n'ont de signification que par rapport aux activités internes dont elles constituent une traduction fonctionnelle ou une modulation. Comme nous le verrons (V-A), l'existence obligatoire d'une interface accroît encore ce primat de l'activité interne.
- les activités internes sont nécessairement continues dans l'espace et dans le temps, dessinant un réseau autopoiétique d'activités entretenues. C'est cette continuité d'activité qui fait du système autonome une globalité, une totalité irrémédiablement altérée par toute forme de dissection, d'interruption de fonctionnement, alors même que les éléments sont dissociables.

Mais s'il importe de toujours considérer les aspects internes et externes d'un système, il faut bien constater que l'étude de ces deux types d'aspects ne peut être conduite simultanément. L'étude analytique interne du système exige un réductionnisme perturbateur, ne permettant plus d'analyser le comportement externe du système en situation aléatoire et ses réponses aux perturbations d'environnement. Inversement, le système en situation comportementale ne se prête pas à l'analyse de contenu. Là encore, intervient un point de vue d'observateur qui doit choisir entre l'étude analytique interne et l'étude comportementale externe. Heureusement, les deux études peuvent être conduites successivement sur un même système ou séparément sur deux ou plusieurs systèmes équivalents. Il est alors possible de réunir après coup, dans un modèle représentatif unique, les caractéristiques constitutionnelles et comportementales, structurales et fonctionnelles d'un même système autonome pour en avoir une vue plus complète. Inversement, seul un modèle permet d'avoir une vision simultanée des aspects internes et externes du fonctionnement d'un système.

5.1. <u>La superposition des finalités.</u>

Une conséquence essentielle de la conception du holon, de la distinction de l'activité interne et externe, est une distinction conjointe et une superposition des finalités. Le holon inscrit dans une structure large conserve son autonomie et sa propre finalité, mais cette finalité ne définit nullement celle de la structure large. Cette dernière finalité est dictée par la structure large dans son ensemble. Il est plus qu'illusoire et généralement inutile de considérer que la finalité d'un système dérive de la somme des finalités de ses éléments. Il faudrait pour cela prendre en compte chaque type d'éléments, étudier la totalité des interactions entre éléments, connaître complètement les potentialités comportementales de ces éléments pour prévoir leurs réactions dans n'importe quel environnement. Cela est impossible pour l'observateur imparfait que nous sommes et il est beaucoup plus simple d'envisager une finalité propre à chaque niveau d'organisation, de tenter de la définir directement. Il est préférable d'éviter de définir la finalité d'un système à partir de la finalité de ses éléments, d'accepter par principe une originalité pour chaque niveau d'organisation.
En fait, cette indépendance des finalités peut parfois s'imposer. La résolution des algorithmes dans un système quelconque nécessite d'accorder une signification arbitraire aux états métastables ou discrets, mis en jeu au cours des opérations ou du déroulement des algorithmes. Il est donc obligatoire que dans un organisme biologique autonome, la finalité des niveaux cognitifs d'organisation soit totalement détachée des finalités métaboliques.
Si on se replace dans le temps, le niveau le plus élevé de finalité demeure temporaire. A tout moment, une structure nouvelle peut se dessiner par combinaison d'éléments existants. Il y a alors une véritable émergence d'un nouveau niveau de finalité et de propriétés nouvelles. Ainsi peut être expliquée l'émergence de la vie à partir de l'exercice de structures physico-chimiques complexes interagissant entre elles et avec l'environnement au travers d'une membrane. Il est également possible d'expliquer l'émergence de l'activité mentale à partir de l'exercice des structures cérébrales au contact de l'environnement physique et social.

5.2. Finalité et modification des éléments.

Cette confrontation entre finalité interne et finalité externe prend toute sa signification avec la mémorisation qui assure la transformation irréversible d'un élément pour assurer une évolution fonctionnelle au niveau de l'organisme entier. On pourrait y voir une situation de dépendance de l'élément par rapport à l'ensemble, mais cet aspect des choses ne nous parait pas obligatoire :
- il faut éliminer le cas où l'élément modifié n'a strictement qu'un rôle de mémorisation. En ce cas effectivement, il y a un lien de dépendance totale de l'élément comme par exemple une piste magnétique dans un ordinateur. La mémorisation se fait alors sur un mode instructif. Cette situation parait très rare dans l'organisation biologique.
- les éléments qui engrangent la mémorisation tout en participant au fonctionnement global, ne sont pas quelconques. Les zones à mémoire sont pré-définies dans le cerveau. Le propre de ces éléments à mémoire est de disposer de plusieurs états stationnaires différents, et indifférents pour leur bon fonctionnement. Ce qui fait l'intérêt d'un flip-flop est qu'il fonctionne également et aussi bien dans l'état 0et dans l'état 1.
- l'élément est modifié par la mémorisation dans sa part plastique, indéterminée et son référentiel n'en est pas altéré, sa finalité n'en est pas modifiée. En quelque sorte, la mémorisation réduit par une modification structurale, le nombre des états stationnaires de l'élément qui sont également compatibles avec le maintien de son identité. Autrement dit, l'injonction de mémorisation ne fait pas sortir l'élément de sa propre nature.
- la mémorisation ne fait que rendre plus habituel un état stationnaire qui s'est révélé antérieurement efficace au cours du comportement. Le choix de cet état s'est donc effectué initialement dans le cadre de la dynamique de l'élément et de son fonctionnement propre.

C'est là un des points les plus fondamentaux du constructivisme piagétien et nous l'acceptons totalement dans une conception autonomique de la mémorisation. Ce qui est mémorisé n'est pas une donnée d'environnement mais une façon de vivre au contact de l'environnement, façon de vivre qui a effectivement été vécue et qui s'est révélée efficace.
- il serait arbitraire de dire que la transformation a été "imposée " par un niveau hiérarchiquement supérieur puisque l'élément lui-même a pleinement participé au fonctionnement de ce niveau hiérarchique. C'est le respect du principe de subsidiarité, à la mode aujourd'hui sur le plan politique.
Au total, il nous parait raisonnable de ne pas considérer la transformation d'un élément de système sous l'effet de la mémorisation comme une entorse au principe d'autonomie.

6. Les mécanismes de base assurant l'Autonomie.

Les mécanismes de l'autopoièse biologique appartiennent à la biologie et ne seront pas envisagés. Ce sont donc les mécanismes de base assurant l'homéostasie et le gain d'organisation qui méritent une analyse propre. Ce sont eux du reste qui sont le plus directement liés à la connaissance apprise et à la compréhension du paradigme humain.

6.1. La régulation homéostatique.

Le principe en est de générer un effet exactement contre-aléatoire vis à vis de toute variation aléatoire de l'environnement. Cet effet est théoriquement obtenu au mieux par la boucle de rétroaction négative, généralement appelée feed-back dans la littérature anglo-saxone. Il faut cependant remarquer que cette rétroaction négative n'a de réelle valeur explicative que dans les systèmes simples n'ayant qu'un nombre très limité de degrés de liberté. Il en est tout autrement dans les systèmes complexes, notamment les organismes vivants.

6.1.1. **La multiplication des régulations**.

Un organisme vivant peut être perturbé par des excitants très divers, dont l'action perturbatrice est très variée. Inversement, les boucles de régulation élémentaires sont très spécifiques et neutralisent seulement les effets d'agents très strictement définis. Il devient ainsi évident que l'homéostasie d'un système complexe exige l'association d'un grand nombre de boucles de régulation, chacune spécifique d'un excitant donné. Se pose alors immédiatement le problème de l'interaction entre ces différentes boucles de régulation. Il serait extrêmement dangereux qu'une boucle homéostatique interne de récupération énergétique comme la faim, tende à s'effectuer inconditionnellement chez un animal menacé au même moment par un prédateur et qui doit donc répondre à une boucle de régulation externe de relations avec l'environnement.

6.1.2. **Le couplage des régulations**.

Il est donc évident que la mise en jeu d'une boucle de régulation ne doit se faire qu'en fonction des perturbations marquant au même moment les autres boucles de régulation. P.de Latil a insisté, nous l'avons vu, sur la supériorité des mécanisme dépendants où la boucle de régulation est modulable par un agent extérieur, déterminant le niveau de stabilité à des valeurs différentes selon l'action de l'agent. Par ce mécanisme, toute boucle de régulation devient ouverte aux données des autres boucles. La meilleure homéostasie possible est alors réalisée par un jeu de compromis qui règle le niveau de régulation de chaque boucle. Toute boucle régulatrice entre ainsi en association directe avec d'autres boucles pour constituer un réseau qui met finalement en relation chaque boucle avec toutes les autres. C'est le type même

du mécanisme d'autonomie puisqu'il permet de multiplier à l'infini, la variété des états stationnaires internes pour les optimiser vis à vis d'une condition définie de l'environnement. Ces régulations dépendantes expliquent et justifient la disposition emboîtée des structures. Chaque régulation élémentaire constitue bien un système autonome, capable de maintenir un niveau d'équilibre mais ce niveau est fixé par la somme des influences externes que reçoit cette régulation. Pour que le niveau d'équilibre soit déterminé au mieux de l'adaptation, il faut que cette somme d'influences externes soit elle-même déterminée et donc contrôlée, et par là même, que l'environnement de la régulation élémentaire soit une structure régulée. Pour une adaptation meilleure aux variations de l'environnement, il sera souhaitable que cette structure ait elle-même plusieurs états d'équilibre, ce qui implique un environnement également déterminé par un ensemble élargi.

6.1.3. **Les structures de groupe**.

Jean Piaget a préféré décrire un couplage des actions adaptatives en structures de groupe. L'adaptation exacte d'un effet contre-aléatoire à une perturbation nécessite une action exactement mesurée. Pour cela, il faut un couplage entre une action définie dite positive et une action inverse. C'est le cas de la combinaison accélération-frein, volant à gauche-volant à droite etc...Le maintien du bon résultat suppose de pouvoir adjoindre dans le temps, un élément neutre, qui est sans effet sur l'équilibre. N'importe quel niveau d'action peut être obtenu par une combinaison donnée entre une action et son inverse. C'est pourquoi la découverte des neurone inhibiteurs à côté des neurones excitateurs, faite à la fin des années 1950 a été aussi importante. Plusieurs types de couples d'actions peuvent être réunis et interconnectés les uns les autres en combinaisons opératoires complexes. La disposition hiérarchique des actions devient nécessaire dès qu'une certaine complexité apparaît. L'emboîtement des niveaux d'organisation s'impose donc autant que dans la description précédente.

Il est bien évident que rétroaction et structure de groupe définissent une même réalité. La rétroaction négative suppose l'existence d'un effet de frein à côté de celui d'accélération, ét réciproquement. Mais il faut remarquer que dans l'un et l'autre cas, un mécanisme régulateur au sein d'un système simple ne contrôle une perturbation que dans un champ qualitatif très limité. C'est seulement un assemblage d'un nombre très important de systèmes simples porteurs d'actions différentes qui peut assurer une autonomie vis à vis d'une modification aléatoire complexe dans le milieu ambiant. L'efficience de tels systèmes régulateurs simples exige qu'ils soient couplés entre eux. Ce couplage à son tour, demande une organisation hiérarchique.

6.2. <u>Les démarches d'identification des perturbations externes</u>.

Dans les cas les plus simples, la perturbation externe est identifiée par les effets déstabilisants qu'elle produit à l'intérieur du système. Identification de la perturbation et recherche d'un retour à la stabilité sont confondues. La technique homéostatique est très simple mais d'une efficacité très relative : la déstabilisation n'a pu être évité,e et elle a pu produire des effets néfastes. Il y a donc une bien meilleure autonomie si la variation externe peut être identifiée avant toute déstabilisation interne et que celle-ci peut être prévenue par une réponse adaptative anticipée. Cela suppose une analyse correcte de la nature des perturbations d'environnement avant d'effectuer une correction compensatrice puisque le maintien de l'équilibre exige une équivalence stricte entre perturbation et réponse. Toutes les relations existant entre la connaissance et l'autonomie sont liées à cet intérêt fondamental d'identifier

une perturbation externe avec précision, avant qu'elle n'ait produit un déséquilibre interne dangereux pour l'organisme.

6.2.1. **Identification des perturbations externes dans les systèmes autonomes simplifiés.**

Dans un système autonome relativement simple, une perturbation peut être significative avant d'avoir provoqué une déstabilisation interne parce qu'elle constitue le stimulant spécifique d'un détecteur de surface. Un exemple est celui d'un signal sur une ligne de chemin de fer, indiquant si la voie est libre ou non et relié à un mécanisme de freinage. Il faut autant de détecteurs différents que de perturbations analysables. L'adaptation est immédiate mais ne peut se faire que pour un champ de perturbations bien défini, inscrit dans la constitution du système. L'homéostasie d'un tel système demeure médiocre. Le nombre des détecteurs ne peut être accru de façon démesurée. Nombre de perturbations externes ne sont pas identifiées. Une même réponse peut être donnée à des perturbations différentes qui ont été identifiées de façon semblable par un même détecteur ; l'adaptation ne peut donc qu'être très approximative.

Les organismes biologiques autonomes peuvent procéder de façon beaucoup plus efficace par construction secondaire des significations, ce que G. Edelman appelle la catégorisation à partir de valeurs internes (059), mais cela exige une complication considérable de l'organisation interne. C'est du reste, la raison d'être principale de l'organisation complexe des organismes les plus performants.

6.2.2. **La Digitalisation de l'Identification.**

L'identification d'une perturbation externe par un système simple peut être globale et du type " oui ou non " ou " tout ou rien ". Une plus grande précision suppose que plusieurs particularités de la perturbation soient identifiées pour permettre une description qualitative. Chaque particularité est assimilée isolément et le traitement global des multiples identifications ponctuelles traduisant la perturbation est obligatoirement ouvert et au moins complété après coup. Dans le cas contraire, l'identification globale se ferait en fonction d'une référence avec un catalogue pré-défini et fermé de configurations. Ce qui a été dit du défaut des détecteurs d'un système simple se retrouverait au niveau du catalogue.
L'identification qualitative d'un événement extérieur suppose donc :
- un ensemble de nombreux détecteurs obéissant eux-mêmes au principe d'une réponse en tout ou rien. Ces détecteurs ne peuvent être orientés vers la détection d'un type d'événement possible mais sont sensibles à une particularité qui peut être présente dans n'importe quel événement. Plus les détecteurs seront nombreux et limités à une particularité bien définie et plus la caractérisation qualitative de l'événement sera bonne. A titre d'exemple, l'organisme humain comporte plusieurs millions, si ce n'est une ou deux dizaines de millions de détecteurs élémentaires spécialisés répondant en tout ou rien sur le plan qualitatif, et avec une modulation en fréquence sur le plan de l'intensité. Il est cependant évident que si la précision de l'identification s'accroît avec le nombre des détecteurs élémentaires, la difficulté de coordonner les informations fournies par chaque détecteur s'accroît encore plus vite que la précision.
- des structures spécialisées de traitement de l'information élémentaire, examinant l'information fournie par chaque détecteur et intégrant ces données dans une configuration globale, caractéristique de l'événement. Ce processus doit être simplificateur, la configuration globale devant être décrite avec un nombre d'unités d'information faible. La finalité de ces structures est en effet de dispenser les centres de décision du système d'explorer un par un, les

états de toutes les interfaces élémentaires. Le bénéfice serait nul si l'exploration de la configuration des détecteurs était tout aussi complexe que la perturbation analysée.

6.2.3. **L'intervalle entre l'identification et la réponse adaptative.**

Le bénéfice d'une identification qualitative précise serait perdu si le même processus de digitalisation et de combinaison après coup n'existait pas également au niveau des réponses adaptatives. Même lorsqu'une perturbation est immédiatement identifiée et signifiée, l'organisme n'est pas toujours en état d'y répondre immédiatement avec pleine efficacité. Il peut y avoir conflit entre la réponse exigée et l'état actuel de l'organisme ou entre la réponse et d'autres exigences comportementales. L'identification correcte de la perturbation peut conduire à un relevé de données qui demanderaient des réponses contradictoires. L'exemple le meilleur peut être emprunté à l'éthologie, quand un animal perçoit un congénère qui provoque simultanément un désir d'agression et un sentiment de crainte. L'attitude de "menace" qui apparaît ne répond ni à l'agression, ni à la crainte mais à la coexistence des deux sentiments. La réponse optimale doit donc être élaborée après l'apparition de la perturbation et son identification qualitative. Elle nécessite un choix, donc une décision qui ne peut être prise qu'en fonction des données d'identification. Pour les raisons déjà envisagées au niveau de l'identification, il est indispensable que les réponses adaptatives construites après coup soient digitalisées, obtenues par la réalisation d'une configuration originale d'éléments constitutifs.

6.2.4. **La distinction entre la détection et l'analyse de la perturbation externe.**

En analyse des systèmes, pourrait être qualifié de bruit tout signal, aussi bien que toute modification de signal qui ne soient pas immédiatement corrigés par le système observé, et qui viennent en modifier le fonctionnement. Le terme a été emprunté à l'Acoustique, introduit en Electronique et en Théorie de l'Information, puis généralisé. Ce faisant, des risques de confusions sont apparus.

En Acoustique, le bruit est un son indésirable, qu'il soit désagréable par lui-même, ou qu'il interfère avec d'autres sons en les altérant. En Electronique ou en Théorie de l'Information, le bruit "est un signal ou une modification d'un signal existant, aléatoires, donc sans contenu informatif par eux-mêmes, imprévisibles et indésirables, qui altèrent le contenu de l'information existante (E.B.) ". Or, il existe une grande différence selon que le bruit concerne un signal en soi ou l'altération dans la transmission d'une information par ailleurs totalement définie. La théorie de Shannon et Weaver était une théorie de la transmission de l'information, indépendamment du contenu ou de la nature de l'information mais qui impliquait une définition particulière du bruit, obligatoirement rapporté à la modification d'un signal totalement défini. Cette théorie impliquait également l'existence d'un canal défini de transmission, dont on pouvait évaluer les probabilités de transmission correcte et de déformation. Plus encore, le message émis non déformé par le bruit était supposé immédiatement "compréhensible " pour le récepteur, soit parce que les systèmes de significations de l'émetteur et du récepteur étaient identiques, soit parce qu'il y avait une structure intermédiaire de conversion bijective totale. C'est donc très abusivement qu'on a fait de la théorie de Shannon et Weaver, une théorie générale du bruit applicable en toutes circonstances.

L'utilisation du terme de bruit doit être très prudente dès qu'on s'éloigne des conditions implicites des études de Shannon. En particulier, un événement physique ne peut faire l'objet d'une analyse de sens que s'il est assimilé en tant que tel. Nous sommes agressés en permanence de signaux indésirables que l'on pourrait qualifier de bruit et qui n'ont pas de valeur informationnelle car ils ne sont pas assimilés. C'est le cas par exemple du rayonnement radioactif émis par une source proche de l'organisme ou encore, celui d'une concentration mortelle dans l'air de monoxyde de carbone, gaz sans saveur, sans odeur et d'une densité très proche de celle de l'air. Comme nous le verrons (V-A), un système unique, l'interface, permet

à.un organisme d'assimiler véritablement et sans danger, un signal physique ou du reste toute modification de l'environnement, ce qui conduit à distinguer deux types de bruit, d'une signification comportementale bien différente.

Lorsqu'on envisage l'effet d'un bruit sur l'identification d'une perturbation, il convient en effet de distinguer trois conditions très différentes :
- celle d'une perturbation immédiatement et totalement absorbée par une ou plusieurs boucles rétroactives, sans que la conscience soit atteinte. Le terme de bruit en ce cas est discutable et la perturbation en tant que telle n'a pratiquement pas de signification adaptative.
- celle d'un bruit conçu comme un événement par lui-même, qui n'est perçu en aucune façon par l'organisme étudié et qui ne le sera jamais mais qui n'est pas absorbé par le fonctionnement homéostatique. Un tel bruit peut provoquer un déséquilibre interne mais il ne peut initier aucune réponse adaptative et il conserve donc toute sa signification de perturbation non correctible. Même si le bruit altère l'organisme, que l'organisme perçoit cette altération, il ne peut la rattacher à sa cause. Dans de telles conditions, la notion de "bruit organisateur " défendue notamment par H. Atlan ne peut apparaître exacte, du moins en épistémologie. Par lui-même, un bruit ainsi défini ne peut être que destructeur d'organisation. Cela n'exclut pas une compensation de cette destruction, et même un gain d'ordre à l'occasion de cette destruction. Cependant, ce mécanisme de gain d'ordre par le bruit peut être envisagé dans le développement phylogénétique (VII), mais il n'a guère de signification dans l'étude comportementale ou le développement ontogénétique.
- celle d'un bruit intégré dans une perturbation complexe qui contient par ailleurs des éléments significatifs pour l'organisme étudié. La présence de la perturbation est alors perçue par l'organisme à partir des éléments significatifs mais la nature de la perturbation est mal précisée ou déformée. L'effet de bruit porte sur l'identification de la perturbation et implique la réaction du sujet récepteur. Le bruit n'est repérable par le récepteur que s'il est traduit par un écart assimilable entre ce que le sujet attendait et ce qu'il a observé, soit immédiatement, soit après une première tentative d'adaptation.

Un tel bruit a donc une valeur très importante d'organisation, non par lui-même mais en raison des comportements complémentaires d'identification qu'il provoque de la part de l'organisme détecteur. Pour apprécier la portée adaptative d'un bruit, il est donc indispensable de tenir compte des réactions du récepteur à ce bruit. Toute correction de bruit exige au minimum que le récepteur envisage l'éventualité du bruit, soit de façon réfléchie, soit par construction comme par exemple en cas de boucle de rétroaction. Le bruit ne peut alors être mis en évidence et analysé, que par confrontation avec une référence non altérée par le bruit. Même si la référence est basée sur la redondance, cette obligation demeure car la mise en évidence d'une redondance par le récepteur suppose également une comparaison. L'identification du bruit se fait donc toujours par une comparaison d'un " inconnu " avec un " connu ".

En définitive, il existe donc une conception autonomique des effets de bruit selon laquelle le système n'est pas passivement modifié par le bruit, mais seulement déstabilisé au delà d'une réponse adaptative immédiate. Ce n'est plus le bruit qui est organisateur mais le système qui s'auto-organise en réponse au bruit. Selon la belle expression de R. Vallée (210), le bruit est révélateur de structure, actuelle ou potentielle, déjà présente ou actualisée en réponse au bruit. En pratique un objet du champ perceptif, un fait survenant à proximité d'un système, constituent très habituellement un mélange d'excitations significatives et d'éléments non significatifs qui, dans un premier temps au moins, se présentent comme du bruit. A défaut de significations reconnues, aucune démarche cognitive ne pourrait être entreprise. A défaut de bruit, une réponse adaptative immédiate aurait lieu, sans aucune démarche cognitive véritable.

Dans le cas habituel, la partie significative, aussi faible soit-elle, suffit pour affirmer l'existence et la présence de la perturbation. En revanche, le bruit entraîne une ignorance partielle au moins initiale sur la nature de la perturbation et donc sur la réponse adaptative qui doit être adoptée.

Pour un observateur extérieur idéal, ce bruit attaché aux éléments significatifs d'une perturbation, peut relever de phénomènes totalement aléatoires et contingents, particuliers à un événement unique et dépourvus de toute valeur cognitive. Mais le bruit peut aussi traduire tout simplement l'ignorance du sujet vis à vis de certains des éléments constitutifs de l'événement perturbateur. Il est évident que le sujet, au moins initialement, ne peut établir lui-même une différence entre ce qu'un observateur idéal décrirait lui aussi comme un bruit, et ce qui traduit tout simplement sa propre ignorance. Nous qualifions alors d'insolite, le bruit et/ou l'ignorance attachés à une perturbation dont la présence a été effectivement décelée par le système mais dont la nature lui est partiellement inconnue. Dans un système régulé simple, détection et analyse de nature sont confondues. Si la perturbation est suffisamment proche d'une configuration de référence, le système oppose la réponse prévue pour la référence, une réponse identique qu'il y ait ou non de l'insolite. Si la perturbation s'éloigne trop de toute référence, il n'y a aucune réponse. En revanche, la caractéristique fondamentale d'un organisme autonome performant est de compléter sa connaissance d'une perturbation insolite après que la présence de cette perturbation ait été décelée. Remarquons que la notion d'insolite que nous avons proposé, est proche de celle du "fait surprenant " proposée par C.S.Peirce. La surprise suppose la détection de la présence du fait et son caractère "surprenant " suppose qu'il soit partiellement identifié, mais ne cadre pas totalement avec une référence. Remarquons encore qu'un bruit au sein d'une perturbation reconnue n'a de valeur adaptative et de progrès que s'il est théoriquement assimilable dans le système cognitif et qu'une signification puisse lui être attribuée ultérieurement. A défaut, il aurait le même statut qu'un bruit non perçu. L'étude des interfaces et leur nécessité (V-A)explique comment il est assez facile de séparer les bruits identifiables et les bruits non perçus, que ces derniers soient isolés ou associés à des données reconnaissables.

La détection de l'insolite a de très sérieuses conséquences sur l'organisation interne d'un organisme autonome performant. Puisque l'identification d'une perturbation insolite est conduite après coup, il est fondamental que l'organisme soit très sensible à la seule présence d'une fluctuation de l'environnement, indépendamment de la qualité de l'identification. La détection de la présence d'une fluctuation indépendamment de sa nature, est manifeste au moins chez les animaux vertébrés car elle est la cause principale des réactions dites d'éveil. Ces réactions, qui sont au centre de l'émotivité et de l'affectivité, sont d'une intensité proportionnelle, non seulement à la difficulté de construire rapidement une réponse adaptée, mais aussi à la difficulté d'analyse précise d'une perturbation externe dont la présence a été détectée. C'est ainsi toute la dynamique émotive qui se trouve dépendante des activités cognitives, à l'inverse de ce qu'affirment les psychanalystes.

L'introduction du concept d'insolite a encore d'autres intérêts. La distinction entre le bruit, le connu et l'insolite revient à affirmer que l'aléatoire ou l'imprévu ne se définissent pas en soi mais par rapport aux capacités d'identification de l'organisme confronté à cet aléatoire ou à cet imprévu. Il est impossible à un organisme, aussi performant soit-il, de faire la distinction entre son ignorance et une indétermination authentique du réel, ce qui permettrait seul de définir un aléatoire "en soi ".

Par ailleurs, le domaine de l'aléatoire pour un système particulier, n'est pas une donnée stable puisque l'acquisition de meilleures démarches d'identification le fait régresser. Ce qui avait pu être considéré initialement par le système comme un bruit inanalysable, peut devenir ultérieurement une signification associée de façon éventuelle à des significations plus régulières. Cette évolution cognitive est permise par le développement des moyens d'identification. L'insolite traduit donc à tout moment le domaine dans lequel vont pouvoir se découper de nouvelles connaissances, soit immédiatement par la réaction circulaire, soit tardivement et après que le sujet ait construit un système cognitif plus efficace . En ce sens, l'insolite est la source fondamentale qui initie les processus d'auto-organisation.

6.2.5.**Les initiatives de l'Organisme dans les processus d'identification: Réflexion et Réaction circulaire**.

L'identification ouverte et après coup des perturbations, la mise en relation différée de la perturbation et de la réponse adaptative expliquent que les initiatives de l'organisme peuvent jouer un rôle fondamental dans les processus cognitifs.
La seule façon d'établir une connaissance nouvelle à partir d'une perturbation dont la nature est partiellement inconnue est de découvrir l'état interne qui permet la meilleure stationnarité en présence de cette perturbation. Dans les organismes autonomes les plus simples, il se forme spontanément une boucle après la réponse adaptative à une perturbation. Si la réponse a été un succès, leprocessus s'arrête de lui-même. En cas d'échec, la perturbation persiste, la nécessité d'une réponse également, ce qui provoque un nouvel essai adaptatif. Pour l'observateur, cette dynamique traduit une réflexion sur l'action dont le résultat est apprécié. Cependant, cette réflexion est en quelque sorte purement objective et n'implique pas une décision du système. Le choix des réponses possibles dans unsystème simple étant limité, un processus totalement aléatoire d'essais successifs peut aboutir à une réponse efficace. C'est le principe de l'homéostat d'Ashby. Cette manière de faire a cependant de gros inconvénients si le nombre de réponses adaptatives possibles est important et si les réponses sont construites pour les besoins de la cause par conjugaison tactique d'éléments comportementaux. L'organisation tactique élémentaire, qui consiste simplement à enregistrer les échecs pour ne pas effectuer deux fois une réponse vouée à l'échec, ne fournit qu'un bénéfice limité par rapport à un tâtonnement strictement aléatoire.

En fait, l'élaboration d'une réponse adaptative efficace dans un système complexe impose une réflexion subjective sur l'action. Le résultat de l'action peut ne pas être jugé probant par l'organisme. Il est alors possible pour l'organisme d'accroître l'efficience de ses réponses adaptative en développant une réaction circulaire entre la perturbation à analyser et lui-même.
- à toute modification de l'environnement, correspond l'évocation d'une réponse adaptative supposée optimale, choisie parmi les connaissances innées ou antérieurement apprises. Si l'organisme juge après coup qu'une bonne adaptation est résulté de la réalisation de cette réponse, le processus circulaire s'arrête et il n'y a pratiquement aucun gain de connaissance.
- dans le cas contraire, l'organisme assimile l'échec et les effets de cette première réponse inadaptée. Les données en sont confrontées au schéma initial d'assimilation et il en résulte une orientation vers une modification ponctuelle de la conduite primitive, soit au niveau de l'assimilation (VIII-3), soit au niveau de l'accommodation (VIII-3). En cas de nouvel échec, le processus circulaire se poursuit selon le même modèle. Il y a un gain d'information à chaque boucle, du fait même que l'échec confirmé d'une tentative adaptative est assimilé et rapporté à cette tentative. Les probabilités de mise en évidence d'une réponse que l'organisme peut juger efficace seraient donc déjà élevées, si les nouvelles tentatives dépendaient d'un choix

aléatoire. Les probabilités sont évidemment encore plus élevées lorsque le sujet réfléchit tous les résultats des tentatives antérieures pour diriger son choix d'un nouvel essai.
-en cas d'échec persistant, l'organisme peut abandonner sa quête d'une réponse adaptée par fatigue ou désintérêt. Dans le cas contraire, l'organisme élargit le champ des modifications à explorer et un seul fait contradictoire peut ainsi suffire à réviser un système cognitif général.
- la réussite de la réaction circulaire traduit d'une façon ou d'une autre, l'identification secondaire du " bruit " initial. A défaut, la réussite serait fortuite et marquerait une sortie du processus circulaire.

Ainsi, la réaction circulaire ouvre une possibilité de progrès cognitif pratiquement illimitée. Ce progrès peut être " oublié " après la d,couverte d'une réponse efficace, mais s'il est mémorisé, il traduit un gain d'ordre ou d'organisation interne. En définitive, l'existence d'une réflexion subjective sur les réponses adaptatives essayées, la qualité de cette réflexion, marquent la potentialité adaptative d'un système autonome au même titre que les capacités " perceptives " d'identification des perturbations. La réflexion subjective constitue un temps essentiel de détermination de la nature d'une perturbation insolite ou conflictuelle, et elle est indissociable du mécanisme d'identification d'une perturbation après sa survenue. Grâce à la réaction circulaire qu'elle permet, la réflexion subjective sur l'action accroît considérablement les possibilités adaptatives d'un système autonome ; elle explique par ailleurs que la seule nécessité de réponses adaptatives durant le vécu soit par elle-même source de progrès, et même la source principale.

6.2.6. **Les autres initiatives de l'Organisme dans les processus d'identification**.

Cependant, le temps à passer pour développer la réaction circulaire dans son ensemble est un prix à payer qui peut être trop coûteux. Dans la lutte pour la vie, tout délai excessif de réponse peut être fatal. Heureusement, des mécanismes ou comportements complémentaires pallient en grande partie cette difficulté.

6.2.6.1.**L'exploration gratuite**.L'un des moyens utilisables est pour l'organisme, de procéder à des identifications du monde environnant alors même que l'urgence d'une réponse adaptative n'est pas évidente. Ainsi, le jeu, l'exploration participent au développement d'un référentiel de conduites et accélèrent ce développement, favorisant la conquête d'une plus grande autonomie.

6.2.6.2.**L'imitation**. L'imitation apporte un bénéfice analogue. En observant le comportement d'un système externe considéré comme un autre "soi", un organisme autonome peut analyser des situations adaptatives, des réponses comportementales, en tirer des conclusions cognitives et les assimiler avant que lui-même ne soit confronté avec les mêmes situations.

6.2.6.3.**La recherche des régularités de l'environnement**. K.Popper en fait l'un des caractères fondamentaux du comportement humain : " Une de nos attentes fondamentales est la présomption de régularités. Elle est liée à une tendance innée à rechercher des régularités et au besoin d'en trouver (169). " Si nous sommes d'accord avec le fait, nous le sommes moins avec l'existence d'un besoin primaire sous-jacent postulé comme explication. Il faudrait tout d'abord distinguer la recherche de régularités et le principe du plaisir de la répétition sur lequel la psychanalyse a insisté. Cela dit, l'attirance apparente vers les régularités tient plutôt selon nous, à la dynamique même de l'exploration cognitive. Tout événement présentant un caractère d'insolite, est spontanément et initialement interprété en fonction de ses éléments reconnaissables, donc comme une variance d'une régularité déjà identifiée et il ne peut en être

autrement ; c'est seulement en cas d'échec adaptatif que les particularités seront recherchées. L'organisation de l'exploration cognitive suppose donc nécessairement un répertoire de régularités déjà constatées et essayées en première instance dans toute situation réclamant une adaptation. Ce processus est pratiquement obligatoire dans la démarche cognitive d'un organisme autonome.
Ce qu'il faut retenir avant tout est donc la mobilité des schèmes d'assimilation et d'accommodation déjà construits, la tendance du sujet à systématiquement les appliquer chaque fois qu'il les pensera efficaces. La recherche de régularités est plus une conséquence de la dynamique cognitive autonome qu'un besoin primaire.

6.2.6.4. **Le dialogue**.R. Thom (204) présente le dialogue comme un mécanisme voisin. Confronté à la situation adaptative X, l'organisme A interrogera un organisme B pour savoir s'il n'a pas déjà rencontré la situation X et quelle réponse il lui a opposé. Là encore, l'organisme A peut faire l'économie d'un tâtonnement et répondre directement avec efficacité à une perturbation en partie non identifiée et non signifiée.

Une dimension subjective complémentaire apparaît donc dans la connaissance. Non seulement, la connaissance est utilitaire et particulière à l'organisme observateur, mais de plus, elle est liée pour une large part à l'initiative de cet organisme.

6.3. La fixation mnésique.

Il existe en première analyse, deux moyens pour accroître la qualité de l'identification des perturbations externes :
- le premier consiste à accroître un catalogue constitutionnel de référence globale des perturbations. L'avantage est théoriquement la rapidité. Mais l'extension du catalogue provoque des difficultés de repérage qui peuvent faire perdre cet avantage. Par ailleurs, une grande partie d'un catalogue très étoffé est sans emploi car il correspond à des perturbations jamais rencontrées par l'organisme.
- le second consiste à accroître les capacités d'analyse des perturbations après leur survenue. L'inconvénient majeur est le temps d'analyse qui laisse l'organisme déstabilisé de façon dangereuse avant la réponse adaptative.
La Nature a adopté un compromis qui permet de tirer avantage de la simplicité du premier moyen et de la précision du second. Ce compromis est la mémorisation du résultat des analyses cognitives effectuées après coup. Ainsi se constitue un catalogue appris d'identification immédiate des perturbations, avec deux avantages. D'une part, il permet une adaptation rapide. D'autre part, il peut être de taille réduite puisqu'il ne correspond qu'à des perturbations effectivement rencontrées et qui sont celles qui ont le plus de chance de se renouveler, comme régularités de l'environnement accessibles à l'analyse cognitive. Inversement de ce fait, le bénéfice de la fixation mnésique est limité aux régularités de l'environnement dans la survenue des perturbations.
Dans les organismes autonomes, la fixation mnésique des démarches cognitives résume mémoire et apprentissage. Les analyses de N. Jerne conduisent à identifier deux composantes dans la mémorisation :
- une composante de modifications ponctuelles du référentiel des conduites existantes. La mémoire ne peut jouer que sur des conduites mises effectivement en jeu au cours des réactions circulaires..
- une composante plus créatrice d'actualisation d'un potentiel. Le modèle de l'immunologie conduit à envisager des combinaisons nouvelles et originales d'éléments innés.

La fixation mnésique présente ses propres exigences :
- la première est que l'organisme lui-même ou certaines au moins de ses structures soient relativement plastiques et puissent subir des déformations sans que l'équilibre général et l'auto-référentiel du système ne soient compromis. En un mot, l'organisme doit posséder initialement la potentialité de toutes ses transformations futures.
- la seconde est que chaque modification mnésique doit être ponctuelle. Une modification n'a pas de signification propre mais une signification relative à l'ensemble du mécanisme dans lequel elle s'inscrit. Qu'il s'agisse de mécanismes métaboliques ou cognitifs, le mécanisme lui-même ne doit donc pas être profondément modifié, si la modification mnésique doit conserver sa signification. Cette exigence est bien traduite par la notion de réseau fonctionnel. Les cycles autopoiétiques ne sont pas parfaitement circulaires et se rapprochent davantage d'un graphe. Ce graphe comporte dès sa création, un grand nombre de liaisons labiles pré-existantes qui peuvent être annulées, atténuées ou au contraire, renforcées. La mémoire ou l'apprentissage ne restructurent pas le graphe mais le modifient ponctuellement au niveau de certaines des liaisons.

En revanche, les modifications ponctuelles peuvent s'accumuler et finir par obtenir des transformations importantes au niveau d'une structure. A son tour, cette modification structurale peut entraîner une modification ponctuelle dans la structure de rang supérieur et avec le temps, la fixation mnésique peut provoquer des modifications structurales considérables.

Une remarque s'impose qui va également dans le sens d'une stricte limitation des transformations de mémorisation. Une modification ponctuelle du référentiel de conduites ne peut être bonne en soi mais seulement par rapport aux perturbations effectivement rencontr&es. Tout abandon des caractéristiques antérieures traduit un certain sacrifice. Un arbitrage entre la conservation du référentiel ancien et les avantages d'une modification est indispensable. Dans le fait de la mémoire, l'inscription d'une modification est moins importante que le jugement qui apprécie le bien fondé de cette modification. Il y a donc une conception autonomique et subjective de la mémorisation, très éloignée de l'enregistrement passif et systématique du vécu postulée par les théoriciens du conditionnement mais aussi par Freud ou Bergson. Nous verrons du reste que l'hypermnésie de ces auteurs est inconcevable sur les plans physiques et biologiques (VII).

6.4. Les processus de décision.

Qu'il s'agisse de valoriser une analyse d'un insolite, de contrôler la réflexion sur l'action ou le déroulement d'une réaction circulaire, d'accepter une mémorisation, le processus de décision est fondamental dans un organisme autonome performant. A tout moment, des choix subjectifs s'imposent. Mais la décision elle-même, comporte des degrés d'efficience et des aspects d'autonomie ou de non autonomie :
- la décision commune aux organismes autonomes et aux systèmes artificiels consiste à définir après coup un choix qui résulte de la confrontation de la totalité des données recueillies.
- la décision à risque des organismes autonomes consiste à effectuer un choix alors même que la confrontation des données ne fournit pas un résultat évident. En pratique, la décision porte sur le fait de savoir s'il faut effectuer rapidement un choix, s'il faut se satisfaire du niveau d'adaptation obtenu en réponse à une perturbation ou s'il est souhaitable de recueillir des informations complémentaires. Il y a donc là encore un autre aspect de subjectivité dans le comportement d'analyse cognitive.

7. La dynamique autonome du Progrès et du Développement.

Répétons-le, les mécanismes de l'auto-organisation ne se distinguent pas des mécanismes d'autopoièse et d'homéostasie. Tous les processus d'identification sont impliqués dans le développement, qu'il s'agisse des évolutions structurales du développement phylogénétique et du développement ontogénétique précoce, ou qu'il s'agisse de l'évolution cognitive du développement ontogénétique plus tardif. Seul, l'observateur peut définir isolément une succession d'étapes expliquant la dynamique de progrès.

7.1. La déstabilisation initiatrice.

A la base de tout progrès, il y a une rupture de l'homéostasie sans possibilité de correction immédiate. Elle est produite par un insolite, mélange de perturbations internes ou externes identifiées et de bruit. Au minimum, tout se résume à une rupture de la stabilité homéostatique interne. Au mieux, la déstabilisation est limitée aux structures perceptives et cognitives d'identification des perturbations externes. La déstabilisation peut donc porter sur l'organisme entier ou seulement sur l'un de ses constituants. Typiquement, un constituant est seul déstabilisé dans un premier temps et si aucune correction n'est trouvée, la déstabilisation se propage jusqu'à marquer tout l'organisme.

7.2. L'actualisation d'un potentiel adaptatif.

Devant, cette déstabilisation, tous les processus homéostatiques entrent en jeu à la recherche d'un retour à la stabilité. Deux conditions doivent être remplies pour permettre une réponse à l'insolite :
- il faut qu'une " nouveauté " soit mise en place puisque le corpus des réponses existantes s'est révélé insuffisant. Cette nouveauté peut être une réanalyse de l'environnement insolite, l'acquisition par réaction circulaire, d'un lien nouveau entre la perturbation insolite* et une réponse existante ou véritablement la formation d'une nouvelle réponse adaptative par modification ponctuelle ou combinaison d'éléments existants.
- il faut que la nouveauté s'intègre totalement dans l'organisme existant, sans être elle-même source de déstabilisation. La nouveauté doit donc correspondre à la plasticité potentielle limitée et définie par la constitution originale.

La découverte d'une réponse adaptative nouvelle relève de l'application d'une réaction circulaire selon le mécanisme indiqué plus haut. Chaque échec adaptatif fournit une information complémentaire qui oriente vers une correction et accroît les chances de découvrir une réponse adaptée, par un tâtonnement organisé. La déstabilisation initiale et la réaction circulaire qui lui fait suite, sont les conditions nécessaires et suffisantes d'une évolution positive des conduites.

7.3. La formation d'une entité nouvelle par symbiose.

Les mécanismes précédents peuvent s'appliquer dans le cas particulier d'une rencontre fortuite entre deux organismes autonomes; soit parce que les deux organismes découvrent l'intérêt de la proximité réciproque, soit parce que cette proximité est imposée. L'actualisation du potentiel adaptatif de chaque organisme va favoriser les effets agonistes des organismes premiers et atténuer les effets antagonistes. Cela va favoriser la symbiose, formation pérennisée d'une entité nouvelle dont les propriétés adaptatives sont supérieures à celles des composants considérés isolément.

Au lieu de porter sur des organismes, le rapprochement peut porter sur deux éléments d'un organisme, antérieurement isolés et qui sont rapprochés, soit fortuitement, soit sous la pression de l'organisme dans le cadre d'une réaction circulaire; c'est lemécanisme bisociatif de Koestler, très proche de la symbiose. .Symbioses* et bisociations, établies fortuitement ou sous la pulsion d'un organisme, apparaissent ainsi comme des facteurs essentiels du progrès.

7.4. La fixation mnésique.

C'est elle qui caractérise développement, progrès ou émergence du nouveau. Elle fait suite à une décision de réviser les mécanismes homéostatiques existants. Fondamentalement, elle définit un gain d'organisation qui ouvre la voie à de nouveaux gains autrement impossibles. Ainsi, dans la limite de la plasticité constitutionnelle, le progrès peut être spontanément poursuivi. Dans le cas de la symbiose, le progrès potentiel est illimité.

CONCLUSION

En un peu plus d'un siècle, s'est construite une théorie de l'autonomie biologique, dotée d'une forte cohérence interne. Elle répond à de nombreuses exigences concernant le poids de la subjectivité, posées par le spiritualisme, mais également à celles des tenants du déterminisme physiologique concernant la précision de mécanismes se prêtant à l'analyse et à la description. Par là même, la théorie de l'autonomie permet de réserver la dualité corps/esprit de l'anthropologie aristotélicienne au seul domaine métaphysique, et d'affirmer l'unicité fonctionnelle des organismes les plus complexes, l'homme notamment, vis à vis des réactions métaboliques, cognitives et affectives.

L'autonomie se présente à trois niveaux, permettant de bien situer la place de la connaissance :
* une autonomie constitutionnelle permettant une adaptation à l'environnement avant toute rencontre. Cette autonomie ne peut être que très générale et imprécise.
* une autonomie apprise, au contact de l'environnement et spécifiquement dirigée vers les réalités de cet environnement.
* une autonomie anticipée, lorsqu'une activité représentative interne permet de construire par avance les conditions du futur et s'y préparer.

Cependant cette distinction n'est que relative. L'autonomie constitutionnelle à la naissance de l'organisme humain est pour une large part, la traduction d'une autonomie apprise durant la phylogenèse et l'ontogenèse embryologique. Par ailleurs, la constitution néonatale doit inclure de nombreux mécanismes permettant le développement ultérieur des autonomies apprises, anticipées ou non. De même, l'autonomie anticipée ne peut s'établir qu'après un long exercice d'autonomie apprise.

Il est évident que le terme de connaissance est le plus souvent appliqué aux résultats de l'autonomie apprise et qu'elle les résume. L'acquisition des connaissances chez l'homme prend de plus en plus la forme d'une autonomie anticipée et lui est équivalente. La théorie de l'autonomie accorde donc une place considérable à la connaissance, tout en lui fixant des propriétés très particulières. Elle définit le sens et la finalité de la connaissance apprise, connaissance utilitaire pour améliorer l'homéostasie et guider les compléments d'organisation. Elle souligne l'importance fondamentale de l'activité subjective en matière de connaissance, ce qui conduit à relier plus étroitement la décision aux exigences de la connaissance, l'effet étant au maximum pour les connaissances qui relèvent de l'autonomie anticipée,

connaissances qui ont pris progressivement la première place dans l'ontogenèse post-natale humaine et ce qu'il est convenu d'appeler la Culture.

CHAPITRE III : L'AUTONOMIE DANS L'EXPLICATION DES DEVELOPPEMENTS BIOLOGIQUES

"Nous trouvons peu de difficulté à comprendre comment la complexité naît de la simplicité, à partir de l'auto-assemblage de molécules de plus en plus complexes et d'assemblages moléculaires; mais nous avons aussi à comprendre comment des objets présentant une certaine simplicité globale, peuvent naître à partir d'un ensemble de micro-étais d'une extrême complexité."

C. H. Waddington

Résumé C'est dans l'analyse des développements biologiques que la théorie de l'autonomie et celle de l'autopoièse se justifient le mieux.

1. **Le renouvellement des constituants cellulaires.**

Le constituant cellulaire par excellence est la protéine, enzymatique ou structurale. La structure primaire d'une protéine, chaîne d'acides aminés, est hautement improbable et doit être codée dans un milieu prêt à céder de l'énergie libre. Les structures secondaires, tertiaires, quaternaires sont au contraire spontanées.
La protéine peut assurer la charpente des tissus mais elle est très souvent un enzyme, c'est à dire un catalyseur qui assure que seules les réactions chimiques souhaitables ont lieu dans la cellule. L'enzyme se résume à une chaîne précise d'acides aminés, et est le résultat principal des synthèses de protéine, ce qui traduit une boucle manifeste d'autopoièse. L'A.D.N. qui contient le code de la structure des protéines, forme avec la machinerie initiale de l'œuf, un réseau auto-entretenu qui peut assurer le renouvellement autopoiétique ou être dérivé vers un développement.

2. L'auto-organisation intracellulaire.

L'information fournie par la chaîne d'A.D.N. se limite à définir des séquences d'acides aminés. Tout le reste est une auto-organisation spontanée. Cette auto-organisation peut assurer le simple renouvellement autopoiétique de la cellule. Une très légère déviation, issue de l'environnement ou de l'accumulation des effets du vécu, peut suffire à initier un développement et l'apparition de structures qui n'existaient pas antérieurement dans la cellule.

3. Le développement embryologique autonome.

Il traduit des émergences véritables car il n'y a pas de pré-formes de l'individu achevé dans l'œuf. La régularité du développement vient de la détermination des lois internes et d'une régulation possible vis à vis de fluctuations acceptables de l'environnement proche. Un œuf de poule fécondé et placé dans des conditions favorables, donne naissance à un poussin, manifestement sans aucun organisateur extérieur, et alors qu'il n'y a pas de plan concret du futur poussin dans l'œuf. Ces conditions sont également celles du développement de l'embryon humain. Il est possible de concevoir aujourd'hui comment l'individu se forme progressivement, par une succession d'étapes qui se provoquent obligatoirement l'une l'autre, sans qu'il y ait au départ le moindre plan de l'individu achevé. Il est possible de détailler comment apparaît une "forme" osseuse qui n'était pas préalablement dessinée. Le développement embryologique du Système nerveux central mérite une mention particulière car l'absence de préforme y est particulièrement nette et le gain d'ordre particulièrement important.

4. Le développement postnatal.

C'est là encore, l'étude du développement du système nerveux central qui présente le plus d'intérêt, dans ses relations avec l'élaboration individuelle des connaissances. L'étude de l'organisation synoptique postnatale, sensible à l'activité neuronale, est particulièrement intéressante. La croissance musculo-tendineuse et la croissance osseuse constituent un exemple qui nous est très cher, car nous avons tout particulièrement contribué à son analyse, et à la démonstration d'une croissance autonome.

5. L'Evolution des espèces.

La réalité de l'évolution ne se discute plus aujourd'hui, au contraire de sa signification et de ses mécanismes. L'évolution est marquée par une orientation vers une autonomie constitutionnelle croissante et une capacité

accrue d'autonomie apprise, puis d'autonomie anticipée, mais l'orthogenèse est "constatée après coup" et ne peut se concevoir indépendamment de "décisions" des organismes individuels, même si la transmission héréditaire d'effets du vécu individuel demeure très problématique.

6. Le Réseau immunitaire.

Son étude, sur le plan systémique, a l'énorme avantage de fournir un modèle complet de fonctionnement autonome plus facile à analyser que le système nerveux central. Les anticorps comportent une partie commune et une partie variable, permettant probablement une enveloppe potentielle de variété de un ou deux milliards d'éléments. Un anticorps "actuel" est généré ou multiplié au sein de cette enveloppe en fonction des exigences de milieu. Un anticorps dont l'activité antigénique est démontrée est ensuite mémorisé et multiplié. .Les anticorps formés s'organisent spontanément en réseau, assurant simultanément un fonctionnement autopoiétique régulé et une ouverture vers un développement. .L'opposition du soi et du non-soi peut être analysée. D'une façon générale, la réaction immunitaire illustre merveilleusement tous les aspects de l'autonomie biologique.

7. L'Apprentissage animal

L'éthologie moderne démontre la réalité de l'apprentissage animal mais un apprentissage autonome et non un dressage imposé par des instructions externes. Les animaux naïfs acquièrent les stéréotypes sociaux de l'espèce, sans modèle, mais à la condition de pouvoir s'exercer, l'un par rapport à l'autre. On peut rapprocher de l'apprentissage, les compléments d'organisation post nataux dont la mise en évidence illustre bien des mécanismes d'autonomie.

8. Le développement cognitif ontogénétique humain.

Il est à peine évoqué et sont surtout présentés quelques points complémentaires aux analyses de Piaget. Un exemple est donné chez les enfants adoptés, de la puissance des facteurs constitutionnels de régulation dans l'évolution intellectuelle.

Il n'est pas suffisant de montrer la cohérences d'une théorie de l'autonomie biologique, il faut encore en souligner la valeur d'explication pour justifier sa généralisation. Il n'est guère utile de rechercher des exemples démonstratifs au niveau des mécanismes homéostatiques. Ce serait réviser toute la physiologie sans grand profit. C'est au niveau de l'autopoièse et des développements que la notion d'autonomie est la plus accessible à la discussion critique. C'est en ces domaines que la valeur d'explication est la plus forte.

1. **Le renouvellement des constituants cellulaires.**

En l'absence de maladie ou d'accident, l'espoir de vie dans l'espèce humaine est supérieur à 80 ans. L'une des découvertes les plus essentielles de la biologie générale est la mise en évidence d'une vie beaucoup plus courte pour les éléments du corps humain. Les cellules de recouvrement de la peau ou de l'intestin ont un espoir de vie de quelques jours. D'autres cellules comme les cellules nerveuses ne sont pas renouvelées au cours de la vie mais leurs constituants le sont. Or bien évidemment, l'espoir de vie d'un constituant est au plus égal à celui de la cellule qui le contient mais il peut être beaucoup plus court. Effectivement, l'espoir de vie des protéines, constituants cellulaires fondamentaux, peut être limité à quelques heures.

A l'analyse de ces chiffres, il est évident qu'un organisme est le siège d'un renouvellement constant de ses constituants. Il présente donc une émergence permanente de structures nouvelles et la question se pose de savoir comment s'effectue cette émergence. La première réponse qui vient à l'esprit, et elle est globalement exacte, est celle d'une duplication partant de cellules ou d'éléments encore intacts. Mais il convient alors de s'interroger sur le mécanisme de la duplication. Le sens commun nous indique que la reproduction d'un objet

existant suppose un plan et un exécutant. Le plan peut être écrit, comme un plan architectural, ou simplement pensé par l'exécutant mais il existe toujours. Qu'en est-il au niveau biologique ?

1.1. **Les exécutants enzymatiques.**

Les exécutants sont de simples catalyseurs, encore appelés enzymes protidiques. Dans le milieu particulier de la cellule, un grand nombre de réactions biochimiques ne peuvent se produire spontanément si elles ne sont pas favorisées. En présence d'une enzyme adaptée, hautement spécifique, chacune de ces mêmes réactions chimiques est "catalysée" et s'effectue spontanément. Outre leur site actif, les enzymes présentent un site régulateur, pouvant recevoir un agent inhibiteur ou facilitateur qui règle l'activité de l'enzyme. Dans un milieu cellulaire contenant des composants chimiques divers, l'ensemble des enzymes dessine un réseau interactif qui est orienté spontanément vers la formation de telle ou telle structure élémentaire, selon la nature des agents régulateurs présents. Ces structures sont des protéines qui constituent l'élément noble de toute la matière vivante. Certaines des protéines formées constituent des agents régulateurs des enzymes. Le réseau enzymatique interactif est donc récursif et instable, pouvant à tout instant être orienté vers des cycles de synthèse différents ou même vers une suite de transformations irréversibles.

La formation des protéines est donc spontanée sur le plan thermodynamique mais les protéines ne sont pas équivalentes les unes aux autres. Des informations particulières sont indispensables à la formation de protéines particulières. De plus, les éléments cellulaires et à plus forte raison, les cellules complètes, sont des structures beaucoup plus complexes que de simples protéines. Le passage de la structure élémentaire que constitue une protéine aux structures complexes du vivant doit donc également être expliqué.

1.2. **L'information cellulaire**.

Les travaux accumulés depuis 1940 démontrent que toute l'information qui permet la duplication d'une cellule ou le renouvellement de ses composants est contenue dans une structure chimique très particulière, la chaîne d'acides déxoxyribonucléiques ou chaîne d'A.D.N. C'est une structure linéaire, faite chez l'homme d'une succession de quelque trois milliards d'acides désoxyribonucléiques élémentaires. Chaque acide nucléique porte l'une de quatre bases, symbolisées par les lettres A, C, G et T. C'est l'ordre de succession de ces lettres dans la chaîne, qui a valeur de message. Par ailleurs, l'A.D.N. est habituellement doublé en deux brins accolés qui se ressemblent comme un positif et un négatif de photographie. En face de chaque base A d'un brin, vient se placer une base T de l'autre brin, ou bien évidemment l'inverse. En face de chaque base C d'un brin, vient se placer une base G de l'autre brin. De ce fait, dans le milieu de réactions enzymatiques spontanées que nous avons vu plus haut, un seul brin isolé peut servir de plan en positif pour la construction d'un brin équivalent en négatif, par réunion en chaîne d'acides nucléiques. Le brin en négatif sert à son tour de plan pour la réalisation d'un brin en positif. La duplication de la chaîne d'A.D.N. s'effectue donc aisément et la duplication des informations cellulaires n'offre aucune difficulté. Chaque cellule nouvellement formée se détache d'une cellule mère, portant sa propre chaîne d'A.D.N. et pouvant elle-même donner naissance à des cellules filles.

Plusieurs données sont essentielles pour comprendre le rôle d'information de la chaîne d'A.D.N.

- un brin d'A.D.N. sert de plan pour la formation d'une chaîne correspondante d'acide ribonucléique ou A.R.N. La lettre T de l'A.D.N. correspond à une lettre U sur l'A.R.N. La chaîne d'A.R.N., plus mobile, sert de plan pour assembler les acides aminés constitutifs d'une protéine. Les protéines constituent la portion noble de toute matière vivante

- trois lettres successives de type A,C,G ou U définissent un acide particulier parmi la vingtaine des acides aminés différents qui forment toutes les protéines de la matière vivante. Des groupe particulier de trois lettres, UAA, UGA et UAG, ne correspondent pas à un acide aminé mais marquent l'interruption de la chaîne d'acides aminés.

- la succession de groupes de trois lettres dans une chaîne d'A.D.N. ou d'A.R.N. définissent une succession particulière d'acides aminés, seule donnée qui assure la spécificité d'une protéine. Une comparaison peut être faite avec une écriture qui disposerait de quatre lettres. Une conjonction de trois lettres formerait un mot significatif correspondant à un acide aminé. Une succession de mots spécifierait une protéine. Malgré le caractère dégénéré du code puisque 64 mots différents paraissent ne recouvrir que 21 significations, un segment d'A.D.N. ou d'A.R.N. est hautement spécifique d'une séquence particulière d'acides aminés formant une protéine. Une séquence de 90 lettres d'A.D.N. spécifie une protéine parmi un nombre de séquences différentes de même longueur de 20^{30}.

- la chaîne d'A.D.N. totale est constituée d'un grand nombre de segments fonctionnellement indépendants. En se fixant sur un segment, des protéines du milieu intracellulaire favorisent ou interdisent la lecture de ce segment pour la construction d'un segment correspondant d'A.R.N. Une chaîne d'A.D.N. ne constitue pas une information univoque mais une information modifiable par le contexte (VIII-). Or le milieu intracellulaire qui forme ce contexte est lui même généré par l'information contenue dans la chaîne d'A.D.N. Il se forme donc une boucle récursive éminemment instable où l'information lue peut entraîner un effet modificateur sur son propre contenu.

- cette multiple expression de l'information contenue dans une même chaîne d'A.D.N. est particulièrement nette chez les végétaux. Quelques millimètres cubes de racine de carotte placés dans un milieu de culture convenable se développent en produisant un tissu identique de racine de carotte. Une cellule isolée de même origine donne naissance à un plan complet de carotte, feuilles, tige et racine. Cela n'est qu'un exemple expérimental qui s'explique par une règle universelle: la chaîne d'A.D.N. de l'œuf qui assure le développement embryologique est strictement la même que la chaîne d'A.D.N. qui assure l'autopoièse* de chaque cellule de l'organisme. Mais il s'ensuit un fait capital : l'expression de l'information contenue dans l'A.D.N. dépend de l'environnement dans lequel se trouve cet A.D.N.

- dans de telles conditions, une chaîne d'A.D.N. ne peut constituer un plan défini d'une structure biologique quelle qu'elle soit. La même chaîne d'A.D.N. fournit les informations assurant l'autopoièse dans chaque cellule de l'organisme quel que soit son type, et en même temps constitue toute l'information qui permet la genèse de l'organisme achevé. En fait, il faut plutôt considérer un ensemble très particulier :

a) l'A.D.N. sert de plan pour former et renouveler un ensemble de protéines enzymatiques qui entretiennent un fonctionnement métabolique en réseau à l'intérieur de la cellule.

b) machinerie et enzymes présentes forment un tout en interaction puisque les enzymes sont formées à partir de la chaîne d'A.D.N. et qu'inversement, les produits formés par l'action des enzymes retentissent sur la façon dont est lue la chaîne d'A.D.N., donc sur la formation des différentes enzymes.

c) l'ensemble dessine un réseau auto-entretenu mais dont le déroulement est ouvert aux influences modificatrices. La moindre transformation dans la machinerie cellulaire peut entraîner un biais dans le fonctionnement du réseau, biais dont les conséquences peuvent être considérables. On comprend ainsi que la même chaîne d'A.D.N. puisse assurer un entretien autopoiétique constant, ou au contraire être déviée vers la genèse d'une succession d'étapes non cycliques pouvant réaliser le développement d'un organisme multicellulaire complet.

2. L'Auto-organisation intracellulaire.

En première approximation, l'A.D.N. peut être considérée comme le plan d'une structure primaire, linéaire, d'un grand nombre de protéines différentes. Même si toutes les protéines ne sont pas des enzymes, la fonction d'information de l'A.D.N. ne peut dépasser cette fonction de synthèse ponctuelle d'une protéine. La distribution des protéines régulatrices dans le milieu cellulaire, formées elles-mêmes par l'A.D.N., a une action complémentaire qui précise la portée des informations contenues dans la chaîne d'A.D.N. Celle-ci n'est en rien le plan d'un organisme, d'une cellule, d'un constituant cellulaire, ni même le dessin complet d'une enzyme. C'est le vécu métabolique qui induit des transformations venant compléter ou préciser des informations initiales. Durant ce processus, l'auto-organisation est manifeste :

- la chaîne linéaire d'acides aminés une fois formée ne présente pas de caractéristiques fonctionnelles particulières. Mais les actions de répulsion ou d'attirance entre les acides aminés voisins provoque spontanément dans le milieu cellulaire, une disposition tridimensionnelle particulière qui suffit à faire apparaître une fonction enzymatique ou une protéine de structure. Le processus a été très bien étudié sur le collagène qui acquiert spontanément sa structure physiologique aux conditions de température, de pH et autres constantes du milieu cellulaire alors qu'il adopte des conformations différentes dans d'autres milieux.

- plusieurs protéines synthétisées séparément et représentant les éléments d'un constituant cellulaire, se retrouvent spontanément, se reconnaissent et s'unissent selon une configuration spontanée unique qui est celle du constituant. Aucune synthèse "in vitro" d'un constituant cellulaire n'a encore été obtenue de cette façon mais aucune autre hypothèse de formation ne peut être proposée. Par ailleurs, cette synthèse "in vitro" est observée expérimentalement sur des virus qui se constituent spontanément lorsqu'on mélange dans une éprouvette les différentes protéines qui les constituent.

Les informations de la chaîne d'A.D.N. ne peuvent donc expliquer à elles seules l'autopoièse. Il y a un complément très important d'auto-organisation qui vient se greffer sur l'information de base. Cette auto-organisation est plus ou moins importante par rapport à l'information :

- si on considère le simple entretien autopoiétique de la cellule, les structures nouvellement formées remplacent simplement des structures de même type qui ont disparu par vieillissement.

- si on considère isolément un des constituants cellulaire, les mêmes processus qui avaient valeur de renouvellement autopoiétique au niveau de la cellule, traduisent au niveau inférieur des constituants cellulaires, un développement auto-organisé à partir d'une information très partielle.

- une modification du milieu intérieur de la cellule, par accumulation des effets du vécu ou par l'action d'une substance venue de l'environnement, peut suffire à initier un déséquilibre de l'autopoièse et à amorcer un développement. Ce développement peut se limiter à une duplication de la cellule initiale ou amorcer un véritable "développement embryologique". bien au delà de la cellule initiale.

L'exemple cité plus haut concernant la cellule de carotte montre qu'à partir d'une même information initiale, différentes évolutions sont possibles. Nous verrons (VIII-) que le fait qu'une même information puisse aboutir à des évolutions très différentes selon la nature de l'environnement, est un fait très général.

3. **Le développement embryologique.**

Pour des raisons en grande partie idéologiques, deux conceptions se sont opposées, du XVIème au XXème siècle, pour tenter d'expliquer le développement embryologique. Elles étaient plus riches des contradictions posées par les thèses adverses que d'arguments positifs:

- les thèses préformistes supposaient l'existence dans le germe, d'une "forme" autour de laquelle s'organisait l'être achevé. L'origine de cette forme n'était pas expliquée, d'autant moins qu'elle devait dans la règle participer des deux formes parentales.

- les thèses épigénétiques* postulaient l'apparition seconde des organes, au cours du développement. Aucun mécanisme créateur d'organes n'était décrit et en aucune façon il n'était possible de comprendre comment un œuf de poule donne naissance à un poussin, un ovocyte fécondé d'éléphant donne naissance à un éléphanteau et un œuf de porcelaine couvé demeure un œuf de porcelaine.

Les progrès considérables effectués depuis cinquante ans conduisent à rejeter les deux thèses, au moins dans leurs aspects extrêmes, et à retenir une explication qui fait la plus large place à l'autonomie.

3.1. **Le développement embryologique autonome.**

Un œuf de poule fécondé et placé 21 jours dans des conditions fixes de température, d'humidité et de concentrations gazeuses, donne naissance à un poussin. Il est évident qu'aucun facteur organisateur externe n'a pu intervenir et il faut donc bien que l'œuf soit l'unique responsable de son propre développement. Ce développement spontané est tout aussi manifeste pour l'éclosion des organismes plus simples que l'oiseau, mais il est également le fait, quoique de façon moins évidente, des mammifères vivipares. En ce dernier cas, le rôle de l'organisme maternel se limite au maintien d'un environnement constant dont les paramètres sont strictement régulés, au renouvellement des réserves énergétiques ou constitutives, à l'élimination des déchets. Il est du reste manifeste que la détermination héréditaire du mâle est très exactement identique à celle de la femelle, ce qui ne serait pas si l'organisme maternel avait une action organisatrice.

3.2. L'explication du développement embryologique autonome.

En 1759, G.W. Wolff cassa un œuf de poule et déclara qu'il n'y voyait que le blanc et le jaune, sans aucune forme de poussin. Un microscope lui aurait appris qu'en fait cet œuf contenait un organisme très élaboré dans lequel on aurait pu distinguer deux éléments :

- un ensemble de cellules, quatre ou huit le plus souvent, qui sont le siège de réseaux autopoiétiques* parfaitement fonctionnels grâce à l'e@tence d'une riche machinerie métabolique.

- une chîcine d'A.D.N. présente dans chaque cellule et qui contient des instructions régissant le fonctionnement des réseaux autopoiétiques*. Ces instructions sont disposées linéairement et sont relativement indépendantes les unes des autres. Comme nous l'avons vu plus haut, chaque instruction peut être lue ou ignorée en raison de la présence ou de l'absence d'un promoteur de lecture.

Le fonctionnement, à température convenable, des réseaux autopoiétiques* induit à l'intérieur de l'œuf une production des différents constituants, supérieure à ce qui est nécessaire pour un simple renouvellement; cela permet la continuation spontanée des divisions cellulaires. Dès le stade de seize cellules, des différences se dessinent entre cellules, en fonction de leur emplacement. Ces différences sont accentuées parce qu'elles provoquent un changement dans les promoteurs de lecture de la chaîne A.D.N. et donc les instructions lues changent d'une cellule à l'autre. Ainsi s'est amorcé un processus de différenciation entre cellules qui peut ensuite s'amplifier pour par-venir à l'ébauche des différents organes. C'est donc bien l'œuf lui-même qui a initié sa propre différenciation.

3.2.1. La sienification de l'A.D.N.

La chaîne d'A.D.N. présente la particularité d'être une structure linéaire qui se prête aisément à la duplication. Cette duplication est une réponse évidente aux difficultés du préformisme concernant l'apparition d'une "tonne" dans l'œuf. Cela a conduit malheureusement à une dérive préformiste de la conception de l'A.D.N., certains auteurs y voyant une sorte de raccourci de l'individu achevé. Lorsque le rôle de l'A.D.N. dans la transmission des caractères héréditaires a été précisé, les erreurs d'ïnterprétation sur le sens exact des gènes lui ont été immédiatement appliquées. Les travaux de Mendel.. isolant des unités fonctionnelles, ont longtemps conduit à voir dans un gène le déterminant d'un caractère phénotypique, c'est à dire un caractère de description de l'organisme achevé. Il a ensuite été découvert ce qui fut appelé la pléiotropie: un même gène gouverne partiellement plusieurs caractères phénotypiques et la plupart des caractères phénotypiques dépendent de plusieurs gènes. L'analyse de l'A.D.N. a permis d'aller beaucoup plus loin dans la dissociation entre gènes et phénotypes. Un segment d'A.D.N. représente le plan d'une protéine, et le plus souvent d'une protéine enzymatique, c'est à dire d'un catalyseur de réactions métaboliques. La correspondance du gène avec un phénotype particulier est donc presque complètement perdue.

En fait, l'A.D.N. est un ensemble de données qui module le fonctionnement du réseau autopoiétique* avec une double fonction:

en fournissant toutes les instructions nécessaires à la formation d'un enzyme, l'A.D.N. permet le renouvellement autopoiétique* des enzymes et de ce fait, la continuité du fonctionnement métabolique.

- mais par une rétroaction des protéines nouvellement formées par le réseau autopoiétique*, la lecture des différentes données n'est pas immuable. La variation de lecture induit la différenciation cellulaire et par là même, l'épigenèse* des organes.

L'A.D.N. n'est donc en aucun cas le raccourci d'un individu achevé. C'est bien l'œuf lui-même qui construit cet individu sans forme pré-dessinée. La similitude du réseau autopoiétique* initial, la similitude de l'A.D.N., la constance de l'environnement lointain expliquent seules que deux cellules initiales du même œuf pourraient être à l'origine de deux individus strictement identiques. Inversement, la variation de l'environnement immédiat explique
à elle seule que deux cellules initiales identiques, porteuses de la même chàlne d'A.D.N., puissent donner naissance des organes différents.

Par ailleurs, de nombreuses données expérimentales soulignent qu'un fragment d'A.D.N., parfaitement défini, provoque un résultat qui dépend pleinement des autres fragments auxquels il est associé. Quelques exemples sont particulièrement probants:

- le petit chromosome 21 dans l'espèce humaine est indispensable au développement de l'oeul Pourtant, si ce chromosome est présent trois fois au lieu de deux, apparaissent les malformations graves du mongolisme.

- un même gène chez une souris mâle de race A a un effet inverse selon la race de la souris femelle traitée par la cortisone, à laquelle la première est accouplée. Ce gène favorise l'apparition d'un bec de lièvre en cas d'accouplement avec une femelle de race A (100 pour cent des cas dans les conditions expérimentales), diminue nettement ce risque de bec de lièvre en cas d'accouplement avec une femelle de race B (4 pour cent des cas), par rapport à ce qui est observé en cas d'accouplement de mâle B avec une femelle B (20 pour cent de becs de lièvre dans les mêmes conditions expérimentales).

- c'est la simple multiplication exagérée d'un même fragment d'A.D.N. qui explique l'apparition d'affections neuro-musculaires très graves comme la myotonie de Steinert ou la chorée de Hutington.

3.2.2. L'Orthogenèse constatée après coup.

On comprend alors la justesse de l'analyse de Waddington (1-4.2) lorsqu'il décrit le développement embryologique, pourtant apparemment prédéterminé, par une succession d'étapes sans programme prédessiné. Chaque étape nouvelle dépend:
- des structures permanentes formées antérieurement
- des conditions d'environnement
- de l'accumulation des effets du vécu.

Que les conditions initiales et le vécu dans un environnement constant soient définies et les étapes se succèdent bien de façon prévisible. Mais qu'un incident survienne, rompant la ligne d'évolution et le déroulement des étapes risque d'être très profondément modifié. En pratique, quatre éventualités sont alors possibles :

1) les capacités homéostatiques de l'œuf ne sont pas dépassées. La régulation est totale, les conséquences de l'événement sont pratiquement éliminées. Ainsi, l'alternance de chaleur et de refroidissement qui marque une couvée par une mère poule quittant ses œufs de temps à autre, synchronise le développement entre différents œufs mais ne provoque aucune modification qualitative. Si la température est maintenue strictement constante dans une couveuse artificielle, l'éclosion des différents œufs est étalée dans le temps. Si des modifications thermiques sont introduites, les éclosions sont synchrones, avec des poussins normaux.

2) la régulation peut être incomplète. Le sujet à la naissance peut présenter une malformation locale définitive, plus ou moins grave. Dans ce cadre, il est très intéressant de souligner le cas très particulier du bec de lièvre. Cette malformation est manifestement d'ordre génétique, le risque par rapport à la population général étant multiplié par 40 lorsqu'il existe déjà un cas familial et par 400 chez un jumeau monozygote lorsque l'autre jumeau est atteint. Pourtant le nombre de paires de jumeaux monozygotes concordantes n'est que de 40 pour cent. Une cellule initiale identique avec exactement la même chaîne d'A.D.N., un environnement lointain identique n'empêchent pas une évolution locale nettement différente, ce qui souligne bien le fait des régulations.

3) la régulation est nettement insuffisante, le développement se poursuit de façon anarchique et aboutit à un monstre, puis à la mort.

4) quoique cela soit sûrement très rare et n'ait jamais été obtenu expérimentalement, on peut envisager que le biais dans la croissance fasse apparaître un bénéfice adaptatif.

En pratique, il est extrêmement vraisemblable que les développements embryologiques normaux relèvent en fait de la première éventualité. Le contrôle parfait de l'environnement est impossible et des déviations de la ligne évolutive normale doivent se produire en permanence. Normalement, ces déviations devraient s'accentuer avec le temps. S'il n'en est rien, c'est qu'il existe également des forces de convergence, liées à l'instabilité introduite par les déviations. L'aspect de développement autonome s'en trouve renforcé. C'est le principe des créodes* et de l'homéorhésis*.

3.2.3. La régulation durant le développement embryologique.

La régulation du développement embryologique est un fait bien établi mais elle est surtout facile à mettre en évidence lors de modifications expérimentales, ce qui n'implique pas obligatoirement une régulation lors du développement normal. Cependant, il est très difficile de concevoir que toutes les régulations expérimentales soient pré-réglées par un plan de construction préalable. Il est plus logique de conclure que la régulation est toujours prête à s'effectuer parce que la dynamique même du développement s'effectue pour chaque étape, en fonction de l'étape précédente et corrigeant les déséquilibres induits par l'expérimentation. Par ailleurs, il existe des effets de régulation qui apparaissent dans un développement pratiquement normal:

- les travaux de Driesch sur l'oursin ont démontré que la potentialité évolutive d'une cellule de l'œuf dépend fortement de son environnement. La séparation des deux cellules de l'œuf d'oursin, pratiquée après la première division cellulaire, donne naissance à deux oursins. Chaque cellule qui aurait donné normalement naissance à une partie d'organisme, conserve

donc une propriété de former un individu entier. De la même façon, deux œufs d'oursins accolés ne donnent naissance qu'à un individu unique.

Plus récemment, il a été possible d'obtenir une grenouille normale à partir d'un œuf dont le noyau avait été remplacé par le noyau d'une cellule intestinale de têtard. Ce noyau qui aurait normalement entretenu de façon stable l'autopoièse* d'une cellule intestinale, est capable, placé dans un milieu différent, de donner naissance à un organisme complet.

La régulation existe aussi chez les mammifères. Une cellule embryonnaire détachée de l'œuf au stade 8 ou 16 cellules peut donner naissance à un organisme complet. Ce processus joue dans le développement embryologique normal puisqu'il explique la naissance des jumeaux monozygotes, univitellins ou non.

- une régulation particulièrement intéressante à considérer est celle qui concerne le système nerveux. Chez l'amphibiens l'ablation d'un membre au début du développement embryologique provoque une réorganisation de la moelle épinière avec une diminution du nombre des motoneurones. La greffe d'un membre surnuméraire adjacent au membre normal, provoque un accroissement du nombre de motoneurones, bien au delà du nombre habituel. Cet aspect de la régulation s'inscrit dans le gain d'ordre considérable qu'apporte le développement embryologique du système nerveux central.

3.3. Un exemple de morphogenèse : la formation du squelette.

L'une des données qui illustre le mieux l'absence d'une configuration morphologique définie dans les informations de la chaîne d'A.D.N. est la genèse morphologique au cours du développement embryologique. Elle est évidente, encore mal connue mais nous voudrions en donner un exemple particulièrement probant. Dans l'espèce humaine, c'est quatre semaines après la fécondation qu'apparaissent les deux bourgeons qui marquent les ébauches des membres inférieurs. Au centre des bourgeons, on trouve un noyau de tissu cartilagineux unique correspondant aux os du bassin et aux fémurs. Il n'existe initialement aucune ligne de séparation, aucune différenciation cartilagineuse entre bassin et fémur. Les tractions contrariées des muscles insérés sur le futur bassin et les futurs fémurs se reportent sur le noyau cartilagineux à sa partie moyenne et initient des déformations élastiques variées. Les cellules cartilagineuses se multiplient tout spécialement de part et d'autre des lignes de déformation et ainsi se dessine une ligne circulaire, amorce de la cavité cotyl6idienne qui sépare ultérieurement fémur et bassin. Il en résulte également le dessin de la tête fémorale et de la cavité de la hanche.

En définitive, ce sont les lignes de force induites par les muscles au sein de noyaux cartilagineux qui assurent le dessin des os futurs. Or inversement, nous verrons plus loin que la croissance osseuse détermine la croissance musculaire. C'est donc le vécu interactif entre muscles et cartilages qui dessinent la forme corporelle globale. Ce point, particulièrement bien étudié au niveau de la formation des membres, a manifestement une valeur universelle

d'explication.

3.4. Le développement embryologique du Système Nerveux Central.

Le système nerveux central humain comporte probablement quelque cent milliards de neurones qui sont les cellules nobles du système nerveux. La très grande majorité de ces

neurones occupent une place bien définie qui détermine leur fonction, place qui doit peu au hasard puisque la cartographie neuronale est extrêmement proche d'un individu normal à un autre. Il est absolument impossible que cette cartographie soit préinscrite dans l'œuf initial, ni dans l'A.D.N., ni sous toute autre forme d'information comprimée. L'A.D.N. notamment ne comporte que **trois** milliards de lettres unitaires mais il faut trois lettres pour définir simplement un acide aminé dans une protéine. La quantité d'information que représente la cartographie neuronale est tout simplement immense par rapport à celle que peut représenter la chaîne d'A.D.N. totale. En pratique, la formation du système nerveux central doit tout autant à l'auto-organisation et au gain d'ordre que le renouvellement des éléments de la cellule.

3.3. 1a trame neuronale primaire.

Un tube neural se forme très précocement sur l'axe de symétrie de l'embryon. L'une des extrémités présente un développement considérable qui doit donner le cerveau. C'est évidemment à ce niveau que l'organisation neuronale devient la plus importante. Les cellules nerveuses primitives se multiplient de façon apparemment anarchique dans la région centrale du tube neural. Puis elles migrent vers la périphérie le long de cellules gliales. En périphérie, tout se passe comme si chaque neurone contrôlait un territoire, limitant 1'extension des autres neurones.

Il en résulte l'apparition d'une trame neuronale régulière, faite de plusieurs dizaines de milliers de neurones.

Plus tard, il se fait en région centrale une nouvelle prolifération de cellules neuronales qui migrent à leur tour vers la périphérie et viennent se placer en position superficielle, sur la trame neuronale présente. De migrations en migrations, un nombre toujours accru de neurones se dispose de façon organisée. Cette construction est précise et fragile. La mutation "Staggerer" se traduit régulièrement chez la souris par des troubles cérébelleux sévères; l'explication en est une malformation du cortex cérébelleux liée à un retard dans l'une des migrations neuronales.

Les migrations cellulaires sur le cortex cérébral aboutissent à la formation de microcolonnes formées de 1 10 neurones, sauf au niveau du cortex visuel strié où le nombre de neurones est environ double. Ces microcolonnes semblent constituer de véritables unités fonctionnelles, globalement toutes identiques et dont la spécificité est liée aux afférences et efférences, établies ultérieurement.

Par ailleurs, un mécanisme d'accroissement d'ordre très particulier a été mis en évidence par N. Ledouarin. Il explique la distribution du système sympathique cholinergique formant le parasympathique aux extrémités céphalique et caudale, du système sympathique adrénergique formant l'orthosympathique entre ces extrémités. Tous les précurseurs des neurones sympathiques sont cholinergiques, sont formés en région dorsale et migrent vers la région ventrale. Durant cette migration, seuls les neurones de la région centrale rencontrent une structure provisoire appelée chorde. C'est la proximité de la chorde qui assure la transformation des neurones cholinergiques en neurones adrénergiques. La chorde n'atteignant pas les régions céphaliques ou caudales, les neurones de ces régions demeurent cholinergiques. Ainsi s'établit spontanément la différenciation en deux systèmes sympathiques, différenciation qui assure un rôle fonctionnel très important.

3.3.2. L'origine des interactions neuronales

Comme nous l'avons vu, les unités fonctionnelles formées isolément acquièrent ensuite une spécificité par leurs connections. Il est manifeste que ces connexions ne sont pas complètement programmées, mettent en jeu des mécanismes formateurs traduisant un authentique gain d'ordre.

Entre 1940 et 1968, R.W. Sperry (095) effectua de très nombreux travaux de section ou transposition de nerfs. Après section des nerfs optiques chez des grenouilles, il imposa aux yeux des animaux une rotation de 180 degrés. Les animaux récupérèrent mais présentèrent des comportements visuo-moteurs inverses de la normale. Cela ne pouvait s'expliquer que si les axones issus de la rétine avaient retrouvé leur cible normale sur le tronc cérébral. R.W. Sperry en déduisit une hypothèse générale de "chemotaxis" selon laquelle les axones seraient attirés chimiquement par une cible spécifique. Bien que séduisante, cette théorie d'affinité chimique n'est certainement pas suffisante pour expliquer totalement l'arrivée d'axones sur leur cible. L'attraction chimique a bien été démontrée par T. Ebendal et C.O. Jacobson (095) mais pour des distances n'excédant pas un millimètre.

Un autre mécanisme a été mis en évidence par G. Edelman et ses collaborateurs. Les axones porteraient en surface des facteurs d'adhérence qui imposeraient une même route à un ensemble d'axones de même origine. Il n'est pas impossible que le trajet axonal soit grossièrement déterminé par les obstacles à éviter et l'adhérence entre fibres, permettant une approche suffisante de la cible pour que l'attirance chimique puisse avoir lieu.

3.3.3. Le Darwinisme neuronal.

C'est le nom que G. Edelman (055) a donné très récemment à un mécanisme décrit bien avant lui et qui met en évidence une sorte de lutte pour la survie des neurones apparaissant au cours du développement embryologique. Il a été établi depuis longtemps que la morphogenèse embryologique n'est pas seulement le fait de construction mais aussi de destruction. Certains éléments ayant présenté un début de développement et qui auraient donné naissance à un organe complet et bien différencié dans une espèce, présentent une involution dans une autre espèce. Le système nerveux n'échappe pas à cette évolution qui est une véritable création d'ordre par l'élimination du non-adapté. M. Jacobson (095) qui a particulièrement bien étudié les morts cellulaires durant le développement du système nerveux, distingue trois mécanismes :

- la mort phylogénétique. Le système nerveux suit une évolution comparable à celle de l'organe auquel il correspond. A l'involution de l'organe, s'associe la mort des neurones correspondants.

- la mort morphogénétique est liée à la disparition de neurones ayant joué temporairement un rôle durant le développement et qui n'ont plus de signification.

- la mort hystogénétique est l'éventualité la plus intéressante à considérer. Un grand nombre de neurones disparaissent, faute d'avoir trouver une cible libre, toutes les cibles existantes ayant déjà reçu les prolongements d'autres neurones. Le processus peut être très important puisque le nombre des neurones d'un noyau du tronc cérébral chez l'oiseau peut passer de 22000 initialement à 6000.

On peut donc penser qu'il se forme initialement un excès de neurones et donc que le nombre précis des neurones définitifs n'a pas à être programmé. Les neurones qui ne peuvent trouver leur place dans une organisation existante ou qui ne peuvent entrer en relation avec d'autres unités neuronales disparaissent. Une structure ordonnée avec un nombre défini de neurones peut ainsi appar2Cltre alors même que la multiplication initiale des neurones est anarchique. Le gain d'ordre au cours du développement est évident. En revanche, le terme de darwinisme neuronal pourrait être discuté car il n'est nullement confirmé que ce sont les neurones les plus aptes qui survivent. La chance, le moment de la formation peuvent fort bien être les seuls facteurs intervenants.

Ainsi, l'ordre considérable que représente le système nerveux central apparaît aujourd'hui établi durant le développement embryologique à partir d'un nombre d'instructions réduit, compatible avec ce qui peut être contenu dans une partie de la chaîne d'A.D.N. L'essentiel est un complément d'organisation qui se produit spontanément.

Au total, du point de vue de l'information, on pourrait affirmer que l'ensemble des informations contenues dans l'œuf initial et dans son environnement conditionne assez exactement l'évolution de l'œuf à l'échelon macroscopique; cela conduirait cependant à une redéfinition de l'information qui devrait intégrer toutes ses conséquences prévisibles dans le temps, ne plus être descriptive mais fonctionnelle (VIII-). Il n'en resterait pas moins une part très importante d'indétermination à l'échelon microscopique, tant pour la succession des étapes que pour le détail de l'organisation finale.

4. Le développement postnatal.

Nous envisagerons le développement du système nerveux et celui du système musculo-

tendineux.

4.1. Le développement postnatal du Système nerveux.

Le darwinisme neuronal démontre l'influence de l'usage dans la précision de l'ordre neurologique. Il est hautement vraisemblable que la relation entre le fonctionnement des neurones et la mise en place définitive du système nerveux dépasse le mécanisme de destruction et présente un caractère très général. La démonstration peut en être faite dans l'évolution postnatale. La naissance ne marque pas nécessairement un instant crucial dans le développement cérébral. Elle survient du reste à un moment très variable de la croissance cérébrale selon les espèces. Ainsi, la maturité cérébrale du raton à la naissance est celle d'un agneau à mi-termne. Le développement "embryologique" du cerveau se prolonge donc certainement après la naissance dans la plupart des espèces. Mais il est intéressant de considérer également un développement cérébral authentiquement postnatal. Deux faits apparaissent alors particulièrement importants. L'un concerne la myélinisation, l'autre concerne le complément de l'organisation cérébrale au contact de l'environnement.

4. 1. 1. <u>La myélinisation et son rôle sur la maturité fonctionnelle</u>.

En 1876, Fleschvig constata que la myéline, substance "blanche" qui entoure les axones des neurones présentait à l'autopsie, un degré de développement très variable d'un faisceau à l'autre, chez le nouveau-né humain. Il utilisa cette particularité pour isoler le chemin des faisceaux nerveux dans la moelle épinière et le cerveau. Quelques trente ans plus tard, il émit l'hypothèse que la myélinisation traduisait le degré de maturité fonctionnelle des différentes

structures cérébrales, opposant notamment des structures primaires matures à la naissance et des structures d'association dont la maturation s'effectuait progressivement avec l'âge, jusqu'à l'adolescence.

Le fait fut repris par de nombreux psychologues, notamment A. Gesell et H. Wallon. Ils attribuèrent l'apparition des fonctions psychologiques durant la croissance de l'enfant, à la myélinisation progressive. Ainsi, pour H. Wallon, le langage se développe seulement vers deux ans, faisant suite à la myélinisation de l'aire corticale du langage. Cette thèse est aujourd'hui rejetée. Il est notamment certain que le fonctionnement du système nerveux central précède la myélinisation. Le jeune opossum à la naissance mange, se déplace, joue et il n'y a pas une trace de myéline dans son organisme (216). Les potentiels corticaux du chaton présentent une très forte évolution durant les trois semaines qui suivent la naissance, puis se stabilisent tout au long de la vie; la myélinisation ne commence pourtant qu'à un mois d'âge.

En fait, la myélinisation est vue aujourd'hui sous un aspect très différent des thèses de Fleschvig
- le rôle de la myéline est surtout d'assurer une transmission beaucoup plus rapide des influx. Il n'est pas impossible que la myéline assure une séparation plus complète des influx entre axones à l'intérieur du nerf. - c'est sans doute le passage des influx dans les axones qui favorise la myélinisation. Celle-ci a donc une certaine valeur d'indication de maturité mais postérieure et non antérieure à l'usage.

4.1.2. L'organisation synaptique.

La communication entre neurones du système nerveux central est assurée par des renflements ou boutons aux extrémités d'un neurone en amont qui viennent s'appliquer sur les prolongements dendritiques ou sur le corps cellulaire du neurone en aval. L'ensemble d'une jonction est appelée synapse et il peut exister plusieurs dizaines de milliers de synapses assurant la transmission d'un neurone en amont vers un très grand nombre de neurones en aval.

Il y a un consensus général pour considérer que la distribution architecturale des neurones est extrêmement stable après la mise en place du système nerveux central, pratiquement terminée dans l'espèce humaine au cinquième mois de la vie foetale. Le même consensus attribue au système synoptique un rôle majeur dans la plasticité du système nerveux, assurant la précision du développement neurologique initial et l'apprentissage. M. Jacobson fait remarquer que de nombreuses synapses qui sont considérées comme permanentes, pourraient fort bien être continuellement dégradées et remplacées. Une variation dans cette régénération pourrait alors assurer l'essentiel des transformations durables fiées aux apprentissages. Plusieurs travaux démontrent la disparition chez l'animal adulte, de dendrites existant à la naissance.

Ramon y Cajal, fondateur de l'étude histologique du système nerveux fut le premier à suggérer que la formation de collatérales à l'extrémité des neurones est fréquemment excessive durant la phase embryologique initiale de l'innervation, et donc que le nombre de terminaisons nerveuses en amont excède le nombre de sites synoptiques disponibles en aval-, il en résulte la compétition entre neurones dont nous avons vu plus haut l'importance. En 1949, D. Hebb proposa un mécanisme selon lequel, au delà du seuil de l'activité épisodique et aléatoire, le fonctionnement intense du neurone en amont serait l'élément déterminant de la

formation de synapses avec les neurones en aval. L'existence d'un tel mécanisme fut démontré par T. Lömo en 1966. J.P. Changeux et A. Danchin (039) ont repris ces données en 1976, proposant un modèle L.S.D. synoptique. Les synapses apparaîtraient initialement sous forme labile (L) puis, selon l'activité neuronale, évolueraient vers la stabilité (S) ou la disparition (D).

Un tel mécanisme reliant la distribution des synapses à l'activité neuronale est hautement probable mais la question se pose de savoir s'il joue seulement un rôle dans la mise en place définitive précoce du système nerveux ou s'il assure également la pérennité biologique des apprentissages. En ce sens, les travaux sur le cortex visuel de jeunes animaux sont extrêmement suggestifs, démontrant une modulation des formations synoptiques après la naissance et incluant l'exercice du système nerveux central au contact de l'environnement.

D. Hubel, T. Wiesel et leurs élèves ont montré vers les années 1960:

a) que le cortex visuel du chaton de deux mois ou du jeune macaque contient des colonnes de dominance oculaire

alternées et en nombre égal pour les deux yeux. Une colonne ne reçoit que des signaux provenant de l'oeil droit, les colonnes adjacentes ne reçoivent que des signaux provenant de l'oeil gauche. b) que ce développement cérébral normal impliquait une mise en jeu d'une vision et d'une vision normale. Si une paupière est suturée à la naissance, empêchant la vision de l'un des deux yeux, les colonnes alternées ne se forment pas.

Il faut rapprocher ces travaux histologiques d'analyses neurophysiologiques. D. Hubel et T. Wiesel avaient créé une véritable révolution en affirmant que le chaton de quelques jours, avant toute vision puisque les yeux ne s'ouvrent qu'à quinze jours, présentait des cellules du cortex visuel répondant spécifiquement à une orientation déterminée d'une ligne lumineuse dans le champ visuel. Cela évidemment était en contradiction avec le dogme sacré des empiristes américains qui refusaient toute idée d'organisation cérébrale avant expérience.
Vers 1975, M. Imbert et ses élèves (089,032) ont précisé le mécanisme d'acquisition des spécificités cellulaires chez le chaton:

a) il existe à la naissance, une sensibilité spécifique des cellules du cortex visuel à la direction mais bien

moindre que chez l'adulte.

b) la spécificité se précise dans les trois jours qui suivent l'ouverture des yeux, entre 15 et 18 jours, mais seulement s'il y a une activité visuelle effective dans un environnement lumineux. Aucune évolution n'est notée à six semaines si le chaton est maintenu depuis la naissance en obscurité totale.

c) chez le chaton de six semaines maintenu antérieurement dans l'obscurité, puis exposé à un environnement lumineux, un accroissement de la spécificité vis à vis d'une direction privilégiée est déjà observé au bout de six heures. La spécificité continue à s'accroître lorsque le chaton est remis dans l'obscurité après une exposition de six heures à la lumière.

d) cet accroissement de spécificité est intégralement obtenu même si le chaton est privé de toute expérience motrice globale, notamment par un plâtre empêchant tout mouvement. En revanche, une paralysie des muscles oculaires empêche tout gain de spécificité.

Les études histologiques ont été reprises, notamment vers 1975 par plusieurs chercheurs, à Stanford et à Harvard (100). Lorsque les axones issus des corps genouillés latéraux parviennent au cortex visuel, ceux qui proviennent de l'oeil droit sont mélangés avec ceux venant de l'oeil gauche et les cellules cibles sont stimulées indifféremment par les deux yeux. Puisque ultérieurement, la dominance n'apparaît qu'avec une vision normale, c'est donc bien

l'usage correct et simultané des deux yeux qui assure la formation de colonnes à dominance oculaire. Le fait que les influx issus des deux rétines est bien l'élément déterminant est confirmé par l'absence de dominance des colonnes lorsqu'un produit toxique bloquant la formation d'influx nerveux est injecté dans les yeux.

En définitive, de très nombreux arguments expérimentaux plaident en faveur d'une formation continue des synapses, en rapport avec l'activité neuronale et sa modulation par les conditions d'environnement.

4.2. La croissance musculo-tendineuse et la croissance osseuse.

Nous avons mené nous mêmes, avec C. Tabary, G. Tardieu et C. Tardieu une importante recherche sur la croissance des muscles et tendons, démontrant que cette croissance traduit une auto-organisation autonome. La fibre musculaire striée est formée d'une succession d'éléments unitaires, les sarcomères. Un sarcomère a une longueur déterminée, égale chez tous les vertébrés, de 1,8 microns en contraction raccourcie et de 3,2 microns en position étirée relâchée. C'est l'augmentation du nombre de sarcomères en série dans la fibre qui permet une adaptation de ces valeurs à l'ouverture articulaire. La distance entre les insertions musculaires étant habituellement plus importante que le jeu articulaire, le complément de longueur est assuré par une fibre tendineuse prolongeant la fibre musculaire.

Nous avons montré chez l'animal adulte que le nombre de sarcomères en série et la longueur de la fibre tendineuse s'ajustaient très rapidement aux conditions imposées au muscle. Un plâtre en position étirée provoque en quelques jours une augmentation du nombre de sarcomères en série. L'effet inverse est obtenu par un plâtre en position raccourcie. Le rapprochement de l'insertion musculaire vers l'axe de l'articulation, diminuant le jeu articulaire, provoque également une diminution du nombre de sarcomères. Un raccourcissement osseux rapprochant les insertions musculaires sans modifier le jeu articulaire provoque presque aussi rapidement une diminution de la longueur tendineuse. Ainsi, en permanence, la longueur des parties contractiles et tendineuses du muscle sont adaptées de façon optimale à l'activité musculaire.

Qui peut le plus, peut le moins. Nous avons pu aisément démontrer qu'au cours de la croissance, la longueur du muscle est continuellement ajustée aux longueurs osseuses. Aucune programmation n'est nécessaire. Il suffit que la croissance osseuse soit déterminée et la croissance musculaire s'ajuste rapidement.

Or nous avons vu plus haut, qu'inversement, les contractions musculaires assurent le dessin de la croissance cartilagineuse durant les premiers stades du développement embryologique. Au cours de la croissance postnatale, il est manifeste que la transformation du cartilage en os se fait en réponse aux effets mécaniques de la pesanteur et des contractions musculaires. Le développement osseux, le développement musculaire s'effectuent donc par les effets interactifs du vécu, sans plan préétabli et à partir d'une seule dynamique interne.

5. L'évolution des espèces.

La comparaison des fossiles et l'étude des couches sédimentaires dans lesquelles ils ont été retrouvés, rendent l'évolution des espèces évidente. Par ailleurs cette évolution est

marquée par une orthogenèse, c'est à dire par un progrès régulier, les espèces les plus tardivement apparues étant les plus performantes.

Cette orthogenèse n'implique nullement la réalisation d'un dessein téléologique pré-établi. L'orthogenèse doit essentiellement être constatée et non expliquée. Elle n'en est pas moins manifeste, portant essentiellement sur le

degré d'autonomie.

5.1. La marche régulière vers une autonomie croissante.

L'espèce homo sapiens sapiens a peut être cent mille ans d'existence et de survie. Il peut donc paraître tout à fait arbitraire de lui attribuer une supériorité par rapport à l'embranchement des algues bleues dont la survie sans grande évolution, est de deux ou trois milliards d'années. Mais ce qui est vrai pour un phylum ne l'est pas pour l'être individuel: ce sont manifestement les individus des espèces les plus récentes qui présentent le maximum de survie, à l'échelle de l'individu et dans les environnements les plus variés et les plus changeante. Ce fait pourrait être exactement exprimé en disant que les espèces les plus nouvellement apparues présentent un niveau d'autonomie individuelle plus élevé.

Cette conquête progressive de l'autonomie résume l'orthogenèse. Elle est un phénomène de très longue haleine, débutée bien avant son apogée chez l'homo sapiens. Elle a exigé des modifications évolutives profondes dans tous les domaines. Certaines, pour être indirectes, n'en étaient pas moins essentielles, comme l'augmentation de taille pour accroître les possibilités d'action sur le milieu et permettre le développement parallèle du système nerveux. De même, l'homéothermie a permis à la fois un affranchissement des variations thermiques extérieures et une température intérieure constante pour optimiser le fonctionnement du système nerveux. Cependant, deux évolutions sont tout spécialement importantes sur le plan de l'autonomie, l'accroissement considérable du système nerveux et le développement de sa plasticité, permettant une plus grande variété comportementale et une meilleure adaptation aux conditions d'environnement effectivement rencontrées.

5. 1. 1. L'accroissement en volume du Système Nerveux Central.

Il va des quelques dizaines de neurones chez les invertébrés primitifs, aux quelque cent milliards du système nerveux central de l'homme. Cet accroissement apparaît très progressif au cours de l'orthogenèse, passant par les 100 000 neurones du cerveau de la mouche, les six millions de neurones du cerveau de souris et les quelques milliards de neurones du chimpanzé. Si on considère une échelle de croissance logarithmique, la cérébralisation s'est effectuée à une vitesse assez régulière tout au long de l'évolution.

Contrairement à une opinion répandue, l'accroissement n'a pas porté uniquement sur les zones cérébrales phylogénétiquement récentes comme le neocerebrum. Les zones phylogénétiquement anciennes de l'archeocerebrum et du paleocerebrum présentent également un développement particulièrement important chez l'homme. Elles contribuent largement à une autonomie accrue et la thèse de la "schizophrénie" et de la compétition entre structures cérébrales qu'A. Koestler défend dans "The ghost in the machine" doit être rejetée. En fait, le cerveau dit "reptilien", marqué par le développement de l'archipallium et du paleopallium marque l'émergence des fonctions du moi, c'est à dire d'une réflexion sur les

orientations comportementales. Ces fonctions et les structures qui les permettent demeurent essentielles chez l'homme.

C'est en définitive très progressivement que le développement accru du cerveau, des sélaciens à l'homme se traduit conjointement par un accroissement de l'enveloppe des comportements possibles et par un contrôle réfléchi des choix comportementaux.

5.1.2. L'accroissement de la plasticité du Système Nerveux Central.

Le bombyx survit quelques semaines à la sortie du cocon. Il doit assurer durant ce temps sa subsistance et réaliser les comportements complexes de la reproduction. Il n'y a pas de temps pour un apprentissage et le comportement, bien qu'autonome, repose totalement sur une organisation innée. A l'inverse, le jeune humain passe quelques vingt ans à préparer une autonomie très spécifiquement orientée vers un milieu social particulier. L'évolution est manifestement marquée par le passage d'une enveloppe comportementale limitée et approximative, innée, immédiatement accessible, à une enveloppe étendue, spécifique du milieu rencontré et donc nécessairement en grande partie apprise.

On peut constater de même que les comportements du bombyx sont tous disponibles à la sortie du cocon. Inversement, les comportements innés humains sont très pauvres, même en signification absolue lorsqu'une comparaison est faite avec les oisillons ou les jeunes herbivores. Cette pauvreté des comportements innés humains est évidemment encore beaucoup plus accentuée sur un plan relatif, lorsqu'une comparaison est faite avec l'enveloppe comportementale de l'adulte.

Cette évolution vers les comportements appris est rendue possible par les particularités du système nerveux à la naissance et notamment la plasticité de ce système nerveux. Un bon indicateur de cette plasticité est l'importance de la croissance cérébrale postnatale en poids. Cette croissance est nulle chez les invertébrés et extrêmement réduite chez les mammifères en dehors des primates. Elle est de 60 pour cent chez le macaque rhésus, de 150 pour cent chez le chimpanzé, de 230 pour cent chez les premiers hominiens et de plus de 300 pour cent chez l'homme moderne.

On pourrait attribuer ces différences à un décalage entre la naissance et une croissance cérébrale par maturation interne. La comparaison entre espèces montre que cette explication ne vaut pas. Si on compare le degré de maturité du cerveau à la naissance entre plusieurs espèces, on constate que le degré de maturité du cerveau humain est très avancé (215), proche de celui des mammifères nidifuges comme les herbivores qui présentent la maturité la plus élevée. En un mot, le cerveau humain à la naissance est un cerveau mature mais un cerveau spécialisé vers l'acquisition ultérieure des conduites.

5.1.3. L'Autonomie retardée.

Les conduites apprises sont évidemment bien davantage reliées à l'environnement effectivement rencontré mais elles exigent une spécialisation cérébrale très coûteuse. Il apparaît en effet un délai obligatoire entre les premières relations avec l'environnement et la conquête effective de l'autonomie. Durant ce délai, l'organisme est pratiquement désarmé vis à vis des agressions du milieu. Des transformations évolutives conjointes ont donc été nécessaires pour que l'organisme puisse bénéficier d'une protection extérieure avant qu'il soit en état d'assurer sa propre autonomie:

5.1.3.1. La **protection pré-natale.** L'organisme potentiellement très autonome est complexe et donc difficile à dupliquer. L'évolution a été marquée par le passage d'une duplication rapide à un grand nombre d'exemplaires des organismes simples à une duplication en nombre très limité, longue et protégée, des organismes complexes. Le passage de l'oviparité à la viviparité est peut-être le pas le plus marqué de cette évolution mais il n'est pas le seul. On note également parmi les vivipares le passage des marsupiaux aux placentaires et plus encore, des placentaires épichoriaux aux placentaires hémochoriaux : - le placenta épichorial diffus des équidés traduit une relation très limitée entre l'organisme maternel et le foetus. - les placentas mésochoriaux des ruminants ou endochoriaux des carnivores traduisent des situations intermédiaires. - le placenta hémochorial décidué des rongeurs et des primates permet des échanges beaucoup plus importants entre foetus et organisme maternel. Cela est indispensable pour assurer le contrôle homéostatique optimal qu'exige le déroulement extrêmement complexe des étapes de la formation du système nerveux central.

5.1.3.2. La **protection postnatale.** Elle apparaît avec l'évolution du cerveau reptilien. Les petits alligators qui mesurent une vingtaine de centimètres à la naissance sont protégés par leur mère tout au long de leur première année d'existence. La protection parentale se précise et se complexifia chez les oiseaux et les mammifères. Le rôle éducatif de la mère s'associe peu à peu à l'apport alimentaire et à la protection physique. Il ne devient cependant indispensable, s'associant à l'action du groupe social, que chez les anthropoïdes.

5.1.4. La Socialisation.

Il existe de nombreux insectes sociaux mais l'autonomie individuelle y est manifestement faible, sacrifiée en quelques sortes à l'intérêt du groupe. L'évolution comportementale chez les vertébrés se traduit par une socialisation de plus en plus riche qui ne condamne pas l'autonomie individuelle; l'importance des compétitions intraspécifiques souligne cette indépendance des organismes individuels. Le bénéfice de la socialisation n'est pas discutable mais contrairement à ce qui existe chez les insectes, il relève de conduites apprises et doit bénéficier d'un apprentissage. Cela suppose une organisation cérébrale adaptée. Parmi les aspects les plus nets de cette spécialisation constitutionnelle, il faut souligner :

- une aptitude innée à identifier les individus du groupe. Cela se traduit chez le rhésus par une attirance innée pour l'image de la mère. Dans l'espèce humaine, la prosopagnosie ou perte de la reconnaissance des physionomies, traduit l'existence d'un mécanisme spécifique d'identification, orienté conjointement vers la distinction appartenance/non appartenance à l'espèce et plus encore vers les distinctions intraspécifiques.

- l'intérêt pour l'exploration systématique, aisée à observer chez le macaque rhésus et dont H. Papousek a démontré la réalité chez le très jeune nourrisson humain.

- de fortes capacités d'imitation qui apparaissent s'être développées conjointement avec la socialisation, tant chez les oiseaux que chez les primates.

5.1.5. L'autonomie anticipée.

La dernière étape dans ce développement de l'autonomie est la capacité de vivre intérieurement par avance, la conduite construite dans l'instant après l'apparition d'une perturbation. Nous avons vu (II-) l'intérêt de cette construction retardée des réponses

adaptatives qui peuvent être plus spécifiques de la perturbation. Mais le risque d'une construction erronée est grand et le contrôle d'efficience par avance est donc important.

Cette capacité d'un vécu intérieur anticipateur apparaît avec les mammifères, par exemple lorsque la mère guépard capture une jeune gazelle vivante dans le seul but de permettre à ses petits de s'exercer à une conduite prédatrice (040). Cependant, le développement de cette capacité n'est véritablement important que dans la lignée des primates, des andirop6ides jusqu'à l'homme.

Les limites des représentations perceptives internes font néanmoins obstacle à la mise en place d'une activité intériorisée suffisamment riche. La solution apparaît avec la capacité d'attribuer une valeur arbitraire quelconque à un élément perceptif- c'est le couple signifiant/signifié, pratiquement caractéristique de l'homme et ayant nécessité un cerveau permettant une mobilité accrue des schèmes perceptifs.

On peut noter que cette capacité de représentation intérieure est couplée avec le développement de la socialisation, celle-ci étant indispensable pour assurer une enveloppe de couples signifiant/signifié suffisamment étendue. En retour, l'appel aux couples signifiant/signifié permet un développement considérable des liens sociaux.

En définitive, l'orthogenèse évolutive est caractérisée au mieux par une autonomie individuelle croissante marquée simultanément par:

- un accroissement de l'enveloppe comportementale potentielle - un contrôle autonomique accru du comportement - le passage d'un corpus limité de conduites approximatives immédiatement disponibles à un corpus très étendu de conduites apprises, idéalement adaptées aux environnements effectivement rencontrés, même lorsque ces environnements sont changeants au cours d'une vie individuelle. - la capacité d'apprécier **par avance** l'efficacité d'une conduite adaptative construite dans l'instant, **après** l'apparition d'une perturbation.

Ces transformations comportementales ont exigé de profondes modifications constitutionnelles mais il est très vraisemblable, comme nous allons le voir, que le comportement autonome individuel a joué un rôle important dans l'évolution constitutionnelle des espèces. Une autonomie phylogénétique a été associée à l'autonomie ontogénéfique.

5.2. Le mécanisme de l'Evolution.

Si l'orthogenèse est manifeste, le mécanisme de l'évolution lui-même prête davantage à discussion. L'explication la plus commune correspond à la théorie synthétique de l'évolution. Elle est marquée par les points suivants:

a) il existe des facteurs de variations qui expliquent l'apparition de différences entre les individus. Deux mécanismes sont particulièrement importants :

- des mutations aléatoires, seul élément supposé de variation durant les deux ou trois milliards d'années où la vie s'est manifestée sans reproduction sexuée.
- la reproduction sexuée. apparue il y a environ un milliard d'années, faisant suite à un accroissement constant des échanges d'A.D.N. entre individus, et qui assure une recombinaison génétique à chaque génération; les spécificités de chaque parent sont regroupées de façon aléatoire.
- il existe probablement des aspects intermédiaires, comme l'échange de plasmides.

Dans tous les cas, la théorie considère que la variation est aléatoire.

b) il existe une régulation de cette variation aléatoire par sélection naturelle des individus les plus aptes pour un milieu donné.

Cette théorie pourrait être présentée comme une théorie de développement non autonome mais les faits sont beaucoup plus complexes. Le schéma proposé a par lui-même, une valeur d'explication assez limitée et ne peut être conservé qu'en acceptant une influence complémentaire de facteurs autonomes de régulation. D'une façon générale, cette possibilité s'ouvre beaucoup plus largement lorsqu'on retient les caractères de l'A.D.N. tels que nous les avons indiqués.

La recombinaison génétique de la reproduction sexuée peut être considérée comme une variation fortement régulée. Elle conduit généralement à l'apparition d'individus viables alors que la plupart des mutations non silencieuses produisent des malformations ou sont causes de décès. Tant que l'analyse complète des chaînes d'A.D.N. ne sera pas faite, il restera difficile de savoir s'il faut attribuer à la seule recombinaison, la dissemblance entre un chien caniche toy de 600 grammes et un chien danois de près de cent kilos, et aux seules mutations la dissemblance entre un gorille et un orang-outang.

La comparaison entre les mammifères marsupiaux et les mammifères placentaires pose un problème plus difficile encore à résoudre. Les mêmes formes, adaptées au mieux à un type comportemental de souris, d'écureuil, de chat, de loup s'observent chez les marsupiaux et chez les placentaires alors qu'il s'agit de deux lignées phylogénétiques qui ont évolué indépendamment. La similitude peut atteindre un tel degré qu'il est très difficile de différencier un crâne de loup placentaire et un crâne de loup marsupial. Pour expliquer un tel fait, il faut envisager un transformisme basé seulement sur la recombinaison génétique ou une très forte régulation sur les mutations aléatoires. La même conclusion peut être faite à propos des adaptations conjuguées des parasites et de leur hôte.

Comme une part importante de la variation est sûrement aléatoire, qu'il existe certainement des mutations sans traduction fonctionnelle, il est très difficile d'infirmer ou de confirmer le fait qu'une partie des mutations seraient orientées par le vécu. A. Koestler et J. Piaget ont proposé chacun de leur côté une thèse intermédiaire qui accorde une place au hasard et une autre à la régulation à partir du vécu. Selon cette thèse, l'adaptation à un environnement très régulier sur un point, commencerait par favoriser des façons d'exister* particulières parmi toutes celles incluses dans les potentialités comportementales de l'organisme. J. Piaget décrit ces façons d'exister* comme des phénocopies, c'est à dire des formes ou fonctions non transmises héréditairement mais traduisant une variation comparable à celle que pourrait provoquer une mutation; celle-ci surviendrait dans un deuxième temps en assurant la transmission héréditaire. Cette fixation héréditaire favoriserait une nouvelle détermination du potentiel de variation comportementale, assurant les conditions d'une nouvelle transformation. Ainsi, une succession de nombreuses mutations aléatoires positives pourraient apparaître avec une probabilité bien supérieure à celle qui résulterait d'une accumulation totalement aléatoire de transformations. J. Piaget n'émet pas une hypothèse hasardeuse mais se base sur ses propres observations concernant les limnées et les sedums. Le recours d'A. Koestler aux travaux de Kammerer est plus discutable.

Peut-être est-on sur le point de faire un pas supplémentaire sur la voie d'une évolution organisée à partir du vécu. La résistance accrue de la mouche à la présence d'alcool dans l'air

ou la résistance accrue du moustique aux insecticides, toutes deux transmissibles héréditairement, sont liées à une amplification génique qu'il n'est pas facile d'expliquer par mutation aléatoire ou par sélection naturelle. Très récemment, J. Cairns et B.G. Hall ont démontré l'apparition de mutations adaptatives survenant dans un clône de bactéries identiques, avec une fréquence et une rapidité qui ne pouffaient s'expliquer par le seul hasard. Même un faible taux de mutations orientées par le vécu renforcerait considérablement l'aspect autonome de l'évolution des espèces.

6. Le Réseau immunitaire.

L'étude du système immunitaire présente un intérêt considérable en théorie de l'autonomie biologique. Ce système est beaucoup plus facile à analyser que le système nerveux central d'un mammifère et présente néanmoins des aspects indiscutables de connaissance apprise. Or les modèles de fonctionnement de l'immunité proposés à ce jour sont absolument caractéristiques de la théorie de l'autonomie biologique.

Parmi l'ensemble des agents agressifs pouvant gravement perturber un organisme vivant complexe, les virus, bactéries, toxines protéiniques, constituent une classe particulière. Ces agents sont en effet constitués de la matière vivante universelle qui est également à la base des structures de l'organisme lui-même. Une réaction de destruction de ces agents risquerait donc d'être tout aussi nocive pour l'organisme lui-même, faute d'être suffisamment spécifique. Les agents agressifs, dits antigènes, doivent donc être très soigneusement analysés, permettant ensuite une réponse destructrice hautement orientée. C'est le principe de la réaction immunitaire. Implicite dans les travaux de Pasteur, la science des réactions immunitaires ou immunologie fut rapidement développée par ses élèves ou disciples. Vers 1895, il fut précisé que l'agent des réactions immunitaires, dit anticorps, était une protéine particulière du sang. Très rapidement, il put être établi :

a) que les anticorps étaient hautement spécifiques d'un agent agressif donné. Les anticorps de la toxine tétanique étaient inactifs sur la toxine antidiphtérique et réciproquement. Si les anticorps contre le virus de la vaccine neutralisent également le virus de la variole, en revanche trois anticorps différents sont nécessaires pour neutraliser les trois types de virus poliomyélitiques.

b) que la formation des anticorps opposables à un germe pathogène était généralement secondaire à une première rencontre avec le germe. Il s'écoule après cette rencontre une période de quelques jours à quelques semaines où faute d'anticorps spécifiques, l'organisme est incapable de réagir contre le germe avec sa pleine efficacité. Lors d'une réinfestation, quelques mois ou quelques années après la guérison, un germe identique ou de nature très voisine est neutralisé en quelques heures par une réaction immunitaire rapide. Ce processus homéostatique est quelque peu élémentaire, les temps d'identification et de réponse adaptative étant apparemment confondus. Il n'en traduit pas moins manifestement une connaissance apprise présentant tous les caractères que nous avons précisés (11). L'identification est précise. Elle exige un long délai après la rencontre de l'insolite* que traduit l'infestation par un germe inconnu. La réponse est construite également secondairement, puis mémorisée. La réaction immunitaire a une finalité limitée aux régularités de l'environnement puisqu'elle n'est totalement efficace qu'à partir d'une seconde infestation par le même germe.

c)que les anticorps ont une durée de vie assez courte, ne dépassant pas au mieux quelques mois. Le prolongement habituel d'une immunité acquise au delà de ce délai affirme donc une production renouvelée d'anticorps.

Durant le demi-siècle succédant à la découverte des anticorps, les progrès de l'immunologie furent très importants dans les applications concrètes des vaccinations, de la détection et de la préparation d'anticorps spécifiques. Les connaissances théoriques se développèrent beaucoup moins, mais ce n'était que partie remise car depuis 1950, il y a eu une véritable explosion de découvertes, précédant ou succédant aux interprétations théoriques, permettant aujourd'hui de se faire une idée précise du fonctionnement immunitaire.

6.1. L'enveloppe des anticorps possibles.

La structure des anticorps est très bien établie, commune à tous les anticorps chez tous les vertébrés. Ce sont tous des gamma-globulines formées par la réunion de quatre chaînes d'acides aminés (A.A.), deux courtes d'environ deux cents A.A., deux longues d'environ cinq cent A.A. Ces chaînes sont reliées entre elle selon une structure en "Y" dont les branches divergentes sont doublées.

Il est très vite apparu qu'il existait seulement deux types de chaînes légères et cinq types de chaînes lourdes. Mais surtout, l'analyse des séquences d'A.A. a montré que chaque chaîne possédait deux régions :

- l'une, dite constante, où la séquence des A.A. est rigoureusement identique pour un type de chaîne dans tous les anticorps.
- l'autre, dite variable, où la séquence des A.A. diffère en de très nombreuses positions. C'est dans ces régions variables que réside la spécificité d'un anticorps, et on estime que le nombre d'anticorps différents que peut former un individu est de l'ordre du milliard. Le nombre actuel d'anticorps formés en quantités importantes par un même individu est manifestement beaucoup plus faible, peut-être de l'ordre de quelques milliers.

Fait essentiel, il est bien établi que la variabilité potentielle des anticorps est indépendante d'"instructions" venues des antigènes. Cette variabilité s'explique :

- pour l'essentiel, par une lecture particulière d'une partie de l'A.D.N. selon le mécanisme suggéré dès 1965 par W. Dreyer et C. Bennet. Par recombinaisons différentes, quelques centaines de gènes permettent la formation de plusieurs dizaines de millions d'anticorps distincts.
- pour une part complémentaire, par l'introduction de quelques mutations apparemment aléatoires portant la variété au milliard.

Il existe donc bien une enveloppe constitutionnelle des anticorps possibles, définie indépendamment de la rencontre avec les antigènes.

6.2. La formation et la mémorisation des anticorps efficaces.

C'est une variété de globules blancs, les lymphocytes B, qui forment les anticorps. Chaque lymphocyte B ne peut exprimer qu'une partie de la variabilité totale des anticorps potentiels d'un individu, ce qui réduirait à environ dix mille,, la variété des anticorps qu'un lymphocyte B particulier peut synthétiser. Par ailleurs, les lymphocytes B immatures présentent en surface :

- des récepteurs sensibles à une catégorie d'antigènes, différente d'un lymphocyte B à l'autre.

- des récepteurs sensibles à des messagers émis par d'autres catégories de cellules immunitaires, notamment les lymphocytes T, sous l'influence spécifique d'un antigène. Sous l'effet sur ces récepteurs de la présence simultanée d'un antigène correspondant et de ces messagers, les lymphocytes B immatures se multiplient et se différencient en plasmocytes produisant des anticorps d'un type strictement défini. Ainsi apparaît la formation en grande quantité, d'un anticorps hautement spécifique d'un antigène donné. Interviennent ensuite des processus qui stabilisent la production de l'anticorps en associant des phénomènes de limitation et de mémoire.

Trois mécanismes de mémorisation ont été proposés pour expliquer la permanence d'anticorps spécifiques

1) la persistance d'une production en faible quantité de l'antigène. Cette explication vaut certainement pour les anticorps de la tuberculose, de la syphilis, de la fièvre de malte et probablement pour de nombreuses affections. L'explication ne vaut sûrement pas pour les anticorps opposés à la toxine tétanique à la suite d'une injection d'anatoxine car cette dernière s'altère très rapidement alors que la réaction anticorps persiste souvent toute la vie.
2) la création de cellules-mémoire, lymphocytes B et lymphocytes T, qui pourraient survivre plusieurs années
3) l'auto-entretien des anticorps formés par un réseau autopoiétique* selon le schéma de N. Jerne, que nous allons examiner.

6.3. Les réseaux autopoiétiques* immunitaires.

Nous n'avons fait qu'effleurer toutes les interactions entre agents d'immunité qui marquent l'apparition d'un nouvel anticorps. Ces interactions sont complexes, comportent manifestement des boucles de rétroaction et elles évoquent donc une organisation en réseau. En 1974, N. Jerne émit l'hypothèse selon laquelle ce réseau existait et pouvait s'organiser en l'absence d'antigènes extérieurs. Cette hypothèse reposait sur la notion d'idiotype, c'est à dire sur le fait qu'un anticorps avait obligatoirement une fonction d'antigène dans son propre système immunitaire.

6.3. 1. Les anticgms anti-idiotypiques.

En 1963, H. Kunkel et J. Oudin observèrent indépendamment que des anticorps obtenus chez un premier animal et injectés à un second animal provoquaient chez ce dernier la formation d'anti-anticorps comme si les premiers anticorps se comportaient comme des antigènes. J. Oudin proposa d'appeler idiotype l'ensemble des déterminants antigéniques d'un anticorps. Il a pu être démontré par la suite que ces déterminants étaient des parties constantes ou variables des chaînes lourdes ou légères. Tout anticorps porte donc un idiotype, y compris les antianticorps. Ces anti-anticorps se comportent donc eux-mêmes comme des antigènes, provoquant la formation d'anti-anti-anticorps.

6.3.2. Le réseau idiotypique de N. Jeme.

S'il existe la moindre boucle rétroactive limitant la production excessive d'un anticorps, cette rétroaction doit jouer aussi sur les anticorps anti-idiotypiques. N. Jerne fit alors l'hypothèse qu'il y avait là un mécanisme puissant d'auto-régulation, d'autant plus puissant que les lymphocytes sont porteurs en surface des mêmes idiotypes que les anticorps; à l'auto-régulation des anticorps, s'associe une autorégulation de la prolifération des lymphocytes. On se trouve dans la situation de structure de groupe déjà décrite (Il-):

- la formation spontanée des anticorps débute tôt durant le développement embryologique, avec l'apparition des lymphocytes.
- anticorps et lymphocytes étant porteurs d'idiotypes provoquent immédiatement la formation d'anticorps antiidiotypiques qui freinent la production des premiers anticorps. Mais ce freinage lui-même et la formation d'anticorps anti-anti-idiotypiques limite la production des anti-idiotypes et les premiers anticorps ne disparaissent pas totalement.
- il s'établit donc spontanément un réseau d'interactions qui assure le renouvellement *a minima* de tous les anticorps formés.

6.3.3. Le réseau des interleukines.

S'il existe certainement des interactions en réseau pour assurer la régulation du fonctionnement immunitaire, le réseau idiotypique de Jeme n'est pas le seul candidat. Ces dernières années ont permis de préciser des interactions extrêmement riches entre les différentes cellules sanguines qui interviennent dans le processus immunitaire.

Parmi les globules blancs, les macrophages ou monocytes agissent directement sur les corps étrangers mais leur rôle ne s'arrête pas là car de plus, ils sont situés au départ des réactions immunitaires spécifiques assurées par d'autres types de gobules blancs, les lymphocytes. Il existe en fait quatre lignées distinctes de lymphocytes :
- les lymphocytes B, évoluant vers l'état de plasmocytes qui libèrent les anticorps spécifiques.
- les lymphocytes T cytotoxiques, capables de détruire des cellules de l'organisme infestées par un antigène donné, notamment un virus.
- les lymphocytes T auxiliaires qui sont indispensables à la maturation de lymphocytes B ou T spécifiques d'un antigène donné.
- les lymphocytes T suppresseurs qui s'opposent au développement de toutes les catégories précédentes de lymphocytes.

Le schéma en réseau est alors le suivant

- les macrophages ayant détruit un corps étranger sont "marqués" par les antigènes de ce corps étrangers. Ces mêmes antigènes sensibilisent également les lymphocytes B d'un clône approximativement efficaces pour former des anticorps spécifiques de cet antigène.

- les macrophages "marqués" par un antigène vont émettre un produit dit "interleukine" qui favorise le développement de lymphocytes T cytotoxiques, auxiliaires ou suppresseurs, correspondant à l'antigène donné.

- les lymphocytes T cytotoxiques ainsi sensibilisés vont se multiplier et agir sur les cellules infectées. Les lymphocytes T auxiliaires vont assurer la multiplication des lymphocytes B et T sensibilisés par l'antigène. Ces lymphocytes auxiliaires vont également permettre une spécialisation des lymphocytes B vers la fabrication d'un anticorps particulièrement efficace. Ainsi naissent les plasmocytes libérant l'anticorps spécifique.

- bien que cela ne soit pas encore totalement établi, on pense que les lymphocytes T auxiliaires favorisent le développement de lymphocytes T suppresseurs qui limitent au niveau d'efficience souhaité, la production des anticorps et des lymphocytes cytotoxiques.

Au total se dessine un réseau qui assure la réponse immunitaire vis à vis d'un antigène pour en assurer la destruction spécifique, mais en contrôlant tout excès de production. Le

processus s'établit spontanément mais est maintenu également spontanément à un niveau adapté.

6.3.4. La réponse à un antigène étranger.

Quelle que soit la nature du réseau, qu'il survienne un antigène étranger et l'équilibre autopoiétique* du réseau immunitaire se trouve rompu. Si l'antigène correspond à un anticorps existant, celui-ci est en quelque sorte "consommé" dans la réaction de neutralisation. L'effet freinateur que l'anticorps assurait sur sa propre production est très amoindri et cette production se trouve donc immédiatement stimulée. Si au contraire, l'antigène n'est neutralisé par aucun des anticorps existants, sa présentation conjointe sur les macrophages et les lymphocytes B induit la formation de nouveaux anticorps qui s'intègrent dans le réseau existant. Les anticorps inefficaces sont limités immédiatement alors que la production des anticorps efficaces n'est pas freinée, du moins jusqu'à la disparition de l'antigène. Un nouvel équilibre de réseau s'établit, intégrant les nouveaux anticorps.

6.4. La protection et l'identification du Soi.

Rien ne permet a priori d'identifier un antigène comme appartenant à l'organisme lui-même et donc toute protéine de l'organisme provoque normalement la production d'anticorps. Or il est facile de constater que ces anticorps auto-immuns ne se développent pas normalement, du moins en quantité importante. Il faut donc conclure que des mécanismes freinent cette production d'anticorps auto-immuns. Toutes les études actuelles indiquent que la discrimination entre les protéines du "soi" et les antigènes étrangers est apprise et non automatique ou constitutionnelle. Tous les lymphocytes nouvellement produits doivent ainsi être éduqués, ce qui accentue le rôle qu'il faut attribuer au réseau autopoiéfique* d'interactions.

6.4.1. La marque extérieure de toutes les cellules du Soi.

A la surface de presque toutes les cellules d'un organisme, on trouve des "marqueurs", très variables d'un individu à l'autre et qui constituent une véritable carte d'identité physico-chimique. Ces marqueurs, décrits pour la première fois par J. Dausset et W. Bodmer vers 1955, sont appelés antigènes d'histocompatibilité. Chez l'animal, ils sont regroupés sous le nom de complexe majeur d'histocompatibilité. Chez l'homme et pour des raisons historiques, ils sont dénommés H.L.A. pour "Human Leucocyte Antigènes".

Ces marqueurs du "soi" ont une structure proche de celles des anticorps et proviennent en grande partie de gènes communs. Cela ne doit pas étonner puisque le réseau idiotypique conduit à considérer tout anticorps comme un antigène potentiel. Les antigènes d'histocompatibilité permettent à tous les agents immunitaires de reconnaître les cellules propres de l'organisme et de les respecter. Ainsi s'explique qu'une greffe provenant d'un jumeau monozygote, possédant le même système H.L.A. soit systématiquement acceptée alors que la greffe provenant d'un autre individu de même espèce, même apparenté, est normalement rejetée. En pratique, l'acceptation de greffes d'autres individus est malgré tout possible en recherchant un donneur dont le système H.L.A. est le plus proche possible de celui du receveur et en atténuant par médication, les phénomènes de rejet immunitaire.

6.4.2. La présentation conjointe du Soi et du Non-Soi.

Les antigènes d'histocompatibilité ont une autre fonction que celle de la protection du soi. Pour des raisons qui sont encore peu claires, les réactions immunitaires ne sont mises en jeu que si les macrophages présentent conjointement l'antigène externe et l'antigène d'histocompatibilité aux lymphocytes T. De même les lymphocytes T cytotoxiques n'agressent que les cellules qui présentent conjointement un antigène externe et un antigène d'histocompatibilité.

Quelle que soit la raison d'être de cette conjonction entre le soi et le non-soi, elle a l'intérêt capital que nous retrouverons tout au long des analyses épistémologiques, que la connaissance de l'environnement est indissociable de la connaissance de l'organisme par lui-même.

6.4.3. La mise en place d'un Réseau inactif sur le Soi.

L'immunologie donne encore un exemple très démonstratif de complément d'ordre. La lecture de l'A.D.N. permettant la naissance des clônes de lymphocytes comporte l'introduction d'une variété aléatoire. Tant sur le plan de la reconnaissance du soi, que sur celui de l'agression vis à vis du soi, apparaissent de ce fait des clônes dangereux pour l'organisme :
- ceux de lymphocytes incapables de reconnaître les antigènes H.L.A.
- ceux de lymphocytes pouvant agresser des cellules marquées seulement par des antigènes H.L.A., en dépit de toute addition d'antigène étranger.
Ces deux types de clônes sont systématiquement éliminés au niveau du thymus durant les dernières étapes du développement embryologique, très certainement du fait même des anomalies comportementales de ces clônes. Ainsi s'achève ipso facto l'organisation du réseau immunitaire à la naissance.

Se retrouve donc sur le plan immunitaire, ce que J.M. Baldwin et J. Piaget ont décrit au niveau du fonctionnement psychologique du petit enfant. Dans un premier temps, il y a indifférentiation du "soi" et du "non soi", autrement dit du moi et de l'environnement. Dans un second temps, le soi et le non soi se différencient l'un de l'autre. Cette différentiation active est liée à une confrontation entre ce qui est le soi et le non soi. C'est donc une précision de ce qu'est le soi qui permet de définir le non soi. Par ailleurs, une fois la différentiation effectuée, se précise spontanément une structure dont le rôle essentiel est d'agir différemment vis à vis du soi et du non soi.

6.5. L'Immunité et l'Autonomie biologique.

Depuis la formulation par N. Jerne de la théorie du réseau d'idiotypes, de très nombreuses recherches ont été conduites. La théorie du réseau idiotypique n'est pas unanimement admise mais considérée comme très sérieuse, notamment après les travaux de P.A. Cazenave et J. Urbain. Même si la théorie sous sa forme actuelle était infirmée, l'importance des interactions négatives ou positives entre cellules immunitaires, dont l'existence est prouvée, conduirait obligatoirement à un schéma de régulations auto-entretenues en réseau. Globalement, la réaction immunitaire illustre merveilleusement l'autonomie biologique :
- à la base de l'immunité, se trouve un réseau autopoiétique* qui agit pour lui-même, par lui-même et sur lui-même, avec sa propre finalité et ses propres règles d'équilibration. - ce réseau est une structure dissipative* qui se forme spontanément du seul fait de la juxtaposition d'un certain nombre d'éléments constitutifs, puis s'enrichit à partir de sa propre dynamique, notamment en éliminant les constituants inadaptés.
- l'intégration du réseau dans l'organisme fait apparaître une finalité externe, homéostatique, à côté de la finalité interne expliquant la formation du réseau.

Mais pour notre propos, il est encore plus important de constater que la réaction immunitaire est un exemple particulièrement heureux de connaissances apprises dans un cadre d'autonomie:

- il existe au départ un corpus de connaissances innées, construites dans la ligne de l'évolution embryologique et par un jeu d'interactions internes. Ces connaissances innées annoncent doublement les connaissances apprises. D'une part. les connaissances apprises seront du même type que les connaissances innées. D'autre part, c'est la confrontation des connaissances innées et des données de l'environnement externe qui est le prélude de la formation des connaissances apprises.

- fondamentalement, la connaissance apprise présente les deux caractères envisagés précédemment (11)
a) prise individuellement, la connaissance apprise est une sélection parmi les "façons d'exister" définies préalablement par la constitution de l'organisme, avant toute rencontre avec l'environnement. La connaissance apprise relève bien du mode "sélectif' et non du mode "instructif".
b) globalement, la connaissance apprise traduit une modification ponctuelle du réseau immunitaire pré-existant.

- le processus de mémorisation est strictement du type autonome, étant sous le contrôle du système lui-même
a)ce qui est mémorisé n'est ni l'antigène, ni même le vécu au contact de l'environnement mais une des "façons d'exister" de l'organisme.
b) la mémorisation résulte en quelque sorte, d'une "décision" de l'organisme, après que la façon d'exister* ait été
validée par son efficience sur un antigène.
c) la mémorisation permet d'accélérer la réponse immunitaire en résumant toute l'activité d'identification de l'antigène et d'élaboration d'une réponse adaptée.
d) la mémorisation se traduit par l'existence d'un biais dans le réseau autopoiétique* antérieur et n'a de sens que vis à vis de ce réseau.

- enfin la connaissance de l'agent agresseur extérieur apparaît totalement dépendant d'une connaissance de soi. La meilleure connaissance du non soi est liée à une meilleure connaissance du soi.

7. L'Apprentissage animal.

A la fin du siècle dernier, l'explication du comportement animal par l'instinct a fait place au conditionnement qui remplaçait la notion d'innéité par celle d'apprentissage. Les théories du conditionnement privilégiaient initialement une modulation de quelques comportements innés par l'action répétée de régularités de l'environnement. Très vite, une part croissante a été attribuée à l'apprentissage et le corpus des conduites innées a été minimisé. Cependant, les données expérimentales n'ont guère été concluantes. Il s'est avéré que la prédiction mécaniciste du comportement après conditionnement demeurait très difficile. Inversement, un apprentissage après présentation unique d'un stimulus a pu récemment être mis en évidence pour un organisme aussi simple que la mouche. Un apprentissage sans répétition ne peut se concevoir sans un arrière fond de choix et de décision qui met justement l'organisme en position de juge vis à vis des répétitions du milieu. Beaucoup d'autres arguments peuvent être opposés à l'obtention d'un apprentissage passif par simple répétition, où l'organisme est

réduit au lieu géométrique des influences du milieu. Or parallèlement, l'école d'éthologie objectiviste de K. Lorenz et M. Tinberghen a montré la part indiscutable d'éléments innés dans les comportements animaux. L'argument peut-être le plus probant est l'apparition de conduites originales et stéréotypées chez les hybrides, sans effet possible d'apprentissage.

7.1. Le rôle de l'Apprentissage dans l'acquisition des stéréotypes de l'espèce.

T.C. Schneirla et J.S. Rosenblatt (084,175) ont bien montré que l'école objectiviste allait trop loin dans sa démonstration. S'il existe bien des composantes innées dans le comportement animal, l'apprentissage authentique est également présent. Cependant, **une particularité fondamentale des apprentissages mis en évidence chez l'animal est qu'ils peuvent s'effectuer sans modèle social, à la seule initiative des organismes.** L'expérimentation la plus riche, la plus démonstrative en ce domaine est celle qui a été réalisée par H.F. Harlow et M.K. Harlow chez le singe macaque rhésus:

- de jeunes singes élevés dans un isolement social complet depuis une naissance obtenue par césarienne, survivent relativement facilement mais présentent des anomalies très sévères du comportement. Les conduites habituelles à l'espèce ne se manifestent pas. Les difficultés apparaissent tout spécialement lorsque le jeune singe est mis ultérieurement en présence de congénères de tous âges. Les relations sociales du jeu ou du partage alimentaire ne se manifestent pas. Aucune relation sexuelle n'est possible. Le rôle de l'isolement social est confirmé par la discrétion des troubles lorsque les mêmes conditions expérimentales sont appliquées à des espèces différentes et moins sociales de macaques.

- si le développement se fait au seul contact de la mère, sans aucune autre relation sociale, les troubles du comportement sont beaucoup plus discrets mais il apparaît malgré tout d'importantes difficultés d'ajustement social lors de la mise en relation ultérieure avec des congénères. En revanche, si quatre jeunes singes, deux mâles et deux femelles, sont élevés depuis la naissance, ensemble et sans aucune autre relation sociale, aucun trouble comportemental n'apparaît et ces animaux s'intègrent immédiatement lorsqu'ils sont placés ultérieurement parmi leurs congénères. Il suffit que le temps de contact social lors de la période initiale dépasse une heure par jour pour que le développement comportemental s'effectue de façon optimale.

- dans le cas d'isolement social complet, sans pairs ni parents, les troubles comportementaux sont très durables, pratiquement définitifs. Une situation particulière permet néanmoins une forte correction des troubles. Une femelle élevée en isolement n'a pas de relations sexuelles mais peut être fécondée artificiellement. Elle est incapable d'élever seule son petit, mais peut être aidée. Si le petit bénéficie de larges contact avec des congénères, il constitue un véritable psychothérapeute pour sa mère, lui offrant une relation sociale permettant des progrès comportementaux très importants.

Toute cette expérimentation démontre l'acquisition des stéréotypes sociaux de l'espèce, par apprentissage et en absence complète de modèles sociaux ou de pédagogues. Il s'agit donc manifestement d'une acquisition autonome de conduites nouvelles dans les aspects les plus évolués du comportement animal. De nombreux autres exemples d'apprentissages animaux sans modèles ni pédagogues pourraient être proposés mais aucun ne peut avoir la valeur d'argument des travaux des Harlow.

7.2. Les compléments d'organisation post-nataux.

Nous venons de signaler dans ce chapitre les travaux conjoints de D. Hubel et T. Wiesel d'une part, ceux de M. Imbert d'autre part (III-4. 1). Ils ont une telle importance pour l'étude du développement ontogénétique et la théorie de l'autonomie, qu'il nous parait important d'y revenir. C'est l'exercice des yeux, indépendamment des données d'environnement assimilées et à plus forte raison, sans aucune instruction extérieure, qui assure le complément d'organisation des aires perceptives de la vision. Il est hautement probable que ce fait s'explique par une activité synchrone de fonctions visuelles élémentaires distinctes. Ainsi, l'organisation ne pouvait se terminer en l'absence d'une venue au monde faisant fonctionner les yeux, mais inversement, ce qui est appris est totalement indépendant des caractéristiques de l'environnement et lié uniquement à l'assimilation réciproque du fonctionnement d'une structure cérébrale par une autre. Ce fait a des conséquences capitales :

- une précision, un développement par le seul fait de l'assimilation réciproque de plusieurs fonctionnements cérébraux initialement distincts est une donnée essentielle dans le cadre de la théorie de l'autonomie.
- il apparaît un cadre nouveau d'apprentissage que seul Piaget avait pressenti lorsqu'il disait que l'oeil commence par fonctionner pour fonctionner, avant de fonctionner pour voir un objet.
- d'un point de vue pratique, tout se passe comme si il y avait un prolongement postnatal du développement embryologique et l'organisation perceptive achevée peut être considérée comme innée.

Si des études comparables n'ont pu être effectuées chez l'homme, tout porte à croire qu'en ce domaine, l'évolution humaine est identique à celles de l'animal et qu'il est possible de généraliser les conclusions.

8. Le Développement cognitif ontogénétique humain.

Reprendre le développement ontogénétique humain en terme d'autonomie biologique reviendrait à retrouver l'oeuvre de J. Piaget, qui, avant la lettre, a décrit une dynamique autonome de progrès. C'est l'exercice par l'enfant, des schèmes disponibles à un moment du développement, qui détermine le progrès et le passage à une nouvelle étape d'organisation des conduites. Quelques points nous paraissent cependant importants à souligner en complément:

- les mécanismes innés, notamment sur le plan perceptif, sont beaucoup plus riches et performants que ne le pensait Piaget. Cela précise la dynamique de progrès, notamment dans les premiers mois de la vie. Les données récentes contredisent les analyses de Piaget sur les très jeunes enfants mais confirment ses conceptions théoriques.

- plusieurs travaux récents et sérieux soulignent l'importance de la dynamique autonome dans le développement de l'efficience mentale. C'est vers les années 1950, que Skodak et Skeels notèrent chez les enfants adoptés et passé l'âge de six ans, une corrélation de l'efficience intellectuelle mère/enfant plus forte avec la mère biologique qui n'avait pas rencontré son enfant qu'avec la mère adoptive qui l'avait élevé pratiquement depuis la naissance. M.P. Honzik montra quelques années plus tard, reprenant entre autre les travaux de Skodak et Skeels que les corrélations mère biologique/enfant étaient à peu près identiques que l'enfant ait été élevé par sa mère ou adopté. Il y a quelques années, Fulker et Defries effectuèrent un travail identique, avec encore plus de rigueur et de précision et trouvèrent des

résultats encore plus étonnants puisqu'ils montrèrent qu'entre trois et sept ans, la corrélation d'intelligence s'accroissait entre enfants adoptés et leurs parents biologiques (passant de 0,15 à 0,28) et s'abaissaient entre enfants adoptés et leurs parents adoptifs (passant de 0,16 à 0,06). Même si les chiffres doivent être acceptés comme des approximations car le nombre des enfants examinés n'était que de 245, le fait demeure peu discutable et correspond aux travaux antérieurs de Skodak, Skeels et M.P. Honzik. Il paraît devant ces chiffres, que l'enfant, avec sa constitution neurologique innée, est un acteur essentiel de son propre développement.

- l'assimilation de données sociales joue néanmoins un rôle très important dans le développement. Les travaux de Meltzoff que nous verrons plus loin (V-), ont montré que l'imitation se manifestait beaucoup plus tôt que ne le pensait Piaget, dès les premiers jours de la vie. Cette imitation n'est pas de nature représentative et on ne peut lui accorder une valeur intentionnelle. Elle n'en traduit pas moins une initiative de l'organisme dans l'acquisition des conduites. Il est intéressant du reste de noter une évolution conjointe de l'imitation et de la socialisation chez les oiseaux comme chez les primates.

- H. Papouzek a démontré l'intérêt du nourrisson de deux ou trois mois pour l'exploration systématique. Le nourrisson cherche intensément à comprendre comment il peut provoquer lui-même l'illumination d'une lampe électrique, sans guère se soucier du résultat obtenu; il arrête sa recherche en dépit de l'extinction de la lampe dès qu'il estime avoir précisé le mécanisme d'éclairage.

CONCLUSION

Les différents exemples rapportés soulignent l'importance, dans de nombreux domaines, de l'autonomie biologique. Nous nous sommes concentrés sur les développements parce qu'ils étaient les plus représentatifs. Si un organisme démontre une capacité d'assurer lui-même un gain d'ordre en son sein, il est facile de lui accorder les capacités de maintenir une organisation interne équilibrée en dépit des influences perturbatrices du milieu.

L'exemple des développements autonomes a un autre intérêt. Il suggère la réalité de l'émergence de structures authentiquement nouvelles, internes ou externes, par le seul jeu du vécu de l'organisme au contact d'un environnement dénué de capacités d'organisation. Si la thèse peut être défendue aisément pour les aspects les plus élémentaires du fonctionnement biologique, elle peut également être envisagée dans les formes comportementales les plus sophistiquées. Les fonctions cognitives, notamment, peuvent être conçues comme des émergences du fonctionnement neurologique au contact de l'environnement.

CHAPITRE IV: THEORIE DE L'AUTONOMIE ET THEORIES DE LA CONNAISSANCE

"Nous devons nous rendre compte que nous ne sommes pas spectateurs mais acteurs dans le théâtre de la vie."

Niels Bohr

Résumé: 1. Réalisme et Autonomie.

Il y a des aspects du réalisme qui sont compatibles avec l'autonomie mais un certain nombre de problèmes doivent être résolus. Si on envisage le dualisme et le monisme pour qualifier le biologique et le mental, aucune des deux thèses n'est très satisfaisante. Il faut donc favoriser l'hypothèse de "l'émergence" du mental à partir de l'exercice biologique au contact de l'environnement. Il faut préciser le sens exact et le rôle du symbole; cela conduit à expliquer l'apparence du réalisme des "idées" par des idées ou des formes qui ont une histoire repérable mais qui se sont détachées secondairement des conditions de leur genèse. C'est le troisième monde de K. Popper.

2. Idéalisme et Autonomie.

Il est difficile de concilier l'autonomie biologique et l'idéalisme kantien traditionnel puisque cette doctrine refuse toute analyse du sujet lui-même, considéré comme premier. L'accord est au contraire excellent avec les néo-kantismes de Lange et Helmholtz.

3. Vérité et Cohérence

La théorie de l'autonomie biologique conduit à récuser la possibilité de définir une vérité et donc à admettre la nécessité de faire appel au concept de cohérence. La cohérence peut être envisagée dans le cadre du réalisme mais est beaucoup plus essentielle en dehors de lui.

4. Les Significations.

Une comparaison est effectuée au niveau des significations avec la "réduction" phénoménologique qui a une très grande portée épistémologique mais les thèses du constructivisme conduisent à remplacer l'appel aux "essences" par une recherche d'ontogenèse, retrouvant les conditions d'origine d'un concept, d'une idée, d'une signification. Il est devenu possible aujourd'hui d'envisager comment les significations apprises se détachent de l'activité neurobiologique initiale. La théorie de l'autonomie biologique conduit également à revoir la valeur des significations, significations utilitaires selon les critères de nécessité de l'homéostasie et dans une moindre mesure, de l'autopoièse, significations subjectives par rapport au sujet qui les manipule, significations conformes au point de vue "sélectif' et non "instructif' (Jeme), significations authentiquement nouvelles par combinaisons dans le temps, de perceptions ou d'opérations.
Dans la connaissance humaine, le lexique des significations est marqué par la particularité des organismes supérieurs, qui est de reconnaître les objets (identification) indépendamment de leur valeur vis à vis de l'organisme (signification). Dans le monde animal, il faut distinguer significations innées et significations apprises mais de plus, il faut retenir le double intérêt des significations innées: permettre une adaptation immédiate à la naissance mais aussi constituer la référence indispensable des connaissances apprises. Le schéma est comparable pour les significations humaines, mais le détachement des significations apprises par rapport aux significations innées est encore plus important. L'observation du très jeune nourrisson et les données neurophysiologiques récentes conduisent à revoir complètement ce que sont les images perceptives permanentes. Elles sont à la base des significations apprises mais ne peuvent guère évoluer avec elles, d'où l'appel indispensable aux couples signifiant/signifié, reliant arbitrairement une signification apprise à une image perceptive. Cela conduit au symbole, terme ambigu car de nombreuses définitions ont été données, souvent contradictoires. Nous primons le contexte symbolique où le point essentiel est la dissociation signifiant/signifié. Le concept est le noyau structural, universel du symbole. Il n'est pas complet car il ne précise pas comment le symbole est considéré en situation, comment il est subjectivisé. Une redéfinition de la prégnance est donnée, en dehors de la gestalttheorie, pour expliquer la différence entre un symbole prégnant et un concept.

Les différents exemples de fonctionnement biologique analysés précédemment (III-), permettent d'envisager très positivement une théorie de l'autonomie biologique. Il est alors logique de rechercher quelles conséquences une telle théorie peut avoir sur une conception de la connaissance.

Une conclusion s'impose immédiatement, celle d'une contradiction complète entre la théorie de l'autonomie et l'empirisme psychologique du béhaviorisme ou des théories du conditionnement. Implicitement, l'empirisme envisage une connaissance qui s'impose aux organismes connaissants et fait de ceux-ci des systèmes passifs, simples lieux géométriques d'inscription des habitudes liées aux régularités du milieu. Cela est évidemment à l'opposé de l'autonomie.

Inversement, la théorie de l'autonomie ne peut que s'accorder avec un constructivisme cognitif où la connaissance est élaborée par l'organisme au contact du milieu, à partir d'une réflexion sur le résultat des actions. L'aphorisme général de l'auto-organisation, "Le Vivant, maître de son évolution" prend l'aspect particulier du vivant créateur de ses connaissances apprises. Cependant, cette adéquation ne fait pas disparaître tous les points d'interrogation de l'approche épistémologique et il est important de confronter la théorie de l'autonomie biologique à de multiples positions théoriques.

1. **Réalisme et Autonomie.**

Nous avons pu constater qu'un réalisme minimal est mieux que défendable. Cependant, de nombreux aspects du réalisme qui, *a priori,* ne semblaient pas poser de problèmes particuliers, vont ouvrir des points d'interrogation dès lors que la thèse de l'autonomie biologique est défendue.

1.1. **Dualisme ou Monisme ?**

Au réalisme traditionnel est relié une distinction de nature ou de substance entre le fonctionnement biologique et le fonctionnement mental. Leibnitz, Malebranche et Spinoza, continuateurs de Descartes, ont bien perçu les difficultés de ce dualisme, et ont chacun à leur manière proposé des solutions philosophiques qui n'emportent guère la conviction. L'attribution au fonctionnement biologique de qualités d'indépendance, de choix, de libre-arbitre classiquement réservées au fonctionnement mental, renouvelle complètement les données de l'analyse.

Lorsque ces qualités sont attribuées conjointement à l'organisme biologique et à un hypothétique "animus" de nature distincte, il y a toutes les conditions d'un conflit entre deux systèmes autonomes, ayant en partie au moins une finalité qui leur est propre. Sans arguments très solides, A. Koestler a ainsi décrit les conditions d'un conflit comparable lorsqu'il oppose un paléo-cerveau émotif et un néo-cerveau intelligent. Cette situation conflictuelle est d'autant plus difficile à envisager qu'une véritable théorie de l'autonomie biologique suppose au contraire une coopération entre les différents niveaux de l'organisation interne. Qu'on parle ou non de parallélisme psychophysiologique, toute conception qui suppose l'existence conjointe de deux structures autonomes en partie disjointes, disposant chacune de processus de décision, se heurte immédiatement à des difficultés du même genre.

Inversement, on peut qualifier de monisme la thèse qui récuse le sens d'une distinction de substance entre le biologique et le mental. Par définition, le monisme rejette le réalisme de

natures, semble *a priori* mal s'accorder avec les autres principes du réalisme, et rejoint le plus souvent l'empirisme.

1.2. L'Emergence du Mental.

En fait, la théorie de l'autonomie biologique favorise un monisme, mais un monisme non réducteur qui ne cherche pas à définir un fonctionnement mental purement et simplement par un déroulement d'activités neurologiques. Les thèses les plus satisfaisantes sont celles qui voient dans l'activité mentale, une émergence à partir de l'activité neurologique, mais avec un niveau de fonctionnement ayant une finalité propre. Deux conceptions théoriques illustrent bien cette émergence .

1.2.1. La conception d'E. Claparède,

E. Claparède voit dans le fonctionnement mental, un prolongement de l'activité sensori-motrice lorsqu'il devient nécessaire pour l'organisme, de construire des adaptations spécifiques aux particularités du milieu rencontré.

1.2.2. Le Fonctionnalisme américain.

Le "fonctionnalisme" est défendu notamment par J.A. Fodor et il l'a été dans un premier temps par H. Putnam. Les auteurs décrivent ainsi des propriétés cérébrales que l'on peut définir "sans mentionner la physique ou la chimie du cerveau". J.A. Fodor résume l'explication du fonctionnalisme par les points suivants :

- il est indispensable d'apprécier un élément mental par rapport à leurs relations avec d'autres états mentaux et il ne faut pas relier un à un, un événement neurologique limité et un événement mental isolé. Un état mental peut et doit être défini par ses relations causales avec d'autres états mentaux.

- il faut définir le "software" du fonctionnement mental indépendamment du "hardware" du fonctionnement neurologique. En revanche, dit Fodor, événements cérébraux et interactions fonctionnelles peuvent suffire à définir un état mental.

1.2.3. La conjonction des points de vue de Claparède et du Fonctionnalisme.

Ces deux conceptions apparaissent extrêmement riches, mais il est essentiel de les rapprocher car c'est l'assimilation des données d'environnement qui assure l'originalité du fonctionnement mental au delà du fonctionnement neurologique. Isolé, le fonctionnalisme nous parait manquer de bases explicatives. Il nous semble que la pensée du fonctionnalisme serait encore mieux traduite s'il était évoqué une émergence d'une activité mentale qui pourrait être définie sans mentionner obligatoirement le fonctionnement neurologique qui pourtant, la supporte. Repris dans le cadre d'une émergence, le fonctionnalisme devient très positif.

Quelques remarques complémentaires nous paraissent devoir être faites:

- l'indépendance d'un niveau d'organisation par rapport aux niveaux plus élémentaires doit être prise à la lettre. H. Putnain fait remarquer qu'une même fonction peut être assurée par des systèmes de constitution très différentes, ce qui assure bien une originalité: "Les robots connaîtront peut-être des jours de colère". Il serait sans doute plus exact de dire que nous

aurons sans doute besoin un jour d'utiliser le concept de colère pour décrire le comportement des robots. Ce faisant, une "fonction" devient une dimension particulière de la description de tout système et pas nécessairement un type d'activité indépendante au sein du système.

- l'émergence du mental par rapport au neurologique est de même signification que l'émergence de la matière atomique par rapport aux différentes formes fondamentales de l'énergie, l'émergence de la vie par rapport au métabolisme physico-chimique complexe, l'émergence de l'individu achevé par rapport à l'œuf. La notion de niveaux d'organisation emboîtés et ayant chacun une finalité propre nous parait fondamentale. Selon le schéma du holon, l'exercice des éléments de rang inférieur suffit à générer le fonctionnement et la finalité de rang supérieur. Cette finalité n'en est pas moins pour autant, originale et spécifique.

- l'émergence du mental est donc l'aspect diachronique de l'organisation cérébrale synchronique qui associe la poursuite d'un fonctionnement biologique et la superposition d'un fonctionnement mental. Au dualisme postulant une différence de substance entre le corps et l'esprit, il faut substituer une **dualité fonctionnelle,** distinguant un aspect biologique et un aspect mental de l'activité cérébrale. Cependant le second aspect ne remplace pas le premier au même titre que l'individu achevé occulte l'œuf initial. L'activité mentale est plutôt une "façon particulière de fonctionner" de l'activité biologique, générée secondairement par cette dernière activité, du fait de l'exercice au contact de l'environnement physique et social.

1.2.4. Les conditions de l'Emergence de la Pensée.Trois conditions expliquent la genèse d'un niveau d'organisation et d'une finalité complémentaires

a) **la réflexion de l'expérience vécue et sa pérennisation.** Par réflexion, nous entendons la possibilité de confronter le résultat d'une action avec l'information ou l'intention qui sont à l'origine de cette action. L'activité métabolique de l'œuf se réfléchit sur la lecture de l'A.D.N. pour en infléchir la transcription. Les organes nés de cet infléchissement sont pérennisés et constituent les éléments de base qui préludent à une nouvelle organisation. De même, l'activité neurologique durant les premiers mois de la vie, au contact de l'environnement, renforce certaines liaisons et en atténue d'autres. Il en résulte une modification de l'organisation cérébrale avec apparition de groupements d'activité originaux, correspondant aux "schèmes" des descriptions piagétiennes. Ces schèmes, en s'articulant entre eux, forment la base d'un nouveau plan d'organisation, ébauche de la pensée.

b) **la rencontre régulière avec un autre système ou l'absorption dans un autre système.** Englobées dans un fonctionnement commun durant le vécu, des structures cérébrales initialement indépendantes, apprennent à fonctionner l'une par rapport à l'autre. Il en résulte un nouveau niveau de fonctionnement. Ainsi, l'oeil gauche apprend après la naissance, à fonctionner en tenant compte des données de l'oeil droit et réciproquement. Apparaît la vision binoculaire et une appréciation de la profondeur, très supérieure à la vision monoculaire que pouvait donner l'oeil isolé.

c) **une mobilité suffisante des schèmes pour permettre une activité cérébrale portant exclusivement sur une confrontation des schèmes.** Au cours de l'activité adaptative, les schèmes appris ont tendance à s'appliquer à tout objet. Le schème acquiert ainsi une permanence et une indépendance vis à vis de l'objet de son application. Le schème devient très mobilisable et peut s'appliquer, non plus à un objet extérieur mais à d'autres schèmes. C'est la combinatoire dynamique et intériorisée des schèmes qui qualifie la pensée.

Ces trois conditions sont indispensables à l'émergence du fonctionnement mental. Dans les trois cas, une situation nouvelle de vécu modifie le fonctionnement des éléments existants et fait apparaître une organisation nouvelle avec des propriétés nouvelles et une finalité nouvelle. C'est le contact de l'organisme humain avec un environnement présentant des régularités qui initie, comme le pensait Claparède, le fonctionnement mental. Environnement et organisme forment une entité nouvelle avec apparition d'interactions structurantes, y compris au sein de l'organisme. Ces interactions sont en quelque sorte cristallisées et deviennent les éléments de base d'une activité dynamique que les articulent.

C'est donc la réflexion de l'activité neuro-cérébrale sur elle-même dans ses relations avec l'environnement, qui initie des modifications ponctuelles de structure, conduisant à une organisation nouvelle qui ne pouvait être définie, ni à partir des seules propriétés d'environnement, ni à partir des seules données du fonctionnement neurologique.

1.2.5. La manipulation des symboles.

L'originalité et l'indépendance du fonctionnement mental résident également dans ce que H. Simon appelle la manipulation de symboles, c'est à dire d'éléments qui peuvent être coordonnés en structures, qui sont accessibles à des opérations logico-arithmétiques réversibles et qui peuvent être porteurs de significations quelconques. Suivant le point de vue du fonctionnalisme, ces caractéristiques sont également présentes dans un ordinateur. La particularité du vivant est de présenter conjointement ce niveau opératoire et symbolique, et de l'appliquer sur les niveaux perceptivo-moteurs neurologiques, ce qui réalise une autonomie comportementale que ne présente pas l'ordinateur. Les significations initiales des entités symboliques sont dictées par la constitution biologique et elles évoluent ensuite sous l'influence du vécu, notamment du vécu social. Le langage assure ainsi une transformation profonde des fonctions symboliques.

1.3. La réduction du Réalisme des Idées.

La théorie de l'autonomie biologique conduit-elle à brûler Platon et le réalisme de l'idée, des espèces naturelles, ou plus largement, ce que les auteurs anglo-saxons appellent le réalisme de natures ? Autrement dit, la théorie de l'autonomie biologique admet-elle qu'un organisme puisse assimiler directement des "formes" ou "structures" de l'environnement ? La réponse est complexe et doit faire intervenir au préalable, la distinction de N. Jerne entre les modes instructifs et sélectifs d'acquisition des connaissances (Il- et VI-).

- le mode instructif supposerait l'intégration de structures externes porteuses d'informations étrangères à l'organisation interne de l'organisme et en perturbant donc le fonctionnement. Cela est évidemment difficilement conciliable avec le principe d'autonomie.

- le mode sélectif dans une perspective réaliste, reviendrait à découvrir une correspondance entre des structures externes de l'environnement et des structures internes de l'organisme, préexistantes ou actualisées. Rien n'est alors a priori en opposition avec le principe d'autonomie mais il faut démontrer l'existence de telles structures internes et préciser comment elles apparaissent au cours du développement embryologique. Or la façon dont s'effectue le développement embryologique du système nerveux central laisse peu de place à l'élaboration de structures internes qui auraient également une signification a priori pour décrire un environnement non encore rencontré. La même réflexion peut être reportée au

niveau du développement cognitif de l'enfant, marqué manifestement par la construction de schèmes dérivés des formes établies durant le développement embryologique.

En définitive, il y a bien une certaine antinomie entre le réalisme de natures et l'autonomie biologique. Cependant les contraintes qui pourraient en résulter sont relativement limitées. La théorie de l'autonomie biologique ne rejette pas, loin de là, une assimilation directe d'une "gestalt" qui a une histoire' selon l'expression de Piaget, et qui s'est détachée ensuite de cette histoire, comme "la toile de l'araignée" se détache de l'araignée, selon l'expression de K. Popper. Nous avons vu qu'il y avait là une alternative au strict réalisme des idées ou concepts. **Un tel processus impose cependant que l'organisme fasse correspondre les "formes" extérieures, après les avoir rencontrées, avec des configurations internes qui lui sont propres.**

En pratique, l'assimilation directe de formes qui paraissent à priori parce qu'elles ont perdues leurs racines historiques, est une nécessité. C'est le seul moyen pour un individu de bénéficier des expériences d'autrui qu'il n'a pas eu l'occasion de faire lui-même. Tout le bénéfice socioculturel est donc soumis à l'assimilation de formes apparemment premières. Par ailleurs, toute la dynamique stratégique de la rationalité restreinte décrite par H. Simon (VI-) suppose également le maniement de formes perçues comme des à priori. Sous conditions, un tel schéma s'intègre très aisément dans une théorie de l'autonomie biologique :

- la forme extérieure, première pour l'utilisateur, est intégrée par assimilation à une forme interne que cet utilisateur a lui-même élaborée, antérieurement ou immédiatement après la rencontre avec la forme extérieure. C'est ainsi que le mot entendu pour la première fois, forme auditive *a priori,* est assimilé et "compris" ou signifié par application à une expérience antérieure particulière du sujet.

- le lien entre une forme *a priori* et une configuration interne est initialement approximatif. Il doit donc être provisoire et peut être remis en cause ultérieurement, laissant la place à des liens plus précis. Au cours de cette évolution, la forme qui semblait initialement première peut fort bien apparaître secondairement réductible. Nous reprendrons cet aspect ontogénétique essentiel dans l'analyse de la dégénérescence (X-).

1.4. Les limites du point de vue sélectif.

En immunologie, point de départ des réflexions de Jerne, il est possible de se cantonner au strict point de vue sélectif si on considère des façons d'exister potentielles à côté de façons d'exister immédiatement disponibles ; les anticorps traduisent chacun authentiquement une "façon d'exister" par combinaison dans l'espace d'éléments préexistants. Il ne peut pas être exclu que tous les anticorps possibles ne soient concrètement édifiés durant la vie embryonnaire. Le passage d'une combinaison potentielle à une combinaison actuelle est donc simple. Il n'en est pas de même au niveau des connaissances "mentales".

Lorsque nous nous représentons un "paysage complexe" réalisé par conjonction de plusieurs scènes perceptives élémentaires, apparaît déjà la nécessité d'une séquence temporelle qui dépasse une "façon d'exister" unique, même potentiellement définie. Cet aspect temporel est encore plus accentué lorsque nous évoquons un .souvenir" événementiel. Le processus est exactement comparable lorsque nous associons plusieurs opérations élémentaires pour constituer un algorithme élémentaire. Le point de vue strictement sélectif ne peut rendre

compte de ces faits car les séquences elles-mêmes ne renvoient évidemment à aucun élément constitutionnel, même potentiel. Inversement, nous constatons que J. Piaget avait donné par avance une explication de conditions voisines à propos de son interprétation de la mémoire. Pour Piaget, la mémorisation proprement dite se limite à quelques traces qui permettre de revivre totalement un présent équivalent au souvenir passé. On peut supposer une même prolongation au principe sélectif :
- chaque processus instantané correspond bien à une "façon d'exister" au sens strict du terme,
- la mémorisation entraîne la fixation indépendante d'une ou de plusieurs "façon d'exister*" qui décrivent l'organisation séquentielle,
- la succession prévue des façons d'exister peut alors être revécue dans le temps présent.

Il est bien évident qu'une telle manière de faire dépasse le cadre du mode sélectif mais ne dérive pas pour autant vers le mode instructif.

2. Idéalisme et Autonomie.

Le primat du sujet que postule l'idéalisme kantien s'accorde évidemment avec une affirmation d'autonomie de ce sujet. Il n'en est que plus important de souligner combien cette autonomie kantienne n'est pas totalement conciliable avec une autonomie biologique. L'idéalisme kantien est dualiste, tout au moins dans sa formulation fondamentale. La correction néo-kantienne introduite par Helmholtz et F. A. Lange résout une partie des difficultés en reliant *l'a priori* du temps et de l'espace à un inné biologique. Un obstacle demeure néanmoins qui est celui de la conscience, à laquelle la conception kantienne, nous semble-t-, attribue une transcendance qu'elle n'explique pas.

3. Vérité et Cohérence*.

Réalisme et idéalisme traditionnels ont en commun de fournir des critères de vérité, que ces critères existent sous forme de vérités d'évidence, de concepts significatifs à priori ou en raison des propriétés constitutionnelles de l'entendement. Inversement, les critères de vérité ne peuvent se trouver que dans les aspects traditionnels du réalisme ou de l'idéalisme. L'abandon de toute référence de vérité pose évidemment un véritable défi à toute conception épistémologique qui ne s'appuierait pas sur ces aspects traditionnels. Ce défi concerne la recherche de critères de validation dans la mise en place des données cognitives nouvelles, et de critères de significations puisque celles-ci ne sont pas définies a priori.

3.1. Cohérence et Réalisme.

A la notion manquante de vérité, peut être substituée la notion de vraisemblance s'appuyant sur une cohérence des constructions mentales. Le schéma réaliste, implicite dans toute l'élaboration scientifique occidentale depuis le XVIIème siècle, favorise deux fornes de validité, indépendantes de toute notion de vérité, et qui s'appliquent directement à une analyse de cohérence :

- **une validité externe** qui traduit une cohérence par l'accord entre un modèle hypothétique et le déroulement effectif d'un phénomène extérieur prévu. C'est la résistance du monde environnant qui canalise un imaginaire qui, lui, peut se permettre n'importe quelle construction. La méthode expérimentale proprement dite a seulement complété cette recherche de validité en montrant l'intérêt de contrôler le maximum de variables au cours de

la vérification de l'hypothèse. Ce contrôle est à l'origine de deux propriétés fondamentales de validation :

a) l'expérience est indéfiniment "repérable", ce qui permet sa reprise en cas de doute

b) l'échec expérimental est aussi significatif que la réussite, puisque le résultat avait été intégralement prévu à partir de l'hypothèse. De ce fait, une seule mise en échec d'une prédiction suffit à contester une hypothèse. C'est le principe de réfutabilité des "bonnes" hypothèses.

- **une validité interne,** assurant une cohérence en reliant par la voie de la logique les hypothèses aux données établies et acceptées. Cette validité est évidemment moins "forte" que la précédente mais elle est plus économique et elle est la seule possible lorsque les conditions requises pour une véritable expérimentation ne sont pas réunies.

3.2. Cohérence et Théorie de l'Autonomie.

Lorsque les vérités d'évidence sont refusées en tant que telles, la technique de validation par constat de la cohérence, n'en est pas pour autant complètement modifiée.

- la validation externe est indépendante d'un réalisme ou d'un idéalisme sous-jacent. La méthode expérimentale est un outil de validation essentielle, indépendamment d'un choix philosophique.

- la logique demeure un outil de validité extrêmement puissant pour relier, non plus les hypothèses aux vérités d'évidence mais les hypothèses entre elles. Comme Humberto Ecco le fait dire à son héros, il y a des milliers de façons différentes d'expliquer un fait isolé. Mais si ce fait isolé est relié à un autre fait, le nombre d'explications possibles pour expliquer conjointement les deux faits est beaucoup plus réduit. Seul un petit nombre d'hypothèses peuvent demeurer explicatives devant un très grand nombre de faits reliés entre eux.

Les analyses épistémologiques de J. Piaget donnent toute sa valeur à cette réflexion sur la concordance des hypothèses, lorsque l'auteur démontre les liens de dépendance existant entre les différentes disciplines scientifiques. La physique est directement reliée aux opérations logico-mathématiques. La biologie trouve chaque jour davantage, sa validation dans une caractérisation physico-chimique. La psychologie intègre de plus en plus les contraintes du fonctionnement neurologique mais discute du bien fondé et de la signification des opérations logico-mathématiques. La recherche d'une cohérence avec les données des différentes disciplines scientifiques traduit une rigueur de pensée à la fois souhaitable et difficile à réaliser, et qui pourrait largement en remontrer à tout mouvement scolastique ou dialectique.

4. Les Significations.

La théorie de l'autonomie conduit à penser que la référence de toute donnée comportementale, donc de toute connaissance est une valeur rapportée à l'homéostasie, rejoignant la finalité fondamentale des organismes qui est de conserver leur identité. Cette référence est cependant manifestement insuffisante pour préciser les significations et leur origine, notamment vis à vis des courants de pensée modernes concernant la sémantique, et qui tentent d'affirmer bien souvent un discours premier comme source de significations.

Toute connaissance, innée ou apprise, suppose la présence dans l'organisation interne du sujet de connaissance, d'une référence de l'objet connu. Le principe d'autonomie impose que cette référence ne soit pas une "instruction", initialement étrangère au sujet, et qui vienne s'intégrer secondairement dans son organisation. Sur ce point, il n'y a pas nécessairement opposition avec le réalisme.

4.1. Signification et Réduction phénoménologique.

Platon supposait la présence conjointe des idées chez le sujet de connaissance et dans l'environnement. Selon le mécanisme de la "maïeutique", le vécu était l'occasion de retrouver "l'idée" au cœur des objets de l'environnement où elle était présente sous une forme camouflée. Ainsi Platon pouvait affirmer simultanément que la connaissance des mots précède la connaissance des choses et dire dans le Cratyle que ce n'est pas des mots qu'il faut partir pour chercher le réel. C'est le contact avec le réel qui permet de retrouver l'idée contenue à la fois dans le mot et l'objet.

La notion de maïeutique était quelque peu sommaire et guère convaincante. Il nous semble que la dynamique décrite par la phénoménologie est beaucoup plus positive. La prise de conscience de l'idée passe par de nombreux processus subjectifs et déformants. La découverte de l'idée dans l'objet relève d'une décision personnelle. Par la suite, l'organisme décide une généralisation dans des limites qu'il définit lui-même. Au cours des transformations successives qui marquent l'élaboration de significations apprises, deux phénomènes se produisent:

- une distorsion de plus en plus prononcée apparaît, du fait de la part d'erreur qui marque obligatoirement tous les jugements subjectifs successifs.

- la disparition des critères permettant éventuellement une correction, par oubli d'une grande partie des événements déterminant l'évolution des significations. La signification innée initiale notamment, est totalement oubliée, cela d'autant plus que la prise de conscience initiale est particulièrement fruste.

Ces processus de distorsion et d'oubli concernant l'évolution ontogénétique de l'organisme humain mais aussi l'évolution culturelle qui conserve longtemps les erreurs une fois formulées, et accumule les certitudes invérifiables. Le vécu entraîne ainsi obligatoirement une distorsion des significations, sur laquelle la phénoménologie a insisté avec raison. Une "réduction" s'impose pour retrouver les distorsions et préciser alors les "essences" ou les normes".

Ce schéma n'est cependant pas pleinement satisfaisant puisqu'il est marqué des défauts du réalisme de natures. Entre autres défauts et indépendamment de la notion même des idées et de leur existence propre:

- le schéma phénoménologique, au moins chez Husserl, semble nier les significations essentielles authentiquement apprises ou les réduit à une combinaison de significations innées. Par ailleurs, ce schéma phénoménologique n'offre pas les critères permettant d'affirmer qu'une "réduction" a été effectivement réussie.

- mais surtout, il y a rupture avec l'explication biologique car il n'est pas possible d'expliquer comment l'idée interne d'essence ou de norme s'est insérée dans l'organisation cérébrale au

cours du développement ontogénétique. Il est impossible de rendre compte de l'adéquation existant entre les formes internes et les objets externes qu'elles décrivent dans un environnement étranger à l'organisme durant le temps de sa genèse à l'abri de l'environnement. Il faut donc reporter jusqu'à l'œuf initial, la présence des essences et des normes. La connaissance que nous avons de l'œuf et de son contenu informationnel ne laisse guère de place aux idées. Dès lors, la phénoménologie semble imposer un dualisme qui réduit évidemment toutes ces difficultés.

4.2. Significations et Constructivisme.

Les mêmes objections faites au réalisme, s'appliquent à l'idéalisme. Affirmer l'existence dans l'entendement de significations *a priori* directement applicables à l'environnement reviendrait simplement à internaliser le discours premier, sans pouvoir expliquer sa genèse. Ni le réalisme, ni l'idéalisme traditionnels ne peuvent donc expliquer comment les significations de l'environnement peuvent s'ancrer sur l'organisation biologique et neurologique de la naissance. Cet ancrage est évidemment imposé par la théorie de l'autonomie qui récuse une origine des significations à partir d'instructions allonomiques (I-). Mais de plus, la théorie de l'autonomie ancre l'organisation néo-natale sur l'œuf et sa dynamique, ce qui rend très difficilement acceptable toute forme de représentations innées de l'environnement. Il devient alors manifeste que le constructivisme est la position qui traduit le mieux l'origine des significations en respectant la théorie de l'autonomie.

J. Piaget a proposé le premier une réponse en reliant le schème sensori-moteur appris à l'exercice des "réflexes", considérant évidemment que ces réflexes sont innés. Si le principe explicatif nous parait essentiel, l'usage qu'en a fait Piaget ne nous paraît pas convaincant et une profonde révision est pour nous, indispensable.

- après avoir énumérer de nombreux réflexes, Piaget se cantonne au réflexe de succion-déglutition et il apparaît bien difficile de concevoir une émergence du fonctionnement mental sur ce seul réflexe. Peut être Piaget a-t-il été influencé par la théorie psychanalytique mais de nombreux travaux ont infirmé l'importance de la fonction alimentaire, même dans la genèse des relations sociales (222). De plus, Piaget accorde au nourrisson des capacités opératoires extraordinaires sur le plan de compétences perceptives au contact de l'objet, qu'il considère comme apprises et caractéristiques de l'intelligence sensori-motrice. L'élaboration de perceptions à partir des informations sensorielles liées à la mise en jeu de mécanismes innés, est très complexe. L'appel à des "formes" innées étant récusé par Piaget, il ne resterait donc plus pour expliquer les perceptions, que des mécanismes opératoires d'organisation des données sensorielles, à la fois puissants et déduits du seul exercice des réflexes ou des premières adaptations apprises; cela est bien difficile à admettre.

- les observations renouvelées du très jeune nourrisson ont fait apparaître des compétences perceptives beaucoup plus précoces et beaucoup plus élaborées que les descriptions de Piaget ne le laissaient supposer (V-). Le nourrisson de quelques jours reproduit la physionomie d'un expérimentateur. Le nourrisson de deux mois qui vient d'accéder à l'accommodation visuelle à la distance, témoigne d'une intégration de la constance de la taille, ce qui suppose une analyse conjointe de la forme et du contour. Le nourrisson de quelques jours présente des capacités de discrimination acoustiques très développées conduisant à la construction d'une compétence phonétique avant six mois.

- les travaux neurophysiologiques récents (111-3 et 111-7) démontrent des capacités d'organisation perceptive pratiquement innées et qui expliquent donc aisément les performances des jeunes nourrissons.

Il est bien évident, dans ces conditions que l'ancrage des significations sur les fonctions biologiques doit être complètement revu à la lumière de ces données nouvelles. Cela ne condamne nullement le constructivisme piagétien comme trop d'auteurs se sont précipités à le dire, mais bien au contraire, cela rend plus cohérent la naissance des significations symboliques à partir de l'activité biologique. En définitive, et pour rejoindre les thèses phénoménologiques, la réduction est indispensable mais le seul moyen pour l'épistémologue d'assurer une réduction est la recherche de l'ontogenèse des significations jusqu'à la référence fondamentale que constituent les significations innées et le catalogue des "façons d'exister" à l'échelon neurologique. Si donc les significations sont apprises, il est indispensable de conserver un oeil critique sur ces significations. Les seuls moyens d'assurer cette critique et d'étayer solidement la connaissance, résident dans l'analyse de l'histoire individuelle et la précision de l'organisation neurologique innée.

4.3. **Significations et points de vue sélectifs.**

Le point de vue "instructif" d'élaboration des significations est récusé à priori par le principe d'autonomie. Admettre une construction des significations implique donc l'acceptation du point de vue "sélectif". Nous remarquons que d'une certaine façon, le point de vue sélectif est platonicien: toutes les idées existent à priori dans l'entendement et une sélection de la "bonne idée" doit se faire lors de la rencontre du réel.

Il est cependant évident que le réalisme platonicien cadre mal par ailleurs avec le point de vue sélectif. Pour Platon, les "idées" existent simultanément dans l'entendement et dans l'environnement. Pour G. Edelman (052), la sélection porte sur "des façons d'exister" propres à l'organisme, ce qui est bien plus conforme aux thèses de l'autonomie biologique. Aux "essences" et aux "normes" du réalisme, se substituent les "mécanismes" de l'entendement décrits par Kant et qui construisent par application la signification de l'objet. Autrement dit, ce que Kant appelait l'entendement serait limité à un ensemble de mécanismes biologiques et les significations traduiraient les réponses coordonnées obtenues par l'application de ces différents mécanismes lors des rencontres avec les objets de l'environnement . Ce point de vue est celui du constructivisme mais lorsque J. Piaget l'a émis, il était loin de connaître la richesse des mécanismes cognitifs constitutionnels.

Ainsi apparaît tout spécialement la précision du point de vue sélectif, exprimé par N. Jeme lui-même (Il- et III-). Il est possible de concevoir des éléments constitutionnels innés qui ont peu de valeur de signification par eux-mêmes mais peuvent former très rapidement des configurations bien plus significatives vis à vis de l'environnement. Il devient alors possible de préciser ce que pourrait être une signification qualifiant l'environnement: - ce serait avant tout une configuration d'éléments constitutionnels. De ce fait une signification serait réductible et modifiable.
- l'élément de cette configuration serait une "façon d'exister" élémentaire de l'organisme, sélectionnée par les mécanismes de conduite.
Nous suivrons ce point de vue dans notre tentative de définir ce que pourrait être une signification.

4.4. Connaissance vécue et connaissance réfléchie.

Dans son analyse du développement cognitif de l'enfant, Piaget distingue bien la connaissance vécue et la connaissance réfléchie.

- par connaissance vécue, il faut entendre une connaissance qui se manifeste seulement en face de l'événement, même s'il y a nécessairement en dehors de l'événement une trace permanente dans l'organisation interne pour expliciter cette connaissance.
- par connaissance réfléchie, il faut entendre une signification non seulement permanente mais encore indépendante par rapport à l'événement auquel elle correspond. C'est donc une représentation mobilisable au cours d'une activité intériorisée, en dehors de l'assimilation concomitante du vécu.

Un bon exemple de la différence entre une connaissance vécue et une connaissance réfléchie est la possibilité fréquente, de reconnaître l'auteur d'un tableau vu pour la première fois, sans pouvoir pour autant expliquer sur quels critères exacts s'est effectuée la reconnaissance. De même, la reconnaissance d'un visage est une tâche facile accessible au petit enfant, même sur dessin ou photographie, sans pour autant que puissent être données les raisons de cette reconnaissance. Ce n'est du reste pas une raison motrice mais bien la pauvreté de la trace de reconnaissance qui explique qu'il soit beaucoup plus difficile de faire un dessin ressemblant du même visage, que de le reconnaître.

Trois points doivent être précisés :
- la trace nécessaire à la reconnaissance vécue, assemblage de quelques indices, est habituellement beaucoup plus rudimentaire que le modèle interne qui traduit la connaissance réfléchie.
- on peut, avec J. Piaget, considérer que la connaissance réfléchie est dérivée d'une connaissance vécue préalable. Ainsi s'explique la nécessité d'une activité perceptivo-motrice vécue durant de longs mois, avant que ne se manifestent des significations réfléchies autres que rudimentaires.
- le même mécanisme d'une combinaison d'éléments constitutionnels peut être invoquée pour la connaissance vécue comme pour la représentation interne de la connaissance réfléchie.

4.5. Identification et Signification.

Dans les organismes autonomes simples, les stimuli identifiés par les structures d'interface sont directement reliés à une réponse adaptée. Il y a bien une autopoièse métabolique et une capacité d'homéostasie mais il n'y a pas d'autopoièse comportementale et l'organisme n'isole pas les significations en tant que telles. C'est le cas du bombyx mâle qui se dirige vers l'odeur de la femelle sans intégrer la signification de l'odeur ni celle de sa propre conduite. Le nourrisson à la naissance est dans la même situation. Contrairement à l'affirmation de H. Simon d'une séparation totale des systèmes moteurs et perceptifs à la naissance (185), les significations innées perçues par l'observateur extérieur témoignent seulement d'un lien entre le stimulus perceptif et la réponse motrice, non une signification isolable. Il n'y a aucun arrêt de réflexion pour le nourrisson lui-même entre stimulus et réponse. Il ne peut donc y avoir de signification du stimulus ou de la réponse.

Dans les organismes évolués en revanche, il y a un temps d'arrêt (II) entre stimulus et réponse. Initialement, cet arrêt est provoqué par une réflexion sur l'échec adaptatif et la recherche de sa cause. C'est ainsi qu'apparaissent les significations subjectives authentiques, perçues par l'organisme lui-même en tant que telles, en même temps que naît l'autopoièse*

comportementale. Seules ces significations, découpées et isolées de leur contexte méritent véritablement le qualificatif de signification. Mais il faut alors décrire deux catégories de configurations significatives, ce qui peut encore prêter à confusion:
- les configurations d'identification qui sont relatives à la capacité de reconnaître un stimulus.
- les significations comportementales qui définissent la valeur d'une réponse adaptative, essentiellement homéostatique au sens très large du terme.
On retrouve ainsi les schèmes piagétiens d'assimilation et d'accommodation et une véritable concrétisation sur le plan des significations de la distinction entre assimilation et accommodation.

Cependant, sur le plan de la représentation, la signification d'accommodation ne peut être évoquée que lors d'un déroulement sur une configuration assimilée. Il n'est pas possible de se représenter une action sans faire appel à un objet sur lequel porte cette action. Les significations réfléchies d'accommodation ne peuvent avoir d'existence propre et se traduisent par une action intérieure modifiant une configuration réfléchie d'assimilation.

Au total, il se dessine une théorie cohérente de ce qui peut être regroupé de façon un peu abusive sous le terme de significations, innées ou apprises. Une difficulté surgit cependant dans cette théorie, car la prise de conscience des significations suppose une prise de conscience préalable des mécanismes de l'entendement. Or, la connaissance de soi n'est certainement pas pleinement donnée *a priori* et elle est donc secondaire aux premières significations. Il n'y a pas de difficultés à envisager des significations authentiques apprises, secondaires à une connaissance de soi, mais il est difficile de comprendre ce que pourrait être une "signification" innée authentique pour un sujet. Le développement des significations authentiques va de paire avec une connaissance apprise de soi. L'existence d'un stade initial de connaissances purement vécues lorsque la connaissance de soi est nulle ou élémentaire permet de répondre à l'objection. L'étude des significations chez l'animal fournit des précisions supplémentaires.

4.6. Les Significations dans le comportement animal.

Les observations des éthologistes permettent d'isoler dans les explications du comportement animal, des "significations" innées et des significations apprises.

4.1.1. Les "Significafions" innées.

En réaction contre l'empirisme qui considérait toute conduite animale comme provenant d'un apprentissage, K. Lorenz, N. Tinbergen et leurs élèves se sont efforcés depuis les années trente d'isoler des significations innées dans le comportement animal. Ils démontrèrent la possibilité d'induire des comportements stéréotypés par présentation de leurres à de très jeunes animaux sans expérience préalable. Ils en déduisirent l'existence d'authentiques "mécanismes innés de déclenchement" dont le rôle est essentiel dans le comportement animal.

Cependant, si l'existence de réactions spécifiques devant un déclencheur chez l'animal naïf ne peut être niée, il ne faudrait pas en conclure sans plus à l'existence de significations innées bien étayées, autrement que pour l'observateur. Le bombyx mâle au sortir du cocon se dirige immédiatement vers la source d'émission d'une odeur caractéristique de la femelle mais il n'y aurait aucun sens à affirmer que cette odeur "signifie" la femelle pour le mâle. Il n'y aurait même aucun sens à dire que le bombyx perçoit l'odeur dans un premier temps, lui accorde même simplement une connotation "agréable" dans un second temps et part à la

recherche de la source d'odeur dans un troisième temps. Les trois temps sont confondus, pour le bombyx, vécus et non réfléchis. L'observateur constate simplement qu'un comportement particulier survient en réponse à un déclencheur dont il a pu préciser le caractère spécifique et le bombyx lui-même ne réfléchit aucune signification. Par ailleurs, nous retrouvons le fait signalé plus haut que la reconnaissance est possible à partir de quelques indices rudimentaires et queue ne témoigne en rien de l'existence et de la richesse d'un modèle interne.

4.1.2. Les Significations apprises.

Sans que soient véritablement mise en cause l'existence des déclencheurs innés, les éthologistes contemporains, sous la direction de J.S. Rosenblatt et de T.C. Schneirla (078,169) ont bien montré que le vécu était indispensable pour coordonner des composantes innées en comportement significatif ou spécifier un comportement initialement imprécis.

- Rosenblatt en a fourni une démonstration précise dans l'analyse du comportement alimentaire du chaton à la naissance; ce comportement s'améliore durant les premiers jours, permettant une anticipation dans la réalisation des comportements moteurs. J. M. Emlen a démontré l'existence chez un passereau d'une impulsion innée à migrer de nuit en se référant à une étoile fixe. Cependant, l'exposition préalable à un ciel étoilé est indispensable à l'activation du comportement inné. Dans l'exemple célèbre de l'empreinte, il y a bien chez le jeune oiseau coureur, une impulsion innée à s'attacher à un objet perçu visuellement mais cette impulsion ne prend sa signification qu'avec le vécu. **Dans ces exemples, la précision comportementale s'accompagne certainement de l'édification de significations apprises authentiques, détachées des comportements globaux.**

- par ailleurs, si on suit l'évolution phylogénétique des oiseaux ou des primates, la part qui doit être attribuée aux significations apprises va croissante. Les oiseaux phylogénétiquement anciens ont un chant fixé par l'espèce alors que les oiseaux plus récents ont un chant totalement ouvert à l'apprentissage social. Dans l'évolution des primates, le point le plus marquant est celui des significations sociales et nous avons vu que chez le macaque rhésus, ces significations étaient apprises.

En définitive, l'étude du comportement animal démontre l'existence conjointe de configurations innées déclenchant des comportements spécifiques et significatives aux yeux de l'observateur, et de significations apprises. Il devient fondamental d'étudier la relation existant entre ces deux types de significations.

4.1.3. Le passage des "significafions" innées aux significations apprises chez l'animal.

Le vécu peut venir préciser une signification innée incomplètement définie mais cela ne résume pas les relations entre significations innées et significations apprises. Deux notions apparemment contradictoires peuvent être conjointement formulées :
- l'attribution d'une valeur comportementale définie à certaines configurations perceptives est indispensable à l'élaboration des significations apprises.
- les significations apprises peuvent se détacher totalement des configurations spécifiques innées qui les ont permises.

Un exemple particulièrement probant peut être donné. Un rat mâle pubère élevé depuis la naissance en isolement social et mis en présence d'une femelle, présente immédiatement un comportement sexuel adapté. Cela ne se produit pas si le rat mâle a été privé antérieurement

d'olfaction. Inversement, un rat mâle expérimenté sur le plan sexuel et chez qui on a supprimé l'olfaction, ne présente aucune modification de son comportement sexuel en face d'une femelle. Autrement dit, l'odeur de la femelle est une "signification" innée indispensable à l'acquisition du comportement sexuel, mais qui devient contingente, une fois le comportement appris, car la signification "femelle" s'est précisée et est devenue relativement indépendante de l'olfaction et du comportement sexuel global.

Ce mécanisme est absolument fondamental, généralisable et hautement caractéristique d'une théorie de l'autonomie :
- l'existence d'un corpus de configurations innées spécifiques, perceptives et motrices, est indispensable au comportement initial.
- ces "significations" innées sont ouvertes et modifiables selon les résultats effectifs des comportements.
- les significations apprises sont ainsi initialement dérivées des configurations significatives innées.
- l'évolution des significations apprises peut être marquée par un détachement complet vis à vis des significations initiales qui les ont permises.

4.7. Les Significations de la Connaissance humaine.

La caractéristique fondamentale du système nerveux central humain est de n'inclure qu'un corpus très limité de configurations innées immédiatement significatives, et d'être orienté vers la construction de significations apprises. C'est donc tout spécialement chez l'homme que doit être envisagée la relation entre "significations" innées et significations apprises, suivant les précisions données ci-dessus.

Le nourrisson à la naissance présente un corpus de conduites spécifiques innées, obligatoirement perceptivo-motrices, comportant donc un temps d'identification perceptive. Chez l'individu éduqué, ces significations innées sont presque inutiles et noyées dans le corpus des significations apprises. En revanche, ces significations innées sont essentielles aux premiers comportements du nourrisson et c'est obligatoirement à partir d'elles que s'élaborent les significations apprises. De plus, **le rejet du réalisme de natures conduit à affirmer que ces significations innées, immédiatement utilisables et utilisées, aussi pauvres et limitées soient-elles, constituent la seule référence universelle de significations.** En pratique, il ne faudrait pas oublier que pour un être humain en voie de développement, les significations apprises "par les autres", autour de lui et avant lui, et qui lui sont ensuite présentées, acquièrent du même coup une valeur subjective, sont qualifiées en fonction du propre corpus de significations de cet être humain et qu'elles sont directement assimilées avec cette valeur,

Il est intéressant de constater qu'un parallélisme pourrait être établi entre l'évolution des significations durant le développement ontogénétique et l'évolution qui pourrait être observée sur un ordinateur sous système expert. Initialement, les significations sont imposées du dehors par le concepteur. Mais admettons que le résultat des appréciations du système expert soient réintégrées dans le programme, les pondérations initiales étant diminuées en cas d'échec, renforcées en cas de réussite. Peu à peu, les significations initiales vont devenir des significations apprises. Peu à peu, le poids de l'expérience va augmenter par rapport aux définitions initiales. Les significations seront de plus en plus liées à une réflexion de l'ordinateur sur son activité. Ce seront de moins en moins les significations dictées initialement par le rédacteur du programme.

Inversement, de nombreux auteurs ont insisté sur le fait que dans les conditions d'utilisation habituelle, l'ordinateur ne fait que manipuler des symboles dénués de signification propre. Nous tenterons de montrer plus loin que cette utilisation habituelle mime l'aspect de l'activité mentale. Celle-ci traduit la forme la plus achevée d'une évolution qui part des "significations' innées vers les significations apprises, puis qui est marquée par l'apparition de significations nouvelles toujours plus riches et le quasi abandon des significations premières.

4.8. Significations et Images perceptives.

Auparavant, nous voudrions nous arrêter sur la nature de l'image mentale, intermédiaire développemental obligé entre la signification apprise et le symbole. J. Piaget semble faire de l'image mentale une imitation intériorisée. C'est là une explication cohérente, pratiquement obligée lorsque l'organisation à la naissance est réduite aux "réflexes" posturaux et surtout de succion. L'explication ne vaut plus lorsqu'il est constaté que l'enfant structure dès la naissance les impressions sensorielles en image coordonnée. Nous avons vu et nous verrons plus loin (V-) que l'observation renouvelée du très jeune nourrisson, comme l'étude neurophysiologique, démontrent l'existence de mécanismes perceptifs très puissants, opérationnels pratiquement dès la naissance et ensuite stables au cours de la vie.

Il faut alors considérer l'image perceptive qui se forme au contact de l'environnement et l'image intérieure. L'image formée au contact de l'environnement est contraignante, ce qui explique notamment l'illusion d'optique où nous "voyons" ce que nous savons ne pas exister. Les images ainsi formées immédiatement au contact d'un objet, l'isolant de son environnement, permettent pratiquement dès la naissance :
- de reconnaître l'objet, ce qui lui donne un début de permanence, sensible dès les premières semaines de la vie,
- de lui attribuer très rapidement une signification en le reliant au contexte d'actions motrices et d'autres perceptions dans lequel l'objet est rencontré.

Les images d'intégration perceptive au contact de l'objet sont donc très précoces mais elles sont également très riches et très stables pour un même objet tout au long de la vie. Une fois de plus, l'illusion d'optique est là pour en témoigner. Il y a là l'origine d'une correction très importante à apporter à l'oeuvre de Piaget, mais les conséquences ne s'arrêtent pas à la perception au contact de l'objet car la construction et la nature de l'image intérieure s'en trouvent également profondément modifiée. L'image perceptive au contact de l'objet est à peu près immédiate, dès les premiers jours de la vie et précède donc considérablement l'image intérieure correspondante. Il est alors possible de concevoir que cette image interne soit une transcription simplifiée de l'image perceptive beaucoup plus riche qui se forme en présence de l'objet. Simultanément, il devient évident comme le souligne Korzybski, que l'objet "interne" traduit un processus d'abstraction, étant le point commun stylisé de toutes les perceptions vécues différentes de ce même objet.

La reconnaissance perceptive est absolument évidente à l'âge de trois jours pour l'olfaction, un mois pour l'audition, deux mois pour la vision. Il serait absurde de considérer que ce type de reconnaissance est "d'un autre ordre", "qu'il n'est pas conscient", "qu'il traduit un conditionnement passif lié à la répétition". Signalons en effet que la mouche est capable de retenir plusieurs jours, la signification péjorative du bleu ou du jaune, reliée **une seule fois à** une impression très douloureuse. La reconnaissance impose donc la permanence d'un schéma perceptif minimum après le départ de l'objet perçu hors du champ perceptif. Ce

schéma est initialement au moins fort peu mobile, ce qui explique qu'il ne s'actualise qu'au cours de la reconnaissance perceptive.

Chez le voyant, la plupart des reconnaissances perceptives d'un objet défini sont visuelles. Par simplification, nous envisagerons seulement les images visuelles dans les analyses qui suivent. On peut penser que le schéma perceptif mémorisé est situé à un niveau d'intégration très éloigné des interfaces sensorielles et qu'il ne les inclut pas. Ce schéma persiste donc en toute indépendance des configurations de ces interfaces, de leurs perpétuelles transformations lors du déroulement du vécu. Ce schéma mémorisé résulte certainement d'une très forte simplification ne retenant qu'un nombre très limité d'indices, néanmoins suffisants à la reconnaissance lorsqu'ils peuvent être projetés sur l'image perceptive reformée au contact de l'objet. Malgré cela, ce schéma, qui a la qualité et le défaut d'une relation directe avec l'objet reconnaissable, demeure très figé, très limité, se prêtant mal à une évolution de signification.

Même Giotto ne conservait pas dans son esprit l'image du cercle parfait qu'il pouvait tracer. Il nous suffit de tenter d'évoquer intérieurement un cercle pour percevoir à quel point, l'image intérieure du cercle est loin de ce que nous percevons au contact d'un cercle de l'environnement. Nous sommes totalement incapables de créer une image visuelle du fruit, qui puisse inclure la groseille et l'ananas. Nous avons en définitive le plus grand mal à construire et à mémoriser des séquelles d'images intérieures formées durant la vision. Or inversement, au fur et à mesure que se précise l'intelligence perceptivo-motrice, les significations apprises deviennent de plus en plus complexes et donc de plus en plus difficiles à exprimer par des images internes dérivées de perceptions instantanées.

Il y a donc d'étroites limites à la réalisation d'une activité mentale intérieure basée uniquement sur des images perceptives internes dérivées par abstraction des images perceptives construites en présence des objets. Cette réflexion vaut d'une façon générale pour tous les signifiants dits "naturels" parce qu'ils traduisent un lien non arbitraire avec le réel; ainsi s'explique l'intérêt considérable des signifiants arbitraires.

L'image perceptive interne ne peut donc être une construction par imitation, car alors tout schème représentatif devrait pouvoir être imité sous forme d'image. Plus proche des objets d'environnement, l'image intérieure se prête fort mal à une évolution des significations. Cela explique sans doute la difficulté des anthrop6ides à construire des concepts dont le signifiant est arbitraire car la vision est le seul système de représentation intérieure dont ils disposent. Il leur faudrait dédoubler les schémas internes entre ceux qui traduisent un signifiant arbitraire et ceux qui mémorisent un vécu perceptif. Ce qui est construit sur le plan des significations est donc tout autre qu'une modification apprise d'une représentation perceptive. Sans même envisager les plus hauts niveaux d'abstraction, deux processus relativement simples de l'activité perceptivo-motrice se prêtent mal à la traduction par une image perceptive interne statique :
- la réunion dans une même image interne, de perceptions d'un même objet fait de points de vue différents dans l'espace ou le temps
- la représentation d'une classe d'équivalence réunissant des objets ayant une même signification comportementale et très différents sur le plan de la perception.

Une dissociation entre les images internes signifiantes et la connaissance signifiée devient indispensable, ce qui peut se faire de différentes façons :

- un schéma de reconnaissance ou de connaissance réfléchie peut être caractérisé par une séquence apprise et organisée de plusieurs images perceptives internes. Le mot "fruit" pourrait ainsi être évoqué par une séquence de plusieurs fruits, groseille, banane, raisin, pomme, ananas.... La reconnaissance ou l'évocation d'une seule image de la séquence peut suffir à évoquer, caractériser une signification nouvelle associant des perceptions et des actions antérieurement indépendantes et proches de l'objet reconnu. La présence effective de l'un des éléments de l'association suffit pour évoquer les autres.

- surtout dans la transcription vécue et mimée, un objet disponible peut en remplacer un qui est inaccessible. Ainsi, la petite fille de Piaget se dresse debout très droite et dit qu'elle est une église. Ainsi peuvent se créer des liens d'analogies entre objets distincts, liens qu'il est possible de rapprocher des métaphores symboliques et qui sont d'apparition extrêmement précoce chez l'enfant.

Mais ces moyens sont de portée limitée. S'impose alors la liaison pleinement arbitraire entre un signifié et un signifiant. C'est la clef de la formation symbolique. Remarquons tout de suite que sous le nom de liaison arbitraire, nous regroupons tous les intermédiaires concevables :
- une correspondance partielle entre le signifiant et le signifié peut fort bien expliquer le choix du signifiant, bien que cela ne soit pas une nécessité.
- le signifiant peut fort bien suivre des règles de contraintes linguistiques, sinon la linguistique même ne pourrait pas exister en tant que science.
- la pression sociale peut fort bien contraindre au choix du signifiant. C'est du reste la règle dans l'élaboration ontogénétique du langage humain au contact de l'environnement familial.

4.9. Signification de la Connaissance humaine et Symbole.

L'achèvement du processus évolutif des significations dans la connaissance humaine est donc le symbole. Encore faut-il prendre garde au sens attribué à ce mot car beaucoup de contradictions, de confusions apparaissent chez les auteurs, notamment dans la distinction du signe et du symbole. **Pour définir symboles ou concepts, mais également formes, essences* ou normes, nous partirons de l'idée que rien n'oblige à voir dans une notion abstraite, autre chose qu'une association plus ou moins arbitraire, plus ou moins motivée, entre une étiquette (signifiant) et un algorithme reliant plusieurs opérations et assurant une abstraction construite sur des significations plus proches des significations constitutionnelles (signifié).** C'est là, la thèse de Korzybski et nous la suivrons totalement.

4.9.1. Les différents sens du Symbole.

Etymologiquement et initialement, le symbole désigne un signe de reconnaissance formé par les moitiés d'un objet brisé dont on peut apprécier la concordance. Ce sens ne s'est guère conservé et deux significations très différentes ont fait suite :

- très souvent, le symbole recouvre une analogie emblématique, une métaphore à la fois prégnante et contraignante, par exemple "rouge, symbole de la révolution" parce que le rouge évoque le sang versé. Nous ne nous intéresserons pas à cette signification si ce n'est pour récuser une conception "réaliste" de la contrainte entre un symbole et ce qu'il désigne, ne reconnaissant qu'une contrainte par extension acceptée, d'une analogie partielle et surtout par l'usage.

- dans l'utilisation logico-mathématique, le symbole est une étiquette arbitraire qui n'a aucune signification par elle-même et sert à désigner un algorithme, un objet concret précis ou quelconque, une entité abstraite. Le " x " de l'algèbre ou le signe " = " expriment au mieux cet aspect du symbole. C'est en ce sens, pensons nous, que H. Simon introduit le symbole dans le fonctionnement mental.

On peut cependant se demander dans ce deuxième cas, où commence et ou s'arrête le processus symbolique:

- le " x " de l'algèbre est un symbole mathématique mais la démarche qui consiste à définir un ensemble imaginaire incluant des valeurs numériques entre deux limites n'appartient-elle pas également à la fonction symbolique ?

- le signe traduit une fonction d'équivalence qui n'est totalement définie que dans les règles de mathématiques ou de logique bivalente, et qui est donc arbitraire ou imprécise dans les situations concrètes. La fonction d'équivalence traduit donc une démarche de l'esprit qui pourrait être considérée comme symbolique.

- le symbole chimique "Cu" ne remplace pas un cuivre matériel mais le concept construit de cuivre qui a relié de façon active et subjective de nombreux objets en fonction de propriétés communes sélectionnées. Le signifié "cuivre" n'est-il pas lui-même symbolique ?

Il apparaît donc un problème de définition du symbole que nous nous garderions bien de tenter de résoudre, même si nous en avions la capacité. Nous nous contenterons de considérer que le symbole logico-mathématique est la forme la plus achevée d'une activité symbolique qui a créé également des symboles moins détachés de leur objet.

4.9.2. Le contexte symbolique.

Nous n'ajouterons pas à la confusion existante en donnant une vision personnelle du symbole. Il nous parait préférable de décrire un contexte global de ce qui peut être qualifié de symbole, ou du reste de concept car les deux notions nous semblent voisines. **Ce contexte symbolique ne fait aucune référence à un réalisme de natures et intègre totalement les conceptions de Korzybski.** Ce auteur considère le symbole ou le concept, comme une création que chaque individu doit refaire à partir de ses expériences propres. Le symbole est le fait d'une signification **apprise,** et apprise activement et subjectivement par une abstraction réfléchissante au contact d'un environnement effectivement rencontré. Aucun symbole ne fait donc référence à un lien ontologique contraignant, à un inconscient collectif quel qu'il soit, à des fantasmes originels, qui n'ont pas leur place dans l'organisation neurobiologique de la naissance. En revanche, il est tout à fait légitime d'envisager les pressions épigénétiques évoquées par Laplanche et Pontalis, qui peuvent rendre plus probables des liens symboliques analogiques en raison des particularités de la constitution biologique.

Pour des raisons proprement biologiques, nous avons vu que les images mentales évoluent peu avec l'expérience. Il n'est donc pas possible que les images mentales directement issues d'une activité perceptive puissent intégrer les acquisitions de l'activité perceptivo-motrice, construisant des significations nouvelles par confrontation des objets perçus, leurs ressemblance, leurs différences. Toute signification nouvelle ainsi formée doit alors être supportée par une image perceptive entièrement nouvelle, dont le lien avec la signification ne peut être qu'arbitraire. C'est encore pour des raisons biologiques que I'image

perceptive auditive se prête beaucoup mieux que l'image visuelle à ce lien arbitraire. Derrière tout symbole, il y a donc une double réalité, celle de la création d'une signification nouvelle, de nature opératoire et celle d'un étiquettage par un signifiant, de nature perceptive.

- derrière tout contexte symbolique, il y a un processus de dénomination par étiquetage. Que le choix de l'étiquette soit arbitraire ou motivé ne nous parait pas essentiel. Ce qui est important c'est que l'attribution d'une étiquette permet de considérer comme unitaire, l'ensemble complexe du symbole. Il nous semble que l'étiquette ainsi définie est très voisine du signifiant de F. de Saussure.

- mais ce qui spécifie le symbole est ce que F. de Saussure appelle le signifié. Dans le nom propre, le signifié est un objet de l'environnement. Dans tous les autres cas, le signifié est un algorithme, un processus d'abstraction ou son résultat selon A. Korzybski, un schème représentatif selon J. Piaget. A la base de tout symbole, se trouve un ensemble d'opérations mentales d'abstraction, extrayant des éléments significatifs d'un objet ou d'une collection et négligeant les autres, bref associant un certain nombre de relations. Même à un niveau très simple, celui d'une abstraction des caractères concrets communs à plusieurs objets, le processus marque déjà un aspect opératoire et un certain détachement par rapport au réel. Le symbole "oiseau" est dérivé tout à fait subjectivement de caractères communs au pigeon, à l'aigle, au moineau, etc..... Il nous parait tout à fait correct d'affirmer que le mot "oiseau" est un symbole qui peut prendre la place d'un pigeon, d'un aigle, d'un moineau, etc... un symbole qui traduit une activité subjective d'abstraction en partie indépendante du réel. En revanche, on ne saurait accorder obligatoirement l'existence au symbole "oiseau" et nous rejetons personnellement cette possibilité.

- les premiers niveaux d'abstraction sont le point de départ de nouveaux niveaux d'abstraction, encore plus détachés du concret. C'est le cas de la classe "animal" pouvant s'appliquer aux oiseaux, insectes, poissons, batraciens, mammifères. Le contact avec le concret est alors extrêmement réduit car le processus opératoire de rapprochement d'indices communs à de multiples objets, pèse beaucoup plus lourd que ces indices. Le contact peut même être perdu comme en témoigne le fait que l'abstraction "poisson" est aujourd'hui condamnée comme sans signification scientifique. Le symbole devient alors en très faible partie un ensemble de données concrètes, en partie croissante l'algorithme qui a réuni ces données.

4.9.3. Symbole et Concept.

Selon un tel schéma, on peut se demander ce qui marque la différence entre symbole et concept. Effectivement, à nos yeux, la différence est très limitée en terme de contenu, si le concept est envisagé dans une perspective constructiviste, conceptualiste et non réaliste. Le concept pourrait être décrit comme la structure sociale commune ou universellement acceptée, du symbole; un noyau orienté vers la communication, dépouillé des particularités subjectives, et bien entendu une structure provisoire, qui a une histoire antérieure et qui est ouverte aux évolutions. Inversement, le symbole peut être pris dans deux acceptions distinctes :
- une acception générale qui inclut le concept à titre particulier,
- une acception restrictive, incluant seulement les analogies figuratives, les métaphores.

La première acception rejoint la seconde si nous considérons que le symbole peut traduire le concept en situation, vécu par un individu qui l'enrichit de données subjectives. Cet enrichissement est plus marqué lorsque des valeurs perceptives et métaphoriques accentuent la prégnance.

4.9.3.1. **La richesse perceptive de l'image symbolique.** Le signifiant du concept est physiquement fort peu en rapport avec le contenu du signifié. Hors de la poésie, c'est une qualité car cela permet à 1'utilisateur de se centrer totalement sur le contenu du signifié. Le symbole subjectif au contraire est riche d'évocation perceptive qui en accentue le caractère de réalité. Ce caractère de réalité peut être du reste lui-même très subjectif. "A" est noir pour A. Rimbaud parce qu'il évoque le noir corset velu des mouches éclatantes. "I" est pourpre parce que c'est le sang craché, le rire des lèvres belles dans la colère ou les ivresses pénitentes. Nous admirons personnellement beaucoup le sonnet de Rimbaud tout en voyant le "A" rouge orangé et le "I" jaune très clair. Contrairement à Rimbaud, nous ne saurions dire pourquoi.

4.9.3.2. **La prégnance du symbole.** A. Lalande fait remarquer que la notion de prégnance est floue dès qu'elle est détachée du cadre de la gestalttheorie. Dans cette théorie, la prégnance traduit un accord aisément constaté entre une perception et une "bonne forme" qui lui correspond. Dans un cadre réaliste, la gestalttheorie admet l'existence "en soi" des bonnes formes, leur présence à la fois dans le cerveau et l'environnement. Si nous considérons maintenant que la "bonne forme" est une façon d'exister propre au sujet, constitutionnelle ou apprise, le sens de la prégnance est légèrement modifié et en même temps, enrichi. La prégnance devient le sentiment de plénitude, de satisfaction pour ne pas dire de plaisir lorsque le sujet constate l'accord existant entre un objet extérieur et le modèle qu'il en a construit. La traduction en est également un sentiment d'appartenance : " j'emprunte un concept qui appartient à autrui, je vis un symbole qui m'appartient". On comprend alors plus facilement pourquoi la métaphore symbolique est ressentie affectivement. Beaucoup plus proche du réel, elle permet de revivre véritablement le lien métaphorique.

Au total, concept et symbole subjectif correspondent chacun à l'une des deux fonctions essentielles de l'imagination :
- créer un modèle explicatif possible d'un "fait surprenant", d'un insolite, et le concept est alors l'étiquette de choix qu'il convient d'associer au modèle.
- recréer un vécu intérieur effectivement riche et satisfaisant, éventuellement ou systématiquement différent du monde réel, et le symbole prégnant devient préférable.

Nous nous permettons de penser que ces caractéristiques s'appliquent également aux essences ou normes de la phénoménologie.

Au total, symboles, concepts, normes, essences, ainsi définis, deviennent des cristallisations provisoires des relations du sujet avec l'environnement, caractérisant l'équivalent représentatif de ce que Claude Bernard appelait le milieu intérieur, correspondant au troisième monde de K. Popper. On peut y voir le passeport qui relie le moi et l'environnement. Le symbole, comme tous les schèmes, a un versant subjectif interne puisqu'il traduit des actions du sujet, qu'il est une combinaison acquise et signifiée par le sujet, non inscrite dans son organisme biologique commun. Mais il a aussi un versant externe puisque le sujet n'a pris conscience de ses actions possibles que dans une relation avec l'extérieur, que le schème ne se caractérise qu'en fonction de cette action et que sa signification profonde est de permettre une représentation, un modèle de l'environnement. Cette caractérisation du symbole doit être perçue comme un arrêt provisoire, interne au moi, dans un cheminement qui part de l'environnement et qui y retourne. "Omnis idea ortum ducit a sentibus" disait Gassendi, et ce qui vaut pour le concept vaut également pour tout symbole. Mais l'idée ne devient claire dit C. Pierce qu'après une application à l'environnement, application seule capable de valider l'idée.

Ainsi définis, les processus d'abstractions ou de symbolisations emboîtées ont de multiples propriétés :

- l'étiquette est beaucoup plus facile à mobiliser que l'objet, l'algorithme ou la collection qu'elle désigne. Il est donc beaucoup plus facile d'établir un scénario intériorisé par une succession d'étiquettes plutôt que par une succession d'images perceptives et de représentations d'actions. L'étiquetage permet encore d'isoler le concept ou le symbole des circonstances de son élaboration. Cela certes, va favoriser la déviation "réaliste" consistant à considérer que l'étiquette traduit une réalité extérieure au sujet et en ce sens, l'étiquetage est néfaste. Mais il va également favoriser les abstractions de rang supérieur et devenir même indispensable aux niveaux les plus élevés d'abstraction, regroupant par concepts emboîtés interposés, des indices pratiquement impossibles à rassembler concrètement. Les données les plus abstraites ne peuvent donc être manipulées qu'au niveau des étiquettes qui les désignent ou qui ont servi à les définir. Il faut remarquer que cela concerne aussi bien le concept de "délocalisation" dans le Service Publique que la bactérie ou le neutron qui ne désignent qu'un ensemble de données expérimentales, une bactérie ou un neutron particuliers échappant à toute analyse.

- les étiquettes des données les plus abstraites sont reliées entre elles par la communauté des opérations bien plus que par une communauté de données concrètes. A la limite, les concepts se confondent avec des algorithmes strictement opératoires. Les opérations peuvent seules assurer les comparaisons conceptuelles. Il devient alors indispensable de définir les opérations logico-mathématiques utilisées indépendamment des concepts qu'elles manipulent mais il faut pouvoir également combiner ces opérations entre elles pour continuer le jeu des abstractions emboîtées. Il est alors commode de faire porter les opérations sur des symboles dont il a été décidé qu'ils exprimaient un objet quelconque, un concept "dénaturé". Considérons la formule de Cobelli traduisant la régulation du glucose :

$$xl = Ql(xl,ul2,u2) - Q2(xl,ul2) - Q3(xl) - Q4(xl,ul3) - Q5(xl) + lx$$

La formule n'a pu être écrite que sous forme symbolique en remplaçant des éléments ou fonctions biologiques par des lettres "symboliques". La formule n'a d'intérêt qu'en permettant des opérations algébriques faciles remplaçant les expérimentations concrètes lourdes à effectuer et surtout à comparer. Se trouvent justifier l'utilisation du symbole représentant un objet "dénaturé" ou quelconque et celle des opérations totalement abstraites qui portent sur ces symboles.

Ainsi apparaît l'intérêt du symbole recouvrant toute la gamme des abstractions depuis l'objet individuel ou la collection concrète jusqu'à l'objet arbitraire simplement utilisé pour suivre le déroulement d'une succession d'opérations. Le symbole logico-mathématique traduit donc l'aboutissant ultime d'une fonction symbolique qui crée des significations apprises de plus en plus détachées des significations innées et donc de toute signification "réelle". Inversement, le symbole n'acquiert une pleine signification que par le cheminement inverse qui retrouve la succession d'abstractions qui lui a donné naissance. Le symbole est donc tout à la fois plus ou moins détaché des significations biologiques et toujours rattachable historiquement à ces significations.

Un processus identique marque l'évolution des opérations mentales. C'est très progressivement que l'opération intérieure peut être considérée indépendamment des objets sur lesquels elle porte, ainsi que des actions concrètes qu'elle reproduit. Le symbole logico-mathématique a un contenu quelconque, l'opération logico-mathématique de la logique

formelle s'applique indépendamment des propriétés des objets sur lesquels elle porte. Il y a donc dissociation totale de l'objet et de l'opération et de ce fait, une liberté quasi totale est offerte pour combiner les représentations d'objet et les opérations dans des constructions cohérentes imaginaires ou tout simplement hypothétiques.

Au total, pour discuter de l'activité symbolique dans la connaissance, il est essentiel de retenir sur le plan épistémologique, cette analyse ontogénétique et historique du symbole pris dans sa double signification d'étiquette arbitraire et d'opération d'abstraction, en oubliant totalement la signification du symbole comme emblème analogique, réservant cette signification à la poésie. Ainsi, se trouve justifiés selon nous, le rejet du réalisme des idées et néanmoins l'acceptation du troisième monde de K. Popper. Il y a là, nous semble-t-il, un choix épistémologique essentiel dont nous efforcerons de démontrer la cohérence.

Ce chapitre termine une première partie. Nous y avons abordé de nombreux points qui seront repris ultérieurement. Il nous a paru important de tenter une première synthèse en confrontant les éléments théoriques impliqués par différentes conceptions épistémologiques. Nous avons voulu tout particulièrement montré que l'émergence ontogénétique des significations à partir d'une organisation innée et par intégration du vécu était une théorie cohérente, que la fonction symbolique pouvait être essentielle, sans pour autant que le symbole ait une signification première et contraignante.

CHAPITRE V : L'ASSIMILATION NEUROLOGIQUE DES INFORMATIONS EXTERIEURES

"Ma théorie favorite sur la sensation est qu'elle n'est pas une entrée ou introduction de quelque chose extérieure, mais une intervention, c'est à dire une transformation interne permise par une modification externe, une variation dans l'état d'un système clos qui forme relais par rapport à un système séparé."

Paul Valéry

Résumé : A) Clôture organisationnelle* et Clôture physique*

Il y a en apparence une contradiction entre la notion de clôture organisationnelle*, décrite par Maturana et Varela, et celle de système à entrée/sortie. Il est impossible de récuser le fait que l'essentiel de l'activité autopoiétique* a pour but de maintenir une référence en dépit des variations de l'environnement. Les échanges sont donc indispensables à tout système autopoiétique* mais le principe de l'autopoièse* peut être respecté si l'information extérieure devient une information interne significative et si des flux d'échanges maintiennent constantes les conditions internes.

1. Le contrôle des échanges matériels et l'état stationnaire* de non équilibre. La notion de clôture physique* contrôlée permet de résoudre toute la contradiction. Paradoxalement, les flux d'échanges postulés par le système entrée/sortie sont indispensables pour maintenir constantes les conditions du fonctionnement autopoiétique*, en dépit des perturbations liées au vécu. L'homéostasie permet le maintien dans l'état stationnaire* de non équilibre le plus compatible avec les conditions ambiantes.

2. Les conditions de l'ouverture contrôlée. Trois conditions assurent l'ouverture contrôlée. Le contrôle des échanges de produits concrets: tout produit concret devant franchir la frontière d'un système doit être reconnu et autorisé, ce qui suppose l'existence d'une interface. La même loi vaut pour le contrôle de l'échange d'informations et les systèmes d'interface. La dernière exigence est celle du maintien d'un état stationnaire* particulier, qui, dans chaque condition d'environnement, optimise la stabilité intérieure et les flux d'échanges. La structure universelle de l'interface d'information est précisée. L'interface laisse pénétrer l'information sans qu'il y ait pénétration de son support physique. Elle transforme une information quelconque du "non moi" en information significative pour le moi, mais ce faisant, elle entraîne obligatoirement un biais informatif important. Les flux d'échanges maintiennent les concentrations des produits internes. Un état stationnaire* peut donc être conservé en dépit de ces échanges. Le passage d'un état stationnaire* à un autre résume toutes les réponses adaptatives possibles.

3. La clôture physique* et la prise d'information dans les organismes biologiques. Muller puis Helmholtz ont renouvelé complètement l'approche du fonctionnement mental. Ce dont nous sommes conscients n'est pas un stimulus externe mais la décharge d'un neurone d'interface. Un écran d'interface d'entrée s'interpose donc entre l'environnement et la conscience que l'on peut avoir de cet environnement.

4. L'interface au niveau membranaire. De connaissance toute récente, le récepteur membranaire démontre pleinement la réalité du modèle universel de fonctionnement d'une interface d'entrée, présenté plus haut. La notion d'interface digitalisée peut être généralisée. L'existence et les particularités du système d'interface font que l'organisation proprement interne, la structure du système d'interface et l'enveloppe des comportements possibles forment un tout indissociable définissant tout système autonome, qu'il soit considéré isolément ou au sein d'une structure plus large. La complexification des systèmes ne peut alors être envisagée que de façon ascendante, par symbiose* des éléments en un tout et non par fractionnement d'un tout préexistant.

B) L'Interface neuronale
Dans ce qui est décrit classiquement comme "lois" de la sensation, il faut surtout retenir :

- la loi du tout ou rien : tout événement quel qu'il soit, pouvant stimuler un neurone sensoriel, provoque une même réponse de ce neurone.
- la loi de spécificité, moins universelle : il y a autant de types de neurones sensoriels distincts que d'excitants physiques ou chimiques perçus différemment. La digitalisation* des réponses et la loi de tout ou rien conduisent à accorder une grande importance à la distribution spatiale des récepteurs.
L'intérêt essentiel de la spécificité des récepteurs ne réside pas dans la possibilité d'une identification physique particulière mais dans la capacité de reproduire une distribution extérieure d'excitants de même nature physique. La détection de telles distributions est beaucoup plus fondamentale que la précision de leur nature physique.

C) Les mécanismes perceptifs
Une analyse est faite, qui se voudrait exhaustive et qui ne peut se résumer, des mécanismes perceptifs dans les champs du goût et de l'olfaction, de l'audition et de la vision. Une attention toute particulière est accordée à l'observation renouvelée du tout jeune nourrisson et à l'étude neurophysiologique de mécanismes perceptifs constitutionnels. Il en ressort que les informations sensorielles sont intégrées, mises en "formes" ou configurations perceptives, qui peuvent aisément recevoir une signification comportementale. Ces "formes" perceptives sont beaucoup plus simples et mobilisables que l'ensemble de l'état de tous les neurones sensoriels concernés; ceux-ci sont très nombreux puisqu'ils interviennent dans le dessin du schéma perceptif d'un événement, autant par le silence de nombre d'entre eux, que par l'activité des autres.
Mais de plus, les mécanismes perceptifs entraînent une distorsion délibérée pour favoriser la mise en évidence des invariants de l'objet, et donc sa reconnaissance. Le progrès de la connaissance suppose une prise de conscience de cette distorsion. La distorsion n'est du reste définie que par le progrès perceptif et non par référence à une description réaliste du monde.

D) De la Sensation à la Perception et de la Perception à l'Image mentale
Bien que beaucoup plus simple que l'ensemble des données sensorielles élémentaires et *a fortiori* que la situation extérieure qui est analysée, la forme perceptive élaborée au contact de l'environnement est encore trop complexe pour être aisément manipulée dans l'activité mentale. Un processus d'abstraction, retenant les seuls points significatifs est encore nécessaire pour que puisse être élaboré un schéma cognitif. Ce processus est obligatoirement probabiliste.

E) L'évolution des Images mentales
La connaissance apprise est pour une large part une correction des perceptions pour en atténuer les effets de compensation et de distorsion subjective. La représentation perceptive n'évolue pratiquement pas au cours de cette correction et il est donc de plus en plus nécessaire, au cours du développement cognitif, de faire appel à des "modèles équivalents", du reste encore largement insuffisants. Ces modèles équivalents ne peuvent être directement traduits par une image perceptive adéquate, ce qui justifie le développement de la fonction symbolique.

F) De l'image mentale à la Construction du Réel
Les schémas cognitifs simplifiés et concrets sont coordonnés entre eux pour former des constructions cognitives complexes. Au cours de ces constructions, les caractéristiques sensorielles ou perceptives perdent de plus en plus de leur importance au profit des processus opératoires. Aux échelles microscopiques ou macroscopiques qui ne sont pas les nôtres, la représentation devient " non perceptive" mais elle n'a pu se construire que sur des données perceptives. Au travers de la distorsion perceptive, puis des corrections opératoires, l'homme crée lui-même l'apparence du réel qu'il étudie.

G) De l'idéalisme et du constructivisme à l'Ecole de Copenhague.
La conception de l'espace et du temps sont au cœur de la description de l'environnement. Il est possible de retenir aujourd'hui les leçons conjointes de l'idéalisme de Kant, des conceptions de Helmholtz, du constructivisme et de l'Ecole de Copenhague. L'espace/temps euclidien est lié à la constitution cérébrale et il est dérivé par abstraction réfléchissante sur l'action, de cette constitution. Cet espace/temps favorise considérablement l'analyse de l'environnement à notre échelle mais il n'a aucune réalité objective obligée; l'espace extérieur est inféré, ce qui ne veut pas dire qu'il ne puisse être euclidien à notre échelle. Les principes de correspondance et de complémentarité* de la mécanique quantique ont néanmoins une signification épistémologique universelle.

Conclusion : Les perceptions de l'environnement sont à la base de toutes les représentations intérieures. Elles sont construites à partir de données binaires intégrées en formes perceptives par des mécanismes neurologiques innés. Teuber voyait dans ces mécanismes, une "compensation" pour corriger les effets de position de l'observateur et ses déplacements. En fait, la compensation va bien au delà, entraînant une déformation systématique pour privilégier la reconnaissance des objets perçus et la détection des variations d'environnement. En définitive, on retrouve absolument les conceptions

d'Helmholtz. L'information issue de l'environnement est assimilée au travers d'un écran qui permet d'accorder une signification immédiate à tout événement mais qui entraîne, pour les besoins de la cause, une forte déformation.
La connaissance apprise traduit pour une part, la prise en compte progressive des effets de cet écran, pour améliorer l'analyse de l'environnement. La connaissance apprise inclut donc nécessairement la connaissance par le sujet des effets déformants liés à sa propre constitution. La connaissance de l'environnement est indissociable d'une connaissance de nous-même. Mais connaissance de soi et connaissance de l'environnement ne peuvent se construire autrement que par une réflexion sur les effets de l'action du sujet, face aux variations de l'environnement. Le second volet de la connaissance apprise est lié à la confrontation de perceptions faites dans des endroits différents et à des moments différents pour apprécier des relations, des similitudes, des différences que nous ne pouvons manipuler que sous forme symbolique. Il y a donc là également un processus opératoire dérivant une connaissance apprise à partir des perceptions. Peu à peu, nous parvenons à créer une vision "corrigée" et "étendue" de notre environnement sans qu'il y ait le moindre espoir que nous puissions parvenir un jour à décrire un monde dont nous pourrions affirmer qu'il corresponde au Réel.

La découverte de mécanismes constitutionnels assurant la mise en forme des sensations devrait avoir des conséquences dramatiques sur les conceptions philosophiques. L'existence d'un vécu initial perceptivo-moteur, appuyé principalement sur l'organisation cérébrale innée, expliquant et générant le fonctionnement mental ultérieur, tend à s'imposer, ce qui modifie profondément les approches réalistes. Nous ne pouvons accepter qu'un réalisme "des choses" qui soit voilé ou déformé. Nous pouvons récuser le réalisme "de natures" ou des espèces naturelles.

La théorie atomique de Démocrite, au Vème siècle avant le Christ, tente de préciser la façon dont l'environnement est perçu. Le tact y est présenté comme le sens fondamental car il permet le contact avec l'objet, ce que Démocrite estime indispensable à la connaissance. Mais l'auteur ajoute que le contact avec l'objet peut se faire à distance, par l'intermédiaire d'atomes, bien qu'il y ait alors risque d'erreur. De ce fait la raison devient primordiale pour juger ce contact. Depuis cette date, la façon dont les données sensibles sont assimilées par l'organisme a été présente dans la réflexion épistémologique, sans pour autant faire l'objet d'une analyse systématique, faute de données concrète. La question est pourtant essentielle pour conduire l'analyse de la connaissance.

A) La clôture organisationnelle* et la clôture physique*.

F. Varela, nous l'avons vu (II-2), a relié la notion d'autonomie à l'autopoièse* et à la clôture organisationnelle*: un système autonome fonctionne par lui-même, pour lui-même, sur lui-même et indépendamment de relations avec son environnement. L'autopoièse* est effectivement une donnée essentielle sur le plan de l'autonomie mais la clôture organisationnelle* est plus discutable car elle parait minimiser la relation d'un organisme autonome avec l'environnement. En fait, Varela précise que la clôture organisationnelle* est d'abord un point de vue d'étude et qu'un système autonome opérationnellement clos est également très généralement un système en relation allopoiétique* avec son environnement, signifiant ainsi qu'il présente des entrées et des sorties.

Il nous semble que cette distinction tranchée entre les points de vue autopoiétiques* et allopoiétiques* perturbe inutilement l'analyse des organismes autonomes. Même durant un temps d'observation court, les relations avec l'environnement sont indispensables au fonctionnement et à l'analyse d'un organisme autonome. Le fonctionnement suppose obligatoirement un flux d'échanges, la production du moi devant emprunter au moins un apport d'énergie extérieure. Par ailleurs, l'exploration de l'organisme par l'observateur extérieur impose un passage d'informations. Ce passage d'informations est encore indispensable pour une homéostasie idéale, corrigeant les effets des fluctuations d'environnement avant que celles-ci aient provoqué un déséquilibre important.

Les difficultés de compréhension sont encore accrues si on considère l'évolution à long terme du même organisme. F. Varela est évidemment obligé de considérer un environnement lorsqu'il aborde l'ontogenèse et ce qu'il appelle avec H. Maturana, le couplage structurel : " Pour un observateur, il y a deux sources de déformations d'un système autopoiétique* : l'une est constituée par l'environnement comme source d'événements indépendants en ce sens qu'ils ne sont pas déterminés par l'organisation du système ; l'autre est constitué par le système lui-même comme source d'états qui

proviennent de la compensation des déformations et qui, eux-mêmes provoquent des déformations qui génèrent à leur tour, des transformations... Nous nous référons à ce processus comme un couplage structurel....Ainsi, bien que dans un système autopoiétique*, toutes les modifications soient déterminées intérieurement, l'ontogénie traduit partiellement pour un observateur, l'histoire de ses interactions avec un environnement indépendant.... Un observateur considérant un système autopoiétique* comme une unité dans un contexte qu'il observe également et qu'il décrit comme son environnement, peut distinguer dans le système, des perturbations d'origine interne ou externe, bien que la distinction soit intrinsèquement impossible pour le système dynamique autopoiétique* lui-même (214)."

F. Varela a raison d'insister sur le fait que le fonctionnement d'un système autonome doit pouvoir être décrit sans que soit nécessairement prise en compte l'origine interne ou externe d'une perturbation. Cette affirmation est au cœur de l'autopoièse* qui est elle-même indispensable à la compréhension de l'autonomie. Mais une fois le fait admis, le maintien d'une distinction tranchée entre les descriptions autopoiétiques* et allopoiétiques* nous parait inutile et même gênant :

- il est erroné d'affirmer qu'il est intrinsèquement impossible à un système autopoiétique* de parvenir à une distinction entre perturbations internes et externes. S'il réfléchit ses propres transformations, le système peut rejoindre le point de vue de l'observateur extérieur. C'est ce que fait le petit enfant lorsqu'il passe d'une conscience initiale "adualistique*" où le moi et l'environnement sont confondus, à la conscience dualistique*, où l'enfant s'oppose lui-même à l'environnement. S'ancrer sur la distinction entre les descriptions autopoiétiques* et allopoiétiques* interdirait l'étude de cette transition.

- de ce fait déjà, la description d'une ontogenèse dans le seul cadre de l'autopoièse* devient très artificielle. Elle expose à une déviation vers les thèses de C.L. Morgan, concevant l'émergence des structures internes nouvelles par la seule dynamique interne. Elle conduirait à refuser de considérer les éléments d'un organisme comme des systèmes autonomes. Or, même dans le cas du développement embryonnaire d'un organisme, développement pourtant prévisible, il est nécessaire de considérer l'action réciproque des différents éléments autonomes les uns sur les autres pour expliquer l'ontogenèse de l'organisme global. A plus forte raison, l'étude de l'ontogenèse d'un organisme au contact d'un environnement changeant, ne peut négliger les relations avec l'environnement.

Nous sommes tentés de faire le même reproche à P. Vendryès et à F. Varela: soucieux de montrer que le fonctionnement d'un système autonome est indépendant de l'environnement, les auteurs négligent le fait que la finalité essentielle d'un système autonome est d'assurer son identité, son équilibre en dépit des variations du milieu ambiant, donc en relation avec ce milieu. Claude Bernard a bien compris cette ambiguïté de l'autonomie lorsqu'il définit la vie comme le résultat d'un conflit avec l'environnement (II-2). Or, il nous semble relativement facile d'atténuer considérablement l'écart existant entre une description autopoiétique* et une description allopoiétique* si les mécanismes d'assimilation des données d'environnement par un système autonome sont pris en compte. Nous envisagerons brièvement le plan des échanges matériels, puis de façon plus approfondie, le plan des informations.

1. Le contrôle des échanges matériels et l'état stationnaire* de non équilibre.

L'étude systémique ou physique d'un organisme se heurte à une contradiction :

- l'organisme autonome devrait être un système aussi fermé que possible pour éviter que des agents agressifs de nature inconnue viennent perturber un fonctionnement interne très complexe, donc facilement déréglé.
- mais un système fermé dynamique épuiserait rapidement les réserves énergétiques nécessaires à son fonctionnement, ne pourrait évacuer les déchets résultant de ce fonctionnement. De plus, un système fermé ne recevrait aucune information sur l'environnement, lui permettant d'effectuer une correction homéostatique par avance, beaucoup plus efficace qu'un retour à l'équilibre après déformation.

Un compromis est donc indispensable, et sur le plan théorique, c'est celui d'une ouverture contrôlée qui interdit la pénétration d'agents inconnus ou nocifs, retient les éléments indispensables, permet néanmoins le double flux en entrée et sortie de produits nécessaires au fonctionnement interne et laisse circuler l'information.

- selon un point de vue thermodynamique, cette condition est celle qui régit l'état stationnaire* de non équilibre. Les variables macroscopiques qui définissent l'état stationnaire* ne sont pas fixes mais elles varient dans le temps de façon uniforme. Contrairement à l'état d'équilibre, il y a production d'entropie* mais à taux constant.

- selon le point de vue strictement autopoiétique*, les échanges maintiennent constants des paramètres internes qui sont déstabilisés par le simple jeu du métabolisme. La constance du milieu intérieur décrite par Claude Bernard est retrouvée, bien que perçue en sens inverse. C'est le fonctionnement interne qui est perturbant et les flux d'origine externe qui rétablissent l'équilibre.

2. Les conditions de l'ouverture contrôlée.

Trois conditions fondamentales permettent une activité d'un système autonome qui garantisse le maintien de son identité et de son intégrité :
- les échanges de produits concrets doivent être strictement contrôlés.
- les échanges d'informations doivent s'effectuer au travers d'un système d'interface.
- les transformations internes doivent se limiter à un changement d'état stationnaire*.

2.1. Le contrôle des échanges de produits concrets.

Pour que les exigences de l'homéostasie soient respectées, tous les échanges de produits concrets doivent être contrôlés. Cela suppose que chaque produit soit reconnu et autorisé à l'échange, en raison de sa nature et de la concentration interne. Un aspect d'information vient donc s'associer obligatoirement aux flux d'échange, avec l'exigence de l'interface que nous voyons plus loin.

Certains produits sont, du reste à tort à notre avis, considérés comme des messagers. C'est le cas notamment en biologie de l'A.M.P. cyclique. La situation au niveau des échanges ne diffère en rien de celle de tout produit dont l'échange est contrôlé; le sodium, le calcium par exemple, peuvent avoir manifestement un rôle de messager. Le problème est très différent lorsqu'un produit est indésirable et serait pourtant porteur d'une information essentielle.

2.2. Le contrôle de l'échange d'informations et les systèmes d'Interface.

L'information est obligatoirement portée par un élément physique. La relation entre la nature du support physique d'un message et son contenu d'information est souvent arbitraire (VIII-3). Le support physique de l'information est donc potentiellement dangereux, va se heurter à la frontière protectrice et ne peut *a priori* transmettre l'information à l'intérieur de l'organisme. En fait, une réponse implicite peut être trouvée face à cette contradiction apparente, dans les structures d'interface marquant de façon élémentaire un interrupteur électrique ou de façon plus élaborée, un ordinateur.

Une structure d'interface est une unité fonctionnelle complexe, incluse dans la frontière protectrice d'un organisme. Il existe des interfaces d'entrée, assurant la transmission d'une information extérieure dans l'organisme et des interfaces de sortie assurant la transmission inverse. Une interface d'entrée comporte :

- un récepteur externe, sensible à une perturbation de l'environnement. Très habituellement, ce récepteur présente une forte spécificité vis à vis de la nature de l'excitant. L'interrupteur électrique est ainsi très sensible à une pression du doigt, très peu sensible à la chaleur, la lumière, un agent chimique.

- un effecteur interne provoquant une information interne modifiant un cycle de réactions internes ou un état stationnaire* interne.

- un élément intermédiaire accordant, sans transport matériel, l'état de l'effecteur interne à celui du récepteur externe. Si par exemple, le récepteur externe peut présenter les états A ou B selon les conditions d'environnement, l'élément intermédiaire mettra l'effecteur interne dans l'état A' lorsque le récepteur est dans l'état A. Il mettra l'effecteur dans l'état B' dans le cas contraire.

Ainsi, l'intérieur de l'organisme se trouve renseigné sur l'état de l'environnement à partir d'une information qui lui est propre, **sans rupture de la clôture physique*.** De la même façon, une interface de sortie peut permettre un effet sur l'environnement à partir d'une information interne, sans rupture de clôture. **Les structures d'interface ont pour effet de transformer des informations de non-moi en informations de moi et réciproquement, autorisent une description interne de l'environnement conforme au principe de clôture organisationnelle*, c'est à dire sans effraction physique. Il y a pourtant échange d'informations entre l'intérieur de l'organisme et l'environnement.** L'étude des organismes biologiques démontre facilement que les données de contrôle des flux d'échange et d'interface, supposées sur le plan de l'analyse systémique, sont effectives.

En revanche, **les structures d'interfaces modifient les informations extérieures par leur effet et sensibilité propres. Il devient illusoire de penser qu'une information extérieure puisse être assimilée par un système autonome sans qu'elle soit profondément transformée par le passage au travers d'une structure d'interface.** Comme nous le verrons à plusieurs reprises, ce fait est de lourdes conséquences pour la compréhension des relations dans les systèmes autonomes, et tout spécialement pour définir le sens de la connaissance.

2.3. Le maintien des états stationnaires* dans les organisations biologiques.

A l'échelle globale de l'organisme humain, l'ouverture contrôlée est manifeste. La peau assure avant tout un isolement physique mais les tissus qui limitent les voies respiratoires, digestives, rénales, sont des frontières contrôlées. C'est à l'échelle microscopique des cellules qui constituent ces tissus que le phénomène apparaît nettement. Une cellule est entourée d'une paroi étanche, la membrane plasmique, qui laisse diffuser des gaz comme l'oxygène ou le gaz carbonique mais bloque ou contrôle le passage de presque toutes les molécules non gazeuses. La membrane plasmique empêche la pénétration des molécules étrangères, inutiles ou agressives, et elle prévient la sortie des constituants intracellulaires. Cette membrane est interrompue par des canaux faits de protéines. Ces canaux sont autant de voies de passage contrôlées qui laissent passer chacune des molécules d'un type particulier, ions, sels minéraux, oses, acides gras, acides aminés etc... assurant tous les échanges dont la cellule a besoin. Le passage est dynamique, contrôlé quantitativement. Ainsi, les flux d'échange nécessaires au bon fonctionnement de la cellule sont assurés et contrôlés. Dès lors, il devient possible de concevoir que les concentrations des différents produits sont optimisées en permanence, ce qui justifie de négliger la réalité et la permanence des flux d'échange avec l'extérieur dans l'approche d'une clôture organisationnelle*. Un même état stationnaire* peut donc se conserver très longtemps alors même qu'il consomme de l'énergie et des matériaux.

2.4. L'obligation de l'Interface et des transformations internes limitées aux seuls changements d'état stationnaire*.

Tout au long de notre travail, nous allons rencontrer perpétuellement cette double obligation pour expliquer le fonctionnement d'un système autonome et comme préalable à toute conception de connaissance. Il nous parait donc important d'insister sur ces deux obligations, envisageant notamment un appel à une démonstration par l'absurde.

2.4.1. <u>L'obligation d'Interface.</u> Aucune transmission d'information ne peut se faire sans le support physique d'un message et la rencontre physique de ce message avec le récepteur. Par ailleurs, la relation entre la nature du support physique du message et son contenu d'information est en général arbitraire, au moins à l'échelle des connaissances humaines. Envisageons ce qui se passerait pour tout contact physique qui n'impliquerait pas une interface :
- le support physique du message devrait pénétrer effectivement à l'intérieur du système, sans être reconnu et cela, avec tous les effets perturbateurs possibles. Le principe même d'autonomie et d'homéostasie serait mis en cause.
- le message ne se différencierait en rien d'un bruit car, par définition il ne pourrait avoir une signification immédiate et univoque pour le système.
- le système serait donc rapidement modifié de façon irréversible et la signification du message, spécifique du système et de son état premier, serait également modifiée.

La transmission correcte à l'intérieur d'un système autonome, d'une information, impose bien une interface.

Par ailleurs, l'obligation d'interface permet de résoudre les difficultés liées à l'opposition entre le fonctionnement autopoiétique* et le fonctionnement en entrée-sortie qui deviennent strictement identiques :

- la description en termes d'autopoièse* revient à ne prendre en compte les données extérieures que sous leur forme assimilée, à la face interne du système d'interface.

- la description en termes d'entrée-sortie revient à négliger le fonctionnement d'interface et le processus de transformation des données extérieures en données significatives pour le "moi".

2.4.2. L'obligation d'une limite dans la nature des transformations internes. Comme J. Piaget l'a souligné, seules des modifications adaptatives réversibles et équilibrées sont compatibles avec le maintien de l'identité et de l'intégrité d'un système. A défaut, toute modification interne produirait des transformations définitives, qui provoqueraient elles-même un nouveau déséquilibre. Or une modification adaptative équilibrée et réversible ne peut correspondre qu'à deux phénomènes physiques :
- un changement discret d'état stationnaire*
- une modification d'une suite d'oscillations centrées sur un point moyen.
Par extrapolation, nous assimilons les oscillations de faible amplitude autour d'un point moyen à un état stationnaire* (IX-); le type des modifications adaptatives possibles se trouve alors réduit à l'état stationnaire* ainsi défini.

Fait essentiel sur le plan systémique, tous les états stationnaires* qu'un système peut présenter, dessinent une enveloppe définie par la constitution initiale du système. Un système autonome ne peut présenter des déformations qui ne soient pas incluses dans un corpus constitutionnel, sous peine de perdre son identité. Ce corpus est analysable, réel bien qu'il puisse être d'étendue considérable. La meilleure démonstration apparaît dans l'extraordinaire nécessité que traduit le développement embryonnaire. En dépit de transformations successives considérables et souvent indéterminées dans le détail, l'organisme n'échappe pas à sa nature initiale puisqu'il y a une correspondance extrêmement étroite et prévisible entre le germe et l'individu achevé.

La réduction des transformations internes à des changements d'états stationnaires* définis par la constitution initiale est aisément compréhensible en embryologie dans la mesure où l'environnement du germe est strictement défini. En fait, le même point de vue s'applique pour tout système autonome et en toutes situations, notamment durant les transformations cognitives dans un environnement imprévisible et changeant. En revanche, tous les états stationnaires* possibles ne sont pas forcément immédiatement actualisés et disponibles. Le corpus constitutionnel des états stationnaires* traduit essentiellement une potentialité. Cela n'empêche nullement une définition et une précision de ce corpus.

Bien entendu, nous négligeons dans cette analyse les transformations structurelles irréversibles du développement et de la mémorisation. Cette négligence est cependant provisoire car nous verrons (VII-) que les seuls mécanismes de développement et de mémorisation possibles dans les systèmes autonomes sont liés à une pérennisation d'un changement d'état stationnaire* initialement réversible.

3. La clôture physique* et la prise d'informations dans les organismes biologiques.

La voie d'une analyse de cette prise d'information a été ouverte au début du XIXème siècle. Charles Bell démontra l'existence d'un chemin nerveux centripète pour les sensations et centrifuge pour les commandes motrices, empruntant des fibres différentes. C'est en partant de cette donnée que J. P. Muller donna une réponse en 1826 à une question fondamentale: **chaque qualité de sensation exige-t-elle un récepteur spécifique ou une même fibre transmet-elle des influx de formes différentes correspondant aux différentes qualités de sensation** ? Muller conclût que chaque organe sensoriel répond de façon identique à différentes variétés de stimuli; il faut donc qu'il y ait

autant de types de récepteurs sensoriels qu'il y a de sensations différentes. C'est seulement un seuil plus bas pour un excitant physique d'un type particulier qui caractérise un récepteur sensoriel par rapport à un autre. Muller ne prit même pas totalement conscience lui-même de la révolution conceptuelle considérable qu'il rendait possible: **nous sommes conscients de la décharge d'un neurone sensoriel plutôt que d'un stimulus externe.**

H. Helmholtz étendit la portée des analyses de Muller en suggérant que la vision des couleurs était permise par l'existence de trois types de récepteurs visuels, chacun sensible à une couleur primaire différente. H. Helmholtz proposa également la thèse selon laquelle il existerait des récepteurs sensoriels particuliers pour chaque hauteur de sons. A l'heure actuelle, les conceptions de Muller et de Helmholtz sont globalement démontrées, tout au moins sur le plan des conséquences épistémologiques. **Il devient alors possible de considérer que les événements extérieurs sont équivalents du point de vue de l'organisation interne aux signaux émis par les récepteurs sensoriels qui sont internes à l'organisme.** L'organisme, fermé vis à vis du support physique de l'information, est ouvert vis à vis de l'information elle-même. Les conditions sont optimisées pour une correction homéostatiques et le principe de la clôture organisationnelle* peut donc bien être respecté.

Il n'en reste pas moins que la situation est plus complexe sur le plan épistémologique car le signal des récepteurs sensoriels n'est pas identique à l'événement extérieur qui le provoque. Il y a même une transformation considérable de l'information qu'il convient d'analyser. Là encore, une étude préalable au niveau de la cellule s'impose.

4. L'Interface au niveau membranaire.

Tout produit qui doit traverser la membrane d'une cellule doit être reconnu et autorisé à l'échange. Depuis une dizaine d'années, ont été découverts des "canaux" membranaires qui traversent la membrane. A l'entrée du canal, une interface "reconnait" un produit et autorise la traversée. Différents agents, notamment la concentration interne du produit, contrôlent ouverture et fermeture du canal.

Certains produits peuvent être plus spécifiquement qualifiés de messagers mais ils sont très loin de résumer les transferts d'information. Très importants sont donc les récepteurs membranaires dits de classe I qui laissent passer une information sans que le support physique de cette information pénètre à l'intérieur de la cellule.

4.1. Le récepteur membranaire.

Schématiquement, un tel récepteur est constitué de trois sous-unités :
- un récepteur à la face externe de la membrane, portant un site sur lequel peut venir se fixer un agent stimulant
- un effecteur à la face interne de la cellule, pouvant intervenir dans une réaction cyclique sous-jacente en fonction du signal fournit par le récepteur.
- un élément modulateur central situé entre récepteur et effecteur, permettant ou interdisant la transmission de l'information fournie par le récepteur.

La présence de l'agent stimulant sur le site récepteur fait naître un signal qui est transmis à l'effecteur au travers du modulateur. Il y a donc bien pénétration d'une information sans aucune effraction physique.

L'ensemble dessine bien une interface, assurant une transformation de signification entre ses deux faces, permettant à la face interne de disposer d'un code lisible et significatif pour son propre fonctionnement, à partir d'une information externe qui ne pourrait autrement être signifiée.

4.2. La réaction allostérique binaire.

On doit cependant se poser la question de la nature du signal franchissant l'interface puisque celui-ci résume l'information transmise. Ce signal est connu et correspond à un effet de bascule, quelque peu comparable à ce qui peut être observé en informatique. De nombreuses protéines peuvent présenter

deux ou même plusieurs conformations tridimensionnelles métastables. C'est la présence ou l'absence d'un agent sur un site récepteur qui détermine l'existence de l'une ou l'autre configuration métastable. Monod, Wyman et Changeux ont décrit ce phénomène vers 1960, lui donnant le nom de réaction allostérique, et ont démontré qu'il joue un rôle fondamental dans le métabolisme cellulaire.

Ainsi, comme nous l'avions dit (II-6), il existe bien à un moment donné, sur le trajet des informations, une genèse de signal binaire représentant un bit unique d'information à partir d'un événement complexe, pourtant descriptible seulement par un nombre de bits indéfini mais toujours très élevé.

4.3. De la réaction allostérique au message sensoriel.

Les récepteurs sensoriels sont des neurones spécialisés. On pourrait très bien concevoir qu'ils présentent au niveau de leur membrane plasmique un grand nombre de récepteurs membranaires fonctionnant selon le même modèle et tous sensibles au même agent physique. En pratique, et en restant très schématique, c'est bien ce qui se passe. C'est au niveau du bâtonnet rétinien que le mécanisme a été le mieux étudié. Il existe une protéine, la rhodopsine, au travers de la membrane plasmique. Sous l'influence d'un photon, la rhodopsine change de conformation. A son tour, ce changement de conformation agit sur les entrées/sorties des ions sodium, provoquant une charge électrique qui donne naissance à un influx nerveux. Il est logique de considérer que des mécanismes schématiquement identiques existent pour les différents stimuli physiques.

En définitive, il y a transmission de l'information sans effraction physique mais il y a simultanément une digitalisation* transformant les événements continus en stimuli discrets. Les conséquences épistémologiques sont essentielles et nous ne pouvons pas résister au plaisir de souligner l'accord qui existe entre cette description d'une transmission sans effraction, et la merveilleuse analyse de Paul Valéry :" Ma théorie favorite sur la sensation est **qu'elle n'est pas une entrée ou introduction de quelque chose extérieure, mais une intervention, c'est à dire une transformation interne permise par une modification externe, une variation dans l'état d'un système clos qui forme relais par rapport à un système séparé.** ...une chose ne devient sensible que par le manque plutôt que par la présence de quelque condition, plutôt activité due à quelque interruption...La sensation serait donc l'intervalle qui se produit entre deux équilibres, les oscillations du niveau avant son calme, le retour ensuite à un régime de sensibilité nulle. (211)"

5. La Clôture, le Progrès et l'Individualité.

La notion de clôture organisationnelle* est surtout utile pour affirmer un fonctionnement qui peut être décrit en terme d'une seule organisation interne. Cela est possible si on remplace les flux d'échange par la permanence du milieu intérieur, et les événements par les modifications des faces internes des systèmes d'interface. Une fois tous ces points admis, il est beaucoup plus simple de considérer la clôture physique* à ouverture contrôlée qui se superpose sans difficulté à la description autopoiétique*.

5.1. Interface et ontogenèse.

L'approche conjointe de l'autopoièse*, des événements extérieurs et de l'ouverture contrôlée s'impose tout spécialement, nous l'avons vu, pour comprendre l'ontogenèse. La prise en compte de l'histoire individuelle au contact des particularités d'environnement spécifie l'ontogenèse. Cette histoire est à la fois couplée avec l'environnement et indépendante :
- couplée parce que les événements effectivement rencontrés modulent l'ontogenèse.
- indépendante parce que les conséquences des événements sont intégrés dans l'ontogenèse selon les seules règles du fonctionnement interne de l'organisme.
L'ouverture contrôlée est évidemment indispensable à cette dynamique.

Ces données s'appliquent intégralement aux aspects cognitifs et à la connaissance apprise. Celle-ci est une révision des systèmes de valeur existant antérieurement et il est donc indispensable que cette révision soit sous contrôle. Il faut que les données confirmées demeurent à l'abri d'une

destruction intempestive par des influences extérieures. Inversement, l'interaction avec l'environnement est indispensable puisqu'elle initie et règle les révisions souhaitables. Le maintien du réseau autopoiétique* associé à une ouverture contrôlée est donc indispensable à la poursuite d'un vécu dont l'orientation générale est particulière à l'organisme et qui assimile néanmoins les fluctuations d'environnement pour déterminer son progrès.

En définitive, la notion d'interface, l'appel au réalisme minimal, au constructivisme et à la théorie de l'autonomie dessinent un schéma particulier du fonctionnement cognitif. Du point de vue épistémique, l'organisme apparaît initialement comme un système clos qui coordonne selon quelques liaisons innées l'état de la face interne des interfaces réceptrices et des interfaces effectrices. Ce système clos apprend secondairement à appeler environnement les données fluctuantes de la face interne des interfaces réceptrices, car ces données sont relativement indépendantes de ses initiatives; en opposition à cet environnement postulé, ce système se définit lui-même comme un "moi" à l'origine des actions sur les interfaces effectrices. Le circuit est cependant bouclé lorsque le sujet observe des modifications des interfaces réceptrices à la suite de ses initiatives. C'est la cohérence de ces modifications qui permet progressivement au sujet de qualifier l'environnement par les réponses à ses initiatives. L'organisme en vient en quelque sorte à postuler qu'il est enfermé dans une caverne et que la face interne des interfaces pourrait lui renvoyer des messages venus du dehors de lui, qu'il peut lui-même émettre des messages extérieurs, modifiant les messages reçus. C'est donc le mythe de la caverne retourné où les idées construites et propres au sujet traduisent un reflet d'un réel extérieur supposé. L'efficacité même de ce schéma, sa confirmation régulière conduit ensuite à une réification spontanée de l'opposition d'un moi et d'un environnement.

5.2. Interface et phylogenèse.

Un système autonome doit l'être dès sa naissance, pour répondre immédiatement aux effets déstabilisants de l'environnement. Ce système doit donc disposer dès le départ d'un corpus de connaissances innées régissant les relations avec l'environnement. Dans une perspective phylogénétique, ces connaissances innées apparaissent comme une pérennisation de connaissances apprises durant l'histoire du phyllum. C'est donc en définitive toute l'organisation constitutionnelle des organismes autonomes qui se trouve reliée à une histoire gérée par ces organismes et couplée avec l'environnement au travers d'une ouverture contrôlée.

Mais il faut aller encore plus loin. Dans la signification même du système, organisation interne, particularités des structures d'interfaces et enveloppe des comportements possibles forment un tout indissociable. Un système autonome ne peut donc naître par fractionnement d'une entité pré-existante, à moins que cette entité possède le plan complet de ce système, ce qui reporte le véritable caractère de la naissance. Il en résulte deux conséquences essentielles qui sont en fait largement confirmées par la phylogenèse :

- l'élément au sein de l'ensemble doit, pour conserver son auto-référence, conserver sa structure d'interface, son organisation interne et son enveloppe de comportements possibles. Il conserve donc totalement son autonomie.
- la complexification des systèmes autonomes ne peut guère se concevoir que par symbiose* de systèmes pré-existants et non par fractionnement d'un tout pré-existant. Les éléments qui font preuve d'un fonctionnement autonome au sein d'un ensemble n'ont pu se constituer qu'au cours d'une vie indépendante. C'est une conséquence obligée si le comportement est bien le moteur de l'ontogenèse.

B) L'Interface neuronale.

La transmission de l'information dans l'organisme humain se fait au travers de plusieurs niveaux successifs d'interface. Les premiers niveaux se situent nécessairement dans les neurones sensoriels. Il est donc extrêmement important, d'un point de vue théorique, d'avoir pu préciser qu'au départ de toute information sensorielle, il existe une réduction de toute l'information d'un événément

à la bascule binaire des récepteurs membranaires. Cela ne doit pas faire oublier qu'il s'effectue une nouvelle réduction discrète au niveau global du neurone sensoriel pour donner naissance au véritable signal sensoriel. Les caractéristiques de ce signal ont pu être bien précisées durant les cinquante derniers années.

Les effets binaires au niveau des récepteurs de membranes sont sommés, donnant naissance à un potentiel électrique continu et directement proportionnel à l'intensité du stimulus. Mais ce potentiel ne se propage pas très loin le long de l'axone qui constitue la sortie du neurone sensoriel; le potentiel continu ne constitue donc pas lui-même un signal. Cependant, si ce potentiel dépasse un certain seuil, il apparaît brusquement un accident de fort voltage durant un temps très court. C'est le potentiel d'action qui se propage tout au long de l'axone et qui constitue le véritable message sensoriel. Ce sont donc les caractéristiques de ce signal qu'il est important de préciser.

1. Les "Lois" de la Sensation.

Il est habituel de caractériser ainsi, un certain nombre de propriétés communes à tous les signaux sensoriels.

1.1. La Loi du Tout ou Rien.

Elle affirme que la forme d'un potentiel d'action est strictement univoque, quelle que soient l'intensité ou les particularités qualitatives du stimulus. Si le stimulus est trop faible, la réponse est nulle; en revanche, la réponse est constante et totale lorsque le stimulus dépasse un certain seuil. Le potentiel d'action n'est donc pas modulé par les particularités de l'événement qui l'a produit. Cette loi du tout ou rien fut mise en évidence pour la première fois en 1902 par F. Gotch (107) qui constata que la forme et l'intensité du potentiel d'action dans le nerf sciatique était identique après une stimulation juste suffisante pour provoquer une réponse et une stimulation maximale. Les travaux d'Adrian et Zotterman en 1926 confirmèrent cette donnée et prouvèrent que ni l'amplitude, ni la durée du potentiel d'action ne varient avec la nature ou l'intensité du stimulus. Depuis cette date, la loi du tout ou rien n'a pas été mise en défaut au niveau d'un récepteur sensoriel unique.

Il est probable qu'il se produit au niveau du neurone, un mécanisme qui, une fois déclenché, n'obéit qu'à ses lois autonomes propres et aux particularités du neurone. Il y a donc bien, comme au niveau du récepteur membranaire individuel, une réduction d'un événement complexe à une réponse discrète, univoque pour un récepteur donné. La situation est celle de la frappe d'une touche de machine à écrire électrique qui imprimera une même lettre si un certain seuil est dépassé et cela quelle que soit l'intensité de la frappe, la personnalité ou le vécu actuel de l'utilisateur.

1.2. La modulation en fréquence.

Si la forme du potentiel d'action est univoque, sa fréquence peut varier mais l'enrichissement d'information ainsi fourni est très limité.

- l'accroissement de fréquence est directement proportionnel à l'intensité du stimulus ou du potentiel continu reflétant l'activité des récepteurs membranaires. Plus le stimulus est intense, plus vite est atteint le seuil qui marque la naissance du potentiel d'action. Si donc, il y a une sensibilité de la fréquence à l'intensité, il ne peut y en avoir aucune vis à vis des particularités qualitatives du stimulus car alors deux sources distincts d'information se confondraient complètement dans un signal unique.

- la variation de fréquence des potentiels d'action est le véritable signal, bien plus que le potentiel d'action isolé. De ce fait, la capacité théorique de transmission d'information d'une fibre nerveuse est très faible par rapport à ce qu'aurait pu donner d'autres modes de codage. Par exemple, on ne peut faire l'hypothèse d'une information précisée très exactement par le délai séparant deux potentiels d'action successifs. La stimulation du neurone en aval qui reçoit les potentiels d'action passe par une transformation de ces potentiels en potentiels plus lents, proportionnels à la fréquence des potentiels d'action. La constante de temps du signal n'est donc pas celle d'un potentiel unique

mais de plusieurs potentiels dessinant une fréquence. La transmission des messages est donc lente et la quantité d'information transmise diminuée. Cela ne doit cependant pas conduire à négliger le synchronisme entre des messages portés par des voies neuronales différentes car ce synchronisme semble très important.

En considérant ces particularités du potentiel d'action isolé, notamment une forme indépendante de l'événement stimulant et une modulation en fréquence traduisant seulement l'intensité du stimulus, on comprend que von Foerster ait pu affirmer que les récepteurs sensoriels pouvaient dire à peu près "combien" mais ne pouvaient pas dire "quoi" (067).

1.3. Le principe mullérien de l'Energie spécifique.

Globalement, l'essentiel des analyses de J.P. Muller demeure valable aujourd'hui. **Il existe autant de types de récepteurs sensoriels qu'il existe de sensations distinctes et un récepteur ne transmet normalement qu'une qualité de sensation.** Cependant il existe des exceptions et d'autre part, une réinterprétation s'impose.

- l'exception la plus intéressante à considérer est celle du goût et de l'olfaction. Un même récepteur y est sensible à plusieurs excitants et surtout transmet plusieurs sensations distinctes. Il faut cependant remarquer que dans ces cas, la localisation de la sensation est très médiocre ou même nulle. C'est alors la répartition spatiale des récepteurs excités qui définit la sensation, et cela sans perte d'une information importante. En revanche, dans le cas d'un cône de la rétine où la donnée d'emplacement du récepteur est fondamentale, il n'existe un seuil d'excitation très bas que pour un seul type d'excitant et le principe mullérien est respecté.

- la variété qualitative des récepteurs sensoriels est faible, ne dépassant pas quelques dizaines de types alors que le nombre total de neurones sensoriels est de plusieurs dizaines de millions. De ce fait, de très nombreuses informations sensorielles sont identiques, à l'emplacement du récepteur près. On peut donc penser *a priori* que cet emplacement est une donnée complémentaire importante.

- inversement, la spécificité de l'excitant d'un récepteur donné n'a pas la valeur immédiate qu'on serait tenter de lui accorder. A quoi servirait de disposer de récepteurs spécifiques pour un sujet qui ignorerait la signification de cette spécificité ? Or c'est justement la situation dans laquelle se trouve un jeune nourrisson qui n'a pas encore pris conscience de ses propres capacités perceptives. En fait, la situation est très différente selon qu'est envisagé le corpus très limité des significations innées ou le corpus beaucoup plus étendu des significations apprises. Dans le premier cas, les récepteurs sensoriels peuvent être reliés de façon étroite à une réponse définie. Il est alors hautement souhaitable qu'un excitant très spécifique soit différencié des autres. C'est le cas par exemple de la sensation de tact sur la lèvre supérieure qui fait lever la tête au nouveau-né, lui permettant de trouver à sa bouche le mamelon du sein ou la tétine.

La situation est toute autre au niveau des significations apprises. L'intérêt d'une sensibilité spécifique existe bien mais pour une toute autre raison. Ce qui importe n'est pas une sensibilité spécifique vis à vis d'un excitant donné mais bien plus une sensibilité strictement identique pour un grand nombre de récepteurs de même type, et distribués dans l'espace. Considérons un objet qui soit source d'excitations photiques et sonores. Si chaque récepteur a un champ de sensibilité réduit à une portion très limitée de l'espace et différente d'un récepteur à l'autre, on conçoit aisément une distribution significative des informations photiques dessinant une configuration particulière sur l'ensemble des récepteurs photiques excités, reproduisant la distribution de l'excitation dans l'espace. On peut envisager tout aussi aisément une configuration sonore se dessinant à partir de récepteurs auditifs excités et reflétant également une distribution spatiale des excitations. Mais si les mêmes récepteurs sensoriels étaient également sensibles aux informations photiques et sonores, aucune des deux configurations envisagées ne s'observerait dans les signaux issus des récepteurs. Les informations sonores, réparties différemment, constitueraient un bruit masquant la configuration photique et réciproquement. C'est donc la spécificité dans la sensibilité d'un groupe de neurones sensoriels qui permet de construire des configurations sensorielles significatives. Ainsi se trouve défini un type particulier de "regard" assurant un découpage spécifique du champ perceptif global, fait dont nous soulignons plus loin l'importance.

1.4. La spécificité spatiale des récepteurs.

De nombreux récepteurs, ceux du goût, de l'odorat, n'ont guère de valeur de localisation. Même si le décalage temporel des sensations acoustiques entre les deux oreilles permet de repérer l'origine d'un son, chaque sensation explore la totalité de l'espace environnant. En revanche, les récepteurs tactiles et kinesthésiques n'enregistrent les données d'environnement que dans un secteur spatial très réduit. Ils associent donc une information de localisation aux données qualitatives.

Le problème est beaucoup plus complexe en ce qui concerne la vision. En ce cas également , l'exploration d'un récepteur porte sur un champ spatial réduit. Ainsi, un cône explore à un instant donné un angle plein correspondant à peu près à la deux cent millionième partie de l'environnement spatial total. Mais à la différence des excitations tactiles ou kinesthésiques, l'essentiel du contenu d'information est lié à l'excitation simultanée et différente de chaque récepteur. Celui-ci étant orienté vers un secteur spatial différent de celui des autres récepteurs, il s'effectue une exploration point par point, capable d'assimiler nombre d'irrégularités hétérogènes dans l'environnement. C'est évidemment en ce cas qu'une sensibilité qualitativement semblable pour un grand nombre de récepteurs explorant des zones différentes de l'environnement est particulièrement importante.

1.5. La distribution spatio-temporelle des informations.

Qu'un récepteur réponde à un champ spatial étendu ou restreint, il donne une information discrète, unique, en présence d'un événement complexe. Inversement, ce même événement a excité simultanément un nombre considérable de récepteurs. Il en résulte un double effet fondamental :

- l'analyse des configurations extérieures caractérisant l'événement est profondément altérée puisque ces configurations sont perdues dans la stimulation unitaire de chaque neurone. L'événement est donc découpé en signaux discrets dont chacun est une simplification considérable de l'événement total. Un nouveau découpage apparaît, propre à la distribution et à l'hétérogénéité qualitative des neurones, mais il ne peut pas correspondre à un découpage ontologique des particularités de l'événement.

- inversement, l'ensemble des neurones excités et ceux qui ne le sont pas dessinent une configuration, mais une configuration qui dépend fondamentalement de la distribution des récepteurs dans l'organisme. Par ailleurs, en cas de transitions temporelles rapides dans l'événement, c'est l'inertie des récepteurs qui règle la perception des transitions. On pourrait penser qu'il n'en est pas de même pour les transitions spatiales assimilées par la vision. Le cristallin jouant le rôle de lentille, il pourrait y avoir une correspondance point à point sur le plan visuel entre un neurone rétinien et un point de l'espace. Même si cela est physiquement vrai, les conséquences sur le plan perceptif sont très éloignées comme nous le verrons plus loin. En aucun cas, l'image visuelle que nous avons de l'environnement n'est une traduction directe des stimulations rétiniennes unitaires, encore moins une reproduction fidèle des hétérogénéités photiques de cet environnement.

- il existe cependant une entorse à cette dissociation entre hétérogénéité externe et configuration interne. Les travaux récents suggèrent que la synchronisation des excitations est retenue et conservée tout au long de la transmission des influx, et qu'elle est porteuse d'information (032). Ainsi des données sensorielles simultanées, enregistrées par des récepteurs différents et traitées par la suite séparément, conservent leur caractère de synchronicité initiale. Cela n'a pas grande conséquence pour un repérage temporel direct, mais joue un rôle essentiel de repérage spatial, notamment quand il y a un balayage continu, comme dans la vision. La configuration extérieure supposée qui est en partie perdue, est restaurée en partie du fait de la synchronisation qui permet d'attribuer à un même objet vu à l'instant t, toutes les particularités recueillies et analysées séparément à ce même instant t dans la région de cet objet. Ainsi, la couleur et la forme d'un objet sont analysées séparément puis projetées sur une image commune.

Au total, la distribution des signaux issus des neurones sensoriels dessine bien des configurations en présence d'un événement, mais des configurations qui ne sont que partiellement reliées aux discontinuités réelles de l'événement, et bien davantage marquées par les particularités du

système sensoriel global de l'organisme. M. Schlick a souligné avant la lettre l'importance de cette réinterprétation du réel à partir des données sensorielles élémentaires. " Nous nous entendons toujours, dit-il, pourvu que l'ordonnance interne de nos sensations propres soit commune. Il ne s'agit plus de la qualité de ces sensations, il est seulement requis qu'elles puissent s'organiser de la même manière en un système, que nous puissions à leur sujet nous servir d'un même classeur". Le Manifeste du cercle de Vienne est tout aussi explicite : "Ce qui unit les hommes dans le langage, ce sont les formules de structures; c'est en elles que se manifeste le contenu de la connaissance commune aux êtres humains. Les qualités subjectivement vécues, (rouge...), ne sont comme telles que des actes vécus; ce ne sont pas des connaissances."

C'est sans doute en définitive dans cette transformation majeure des configurations extérieures supposées que réside la meilleure critique qui puisse être adressée au réalisme traditionnel. Or bien d'autres modifications sont encore introduites par l'organisme sur les signaux sensoriels élémentaires, avant que ne soit établie une image mentale consciente, source des données cognitives. Certaines de ces modifications sont situées en périphérie. Les autres marquent l'élaboration des perceptions au niveau du système nerveux central.

2. Conclusions.

L'analyse des sensations permet un certain nombre de conclusions portant sur le niveau même de la relation entre l'organisme et l'environnement :
1) Il y a une digitalisation* de l'information contenue dans les événements extérieurs. Cette digitalisation s'effectue au niveau de chaque récepteur sensoriel et traduit une transformation binaire exprimée par la loi du tout ou rien.
2) Cette transformation binaire entraîne une perte considérable d'information au niveau d'un récepteur unique, puisqu'un événement complexe y est ramené à quelques bits par seconde.
3) La perte d'information est en grande partie compensée par la multiplicité des récepteurs, présentant des seuils de sensibilité différents pour les différents excitants physiques, et surtout centrés sur des secteurs d'espace également différents. De ce fait, un événement provoque une configuration spécifique de sensations élémentaires. Cette configuration n'est pas celle de l'événement mais une "façon d'exister*" particulière des systèmes d'interface, qui peut être mise en correspondance bijective avec un événement.
4) Il existe donc un écran déformant entre les événements extérieurs et leur perception par l'organisme. Cet écran est défini constitutionnellement et il est stable au cours de la vie.
5) la prise de connaissance de cet écran permet d'en analyser l'effet déformant et donc de faire progresser la connaissance. Pour cela, il ne suffit pas de connaître la genèse des sensations au niveau des récépteurs sensoriels. Il faut aussi comprendre comment les sensations élémentaires conduisent à la représentation perceptive.

C) Les Mécanismes Perceptifs.

Si nous fermons les yeux, nous n'avons plus aucune perception visuelle et les informations que nous recevons du monde environnant sont considérablement réduites. Mais si nous ouvrons les yeux, nous ne voyons nullement quelque vingt millions de points distincts traduisant les signaux envoyés par les récepteurs visuels fonctionnant sur un mode binaire. Il faut donc bien que les messages initiaux des récepteurs sensoriels soient ordonnés en images significatives, avant que ces images ne parviennent à la conscience. La question se pose alors de savoir si les arrangements construits sur les données ponctuelles rétablissent une organisation du monde ou si elles traduisent une structuration subjective, particulière à l'organisme autonome que nous sommes. Cette interrogation, posée dans le cadre de la vision, est importante pour tous les domaines de la perception. C'est au niveau du goût et de l'olfaction que la transformation des données binaires en perception est la plus facile à analyser.

1. Le Goût et l'Olfaction.

La réception des sensations élémentaires au niveau du goût et de l'olfaction présente plusieurs caractères communs, tant sur le plan de la psychophysique que sur celui des données neurophysiologiques :

1.1. Données physiologiques sur le Goût et l'Odorat. (033)

Elles sont caricaturales d'une orientation subjective et utilitaire. Il n'y a, pour un instant donné, qu'une perception globale, sans aspect de localisation particulière ou de détails ponctuels. En pratique, il est même parfois difficile de préciser dans une perception unique, ce qui revient au goût et ce qui relève de l'odorat.

La constante de temps est élevée et le phénomène d'adaptation dans le temps est très marqué. La tonalité affective spontanée d'agréable ou de désagréable est accentuée. Inversement, la classification des perceptions est difficile et discutable. Alors que l'homme peut différencier quelque dix milles odeurs, seuls ont été définis des qualificatifs très approximatifs de pourri, alliacé, floral, musqué, fruité, sudoral... Concernant le goût, les pôles traditionnels de Henning décrivant le salé, le sucré, l'acide et l'amer ne permettent pas de classer toutes les saveurs, loin s'en faut.

Le côté subjectif de la perception est manifeste. Chez l'homme en tous cas, la reconnaissance d'une perception apparaît plus importante que sa qualification. De nombreux corps chimiques, de signification pourtant manifeste pour les équilibres vitaux, ne sont pas perçus.

1.2. Données neuro-physiologiques sur le Goût et l'Odorat. (033)

Sur le plan neurophysiologique, la donnée la plus importante est le peu de spécificité des récepteurs primaires, échappant au principe de Muller. Si certains récepteurs ont un seuil particulièrement bas pour un type de sensation ou pour un produit chimique particulier, ces récepteurs sont également sensibles à d'autres stimuli chimiques. De nombreux récepteurs ne présentent qu'une spécificité très relative.

Le lien entre la nature de l'excitant chimique et la sensation est très médiocre. Ainsi, le chlorure de potassium provoque une sensation de sucré à faible concentration, une sensation d'amer à concentration moyenne, une sensation mixte de salé, amer et acide à forte concentration. La vaniline a une forte odeur de vanille alors que l'isovaniline, de structure pratiquement identique, est sans odeur.

Il y a donc un contraste manifeste entre le peu de spécificité des récepteurs et la compétence à reconnaître avec précision une saveur ou une odeur déjà rencontrées. L'explication la plus généralement donnée est que la perception relève d'une distribution spatiale particulière des récepteurs sensibles à un excitant particulier. Au sens strict du terme, la perception apparaît comme une "forme" particulière, une configuration. Mais cette forme ne correspond aucunement à une réalité extérieure et concerne exclusivement l'organisme lui-même.

Au total, la perception du goût et de l'odorat traduit une très mauvaise analyse objective des caractéristiques de l'environnement. De nombreux corps, pourtant d'importance vitale, sont sans saveur et sans odeur, donc non perçus ni différenciés. De nombreux corps qui sont décrits comme très voisins sur le plan d'une analyse chimique provoquent des sensations souvent très différentes et à l'inverse, une même sensation peut naître du contact avec des corps chimiques très différents. Tout spécialement chez l'homme, aucune sensation ne peut se voir attribuer une signification de portée universelle.

Mais peut-être plus important encore est le fait que l'étude du goût et de l'odorat conduit à donner un sens très différent aux notions de "forme" ou "d'essence*" postulées par la phénoménologie ou la gestaltthéorie*. Les formes ne sont pas des structures conjointes permettant une mise en relation entre l'organisme et l'environnement. Ce sont des structures subjectives,

particulières à l'organisme, non présentes dans l'environnement et permettant une reconnaissance sans signification contraignante.

2. La Perception Auditive.

Sur ce plan , l'analyse est rendue difficile par une profonde différence de signification entre l'homme et l'animal. Chez l'homme, l'audition est presque intégralement orientée vers l'analyse du langage et tout tend à prouver que la perception auditive est déterminée chez lui par une organisation neurologique constitutionnelle favorisant l'analyse phonétique du langage humain. En revanche, il a été démontré à la suite des études de F. de Saussure qu'il n'existe aucune contrainte reliant les données phonétiques et les significations sémantiques dans le langage humain.

Sur tous ces plans, c'est l'étude du jeune nourrisson qui fournit les données les plus intéressantes. Il a été constaté depuis longtemps que le nourrisson ne s'ouvrait véritablement au langage que vers dix-huit mois. Auparavant, il peut avoir construit quelques significations sémantiques mais elle se comptent sur les doigts de la main. Les progrès sont en revanche extrêmement rapides après dix-huit mois.

La qualité des compétences phonétiques qui précèdent l'activité sémantique est de connaissance très récente. Ces compétences reposent sur des propriétés innées et se développent spontanément depuis la naissance. Dès l'âge de quelques mois, le nourrisson développe un babil qui s'enrichit progressivement, pour devenir très riche et varié entre douze et dix-huit mois. Deux ordres de faits ont pu être solidement établis, concernant cette période pré-linguistique :
- à dix-huit mois, le nourrisson a prononcé spontanément tous les sons présents dans l'un ou l'autre langage humain.
- dès six mois, le babil subit l'influence de la langue usuelle de l'environnement. Chez des nourrissons tunisiens, l'analyse phonologique du babil a permis de préciser si les parents parlaient arabe ou français. Dans certains groupes ethniques de l'Asie du sud-est, des distinctions phonétiques opposent l'usage féminin et masculin de la langue, indépendamment d'un écart de hauteur; le nourrisson reproduit une partie de ces distinctions dès le stade du babil, selon qu'il s'adresse à sa mère ou à son père.

2.1. Les capacités innées de discrimination auditive.

Cette capacité motrice suppose évidemment une analyse perceptive du langage plus précoce. Neanmoins, l'article de P.D. Eimas, E.R. Siqueland, P.W. Juscick et J. Vigorito, publié en 1971, fit malgré tout l'effet d'une bombe en révélant l'existence de compétences insoupçonnées dans la perception du langage chez le très jeune nourrisson. L'évaluation était faite en enregistrant l'accentuation des mouvements de succion sur une tétine, qui traduit la surprise chez le nourrisson. Depuis cette date, de très nombreux travaux ont largement confirmé ce premier travail :

- la plupart des travaux portent sur des nourrissons de quatre à seize semaines. Ils différencient pratiquement tous les types de contrastes phonétiques qui leur sont présentés, même s'ils ne les ont jamais entendus prononcés auparavant. Ces contrastes portent sur une opposition entre consonnes aussi bien qu'entre voyelles. Les travaux de J. Bertoncini (021) soulignent que cette capacité peut être mise en évidence dès la naissance. "Aucune période minimale d'exposition à une langue donnée ne semble nécessaire pour ces capacités discriminantes."

- les possibilités discriminantes observées chez le nourrisson sont tout à fait comparables à ce qui peut être observé chez l'adulte. Les mécanismes utilisés paraissent identiques. Ainsi la distinction entre la consonne "b" et la consonne "p" est liée au délai de voisement, c'est à dire au temps qui s'écoule entre le début du phonème et l'installation du son voyellique continu (021,140). Or ce délai est quelque peu variable en fonction de la durée totale d'émission du phonème. Les mêmes délais sont observés chez le nourrisson et chez l'adulte : la consonne "p" est plus souvent entendue pour un délai de voisement inférieur à 32 millisecondes pour un phonème court, 47 millisecondes pour un phonème long. De même, une mélodie prolongée apparaît découpée en syllabes, chez le nourrisson comme chez l'adulte.

- les temps d'écoute et les délais de transition sont beaucoup trop brefs pour permettre une analyse consciente. Une émission d'un début de syllabe pendant 20 millisecondes suffit à différentier les sons "ba" et "bi", mais aussi les sons "ba" et "ga".

- ces dernières données relativisent l'importance d'un éventuel apprentissage avant la naissance. Il est vrai que l'efficience fonctionnelle de la cochlée précède la naissance, apparaissant dès 23 semaines. Mais la voix de la mère et a fortiori, celle de l'entourage sont trop modifiées au travers de la paroi abdominale et de l'utérus pour permettre un sérieux apprentissage des modulations consonantiques perçues après la naissance. Par ailleurs, les capacités discriminantes du nouveau-né sont les mêmes pour la langue de son entourage et les langues qu'il n'a jamais entendues. De toutes façons, un apprentissage pré-natal ne changerait que très partiellement les conclusions qui peuvent être tirées. Dans tous les cas, c'est le nourrisson tout seul qui effectue l'apprentissage de ses discriminations, y compris celles concernant des sons jamais entendus, et il ne pourrait guère le faire en l'absence de mécanismes perceptifs constitutionnels effectuant spontanément une analyse des sons du langage entendu.

Il serait erroné de croire que les mécanismes mis ainsi en évidence sont spécifiques du langage humain. Les sons ne traduisant pas un langage sont traités par le nourrisson de la même façon que le langage. Par ailleurs, les mêmes possibilités de discrimination auditive ont pu être retrouvées chez l'animal, notamment le chinchilla. Au total, tout indique une possibilité de regrouper par des mécanismes constitutionnels, les données acoustiques élémentaires produites par une mélodie pour en faire des configurations complexes, de durée ou de frontières temporelles déterminées, beaucoup plus faciles à identifier. L'analyse des sons et du langage est donc soumis à un "découpage" subjectif de la mélodie. Il en résulte des configurations qui sont établies par les propriétés des fonctions auditives et ne reproduisent pas obligatoirement des "formes" linguistiques. En revanche, on peut penser qu'il existe une certaine spécialisation vers les sons émis par un larynx humain.

2.2. Les Apprentissages précoces.

La distinction entre une compétence d'analyse acoustique et la compréhension d'un langage est essentielle. Comprendre un langage suppose en effet l'identification d'invariants phonétiques derrière une très grande variété dans l'émission d'un même phonème. Les différences de hauteur du son entre un petit enfant et une basse masculine sont très importantes et recouvrent les écarts de fréquence existant entre la plupart des formants de voyelles émis par une même personne. Pourtant, nous identifions sans effort un "o", qu'il soit émis par une fillette de trois ans ou par Boris Christov. Mais la hauteur n'est pas, et de loin, le seul facteur de variation. La durée, le timbre, de nombreuses particularités individuelles interviennent encore. Reconnaître les invariants phonétiques du langage est donc une tâche beaucoup plus difficile que nous pouvons le penser spontanément.

Cela explique toute l'importance des travaux de P.K. Kuhl (140) qui a montré que le nourrisson de six mois avait déjà construit des invariants, passant ainsi du stade de l'analyse acoustique au stade de l'analyse phonématique. Cette compétence est bien apprise puisque les discriminations d'invariants sont beaucoup plus limitées chez le nourrisson de quatre mois.

Cette capacité du nourrisson de six mois traduit une véritable spécialisation. De même qu'il acquiert la reconnaissance d'invariants dans la langue qui lui est régulièrement parlé, il perd ses capacités initiales d'analyse d'autres langages. J.F. Werker et R.C. Tees ont montré que l'écart entre la langue habituellement entendue et une autre langue commençait à se creuser vers six mois et devenait très important à 10-12 mois. L'habituation à la langue maternelle n'empêche cependant pas d'acquérir ultérieurement de meilleures discriminations langagières. Un japonais parlant couramment l'anglais finit par distinguer les "l" et les "r" presqu'aussi bien qu'un anglais, alors que cette distinction n'a pas de signification dans sa langue d'origine.

2.3. L'absence de compétence sémantique initiale.

Il est extrêmement suggestif de comparer le traitement automatique des données acoustiques élémentaires avec l'incapacité prolongée de donner une signification linguistique au langage entendu.

A six mois d'âge, alors que l'apprentissage phonématique est déjà bien développé, aucune signification n'est encore accordée. L'analyse comportementale de l'enfant de six mois à un an montre que la signification du babil est celle d'une communication phonétique sans traduction linguistique. Lorsque le nourrisson se croit seul, il établit une riche relation entre son expression et son écoute, faisant varier ses émissions bucco-laryngés et enregistrant le résultat de ces variations. En revanche, s'il entend le moindre bruit pouvant témoigner de la présence d'un parent, son babil devient une copie phonétique du langage des parents pour établir une communication socio-affective. Mais dans ces différentes activités, il n'y a pratiquement aucun comportement linguistique. Compréhension et expression linguistiques prennent peu à peu plus d'importance mais la mesure qu'on peut en faire souligne leur pauvreté habituelle chez le jeune nourrisson et il n'y a pas de raison sérieuse de penser qu'il existe à cet âge une activité linguistique plus riche et masquée.

2.4. Conclusion.

Toutes ces données peuvent être ainsi résumées :
a) il existe des compétences innées d'analyse acoustique, découpant une mélodie continue en éléments de la longueur d'une syllabe et organisant spontanément les données sensorielles à l'intérieur de cet élément pour en faire des configurations identifiables. Ce processus est indépendant des productions mélodiques effectives de l'environnement.
b) à partir de ces compétences, le nourrisson développe seul un apprentissage qui aboutit d'abord à isoler des invariants phonétiques. L'apparition de ces invariants permet d'une part de débuter une analyse phonématique du langage de l'entourage mais aussi d'orienter les productions bucco-laryngées vers l'émission de ces mêmes invariants. Ce double processus est sans doute favorisé par une certaine concordance entre les compétences innées d'analyse auditive et les particularités des activités motrices bucco-laryngées.
c) toute cette évolution prépare la compétence linguistique mais ne s'accompagne de significations que de façon extrêmement limitée.

En définitive, la perception est bien orientée vers une identification de formes mais celles-ci sont avant tout caractéristiques de l'organisme. Si elles se retrouvent dans l'expression linguistique de l'environnement, cela est dû avant tout à une communauté de constitution biologique entre les individus qui écoutent et ceux qui parlent.

3. La Perception Visuelle.

C'est elle dont l'étude a le plus de conséquences sur toute théorie épistémologique car les données cognitives présentent presque toutes de fortes connotations visuelles.

3.1. Données neuro-physiologiques. (033)

3.1.1. Les récepteurs rétiniens. Les particularités générales des récepteurs sensoriels, telles qu'elles ont été décrites plus haut (V-A), s'appliquent fort bien aux récepteurs visuels de la rétine. Le principe de l'énergie spécifique est très net. Les quatre types de récepteurs présentent un seuil considérablement abaissé pour une stimulation par un rayonnement électro-magnétique de longueur d'onde très précise, 496 nanomètres pour les bâtonnets, respectivement 419, 531 et 559 nanomètres pour les trois variétés de cônes. Un écart de 50 nanomètres par rapport à la sensibilité nominale se traduit par une diminution de 50 pour cent de l'amplitude de réponse.

Le principe de distribution spatiale est également bien illustré au niveau de la rétine. L'emplacement d'un récepteur est une donnée fondamentale pour le définir par rapport aux autres récepteurs. Mais apparaît déjà dans ces données, une spécialisation.

- dans la région centrale de la fovea, il n'existe que des cônes reliés chacun à une fibre du nerf optique. Une définition maximale d'environ une minute d'angle est ainsi obtenue sur un champ très étroit de quelques degrés de vision centrale.
- la densité des cônes diminue rapidement à distance de la fovea. On trouve à leur place, des batônnets qui sont regroupés à plusieurs sur une même fibre du nerf optique. Cette organisation

correspond à la vision périphérique occupant tout le champ visuel mais avec une définition de moins en moins bonne pour des régions de plus en plus excentrées.

Par ailleurs, il existe une zone de la rétine, au départ du nerf optique, qui ne possède aucun récepteur rétinien, dite point aveugle ou tache aveugle. Néanmoins, nous ne percevons pas normalement de "trou" dans le champ visuel correspondant à cette zone. La vision de faible définition a en effet la capacité de prolonger son propre champ spatial au delà des récepteurs, ce qui traduit bien la nature synthétique des images visuelles. Si en revanche, un dispositif expérimental est utilisé pour projeter un détail fin sur la région du point aveugle, ce détail n'est par perçu.

3.1.2. L'organisation rétinienne. En aval du récepteur rétinien porteur d'un cône ou d'un bâtonnet, la rétine présente plusieurs variétés de neurones: neurones bipolaires, cellules horizontales, cellules amacrines, et finalement cellules ganglionnaires prolongées par les axones constituants le nerf optique. Toutes ces cellules caractérisent un centre nerveux et dans son ensemble, la rétine est déjà partie intégrante du système nerveux central. Il ne faut donc pas s'étonner de constater dans la rétine, de fortes propriétés d'intégration des données sensorielles élémentaires. Ce processus d'intégration est moins important chez l'homme que chez le batracien, mais il est néanmoins marqué.

Ce sont probablement les cellules horizontales et les cellules amacrines qui sont responsables de cette intégration en confrontant les potentiels instantanés de nombreux récepteurs. De ce fait, les cellules ganglionnaires envoient vers les centres cérébraux de la vision, des informations déjà fortement élaborées :

- certaines cellules ganglionnaires dites "ON center", émettent un signal au début d'un éclairement limité à une zone ponctuelle entourée d'une auréole non éclairée, ou au contraire pour l'extinction de l'éclairement d'une auréole. Les cellules dites "OFF center" émettent un signal pour une extinction centrale ou une illumination périphérique. D'autres cellules, dites "ON-OFF center" répondent à l'éclairement et à l'extinction.
- à la différence de ces cellules répondant à un brusque changement d'éclairage, d'autres cellules répondent tout au long d'un stimulus lumineux.

Ainsi, la rétine envoie vers les centres nerveux, des signaux déjà élaborés mais conservant néanmoins les informations primaires puisque la discrimination spatiale la meilleure correspond à la taille d'un seul cône. C'est également au niveau de la rétine que s'établissent les transformations qui permettent le maintien d'une appréciation des contrastes alors même que l'éclairement moyen est plus intense. Ainsi l'oeil perd la capacité d'apprécier de façon absolue l'intensité d'un rayonnement pour conserver une meilleure fonction discriminante. Cette correction est très importante, même au niveau des cônes où la même sensibilité au contraste est conservée sur une étendue d'intensité lumineuse pouvant aller de un à cent mille.

3.1.3. Les projections vers les Centres cérébraux. Les fibres issues de la rétine et dirigées vers le cerveaux transmettent plusieurs canaux distincts d'information visuelle.

- un contingent de fibres provenant en majorité de la rétine périphérique, échappant à la voie géniculo-corticale, permettrait la localisation des cibles visuelles dans le champ global
- un autre contingent faisant relais dans un noyau du tronc cérébral, le corps genouillé latéral, se terminant dans la zone visuelle du cortex cérébral, comportant une représentation large de la fovea et une représentation beaucoup plus restreinte de la rétine périphérique, assurerait les opérations d'identification de formes et d'objets.

Mais de plus, ce dernier contingent serait formé de plusieurs canaux transmettant chacun une définition spatiale d'étendue spécifique, avec un point unique pour des angles solides respectifs de une, trois, six, onze et vingt et une minutes (127). Pour le premier canal, cela correspond à cinquante centimètres de distance de l'oeil, à une vision de 3000 points distincts par centimètre carré, mais seulement sur un champ très étroit. Pour le dernier canal, la définition est de cinq à dix points par centimètre carré mais l'exploration peut porter sur un champ beaucoup plus large. L'utilisation conjointe du canal à mauvaise définition et de grande étendue et d'un balayage par les canaux de définition élevée et de champ restreint, permet de reconstituer une vision à la fois étendue et précise.

3.1.4. La multiplicité des canaux de perception visuelle et la genèse de la notion d'Ensemble. Nous pensons personnellement que la perception visuelle simultanée sur plusieurs canaux de définition différente a des conséquences encore bien plus fondamentales sur le fonctionnement mental, dépassant la capacité d'une vision précise rapportée à un champ étendu. C'est nous semble-t-il, cette multiplicité de canaux, à la fois disjoints et conjoints, qui permet l'opposition spontanée de la figure et du fond, de l'objet contenu et de l'espace contenant, sur laquelle la gestaltpsychologie* a insisté avec raison. Le canal à champ étroit et de forte définition isole un ou plusieurs objets comme des figures individualisées et les canaux de faible définition établissent de façon distincte la distribution de ces objets dans l'environnement. La mise en jeu de deux fonctions distinctes favorise la perception d'une double réalité, celle de la figure ou du contenu, et celle du fond et du contenant.

Si cette hypothèse était confirmée, elle pourrait être conduite plus loin, dans le développement de la notion d'ensemble, essentielle à la logique des classes et des relations mais aussi, comme J. Piaget et P. Maddy l'ont montré, à l'acquisition du nombre. Le canal à champ étroit et de forte définition isole les objets comme des éléments, les canaux à champ large et faible définition précisent les limites d'une collection. Ainsi sont perçus simultanément et de façon disjointe les éléments et la collection globale. De même, la sériation est possible parce que le regard peut se porter successivement sur chaque élément alors que les canaux à champ large maintiennent la réalité de la collection globale, indépendamment des déplacements du regard précis. Cette opposition entre l'élément et l'ensemble ne peut cependant être spécifique à la vision puisque les enfants aveugles de naissance intelligents ne paraissent pas avoir de difficultés à acquérir une compréhension de la notion d'ensemble (080).

3.1.5. Les projections corticales. Il est tout à fait classique de distinguer dans ces projections :

- un cortex visuel primaire, situé dans la région centrale du lobe occipital, autour de la scissure calcarine. Il reçoit des projections nerveuses provenant de la rétine de chaque oeil après relais dans les corps genouillés latéraux. Le cortex visuel primaire reproduit une carte géographique précise de la rétine, chaque point visuel adjacent sur la rétine se projetant de la même façon sur le cortex.
- un cortex visuel associatif disposé de part et d'autre du cortex visuel primaire.

Deux découvertes absolument essentielles ont été faites au niveau du cortex visuel.

3.1.5.1. **L'intégration perceptive au niveau cellulaire.** A partir des années dix-neuf cent soixante, Hubel et Wiesel ont montré que les cellules du cortex visuel primaire témoignaient d'une forte intégration perceptive. Comme nous l'avons vu (III-4), cette intégration perceptive est déjà en partie présente chez le chaton n'ayant pas encore eu d'expérience visuelle. Cela a constitué une révolution d'autant plus violente qu'elle s'opposait aux conceptions des écoles empiristes anglo-saxonnes qui refusaient toute organisation cérébrale avant expérience. Nous savons aujourd'hui que l'intégration perceptive se précise du fait de l'activité des systèmes visuels en face de l'environnement mais qu'elle est effectivement déjà dessinée avant toute expérience. Hubel et Wiesel décrivaient :

a) des cellules dites simples répondant sélectivement à un petit stimulus lumineux linéaire, très précis en orientation angulaire et en emplacement sur la rétine.

b) des cellules dites complexes, répondant sélectivement à des stimuli plus élaborés. Il pouvait s'agir par exemple du déplacement du stimulus précédent selon une direction établie, ou encore du même stimulus indépendamment de son emplacement. Hubel et Wiesel décrivirent également des cellules dites hypercomplexes, répondant sélectivement à des stimuli encore plus élaborés.

Hubel et Wiesel proposèrent l'hypothèse d'une distribution hiérarchisée, l'excitation d'une cellule corticale simple étant liée à l'excitation simultanée de plusieurs cellules ganglionnaires rétiniennes disposées selon un alignement défini. L'excitation d'une cellule corticale complexe était liée à l'excitation simultanée de plusieurs cellules corticales simples, celle d'une cellule hypercomplexe à la stimulation de plusieurs cellules complexes.

Des travaux ultérieurs ont contredit les hypothèses initiales de Hubel et Wiesel mais ils ont accentué encore la notion de transmission d'informations visuelles distinctes en parallèle, à partir de la rétine ou du corps genouillé latéral.

Ont été ainsi mises en évidence des cellules spécifiques d'un déplacement :

- des cellules excitées par le rapprochement d'un objet vers la rétine, d'autres par l'éloignement

- des cellules étroitement accordées à la vitesse de déplacement dans le plan du champ visuel, des cellules à large bande d'accord à la vitesse, des cellules respectivement sensibles à des vitesses de déplacement lentes ou élevées.
- des cellules sensibles à la couleur, indépendamment de la forme.
Les travaux de S. Zeki ont relancé l'étude de ces réponses spécifiques.

3.1.5.2. **La spécialisation des aires corticales.** Travaillant chez le macaque, S. Zeki a pu démontrer (231) que le cortex visuel associatif était en fait une réunion de plusieurs aires, chacune spécifique d'une donnée visuelle particulière. Il existe ainsi une aire spécialisée dans l'analyse du mouvement, une aire analysant la forme indépendamment de la couleur, une autre analysant la couleur indépendamment de la forme, une autre analysant simultanément forme et couleur.

C'est à la suite de cette découverte que l'équipe d'Hubel et Wiesel a repris l'étude du cortex visuel primaire et découvert les cellules spécifiquement sensibles à une qualité visuelle particulière (101). Par la suite, S. Zeki a pu montrer que l'information transmise par ces cellules parvenait au cortex visuel associatif en conservant une représentation ponctuelle. En revanche, des fibres à large distribution repartent des représentations spécifiques et ponctuelles du cortex associatif en se dirigeant vers le cortex primaire, modulant ainsi de très nombreuses cellules. On peut penser que ce système en aller-retour, ou en circuits ré-entrants selon l'expression d'Edelman, joue un rôle essentiel pour préparer la synthèse d'une image composite à partir d'informations ponctuelles. Il semble bien comme nous l'avons vu plus haut, que le synchronisme des excitations est strictement conservé. Le retour d'informations synchrones sur l'aire primaire favorise l'isolement d'un objet unique à propriétés multiples. L'importance de la synchronisation dans le retour des informations, précise à la milliseconde, semble tout à fait bien démontrée (032) et explique comment des analyses perceptives distinctes sont spontanément appliquées à un même objet.

Ce mécanisme d'aller-retour entre aires primaires et aires dites d'association est complété par la synthèse binoculaire. Chaque cortex primaire contient une représentation des deux rétines, où chaque point précis d'une rétine est mis au contact du point équivalent de l'autre rétine. La différence entre les signaux issus de chaque rétine est intégrée, essentiellement pour permettre une perception de la profondeur et construire des images perceptives en trois dimensions.

Toutes ces études ont été faites sur le macaque, animal dont le système nerveux est le plus voisin de l'homme parmi les espèces qui ont pu être étudiées. Aucune recherche du même ordre ne peut être conduite chez l'homme mais l'extrapolation est tout à fait raisonnable. En particulier, l'exploration par caméra à positons chez l'homme permet l'illumination des aires cérébrales en activité fonctionnelle à un moment donné (231). Lors d'une tâche d'exploration visuelle, la zone correspondant au cortex visuel primaire s'illumine toujours. En revanche, différentes zones du cortex associatif s'illuminent en association, en fonction de la tâche proposée et selon les distinctions relevées chez le macaque. Par ailleurs, toutes les données comportementales recueillies chez l'homme ne font que confirmer le schéma.

3.1.5.3. **L'organisation corticale innée**. D. Hubel et T. Wiesel ont fait leurs premiers travaux sur le chat adulte et leurs conclusions n'ont pas dérangé immédiatement les psychologues empiristes américains. Il en a été tout autrement lorsque les auteurs ont affirmé qu'ils retrouvaient les mêmes résultats chez le chaton de huit jours qui n'a pas encore ouvert les yeux. Pour la première fois, semblait démontrer l'existence de mécanismes d'organisation perceptive innée. Une longue polémique s'en suivit qui trouva sa conclusion avec les travaux de M. Imbert (III-4). Il apparut alors que l'usage permettait un complément d'organisation sur une organisation innée. Mais comme cet usage se limitait à permettre une assimilation réciproque de fonctionnements antérieurement indépendants (III-7), on peut considérer que les mécanismes corticaux d'élaboration perceptive visuelle sont bien quasi-innés. Par ailleurs, ces mécanismes perceptifs étant stables au cours de la vie, les images perceptives qu'ils produisent le sont aussi.

3.2. Les données psychophysiques.

3.2.1. L'adaptation à la Couleur. Nous avons vu plus haut l'importance de l'adaptation rétinienne, permettant de conserver une discrimination égale des contrastes en dépit de différences

considérables d'intensité lumineuse. Cette même adaptation se retrouve de façon encore plus spectaculaire au niveau de la perception des couleurs. L'étude en a été faite tout spécialement par E.W. Land (116).

Si nous regardons un même objet à la lumière d'une mauvaise bougie ou sur le sommet d'une haute montagne enneigée, la couleur de cet objet nous parait à peu près identique. Pourtant, le rayonnement réfléchi par l'objet dans les deux situations est complètement différent. Un rayonnement de température de couleur extrêmement élevé, correspondant donc au coté violet du spectre, peut conduire à une vision de rouge en haute montagne. Un rayonnement de température de couleur très basse correspondant au coté rouge du spectre, peut être perçu comme violet à la lumière d'une bougie. En revanche, et cela est facilement constaté dans les longs tunnels, aucune permanence de la couleur d'un objet ne peut être obtenue en cas d'illumination par lumière monochromatique.

En définitive, la permanence de la couleur d'un objet dans des éclairements différents est une illusion. Elle s'explique assez aisément. L'oeil apprécie simultanément la température de couleur moyenne correspondant au champ global de vision et qualifie chaque objet, non en valeur absolue de température de couleur, mais par référence à la température moyenne. Ainsi un objet sera toujours perçu comme rouge si le rayonnement qu'il réfléchi est de longueur d'onde nettement supérieure à la longueur d'onde moyenne du rayonnement d'ambiance.

Cet exemple est fondamental car il souligne à quel point le système nerveux se soucie de mettre en évidence des invariances d'objet, fusse au prix de l'impossibilité de connaître les paramètres physiques "vrais" de l'environnement.

3.2.2. La Perception des Images non significatives. Vers les années 1960, B. Julesz a eu l'idée d'analyser la perception d'un matériel dénué de toute signification possible, constituant des figues complexes par points ou répétition d'éléments simples. Il a pu montrer que certaines organisations perceptives étaient immédiates, ne réquérant pas un déplacement des yeux, alors que d'autres figures exigeaient un processus d'analyse (100). J. Ross a entrepris des recherches comparables, en étudiant la perception d'un ensemble d'un très grand nombre de points disposés de façon totalement aléatoire, sans qu'aucune structure n'apparaisse (182). Ce matériel a permis de mettre en évidence des mécanismes d'organisation perceptive totalement indépendants d'une signification. L'expérience de Ross consiste à présenter séparément pour chaque oeil, grâce à un stéréoscope, un ensemble identique de points distribués irrégulièrement. Mais sur l'une des images, les points contenus dans un carré virtuel central, sont légèrement décalés d'une valeur égale, soit vers le centre, soit vers la périphérie. Ce carré virtuel apparaît alors immédiatement en avant ou en arrière du plan du reste de l'image. La notion de distance est donc perçue avant toute analyse de l'image et en l'absence de toute référence significative.

Nous avons conduit nous-mêmes des expériences d'un principe voisin. Dans une chambre par ailleurs totalement obscure, des boules à surface lisse étaient présentées au sujet à une distance définie et en vision monoculaire. Les appréciations de la distance et de la taille de la boule par le sujet relevaient de la plus haute fantaisie. Il suffisait d'une vision binoculaire pour que le sujet effectue une correction immédiate. Nous avons notés également qu'en vision tachyscopique, des points disposés en configuration géométrique régulière étaient aisément décomptés, au moins jusqu'à seize, par appréciation immédiate de la configuration. Si au contraire, la disposition des points est aléatoire, une analyse perceptive point par point s'impose, qui peut se prolonger grâce à la rémanence rétinienne mais ne permettant pas de dénombrer plus de six ou sept points.

D'autres expériences du même type ont pu être facilement réalisées. Elles soulignent toutes à quel point les lois perceptives mises en évidence par la gestaltheorie* ne résultent pas de relations psychologiques établies dans l'instant et portant sur des significations. Elles traduisent tout simplement des mécanismes neurologiques fondamentaux précédant toute analyse consciente. Elles ouvrent à l'idée que ce que la gestalttheorie* considérait comme une correspondance entre des formes intracérébrales et les formes de l'environnement, traduit en fait la projection de formes intracérébrales pour organiser les données d'environnement. Dès lors que ces formes ont un certain caractère universel, elles traduisent essentiellement des mécanismes neurologiques.

3.3. Les données Psychologiques.

3.3.1. La Reconnaissance des Visages. L.D. Harmon a cherché à préciser comment un portrait pouvait être identifié et analysé (079). Les conclusions sont certainement généralisables à tout processus de reconnaissance visuelle. L.D. Harmon a découpé fictivement des portraits en cases, à peu près vingt cases en largeur sur vingt cases en hauteur. Il a ensuite homogénéisé chaque case en fonction de sa couleur et de sa brillance moyennes. Ainsi, la définition ou fréquence spatiale* d'observation était considérablement réduite, peut-être à cent points seulement pour les régions significatives. Il est néanmoins très facile dans ces conditions de reconnaître le portrait de la Joconde ou de Lincoln. Un portrait de Washington présenté pour la première fois à un sujet est identifié aisément comme le portrait d'un homme à perruque de la fin du XVIIIème siècle, ce qui traduit une excellente analyse. Il est ainsi démontré que nous superposons sans en prendre conscience, des analyses de fréquence spatiale* basse ou de faible définition, à l'exploration fine dont nous avons seule conscience. Salvator Dali a repris ces travaux pour peindre un tableau qui est perçu de près comme un nu de femme regardant à la fenêtre, et de loin comme le portrait de Lincoln. Dans le premier cas, l'analyse fine camoufle l'homogénéisation partielle par case. Dans le deuxième cas, la diminution de définition liée à la distance fait disparaître les détails de fréquence spatiale* très élevée, tout en atténuant les frontières entre les différentes cases.

On peut rapprocher de ces expériences des études comme celle qui a été faite par E.G. Boring sur un dessin de W.E. Hill représentant au choix "sa femme" ou "sa belle-mère", en fait une jeune femme et une vieille femme. Le fait qu'on puisse percevoir l'une ou l'autre signification, mais aucune autre, témoigne bien d'une organisation spontanée, à faible fréquence spatiale*, du dessin.

3.3.2. Les Illusions d'optique. Comme nous avons pu le voir plus haut, la notion d'illusion d'optique est relative puisque l'analyse conduit à démontrer l'illusion là où elle n'avait pas été perçue initialement. Deux domaines d'illusions classiques méritent une étude particulière.

- de nombreuses illusions comme la multistabilité du cube de Necker, l'illusion de Muller-Leyer traduisent en fait un traitement compulsif en trois dimensions d'un dessin fait en deux dimensions. Il devient évident que la perception en trois dimensions est spontanée et qu'elle corrige les effets de perspective pour mieux assurer l'invariance des paramètres géométriques d'un même objet. Ce même caractère compulsif se retrouve dans les objets impossibles, dessinés en deux dimensions mais où la reconstruction tridimentionnelle aboutit à un objet dans une région du champ visuel et à un autre objet dans une autre région. W.C. Hoffman (081) a montré que ces différentes illusions s'expliquaient aisément dans un processus de plan-temps, c'est à dire d'une exploration dans le temps des deux plans rétiniens distincts. Cette exploration, aisément traduisible en termes des transformations infinitésimales d'un groupe de Lie, ne peut être réalisée que par une intégration perceptive automatique, avec le but manifeste d'extraire des invariances.

- une autre catégorie d'illusions, très riche de suggestion, est celle qui est marquée par l'apparition spontanée d'une surface, avec un léger contraste de brillance et surtout un contour net, à partir d'un nombre extrêmement réduit de points aux extrémités d'une ligne (fig 2). Tout se passe comme si la vision complétait spontanément les contours inachevés et fusionnait ces contours inachevés pour dessiner une structure. Il est difficile en ce cas, de penser que la vision retrouve une forme, cela d'autant plus que l'illusion est très atténuée si les contours inachevés sont complétés autour de plusieurs structures séparées. Inversement et comme on aurait dû s'y attendre, Rüdiger von der Heydt, de l'Université de Zurich, a montré **qu'un segment de droite d'un contour virtuel est détecté par un neurone de l'aire corticale V2 du macaque, exactement au même titre qu'un segment concret de même orientation.**
Ce type d'illusions est particulièrement important pour analyser la perception du continu. La surface perçue est en effet virtuelle par rapport à l'environnement et authentique comme construction perceptive. Cela suggère donc que le passage des informations ponctuelles, seules fournies par la rétine, à une surface continue, relève bien d'un mécanisme cérébral.

3.3.3. Données psychologiques sur les significations innées. De nombreuses études ont porté sur la signification du sourire, discutant notamment son origine innée ou apprise. En fait, l'universalité de la signification socialement positive du sourire ne peut guère être sérieusement

discutée. L'apparition du sourire chez l'aveugle de naissance exactement dans les mêmes conditions que chez le nourrisson voyant, confirme s'il en est besoin, la signification constitutionnelle du sourire (025).

Les études de P. Elkman (061) soulignent que le sourire ne traduit qu'un cas particulier des expressions émotives universelles dans l'espèce humaine. Des habitants de Nouvelle-Guinée, n'ayant eu auparavant pratiquement aucun contact avec la civilisation occidentale, ont identifié avec un taux de réussite de 80 à 90 pour cent des photographies d'américains à qui il avait été demandé d'exprimer des sentiments de joie, de dégoût, de tristesse ou de colère. Seule la distinction entre l'expression de peur et de surprise a été médiocre. Exactement les mêmes résultats ont été obtenus auprès d'étudiants américains à qui il était demandé de reconnaître les sentiments exprimés par les habitants de Nouvelle Guinée.

3.4. L'étude du Nourrisson.

La perception visuelle ne présente pas à la naissance une efficacité optimale. Un complément d'organisation au niveau du cortex visuel, intégrant le fonctionnement des deux yeux au contact d'un environnement réfléchissant un rayonnement hétérogène, est indispensable pour parfaire l'analyse perceptive visuelle. Ce complément débute dès la naissance et s'établit essentiellement durant les six premiers mois. L'acuité visuelle à la naissance correspond à un point pour un demi degré d'angle. Elle est trois fois meilleure à trois mois et encore cinq fois inférieure à celle de l'adulte à six mois. L'accommodation à la distance nécessite également la pratique et ne s'établit que vers six semaines. Ce retard dans la formation des outils de perception visuelle, donne tout leur poids aux études de T.G.R. Bower soulignant les capacités d'analyse du nourrisson de sept à huit semaines (025).

Utilisant les techniques dites de conditionnement et qui consistent plutôt à enregistrer la surprise ou l'attente, Bower a montré que dès cet âge, le nourrisson faisait la différence entre un objet donné et un autre objet, de forme identique mais trois fois plus grand et placé à une distance également trois fois plus grande. La projection sur la rétine est pourtant très voisine dans les deux cas et la réussite du nourrisson traduit la capacité d'apprécier simultanément la taille et la distance. De la même façon, le nourrisson fait la différence entre un rectangle présenté de biais et le trapèze qui reproduit la même projection sur la rétine que le rectangle de biais.

Bower a également pu démontré les extraordinaires capacités d'un nourrisson aveugle de quelques mois. Equipé d'un appareil associant un émetteur d'ultrasons et un récepteur transformant les échos d'ultrasons en fréquence sonore, ce nourrisson se montra capable dès la seconde d'essai d'identifier le déplacement d'un objet. Il apprit très vite dans les séquences suivantes à reconnaître des objets usuels de son environnement.

De très nombreuses études ont mis récemment en évidence de façon identique, des performances perceptives remarquables chez le jeune nourrisson, les capacités sur le plan visuel rejoignant largement celles dont nous avons parlé sur le plan auditif. Mais peut-être les études de A.N. Meltzoff et M.K. Moore (128,129) traduisent-elles de façon encore plus extraordinaire, les capacités du tout jeune nourrisson. Ces auteurs ont repris, de façon probablement indépendante, le fait souligné il y a trente cinq ans par R. Zazzo, qu'un nourrisson de 15 jours tire la langue quelques secondes après qu'un adulte ait tiré la langue devant lui. Meltzoff et Moore ont repris l'étude en recherchant la reproduction de plusieurs attitudes faciales différentes, selon un protocole particulièrement bien établi et s'adressant dans une de leur étude à des nouveaux-nés âgés de 42 minutes à 72 heures. La capacité d'imitation fut démontrée dans tous les cas. Les auteurs proposèrent une explication particulièrement intéressante, à partir de ce qu'ils appellent "active intermodal mapping". Le nourrisson aurait une capacité constitutionnelle à établir une équivalence entre des transformations corporelles perceptives ou motrices, les transformations perceptives étant visuelles ou proprioceptives.
Le mécanisme serait assez voisin de celui de certains animaux comme le caméléon, la sépia ou certains poissons plats qui disposent des éléments pigmentés sur leur peau, en fonction de données rétiniennes.

Cette proposition de Meltzoff et Moore a l'énorme avantage d'éviter l'invocation obligatoire d'un mentalisme comme le font J. Mehler pour le langage ou T.G.R. Bower. Celui-ci va jusqu'à écrire que "les psychologues ont commencé seulement récemment à recueillir les données indiquant que le nouveau-né pense qu'il est un être humain ....". L'apparence d'imitation du nouveau-né n'a pas la même signification que l'imitation concertée du nourrisson de 12 mois. Ce que mettent en évidence toutes ces études du très jeune nourrisson sont des mécanismes innés d'analyse perceptive et non nécessairement des analyses conscientes.

3.5. Données Psychopathologiques.

De nombreuses données psychopathologiques sont tout à fait en accord avec les données expérimentales ou d'observation de l'activité perceptive normale. En 1889, Freund montra que certains patients, après lésions cérébrales et témoignant de possibilités visuelles importantes, étaient incapables de dénommer un objet présenté visuellement alors que la dénomination était immédiate après exploration tactile. Un peu plus tard, Lissauer identifia deux déficits différents :
- dans un cas, un objet perçu visuellement était bien analysé mais non relié aux expériences antérieures et à une dénomination verbale.
- dans l'autre cas, l'objet ne pouvait être analysé dans ses propriétés visuelles alors même que la vision était conservée.

3.5.1. L'Agnosie visuelle. Depuis, ces troubles, généralement regroupés sous le nom d'agnosie visuelle proposé par Freud, ont fait l'objet d'études considérables. Dans la plupart des cas, les troubles apparaissaient liés à des lésions occipitales, plus souvent à droite. Mais faute d'une référence physiologique indiscutable, les analyses prêtaient souvent à discussion.

- la perte sélective de la vision des couleurs par lésion centrale a fait l'objet de plusieurs publications. H. Kolmel a même décrit récemment deux patients présentant une incapacité de voir les couleurs dans un hémichamp ; un dégradé de gris remplaçait les couleurs.

- J. Zihl a décrit une patiente incapable de voir les mouvements dans les trois dimensions. Elle reconnaissait la forme, la couleur des objets et la distance à laquelle ils se trouvaient mais ne percevait pas le mouvement de voitures circulant, le niveau montant du thé dans une tasse. Dans une pièce, les autres personnes lui paraissaient être passé d'un emplacement à un autre sans qu'elle ait perçu le passage entre les deux positions.

- inversement, H. Hecaen a décrit des patients identifiant beaucoup mieux les couleurs que les formes.

Toutes ces données correspondent tout à fait aux analyses de S. Zeki chez le macaque et inversement, ces analyses vont certainement permettre de clarifier l'étude des agnosies visuelles.

3.5.2. Les analyses de H.L. Teuber. Nous voudrions insister sur les travaux de H.L. Teuber (205), soulignant à quel point, le champ visuel continu que nous percevons relève en fait de mécanismes visuels constructifs:

- H.L. Teuber a étudié des blessés de guerre ayant présenté une lésion cérébrale localisée, par balle ou éclat. Les données recueillies précisent les caractères d'une double vision, centrale et périphérique. Lors d'une lésion limitée au cortex visuel primaire, il apparaît essentiellement un scotome central, avec perte de vision sur une petite zone au centre du champ visuel. Cependant, si le patient présente bien une diminution d'acuité visuelle liée à la perte de la vision fovéale, en revanche il ne perçoit pas de "trou" central dans son champ visuel. La vision de type périphérique à faible définition recouvre la zone du scotome, selon le mécanisme que nous avons souligné pour le point aveugle. En raison de ce même mécanisme, si un échiquier est présenté au patient, portant une pièce juste au niveau du scotome, le patient perçoit un échiquier non interrompu mais sans pièce centrale.

- Teuber a pu étudié un patient présentant le déficit opposé probablement par lésion vasculaire. Ce patient ne percevait pas plus que nous les limites de son champ visuel à haute définition. Il se plaignait simplement de ce que, conduisant une voiture !!!, les autres automobiles lui paraissaient s'élancer brusquement sur lui aux carrefours.

3.5.3. Les déficiences visuelles du Prématuré. Nous avons pu nous-mêmes étudier une classe particulière de patients présentant un déficit spécifique des fonctions perceptives visuelles. Il s'agissait d'enfants nés prématurément et ayant présenté une souffrance cérébrale au moment de la naissance. Il était facile de constater l'absence de vision binoculaire, un strabisme et très souvent une forte asymétrie d'acuité visuelle. En revanche, l'acuité visuelle du meilleur oeil était au moins acceptable, sinon excellente. De tels enfants peuvent développer une activité verbale extrêmement riche, quoique très souvent mal structurée. En revanche, et en dépit d'une éducation spécialisée ininterrompue depuis la première année jusqu'à l'adolescence, l'organisation visuelle qui apparaît est très pauvre. Les progrès suivent ceux de l'évolution d'un enfant normal mais avec beaucoup plus de lenteur et un arrêt de progression précoce. L'examen révèle que certaines réussites apparentes masquent la gravité du déficit d'organisation visuelle, les patients parvenant à compenser en partie leur incapacité par construction d'une représentation d'espace à partir de données verbales.

Ces cas cliniques, où la lésion précède toute expérience, ne pourraient guère s'expliquer en l'absence d'aires cérébrales organisées dès la naissance et spécialisées dans le traitement des informations visuelles élémentaires. Il est par ailleurs très remarquable que ces enfants prématurés présentent une difficulté particulière à manipuler les données numériques. Ce déficit est évident lorsque l'efficience mathématique est comparée aux capacités linguistiques mais il apparaît souvent lors d'une comparaison avec des tâches de raisonnement non numériques. Nous pensons que ce déficit illustre bien la relation qu'il peut y avoir entre la multiplicité des canaux de vision perceptive et la construction de notion d'ensembles, précédant la construction du nombre.

3.5.4. La Prosopagnosie. Une dernière classe de données concerne la prosopagnosie, ou perte sélective de la reconnaissance des physionomies. Les patients sont capables de nombreuses tâches de perception visuelle mais ne reconnaissent pas visuellement leur entourage humain. La reconnaissance à la voix est en revanche conservée. Ce trouble parait manifestement lié à des lésions cérébrales postérieures. Le degré de spécificité de la prosopagnosie a fait l'objet de très nombreuses discussions, ce que l'on comprend aisément car une spécificité totale impliquerait une spécialisation constitutionnelle pour la reconnaissance des visages et donc un système de référence de "formes" du visage. La question est très délicate. Il est certain que l'exploration fine montre toujours quelques autres déficits visuels chez les patients. Inversement, on peut rapprocher la prosopagnosie des données de P. Elkman ou de A.N. Meltzoff, rappelées plus haut. Il est par ailleurs remarquable que la perception du visage présente une particularité nette :
- la reconnaissance d'un visage aperçu une fois est souvent extraordinaire, bien meilleure que pour des perceptions visuelles d'autre nature.
- or inversement, la reproduction d'un visage ressemblant, par le dessin, est beaucoup plus difficile que celle d'un paysage par exemple.
Il est fort possible que la réalité corresponde à une spécificité relative, celle de mécanismes d'identification visuelle particulièrement bien adaptés à la reconnaissance des physionomies, sans qu'il y ait néanmoins une signification constitutionnelle du visage. Les données obtenues chez le macaque indiquent qu'un nombre limité de neurones, localisés dans le sulcus temporal inférieur sont impliqués dans la reconnaissance des physionomies. Chez l'homme, la localisation et le mécanisme sont peut-être identiques car les lésions du sulcus temporal inférieur s'accompagnent généralement de prosopagnosie. Peut-être est-ce simplement la conjonction particulière d'indices significatifs qui permet la reconnaissance.

4. Les conséquences épistémologiques de l'Intégration perceptive.

Il y a une conséquence indirecte mais essentielle de l'intégration perceptive centrale des données sensorielles périphériques d'interface: **il devient possible d'expliquer complètement la totalité de nos représentations en terme d'une configuration particulière de données d'interface**. Ce qui est appelé image mentale ou représentation traduit en fait une activité des systèmes perceptifs centraux, correspondant à "une façon d'exister* particulière" des systèmes périphériques d'interfaces sensorielles.
Comme les trajets des influx nerveux sensoriels fonctionnent de la périphérie vers les centres, on peut admettre en première analyse que toute image mentale a trouvé son origine dans une perception de

l'environnement. L'expérience confirme que les images mentales font suite à un vécu et ne le précèdent pas.

Par ailleurs, il devient évident que les relations qu'un sujet pense découvrir dans une perception visuelle, n'appartiennent pas à l'environnement, mais ont été construites antérieurement par ce même sujet. Considérons deux objets A et B extérieurs l'un à l'autre. Ces deux objets s'ignorent à peu près totalement l'un l'autre. Le voisinage est établi au cours de la construction perceptive qui recouvre à la fois l'objet A et l'objet B. Parce que la construction perceptive initiale est automatique, nous avons le sentiment que le voisinage est une donnée d'environnement et que nous la découvrons dans l'analyse perceptive. Il n'en est rien car ce sont nos mécanismes perceptifs qui ont construit le voisinage.

Ce qui vaut pour le voisinage vaut également pour le contour: les différentes composantes du contour ne sont reliées dans une structure globale, que dans l'activité perceptive de l'observateur. Physiquement, les côtés opposés d'un carré s'ignorent et c'est l'oeil qui les réunit en dessinant le contour complet du carré. Les mêmes réflexions s'appliquent à la forme, à la taille, au mouvement. Il est donc tout à fait légitime de considérer que les données d'espace traduisent une construction de l'observateur.

Il devient manifeste que l'espace euclidien traduit une assimilation des données d'espace selon une construction particulière au cerveau. Nous "voyons" donc l'environnement à notre échelle selon l'espace euclidien, nous "apprenons" que cet espace est inadapté lorsque nous tentons de décrire les phénomènes de l'infiniment petit ou de l'infiniment grand. Nous pouvons alors comprendre que l'espace euclidien est une construction cérébrale.

Inversement, nous devons comprendre que la construction perceptive n'élimine pas, et même comme nous le voyons plus loin, renforce la cohérence* réelle de l'objet. Un objet est une portion du champ perceptif qui est caractérisé par des invariances quelles qu'elles soient. Il importe beaucoup plus qu'il y ait un constat d'invariances plutôt que de décrire objectivement la nature des invariances. Cela explique le biais systématique qu'entrainent les mécanismes perceptifs pour mieux assurer l'invariance de l'objet, biais qui apparaît renforcé au cours de l'évolution phylogénétique, ce qui souligne son intérêt. **La finalité de la connaissance apprise est pour une part une correction des distorsions perceptives subjectives.** Ce terme de distorsion pourrait du reste conduire à une erreur d'interprétation en évoquant une déformation d'un monde définissable dans l'absolu, sur un plan réaliste. En fait, la distorsion est en quelque sorte constatée après coup, par le développement des connaissances apprises qui définissent les erreurs initiales.

5.Intégration perceptive et sentiment du réel.

Aristote avait bien perçu l'intérêt de définir des catégories pour établir les références des caractéristiques des objets. La neurophysiologie vient de découvrir que dans une très large mesure, ces catégories correspondent à des mécanismes perceptifs élémentaires assurant chacun une intégration initialement indépendante. Les voies d'analyse perceptive indépendantes sont en fait bien plus nombreuses que de ce que nous pouvons avoir conscience, comme par exemple l'existence de sept à dix canaux d'analyse perceptive visuelle distincts ayant chacun un degré de définition propre.

Envisageons maintenant un "objet" de l'environnement, mettant entre parenthèse le fait de savoir dans quelle mesure nous avons assuré nous-mêmes le découpage de l'objet. Nous pouvons affirmer que la perception de cet objet telle que nous en avons conscience est une synthèse entre de nombreuses analyses élémentaires synchrones. La synthèse entre les données synchrones de différents canaux visuels notamment est essentielle, assurant de plus un découpage très prégnant entre l'objet et son environnement, entre la figure et le fond. Les conséquences sont accentuées par les déplacements ou les déformations de "l'objet" où la synchronisation persiste dans une succession d'images distinctes où l'environnement est modifié. La synthèse perceptive synchrone a lieu également entre les données de champ perceptifs différents, vision et tact, vision et audition. Aronson et Rosenbloom (025) ont ainsi montré que le nourrisson de moins de trois semaines était perturbé

lorsque, par un effet de stéréo-amplifications inégales, la voix de sa mère était "déplacée" sur le côté par rapport aux mouvements des lèvres maternelles.

En définitive, toute perception d'un objet est un ensemble complexe réunissant des qualités distinctes selon un processus très finement synchrone. Se retrouvent ainsi la multicrucialité* que nous verrons plus loin (IX-), ou le "relevé croisé" de Popper (169). Fait essentiel, la synchronisation cohérente entre les données perceptives différenciées ne peut s'effectuer spontanément dans le cerveau et exige un "événement extérieur", source de données synchrones. Au minimum, ce processus peut être à l'origine du sentiment de "réel" devant l'objet, puisque seul un événement extérieur authentique peut provoquer, non seulement les données mais aussi les bases d'une synchronisation. A un degré de plus, on peut affirmer qu'il doit bien exister "quelque chose" d'extérieur à nous, quelque chose qui renvoie à "l'existence" de l'objet perçu et à des particularités expliquant les invariances concordantes qu'il génère.

Il faut signaler encore que la multiplication des canaux perceptifs correspond parfaitement aux analyses de M. Mugur-Schachter (138). Chaque canal perceptif porte sur l'environnement un "regard" particulier qui définit des particularités de l'environnement en établissant un découpage original. L'image fournie par chaque canal traduit donc avant tout les résultats d'un regard et les invariances dégagées sont particulières à ce regard. Dans un second temps, la concordance des différents invariants fournis par le regard particulier de chaque canal perceptif, construit la cohérence* de l'objet perçu. Ainsi cette dynamique du regard préalable et du découpage propre à chaque regard se trouve affirmée dans les aspects les plus fondamentaux des démarches perceptives.

En définitive, il est fondamental d'insister sur le caractère construit de toute perception, le caractère subjectif de tout ce qui "découpe" un objet dans l'environnement et attribue des particularités à l'objet. Répétons le, le monde est nécessairement hétérogène, ne serait-ce que dans l'opposition possible et nécessaire du sujet et de l'objet de connaissance. Les perceptions et les représentations mentales qui en naissent sont également hétérogènes mais il y a peu de correspondance immédiate entre les hétérogénéités* du monde et celles de la perception ou de la représentation. Sur le simple plan de la transmission de signaux physiques, les caractères de l'hétérogénéité* externe sont en grande partie perdus car mal transmissibles au travers des systèmes d'interface. C'est seulement la réflexion sur l'action qui conduit dans un second temps à attribuer à l'environnement, des hétérogénéités* qui ont plus de chance d'être ontologiques, notamment l'opposition entre un moi et un non moi. Mais dès que nous tentons de décrire ces hétérogénéités*, nous ne pouvons le faire qu'en terme d'images perceptives, donc en réintroduisant l'hétérogénéité subjective. En ce sens, le point de vue de W.V.O. Quine affirmant qu'aucune correspondance ne peut exister entre les configurations du monde extérieur et les représentations mentales (176), n'est pas aussi excessif qu'il pourrait paraître.

D) De la Sensation à la Perception et de la Perception à l'Image mentale.

Comme nous l'avons vu plus haut (V-B), un récepteur sensoriel fournit au mieux un bit unique d'information par unité de temps lors d'un événement. C'est la multiplicité de récepteurs différents quant à leur emplacement et à leur sensibilité aux différentes formes énergétiques d'excitation qui enrichit l'assimilation de l'événement. Cependant, fondamentalement, chaque neurone sensoriel, chaque récepteur au sein d'un même neurone fournit une information isolée, indépendante des informations données par les autres neurones ou récepteurs.

Nous avons vu ensuite (V-C) qu'il existe à l'évidence des opérateurs perceptifs constitutionnels qui confrontent les données isolées des neurones sensoriels pour établir des configurations perceptives. Ce faisant, **il faut bien comprendre que ce que nous percevons ne sont pas des formes de l'environnement mais l'activité des opérateurs perceptifs intégrant l'état actuel des récepteurs sensoriels.**

1. Le passage de la sensation à la perception immédiate.

Pour mieux fixer les idées, envisageons un regroupement de huit neurones présents à la surface d'un organisme et réagissant de façon indépendante et spécifique à un événement. Envisageons un opérateur intégrant l'état de ces huit neurones à chaque instant t et utilisons le langage de l'informatique en qualifiant de "0" l'absence de changement de fréquence d'un neurone sensoriel en présence d'un événement, et de "1", un changement significatif de fréquence devant cet événement. Ce que percevra l'organisme devant l'événement sera un groupement caractéristique de type 10011011 par exemple. Deux événements provoquant le même groupement 10011011 seront considérés comme identiques même s'ils sont très différents pour d'autres observateurs. Ce qui est perçu n'est pas l'événement mais l'action des opérateurs ayant regroupé de façon ordonnée l'état de huit neurones. **Dans sa totalité, la structure globale de "l'image perceptive" traduit l'activité des opérateurs perceptifs et non une structuration de l'environnement.** L'ensemble de toutes les perceptions différentes possibles peut par ailleurs être établi en toute indépendance de la variété de l'environnement et il comprend 256 "façons de vivre" perceptives différentes.

Il nous semble que la perception olfactive est un bon exemple d'une intégration perceptive relativement élémentaire. Ce que nous appelons une odeur spécifique est uniquement un état holographique particulier de l'aire olfactive primaire avec évidemment un nombre d'unités fonctionnelles très supérieur aux huit de l'exemple théorique donné plus haut. C'est un nombre d'unités fonctionnelles beaucoup plus grand qui affine chez le chien la distinction des états holographiques de l'aire olfactive et qui lui permet de repérer un plus grand nombre d'odeurs distinctes que l'homme, alors qu'il ne semble pas y avoir de différences importantes dans la nature des récepteurs périphériques.

Dans la pratique, le nombre des neurones sensoriels chez l'homme est vraisemblablement de l'ordre de 10^7 et celui des récepteurs unitaires, de 10^8. Il en résulte une diversité considérable des perceptions possibles qui masque justement le fait qu'une perception traduit tout simplement l'action d'opérateurs sur les données de récepteurs élémentaires.

Par ailleurs, il est évident qu'il existe dans l'espèce humaine, une certaine évolution épigénétique des opérateurs d'observation, après la naissance. Cette évolution ne se prolonge pas au delà des premiers mois et elle indépendante des particularités d'environnement rencontrées. En ce sens, il est possible de considérer que tout se passe comme si les opérateurs perceptifs étaient pleinement définis constitutionnellement. Nous sommes tenté d'en conclure que les perceptions immédiates s'établissent d'emblée avec la totalité de leur contenu possible, sinon dès la naissance, du moins après quelques mois.

Inversement, ces perceptions sont beaucoup trop complexes pour pouvoir être "saisies" en totalité par les processus d'analyse supra-perceptifs. Ainsi s'explique une connaissance apprise qui n'est pas un développement dans la qualité de l'intégration centrale des données sensorielles, mais une compréhension croissante du contenu des perceptions immédiates.

2. Le Passage de la Perception immédiate à la Connaissance apprise.

Les opérateurs d'observation constitutionnels définissant immédiatement et totalement les perceptions, on pourrait alors se demander comment intervient la connaissance apprise. La réponse est dans le fait que la connaissance est tirée d'une "réflexion" et d'une "abstraction" sur des perceptions qui, elles mêmes s'établissent spontanément au contact du milieu mais qui sont beaucoup trop complexes pour être immédiatement assimilées dans leur totalité. Le terme de réflexion indique que l'origine de la connaissance est un retour sur une action qui n'a pas eu l'effet escompté. Le terme d'abstraction exprime une opération simplificatrice qui isole l'essentiel pour en faire un "schème" simple, mobilisable et généralisable.

2.1. La connaissance apprise de l'environnement.

Elle introduit deux compléments cognitifs, l'identification et la reconnaissance d'une part, la signification d'autre part.

2.1.1. L'Identification et la Reconnaissance. La perception d'un événement dans sa totalité traduit une construction beaucoup trop complexe pour être mobilisée, comparée, introduite dans un processus comportemental. Il est indispensable que le sujet assure dans un premier temps ce que Paul Valéry appelle le passage de "l'image" à "la figure". Cette analyse de Paul Valéry est fondamentale même si l'auteur n'avait pas totalement compris que ce qu'il appelle "image" n'est pas une assimilation brute de l'environnement mais le résultat de l'activité des opérateurs d'observation sur les données sensorielles élémentaires.
La "figure" est une combinaison d'un nombre limité "d'indices" dessinant un schéma caractéristique, beaucoup plus aisé à mobiliser. Notamment, ce qui est mémoriser pour permettre la reconnaissance est ce schéma et non la perception complète. Mais c'est également à partir de schémas de même type que s'établit la signification.

2.1.2. La Signification. Toute signification apprise traduit un lien acquis entre des schémas, lien entre la "figure" d'une perception et celle d'une autre "figure" de perception pour construire des classes d'équivalence, lien entre la "figure" d'une perception et le schéma d'un comportement moteur.

2.1.3. Identification, signification et dégénérescence. Qu'il s'agisse de l'identifcation ou de la signification, la schématisation présente une contrepartie négative. Si la simplification favorise considérablement la mobilisation, elle accroît du même coup le risque de confusions. Nous avons vu que le grand nombre de sensations élémentaires prises en compte dans l'élaboration de la perception d'un événement rendait fort peu vraisemblable une confusion entre deux événements distincts. Cette confusion a infiniment plus de chance de se produire lorsque les perceptions sont ramenées à un schéma et le risque qu'un même schéma soit appliqué à deux événements différents s'accroît considérablement puisque, par définition, un même schéma peut être relié à de nombreuses perceptions distinctes. Il y a donc nécessairement une opposition entre la simplification qui permet la mobilisation et la précision qui évite la confusion.

Par ailleurs, le passage de "l'image" à la "figure" est fortement déterminé par les exigences utilitaires et les contingences existentielles. La construction des "figures" ne peut être par définition orientée et elle est donc nécessairement biaisée.

Heureusement, les bénéfices de la simplification et de la précision ne sont pas liés de façon rigide. L'optimum qui se dessine spontanément réside dans l'élaboration rapide de schèmes très simplifiés et éventuellement biaisés qui peuvent être ensuite modifiés à parir de l'usage pour donner naissance à des schèmes plus complexes et plus précis. Ce mécanisme est l'explication fondamentale d'une évolution cognitive par étapes.

2.2. L'abstraction réfléchissante.

L'autre voie de la connaissance apprise est celle de l'abstraction réfléchissante, c'est à dire l'isolement sous forme des schémas simplifiés et équivalents, des mécanismes mis en jeu durant la perception, en un mot des opérateurs d'observation constitutionnels. En saisissant les mécanismes internes qui assurent la genèse des perceptions, l'individu peut faire porter sa connaissance au delà des données perceptives. Ainsi les opérateurs d'observation du type A de R. Vallée découpent dès la naissance l'environnement en "objets" mais il faut un an au nourrisson pour se représenter un monde fait d'objets indépendants et permanents. La couleur est perçue immédiatement à la naissance mais c'est seulement vers l'âge de trois ans que le petit enfant apprend véritablement à qualifier les objets selon la couleur. Encore cette qualification apparaît-elle beaucoup plus aisée dans l'identification d'un jeton de couleur homogène que dans la description d'un objet rassemblant des parties de différentes couleurs.

En définitive, et encore plus que ne pensait Piaget, la connaissance apprise est-elle liée à une réflexion sur le vécu, mais une réflexion portant bien davantage sur l'activité des opérateurs d'observation que sur l'activité motrice.

3. La Mécanique cognitive.

La configuration perceptive, même après intégration par les mécanismes cérébraux, est encore beaucoup trop complexe pour avoir valeur immédiate de connaissance. Une connaissance doit par définition pouvoir être aisément mobilisée pour permettre une transmission à autrui et une insertion dans un système cognitif général. Cela suppose à la fois un découpage et une simplification. Korzybski a qualifié d'abstraction la simplification qui permet de passer de la configuration perceptive à l'image cognitive, retenant les éléments les plus significatifs et négligeant les autres. A. Korzybski a souligné avec raison qu'il n'existe pas d'êtres abstraits conformes au schéma du réalisme platonicien mais qu'il existe des activités subjectives d'abstraction, ce qui est fondamentalement différent. Comme nous venons de le dire, le sujet connaissant prélève un nombre limité d'indices significatifs dans une configuration perceptive pour établir un schéma simplifié qui est posé comme équivalent de la configuration. C'est ce schéma qui constitue notamment la référence pour affirmer qu'une configuration perceptive nouvelle est comparable à une configuration préalablement analysée. Le schéma peut éventuellement recevoir une étiquette verbale qui permet son introduction dans un discours.

Par ailleurs, comme l'a encore souligné Korzybski, le schéma de connaissance ainsi établi, est une configuration d'indices ou d'éléments. Cela permet une comparaison significative entre schémas distincts, soulignant les éléments semblables et les éléments différents. Un nouveau processus d'abstraction devient possible, définissant des schémas cognitifs abstraits de second ordre réunissant les seuls indices communs à plusieurs schémas cognitifs élémentaires. Le processus d'abstraction peut se poursuivre avec un nombre de niveaux aussi élevé qu'il est souhaitable. Ainsi apparaissent toutes les étapes conduisant de la modification d'interface au concept le plus abstrait qui soit.

Mais par ailleurs, aussi bien sous sa forme de signifié que sous sa forme d'étiquette signifiante, et quel que soit le niveau d'abstraction auquel il correspond, le schéma de connaissance n'est pas totalement défini. C'est une fonction opératoire associant :
- des repères significatifs fondamentaux que nous pouvons considérer comme des constantes, et qui dessinent une structure,
- des zones neutres ou indéterminées qui peuvent recevoir sans dommage des données contingentes, soit lorsque le schéma est confronté à un objet de l'environnement, soit lors de précisions ou variations ultérieures; nous pouvons considérer ces zones neutres comme des zones paramétrables ou à enregistrement de variables.

Du fait qu'il est secondaire à un processus d'abstraction et en raison de cette double constitution de constantes et de variables, **le schéma de connaissance est "dégénéré" et son utilisation ne peut être que probabiliste** (X). Au niveau de l'analyse d'une configuration perceptive, le nombre d'indices prélevé étant limité, un nombre très important de configurations perceptives différentes peuvent être interprétées de façon identique. L'abstraction à partir d'indices ne définit qu'un "possible" ou un "vraisemblable" que la suite du vécu peut démontrer erronés; une correction peut alors être entreprise. **C'est là un mécanisme premier de complément autonome d'organisation à partir du bruit.** C'est seulement dans un second temps et devant un échec adaptatif qu'une configuration perceptive peut se révéler comme une description erronée du réel, apparaître entachée de bruit et exiger une correction cognitive.

Le même processus se renouvelle lors de l'élaboration d'un schéma de connaissance abstrait, reliant plusieurs schémas concret. Les indices communs retenus forment un catalogue ouvert, propre à des révisions ultérieures lors de constats d'échec adaptatif. **Il en résulte que tout schéma de connaissance est probabiliste et ouvert à des transformations ultérieures, fait dont nous soulignerons l'importance tout au long de notre thèse.** Il faut surtout en retenir qu'une suite de corrections et d'abstractions effectuées sur les configurations perceptives peut suffir à établir toutes les représentations mentales.

Remarquons encore que l'ouverture des schémas cognitifs vis à vis de corrections ultérieures ne se manifeste pas seulement sur le plan diachronique du développement ontogénétique. **Elle se manifeste également sur un plan synchronique, car l'introduction d'un schéma de connaissance**

au sein d'un contexte bien identifié ou d'un système cognitif global, peut fixe la valeur d'un certain nombre de zones neutres ou variables qui restaient indéterminées dans le schéma isolé.

L'indétermination partielle du fait cognitif élémentaire, établi sur une configuration perceptive, est donc fondamentale. Elle explique notamment :
- qu'un même événement puisse fournir de multiples schémas de connaissance distincts, qu'un même schéma de connaissance puisse s'intégrer dans des systèmes théoriques multiples et éventuellement contradictoires.
- qu'une observation cognitive ne soit pas neutre et qu'elle puisse être partiellement définie par les systèmes cognitifs théoriques de l'organisme connaissant.
- que les significations correspondant aux schémas de connaissance ne sont pas normalement stables et qu'elles ont une tendance spontanée à évoluer au cours du temps.

On peut enfin remarquer que le passage de la configuration perceptive au schéma cognitif accentue encore l'aspect autonomique et sélectif de toute connaissance. Faisant référence à une "façon d'être" de l'écran d'interface, elle est la cristallisation d'un vécu mental analysant cet écran.

E) L'évolution des Images mentales.

La connaissance apprise est pour une part, nous l'avons vu, une correction opératoire des perceptions pour en atténuer les effets de compensation ou de distorsion subjective. Mais la correction est purement opératoire et n'entraîne pas une modification des perceptions. Nous apprenons que le bâton plongé dans l'eau n'est pas brisé, mais nous continuons à le voir brisé. La transformation des images mentales en fonction des connaissances pose donc problème.

Par ailleurs, la connaissance apprise se fait également très largement par une comparaison entre perceptions effectuées indépendamment les unes des autres, dans l'espace ou dans le temps. Des schémas se construisent qui définissent des points communs à plusieurs perceptions. On voit mal comment ces schémas pourraient être directement traduits en images perceptives.

Les images mentales qui reproduisent le plus directement une connaissance de l'environnement sont les images visuelles, du moins chez les voyants. La traduction est dégénérée mais de plus, les images intérieures n'intègrent pas les processus d'abstraction qui leur sont appliquées. Nous pouvons abstraire la notion "d'animal" qui relie la puce et l'éléphant mais nous ne pouvons pas construire une image intérieure qui puisse représenter visuellement la puce et l'éléphant. Ce pourraient alors être des associations simultanées et successives d'images mentales statiques distinctes qui représenteraient le réel en incluant les corrections opératoires et les abstractions. Nous pourrions "voir" successivement une puce, un éléphant, un chien, une fillette pour traduire l'abstraction "animal". Ces séquences auraient l'avantage de ne dépendre que de la volonté du sujet, être originales en traduisant un imaginaire qui n'aurait nul besoin d'avoir été effectivement vécu. Ces associations dans le temps témoigneraient également du fait que la connaissance apprise est vécue comme le déroulement d'un scénario et n'est pas inscrite statiquement dans l'organisation cérébrale.

Mais cette capacité à vivre intérieurement des séquences reproduisant approximativement le réel a d'étroites limites. Au fur et à mesure que les corrections opératoires se développent, il se crée un divorce et les données de connaissance apprises se détachent de plus en plus des images perceptives qui les supportent. Par ailleurs, il n'y a aucune possibilité pour traduire les opérations, autre que le schéma perceptif. La seule issue est alors le "modèle équivalent" qui manipule des éléments perceptifs approchés ou même distants, selon des opérations déterminées:

a) le support perceptif peut devenir totalement arbitraire ou approximatif. Le schéma représentatif se dissocie entre un contenu et un contenant, le signifié et le signifiant. Le mot du langage est le type même de l'activité perceptive totalement arbitraire, où un support "d'étiquette" auditive permet le déroulement de l'activité représentative pour n'importe quel contenu, une

configuration perceptivo-auditive quelconque pouvant être mise en équivalence avec n'importe quelle connaissance apprise. C'est ainsi qu'apparaît la fonction symbolique qui s'impose du fait des insuffisances des images perceptives dans la traduction du progrès cognitif.

b) le schéma visuel peut être plus directement en rapport avec la connaissance lorsqu'il relie en une figure globale, des données perceptives locales acquises indépendamment les une des autres. C'est le cas des cartes de France, construites avant que les satellites permettent une perception plus directe. Cependant le schéma visuel devient lui aussi de plus en plus arbitraire lorsque la connaissance apprise porte sur des données qui ne sont pas à l'échelle physique de l'homme. L'illustration visuelle devient alors à la fois indispensable et erronée. Ainsi, on est tenté de représenter l'Univers au Big Bang comme un monde réduit à la taille d'une tête d'épingle, mais cette tête d'épingle est "vue" dans un espace environnant, ce qui est une absurdité puisque justement l'espace de l'Univers ne dépasse pas les limites de la tête d'épingle. Mais il nous est impossible de nous représenter une tête d'épingle hors d'un espace environnant.

En pratique, les conséquences d'un tel état de choses sont peu graves si nous ne perdons pas de vue que les représentations perceptives de connaissances opératoires ne peuvent être que des modèles à qui on attribue une équivalence purement fonctionnelle et opératoire avec le réel. Nous pouvons reconnaitre là, l'importance du primat de la relation et du rejet de la substance sur quoi nous avons insisté (I-4).

F) De l'Image mentale à la Construction du Réel.

Lors des premières greffes de cornée pour cataracte congénitale dont beaucoup ont été tardives, des aveugles de naissance recouvrant tardivement la vue, ont pu être interrogés (084). Ils ont précisé qu'à l'ablation du bandeau de protection post-opératoire, ils ont immédiatement perçu leur environnement comme un ensemble perceptif associant un contenant et des objets découpés aux contours nets, correspondant tout à fait au schéma réaliste et à notre propre perception d'adulte. Ces sujets étaient cependant incapables d'accorder une signification aux objets qu'ils percevaient et la principale évolution de leur perception par la suite a porté sur l'acquisition de significations.

On pourrait trouver là un argument très puissant pour affirmer l'existence d'un Univers dont les qualités sont indépendantes de nos perception. Mais inversement , les physiciens de la mécanique des quanta et en tout premier Niels Bohr, W. Heisenberg et Erwin Schrödinger avaient bien souligné que l'Univers n'existait es qualité que dans la conscience humaine. Ils voulaient exprimer qu'un élément du monde quel qu'il soit n'a d'interactions que de proximité et n'a aucune représentation d'un environnement quel qu'il soit. Les données d'espace et de temps sont relatives aux interactions de proximité entre les objets étudiés et il y a autant d'espace/temps distincts que d'observations. L'Univers en soi ne peut donc avoir de traduction. Schrödinger précise ainsi (188) que d'un côté, l'esprit est l'artiste qui a construit le monde tout en étant d'un autre côté, un accessoire insignifiant et contingent du monde achevé.

L'un des apports fondamentaux des connaissances nouvelles sur les mécanismes perceptifs innés est de fournir des éléments essentiels pour résoudre ce paradoxe apparent. Les mécanismes perceptifs constitutionnels, rapidement achevés sur les mécanismes innés, construisent effectivement un environnement perceptif global avant même que l'enfant puisse accorder une signification à tout ce qu'il perçoit. Cette construction perceptive, qui efface les configurations externes que l'on peut supposer, est contraignante et stable au cours de la vie. Elle impose un contenant qui est un espace-temps euclidien et qui est indépendant de l'expérience. La perception des couleurs, l'identification des formes, l'accentuation artificielle des contours, la correction spontanée des effets de perspective impose l'existence d'objets bien identifiés au sein du contenant, tout en traduisant avant tout des mécanismes perceptifs. Il est donc normal que tout individu ait initialement une représentation du monde qui soit celle qu'impose la construction perceptive.

Initialement, le monde perceptif du nourrisson est reconstruit à chaque fois que celui-ci regarde et disparaît complètement dès qu'il ferme les yeux. Mais très vite apparaissent ce que J. Piaget a appelé l'indépendance et la permanence :
- l'indépendance traduit le fait que les données perceptives se détachent de l'action globale par découpage et deviennent significatives par elles-mêmes.
- la permanence traduit le fait que les données perceptives ainsi découpées persistent au moins en partie, lorsque l'activité perceptive est interrompue.

Dès lors peut se construire un espace-temps représenté, calqué évidemment sur l'espace-temps perçu. La découverte des mécanismes innés d'intégration perceptive, le fait qu'il existe des stratégies perceptives innées indépendantes d'une action globale, renforcent sans les contredire, ces analyses de Piaget. L'indépendance et la permanence des données perceptives exigent moins d'efforts constructifs et d'expérience que ne le pensait Piaget.

La représentation de l'espace débute vers 18 mois à deux ans et se précise ensuite. Mais dès son apparition, l'enfant devient capable d'une représentation qui dépasse un champ perceptif unitaire. Il peut construire un modèle représenté qui rapproche des scènes perçues indépendamment les unes des autres, à la façon dont le photographe effectue un montage par rapprochement d'images enregistrées de façon indépendante. Le champ de l'espace représenté dépasse le champ de l'espace perçu. Cela dit, cet espace représenté se détache davantage de la réalité perçue, acquiert plus nettement le caractère construit que lui attribuent les physiciens modernes.

Le propre de la Science et de la Culture est d'accroître la dimension de l'espace représenté, tout en provoquant un éloignement accru par rapport à l'espace perçu. D'une part, comme nous le voyons plus loin, certaines circonstances permettent la prise de conscience des déformations perceptives et il se construit peu à peu un monde moins dépendant des mécanismes perceptifs, donc plus proche du réel. D'autre part, il se construit des modèles perceptifs qui vont bien au delà d'un simple assemblage d'image. Les géographes ont "construit" l'image visuelle de la France bien avant qu'un satellite leur ait apporté l'immense satisfaction de savoir qu'ils n'avaient pas commis d'erreur.

L'Univers construit tend à déborder complètement l'appréhension perceptive. Cet Univers ne peut être que purement opératoire car il n'y a pas de tertium à côté de la perception et de l'opération. Cependant, dans un premier temps, les modèles, même enrichis par des opérations, sont absolument perceptifs ; la France vue d'une navette spatiale est perceptivement identique à la France perçue à partir d'une carte de géographie datant du début du siècle. Il est même possible de traduire en première approximation, sur une sphère céleste à échelle réduite, l'ensemble des constellations perçues à l'oeil nu. Dans ces conditions, il n'est pas faux de postuler la réalité de ces données indépendamment de la conscience qu'on peut en avoir, même si les propriétés attribuées sont issues des mécanismes perceptifs et si nous savons que des correctifs sont nécessaires.

Cette façon de faire ne peut cependant suivre le progrès scientifique, notamment lorsqu'il n'est plus possible d'accepter des références euclidiennes. Or, inversement, il nous est impossible d'avoir des représentations d'espace-temps qui ne soient pas celles de nos mécanismes perceptifs, c'est à dire euclidiennes. Nous avons alors le choix entre la construction purement opératoire et non perceptive de l'Univers ou bien l'appel à des métaphores perceptives nécessairement fausses. C'est le principe de correspondance* de N. Bohr (024). Démocrite était conscient de ce divorce entre le processus opératoire et les sens. Mettant en scène dans une discussion la Raison et les Sens, il fait affirmer à la Raison : "La couleur n'existe qu'en apparence, de même le doux, l'amer ; seuls les atomes et le vide ont une existence." A quoi les Sens répondent " Pauvre Raison, qui prends chez nous tes arguments et t'en sers pour nous calomnier. Ta victoire est ton échec !!"

La leçon de la mécanique quantique est manifeste. Les phénomènes ne se déroulent pas dans un espace euclidien et la notion même d'un espace universel, même déformable, ne peut être retenu. A notre échelle, nous avons eu longtemps l'illusion de cet espace universel parce que nous pouvions faire des prédictions effectives dans le cadre d'une conception d'un tel espace. Loin de notre propre échelle en revanche, le support perceptif qui est lui même à notre échelle, ne peut plus être utilisé avec succès et l'espace euclidien, l'espace universel doivent être rejetés. Nous ne devons pas penser

qu'il y a des solutions propres à chaque échelle mais seulement que l'illusion perceptive qui traduit le réel est plus prégnante à notre échelle et moins lourde de conséquences.

Par ailleurs, nous avons dit que la connaissance apprise est pour une part, une correction des distorsions perceptives subjectives. Nous pensons qu'un second volet complète la connaissance apprise: celui de la confrontation entre perceptions faites en des endroits différents, et/ou à des moments différents. Ces confrontations peuvent se faire en termes purement conceptuels mais les concepts utilisés ont été primitivement dérivés de perceptions. L'affirmation du caractère premier de la perception se trouve donc à nouveau affirmée. Mais de plus, c'est uniquement nous qui assurons le rapprochement entre nos perceptions distantes. Il est certain qu'il existe de proche en proche, une relation physique entre les atomes situés à Paris et ceux qui se trouvent à Pékin. En aucun cas, cette relation n'est la base des comparaisons géographiques que nous pouvons effectuer entre Paris et Pékin. Ni Paris, ni Pékin n'ont conscience de pouvoir être confrontés. Si nous acceptons l'idée, et il le faut bien, que nous construisons nous même le carré en incluant les côtés opposés dans une figure unique, à plus forte raison sommes-nous responsables de tous les rapprochements géographiques. La seule différence entre les deux exemples vient de ce que le premier exemple du carré précède la conscience, alors que le second exemple de la géographie lui succède. Nous sommes donc les maîtres d'oeuvre exclusifs des comparaisons que nous faisons entre perceptions distantes. Le résultat est une extension du réel perçu, mais une extension que nous effectuons nous-mêmes. Comme E. Schrödinger, N. Bohr, W. Heisenberg l'ont immédiatement compris au contact de la réalité quantique, l'homme a créé lui même l'apparence du réel qu'il étudie.

G) De l'idéalisme et du constructivisme à l'Ecole de Copenhague.

La conception de l'espace et du temps est au cœur de toute description de l'environnement. Très justement, Kant a argué de la révolution copernicienne pour démontrer l'importance du sujet dans l'édification d'un objet cognitif qui se substituait à l'image passive d'un objet "réel". Cet objet cognitif est principalement décrit en références d'espace et de temps. Or pour Kant, nous semble-t-il, il existe un espace et un temps absolus, extérieurs au sujet mais parallèlement, le sens de l'espace et du temps précèdent pour lui l'expérience et sont les formes *a priori* de notre sensibilité. En ce sens et par rapport à l'analyse de Kant, le néo-kantisme de Helmholtz et F.A. Lange est révolutionnaire: l'*a priori* étant confondu avec l'inné, l'espace/temps peut relever davantage de la constitution humaine que de l'absolu. Il n'y a eu malheureusement aucune synthèse entre les analyses physiologiques d'Helmholtz et la condamnation de l'espace/temps absolu par Mach, pourtant presque contemporaines.

1) Constructivisme et mécanique quantique.

Dans la très belle analyse qu'il fait de la pensée physique (150), notamment le chapitre sur la microphysique, J. Piaget se montre à la fois prudent, visionnaire et contradictoire. Sa position sur la connaissance physique est sans aucune ambiguïté : la découverte des particularités physiques de l'environnement n'est possible qu'à partir des actions sur l'environnement et elle est donc apprise. En ce sens, Piaget parait bien s'opposer à Kant aussi bien qu'à Helmholtz. En revanche J. Piaget ne tranche pas sur les rapports existant entre l'espace/temps construit qui est celui de la connaissance et un espace/temps "réel" qu'il postule à de nombreuses reprises. Il nous semble alors que Piaget n'explique pas véritablement pourquoi l'espace connu et construit est identique chez tous les individus, ce qui est pourtant un fait essentiel :
- cette universalité ne pourrait s'expliquer dans le cadre des thèses piagétiennes, par une influence sociale universelle, allonomique*.
- une universalité expliquée par une identité entre l'espace construit et un espace "réel" reposant sur une affirmation de principe, ne serait en rien une explication.

Or parallèlement, Piaget a pris la pleine dimension de la révolution épistémologique postulée par l'Ecole de Copenhague, au travers des oeuvres de N. Bohr et d'Heisenberg. Il souligne bien que le principe de complémentarité* existe au départ de façon universelle et que les impressions d'espace et de temps absolus sont en quelque sorte singulières et réservées à une perception à notre échelle : "La complémentarité* est une propriété générale caractérisant les rapports, non pas entre éléments ou opérations simples, mais entre totalités opératoires. C'est seulement dans la logique usuelle qui porte sur la réalité à l'échelle macroscopique, que la permanence des objets individuels rend aisé le passage d'un système opératoire aux systèmes qui lui sont complémentaires, de telle sorte que les mêmes objets peuvent être traités tour à tour comme les éléments qualifiés d'une hiérarchie de classes logiques, comme unités numériques, comme parties d'une configuration spatiale..... sans que l'esprit éprouve aucune difficulté à relier en un seul tout, les caractères simultanément virtuels, mais successivement actualisés de chaque objet individuel."

Il nous semble cependant que Piaget demeure ambigu sur ce qui peut expliquer la spécificité de ce qu'il appelle l'échelle macroscopique. Nous sommes personnellement persuadé que l'organisation cérébrale innée est la seule responsable de cette spécificité. Si la représentation de "l'échelle macroscopique", ou plutôt humaine, est bien le résultat d'une construction épigénétique* au contact de l'environnement et durant les premières années de vie, cette construction est pratiquement totalement déterminée par l'organisation neuronique innée. C'est le système perceptif constitutionnel qui intègre spontanément la cohérence* existant entre des images d'un même environnement au travers de canaux perceptifs multiples. Cela assure le moyen de passer d'un système opératoire à un système complémentaire sans avoir une conscience directe de ce passage, ce qui supprime les oppositions de la "complémentarité*". Simultanément, la multiplicité cohérente des différents canaux perceptifs se trouve à l'origine du sentiment de "réalité" et de l'orientation spontanée vers une conception "réaliste" du Monde.

C'est encore la relative stabilité de l'organisation cérébrale depuis la naissance qui justifie l'incapacité de toute représentation perceptive autre qu'euclidienne. Se trouve ainsi valorisé le principe de correspondance* de N. Bohr, soulignant l'intérêt de décrire dans un espace euclidien, un modèle physique formalisé dans un espace non euclidien, tout en sachant qu'au mieux, une certaine "correspondance" peut être établie. En effet, nous ne pouvons pas faire évoluer notre système de représentations avec nos connaissances formalisées. Nos représentations visuo-perceptives ne peuvent être qu'euclidiennes, même lorsqu'il s'agit d'exprimer un phénomène se déroulant dans un espace non euclidien. Si nous essayons de visualiser un espace de Riemann, de Lobatchevsky ou la déformation gravitationnelle de l'espace/temps, nous construisons en fait un espace euclidien où les droites sont remplacées par des courbes concaves ou convexes. Il n'y a aucun intermédiaire possible entre la perception nécessairement euclidienne et la pure formalisation mathématique qui peut porter sur n'importe quel espace non euclidien mais ne peut être représentée perceptivement.

Il y a donc bien un processus constructif de l'espace et du temps, mais un processus qui prend la mesure de la constitution cérébrale par abstraction réfléchissante de l'action, et non par une mesure directe de l'environnement. Il y a ainsi un certain retour vers l'idéalisme transcendantal de Kant ou de la phénoménologie puisque le processus constructif est la découverte d'un moi existant avant tout contact avec le monde et que l'équivalent d'une "réduction" permet seule de dépasser l'illusion réaliste.

2) La nature de l'environnement inféré.

Une question se pose alors, qui est de savoir si le découpage du continuum d'espace/temps assuré par le système perceptif constitutionnel, tout spécialement celui de la vision, correspond à un découpage de l'environnement indépendant de tout observateur. C'est en partie aujourd'hui un faux problème puisqu'il n'y a aucun moyen autre que la perception, de découvrir à notre échelle ce découpage indépendant supposé. Le fait qu'aux autres échelles, celles du Cosmos ou de la particule, le découpage soit différent, est évidemment à prendre en compte et il est certainement beaucoup plus stimulant pour l'épistémologie d'affirmer que le découpage pourrait être spécifique au moins en partie, de l'activité perceptive. Voyons de plus près ce qu'il en est.

Il faut en ce domaine aller contre le sens commun et insister sur lefait que l'espace perçu n'est pas nécessairement une transcription d'un espace "réel" et qu'à l'inverse, cet espace correspond nécessairement à l'organisation biologique constitutionnelle. Le respect du principe de l'autopoièse*, modifié par la prise en compte nécessaire du mécanisme d'interface, suppose que la transcription de l'objet perçu soit immédiatement et a priori, familière pour l'organisation biologique interne. L'image de l'objet doit être constituée par des données originales modulant une organisation interne préalable qui est justement celle d'un espace/temps de type euclidien. Il est évident qu'au cours de l'élaboration phylogénétique de l'organisation interne, celle-ci s'est rapprochée de plus en plus des caractéristiques d'un environnement qui demeurait égal à lui-même dans sa propre organisation. Cela n'apporte cependant aucune donnée pour établir la correspondance.

La question de la "réalité" de l'espace perçu a été beaucoup plus fondamentalement discutée qu'on ne le pense habituellement. Leibnitz et Diderot estimaient qu'une géométrie "absolue" pourrait et devrait être dérivée du constat d'une même géométrie à partir de sens différents. Or ce constat peut permettre de définir des invariants opératoires mais il est insuffisant pour une structuration de l'espace "réel". Plus tard, von Senden a du reste nié l'existence d'un véritable espace chez l'aveugle ou en l'absence de vision. Nous avons pu constater, avec Guy Tardieu, que l'enfant de quatre ans confond totalement l'étoile à cinq branche et la croix suisse, lorsqu'on les lui place dans la main, avec les yeux fermés. L'enfant identifie des "pointes" mais ne les coordonne pas dans un ensemble formel. Or le fait que toutes les configurations spatiales sont perdues au cours de la stimulation isolée de chaque récepteur rétinien, que nous percevons en fait des images de synthèse reconstituées à partir des données rétiniennes éclaire la question d'un jour entièrement nouveau. Une approche détaillée des différents caractères d'espace peut apporter quelque éclairage :

- **la couleur** : bien que la couleur ne semble pas immédiatement une donnée d'espace, son analyse est particulièrement suggestive. La caractérisation d'un objet par la couleur est presqu' entièrement le fait du système nerveux comme Newton l'avait déjà pressenti. C'est l'oeil qui sélectionne arbitrairement une bande très étroite de rayonnement électro-magnétique et ce sont les différences entre trois types de cônes qui génèrent le système des différentes "couleurs". Par ailleurs, selon la température moyenne de couleur de l'ambiance, deux rayonnements électromagnétiques aux extrémités du spectre visible peuvent donner lieu à une perception de couleur identique. Mais de plus, qu'est exactement le rayonnement électro-magnétique en dehors de la connaissance que nous en avons et que nous avons construite ? Il nous est impossible d'accorder une signification à ce rayonnement qui soit indépendante de **nos** observations. Par ailleurs, nous situons le rayonnement électro-magnétique dans le cadre de la mécanique quantique, donc justement dans un espace/temps non euclidien. Contrairement à ce que dit R. Thom, nous ne pouvons négliger la mécanique quantique si nous voulons tenter de qualifier une "réalité" de l'environnement comme la couleur. Au total, il n'y a donc pas de couleurs en dehors de l'observateur humain ou animal. Inversement, la perception de la couleur, avec une invariance artificiellement accentuée, favorise considérablement l'isolement, l'identification, la reconnaissance de l'objet.

Mais en fait, le noir et le blanc sont aussi des couleurs et c'est toute la vision qui est liée au rayonnement électromagnétique. L'analyse critique de la couleur s'applique donc également à la forme dont le remplissage et le contour s'exprime en "couleur". L'ignorance sur la nature exacte du rayonnement électromagnétique se reporte sur toute la vision, donc sur toute la représentation d'espace.

- **la taille et l'appréciation de la distance entre deux points** : l'appréciation de la taille ne peut être que relative à l'observateur. Mais il est fondamental de rappeler que la constance de la taille en dépit de la variation de la distance, est automatique, précoce chez le très jeune nourrisson et liée à la vision binoculaire. Cette constance est d'abord perdue dans l'analyse de chaque image rétinienne, puis reconstruite, indépendamment de repères, de connaissance, par confrontation avec l'angle de convergence des deux yeux au cours de la perception de l'objet. C'est pourquoi des erreurs sont possibles lors de la vision de grillage comme dans un appareil de photo du type autofocus. Il n'y a donc pas de taille en dehors d'un observateur effectuant comparaisons et mesures, et en revanche, il existe pour l'observateur humain une référence immédiate et subjective de taille qui intervient dans la reconnaissance des objets. La situation est identique pour tout intervalle.

- **le mouvement** : l'impression du mouvement des objets est totalement reliée à l'observateur, soit au sentiment pour l'observateur d'être lui-même immobile ou en mouvement, soit par comparaison avec un repère supposé immobile. Ainsi s'explique très facilement le principe de la relativité galiléenne. Inversement, la perception du mouvement favorise l'isolement de l'objet comme une totalité par rapport à son environnement. Par ailleurs, les accélérations sont ressenties mais seulement par l'oreille interne et avec une précision très grossière par rapport aux analyses visuelles du mouvement.

Les mouvements de la tête et des yeux sont automatiquement compensés dans la vision, ce qui permet dès le plus jeune âge d'opposer ce qui reste effectivement fixe par rapport à l'observateur et ce qui bouge. Il va en résulter très facilement une opposition de figure et de fond, de contenant et de contenu, d'un "espace" vide en trois dimensions dans lequel se déplacent les objets, un espace entièrement synthétisé et qui n'est pas forcément celui de l'environnement.

- **la situation** : la situation réciproque des objets est certainement l'une des caractéristiques de l'environnement qui pourraient être indépendantes d'un observateur. Mais inversement la géométrie topologique est justement une géométrie qui n'est pas du tout nécessairement euclidienne.

- **la forme** : c'est la question la plus délicate. Les fonctionnements parfaits, dit Paul Valéry, passent totalement inaperçus lors de leur activité. Nous voyons tellement automatiquement les segments de droite, nous sommes tellement habitués à les attribuer à l'environnement lorsque nous les percevons, qu'il nous semble incongru qu'on puisse en faire une particularité de notre vision. Et pourtant !! Les points à l'opposé d'un cercle s'ignorent totalement et c'est nous qui les réunissons pour en faire un cercle. Un cercle qui aurait une existence indépendamment d'un observateur n'est pas facilement concevable. Ce que nous croyons percevoir n'est pas un segment rectiligne de l'environnement mais un alignement de cônes rétiniens stimulés de façon identique. Cet alignement rétinien est la seule donnée qui mériterait une qualification de segment de droite car en aval de l'analyse rétinienne, la stimulation de l'aire visuelle qui donne une "impression" de segment rectiligne n'est physiquement en rien un segment de droite.

En définitive, on ne peut affirmer que même à notre échelle, l'espace/temps euclidien ne soit pas avant tout une particularité de l'organisation cérébrale, animale ou humaine. D'une part, la perception reproduit sûrement certaines caractéristiques de l'environnement et d'autre part, elle apporte également avec certitude un aspect propre de construction ou déformation subjective sans qu'il soit possible de départager ces deux opérations. Il faut évidemment qu'il y ait des hétérogénéités* locales dans l'environnement pour amorcer l'activité perceptive d'espace, mais l'interrogation sur leur nature n'a pas de sens puisqu'aucune comparaison n'est possible. Un peu à la façon des phénoménologistes, il est donc souhaitable de mettre entre parenthèse le fait de savoir dans quelle mesure les systèmes perceptifs retrouvent un réel ou assurent un découpage qui leur est totalement propre. Il est en revanche certain que l'espace/temps que nous percevons est synthétisé par le cerveau.

Mais quelles que soient les conditions de départ, les capacités de réflexion humaine permettent en tous cas à chacun d'extraire un espace/temps euclidien actualisé et représenté à partir de l'exercice de son organisation perceptive au contact de l'environnement. Les boucles perceptives qui fournissent les données et permettent d'en contrôler la cohérence*, la multiplicité des canaux perceptifs produisant des images partiellement concordantes, réalisent un système fortement structuré, donnant un sentiment de réalité et laissant penser que l'objet perçu existe es qualités indépendamment de l'observateur; c'est la prise en compte exagérée de cet état de choses qui conduit au réalisme platonicien, affirmant l'authenticité de l'organisation euclidienne de l'espace.

Ce réalisme est contestable même à notre échelle de perception, mais son acceptation n'entraîne pas de distorsion à cette échelle dans la mesure où une conception d'un "réel" euclidien et celle d'un espace euclidien synthétisé par la perception se rejoignent dans leurs conséquences épistémologiques. En revanche, la poursuite même des expériences et des analyses de l'environnement dans le cadre de l'espace/temps euclidien a permis de percevoir sa relativité, et nous ajouterions sa relativité humaine. L'approche de la mécanique quantique voit un espace et un temps propres à chaque expérience, intraduisibles en termes perceptifs et réductibles à un formalisme

mathématique. Le prix à payer est la relative indépendance d'une expérience par rapport à l'autre puisque rien ne vient coordonner entre eux des systèmes opératoires distincts caractérisant des expériences distinctes.

L'approche cognitive telle que la conçoit l'Ecole de Copenhague est donc épistémologiquement beaucoup plus universelle que l'approche réaliste, et de plus, elle est légitimée par la découverte de l'organisation perceptive innée faisant de l'espace/temps euclidien, une particularité cérébrale constitutionnelle :
- cette approche permet à l'homme de se dépasser lui-même dans ses démarches cognitives en échappant aux particularités de sa propre nature,
- elle situe la véritable place de la démarche cognitive, centrée initialement sur une réflexion portant sur la rencontre entre deux systèmes, notamment un observateur particulier et un observé.
- elle souligne que faute de références d'espace/temps universelles, l'objet cognitif doit être construit à partir des expériences et n'a pas d'existence avant et en dehors de celles-ci.
- c'est seulement un effort d'abstraction réfléchissante très évoluée qui permet de dériver secondairement des données initiales de rencontre, une image de soi et de ses propriétés, une image de l'environnement dans ses régularités.

Conclusion

Une perspective réaliste conduit à rechercher la source des connaissance dans l'existence de concepts ayant une signification par eux-mêmes, et transmis d'un individu à un autre. Mais cette perspective ne s'impose nullement et inversement, il ne peut être exclu que tout le contenu du discours soit réductible à l'analyse de sensations faites antérieurement par d'autres individus et transmises verbalement. Les sensations nées au contact de l'environnement constituent donc une base fondamentale, sinon exclusive des connaissances; Aristote l'affirmait déjà. A la suite de l'analyse du fonctionnement du système nerveux que nous avons exposée, un certain nombre de conclusions peuvent être tirées. **La première est qu'aucun argument sérieux ne peut être proposé pour défendre une prise d'information sur l'environnement actuel qui n'emprunterait pas obligatoirement la voie des récepteurs sensoriels que nous avons appris à identifier.** La transmission d'information par ces récepteurs obéissant à des règles précises, ces règles marquent systématiquement toute l'information issue de l'environnement. Ces règles devraient donc constituer un préalable à toute réflexion épistémologique.

1. Organisation sensorielles et perceptives constitutionnelles vis à vis des conceptions philosophiques.

L'acceptation des analyses des sensations et perceptions que nous venons de présenter remet en cause un certain nombre d'interprétations philosophiques.

1.1. Le principe mullérien.

Globalement, les conceptions de J. Muller se trouvent confirmées. Cependant, la variance qualitative des récepteurs sensoriels et la thèse de l'énergie spécifique ont des conséquences limitées sur l'analyse épistémologique (V-B-1). Il en est tout autrement du fait que la seule source d'information sur l'environnement dont nous disposions, soit la décharge d'un neurone sensoriel, avec comme seule connaissance que nous puissions en tirer, l'existence de la décharge elle-même: nous sommes informés de la décharge d'un neurone sensoriel plutôt que d'un stimulus externe.

- ce fait apporte une validité considérable au schéma de la clôture organisationnelle*. La décharge d'un neurone sensoriel a un effet intérieur et un effet signifié. Nous pouvons donc décrire un comportement pleinement autopoiétique* et pourtant intégrant les variations d'environnement.

- l'idéalisme kantien privilégiant dans la connaissance, "l'apparence" de l'objet plutôt que sa réalité nouménale se trouve également confirmé. La notion d'apparence doit évidemment conduire à celle de rencontre entre le sujet et l'objet.
- ce primat de la rencontre sujet/objet n'exclut pas que soit construit ultérieurement un modèle très vraisemblable de l'environnement et du moi, mais seulement conjectural.

1.2. Les conséquences d'une organisation perceptive constitutionnelle.

Elles nous paraissent encore plus importantes et nous voudrions les étudier en précisant ce qu'elles apportent à un certain nombre de conceptions épistémologiques essentielles pour nous.

1.2.1. Organisations perceptives innées et constructivisme. K. Popper fait remonter l'origine de la dynamique cognitive à la mise en jeu de données constitutionnelles (169), mais il n'accorde aucune signification particulières à ces données. De ce fait, la connaissance des organisations perceptives innées n'a guère d'influence sur les conceptions poppériennes. Cependant l'organisation constitutionnelle initiale d'un espace et un temps euclidiens peut avoir des conséquences sur les approches de la mécanique quantique par Popper.

En revanche, les conséquences d'organisations perceptives innées sont considérables sur le constructivisme piagétien. D'une part se trouvent dévalorisées toutes les études piagétiennes sur le très jeune nourrisson, ainsi que la description des perceptions considérées comme des imitations intériorisées. Mais d'autre part, et beaucoup plus fondamentalement, l'existence de mécanismes perceptifs innés valorise globalement la doctrine piagétienne :
- la possibilité de délimiter automatiquement des "objets" dès la naissance et de les signifier rapidement par intégration dans un comportement, constitue un point de départ de l'activité subjective, beaucoup plus cohérent que l'exercice des réflexes innés.
- l'existence d'un vécu perceptivo-moteur précédant et préparant l'activité mentale representative, la définition de la pensée comme activité perceptivo-motrice intériorisée, la réduction de tout concept ou symbole à un lien arbitraire signifié/signifiant, deviennent des hypothèses beacoup plus vraisemblables encore qu'elles n'apparaissaient dans l'oeuvre piagétienne.

Par ailleurs, le constructivisme peut se trouver dégagé de tout engagement réaliste. Ce qui est l'objet de la réflexion n'est pas un réel directement appréhendé mais uniquement l'activité perceptive organisant les données sensorielles nées au contact d'un réel simplement inféré et non décrit dans ses propriétés.

1.2.2. Organisations perceptives innées et idéalisme. La conception de Kant faisant de l'espace et du temps, des *a priori* de notre sensibilité, devient hautement vraisemblable. Cependant, deux points auxquels Kant ne pouvait songer, doivent être pris en compte :
- c'est un espace/temps particulier, euclidien, qui apparaît ainsi *a priori* et cela ne doit pas conduire à éliminer l'existence d'autres espaces/temps, bien que de tels espaces/temps échappent définitivement à notre sensibilité.
- l'espace/temps euclidien est *a priori* dans notre sensibilité mais non dans notre entendement. C'est une réflexion sur le vécu perceptivo-moteur qui permet dans un second temps, la mise en place d'un espace/temps euclidien représentatif. A son tour, la réflexion sur l'espace/temps euclidien montre que celui-ci "n'est" peut-être qu'une forme *a priori* de notre sensibilité, qu'à ce titre il peut se montrer un modèle imparfait de notre environnement.

1.2.3. Organisations perceptives innées et réalisme. C'est tout le réalisme qui doit être révisé du fait de l'existence des organisations perceptives innées. Deux exemples le démontrent facilement :

- Gödel semble appuyer (123) son adhésion au réalisme sur le fait que "nos idées se référant aux objets physiques contiennent des constituants qualitativement différents de sensations ou de simples combinaisons de sensations". Cela est tout à vrai mais l'idée de l'objet peut être totalement construite à partir d'un schéma perceptif de l'objet et une réflexion sur les actions concernant cet objet.

- avant la lettre poppérienne, C.S. Pierce a émis l'hypothèse que la pensée était construite par une succession d'inférences se provoquant l'une l'autre. Pierce a bien compris que ce schéma comportait nécessairement un point de départ. Il a considéré que ce point de départ était nécessairement un "signe" ayant une valeur propre, indépendante des inférences ultérieures. Cela a été pour Pierce l'origine d'une remarquable réflexion sur la sémiotique, mais cette réflexion s'appuyait nécessairement sur un réalisme de natures. Le vécu perceptivo-moteur initial et la dénomination signifiante et arbitraire d'un signifié perceptif est évidemment une explication tout aussi défendable des premiers "signes".

Il faudrait cependant éviter d'aller trop loin en affirmant que les données de l'espace et du temps dans nos perception se réfèrent uniquement à notre organisation constitutionnelle. Il est vrai que l'environnement est "découpé" de façon contraignante par nos mécanismes perceptifs mais cela n'empêche pas ce que Popper appelle le relevé croisé. Nous analysons l'environnement par de multiples canaux perceptifs distincts et pour une part, la confrontation des données de ces différents canaux définit l'objet. Cette confrontation est non seulement définissante mais également confirmante. Très simplement, si nous approchons notre main vers un objet perçu visuellement et sous le contrôle de la vision, nous pouvons anticiper le contact. Le fait que ce contact ait une traduction tactile ou sonore est donc une confirmation. On pourrait multiplier les exemples en ce domaine et consciemment ou inconsciemment, il en résulte le sentiment de la "réalité" de l'environnement. Il nous semble qu'il y a plus et que cela devrait en quelque sorte, nous conduire à qualifier l'environnement indépendamment de nos systèmes perceptifs. La question du réalisme, et notamment d'un réalisme déformé ou voilé doit demeurer au cœur de la réflexion épistémologique.

2. Les deux temps de la prise de connaissance.

L'assimilation des informations extérieures comporte obligatoirement deux temps complémentaires, établis en quelque sorte de part et d'autre des systèmes d'interface.

2.1. La transformation en données binaires.

Durant un premier temps, les données de l'environnement sont reportées sur l'état des récepteurs, les uns excités, les autres non modifiés. La réponse de ces récepteurs aux données d'environnement ne peut se traduire que par la stabilité dans l'état antérieur ou la bascule d'un état métastable à un autre. Pour un récepteur particulier, toute information se trouve réduite à une traduction binaire, quelle que soit la complexité de l'événement détecté. La richesse informative globale transmise par l'ensemble des récepteurs est liée au fait que ces récepteurs présentent un seuil de réponse variable selon la nature physique de l'excitant, et plus encore au fait que chaque récepteur en fonction de son emplacement explore une région différente de l'environnement. Ces deux particularités des neurones sensoriels sont à l'origine d'une structuration des signaux issus d'un événement, mais cette structuration reflète bien davantage la distribution spatiale des neurones et leur hétérogénéité qualitative, que la configuration de l'événement.

2.2. L'élaboration perceptive.

A partir des données sensorielles élémentaires, il y a, selon l'expression de Teuber, une "extraction" de la signification effectuée grâce à l'analyse de l'ensemble des données fournies par les récepteurs sensoriels. Cette extraction comporte elle-même deux temps que l'auteur nomme compensation et représentation.

2.2.1. <u>La compensation des signaux sensoriels.</u> Le terme de compensation vient de ce que Teuber y voyait principalement une évaluation de l'information par rapport à la position de l'observateur et à ses changements de position. En fait, ce temps de l'analyse perceptive est beaucoup plus complet et traduit une véritable élaboration d'images perceptives. On peut y observer deux mécanismes:

- celui d'une compensation qui va bien au delà d'une prise en compte de la situation d'observateur. La compensation s'effectue également vis à vis des conditions moyennes de

l'environnement, car la reconnaissance des objets connus prime une représentation "objective" ou physique de l'environnement. Les contours sont accentués, les déformations de perspective sont corrigées, les contrastes sont soulignés. Les mécanismes perceptifs de l'observateur sont même modifiés pour que la discrimination des contrastes demeure optimale quelle que soit l'intensité moyenne des stimulations.

- celui d'une véritable construction des images perceptives. Chaque catégorie servant à décrire l'environnement est analysée de façon indépendante. Cette indépendance ne marque pas seulement les cinq sens fondamentaux mais les particularités à l'intérieur de chaque sens. Ainsi, la couleur, la forme, la taille, le mouvement sont analysés séparément dans le cadre de la perception visuelle. Bien plus, l'image visuelle globale est obtenue par superposition d'analyses faites à des définitions différentes.

Le résultat est une synthèse des données d'environnement sous une forme profondément marquée par les mécanismes utilisés. En aucun cas, les images perceptives ne peuvent être considérées comme des reproductions passives des données d'environnement mais relèvent d'une véritable synthèse originale réunissant des points de vue particuliers. Cette élaboration précédant la représentation, n'est pas accessible à l'analyse consciente. Aussi, ce que nous nous représentons n'est pas une photographie, une imitation d'un réel, mais le résultat de l'activité d'opérateurs agissant sur les données sensorielles élémentaires provoquées par l'environnement.

Cette affirmation d'inaccessibilité du réel pourrait conduire à nous faire accuser de contradiction puisque nous présentons une analyse. Il s'agit en fait d'un modèle de signification universelle, simplement proposé, et construit par le traitement opératoire de multiples expériences.

2.2.2. La Représentation perceptive. Ce temps ultime est conscient. Il traduit, dit Teuber, l'acquisition d'une signification par "mise en relation avec le cadre de références qui constituent nos perceptions antérieures". En ce cas également, Teuber n'est pas assez précis :

- le cadre de référence peut contenir des significations constitutionnelles où une configuration perceptive est mise en relation préférentielle avec une réponse motrice. Ces significations sont peu nombreuses dans le sous-ordre hominien, mais essentielles puisqu'elles permettent les premières "réflexions" du nourrisson sur l'action.
- les perceptions ultérieures comportent une référence double d'identification et de signification comportementale, sans que le lien entre l'identification et la signification soit immanent. Un objet extérieur est "reconnu" car il donne lieu à une "figure" qui est considérée comme semblable à la "figure" fournie par une image perceptive déja vécue, et mémorisée antérieurement. Cette figure n'a acquis elle-même une signification que par un lien appris avec une réponse comportementale efficace.

C'est à partir de ce schéma que nous pouvons nous interroger sur le sens de nos perceptions.

3. L'Hypothèque Gestaltiste*.

Toute l'analyse de l'élaboration perceptive aboutissant à une synthèse perceptive correspond bien aux positions de la gestalttheorie*. Il est donc important de nous situer vis à vis de cette théorie pour souligner les points d'accords et de désaccords.

- la perception relève bien d'une organisation globale et dynamique des données sensorielles, mais elle n'est pas le fait d'une réflexion consciente ou subconsciente. Elle est le résultat de mécanismes neurologiques primaires, échappant à toute analyse consciente.
- la perception se fait bien en configurations mais non en "formes" ou "essences*" présentes dans l'environnement. Les configurations traduisent un résultat particulier de la mise en jeu des mécanismes perceptifs. Il n'y a donc à rechercher ni un catalogue précis de formes intracérébrales, ni une correspondance entre des formes cérébrales et des formes de l'environnement.

Par ailleurs, les "formes" observées ne sont pas du tout nécessairement le propre d'un mécanisme perceptif particulier. Il est même très probable, comme le propose Melzhoff (128), qu'une même configuration opératoire ou algorithmique puisse marquer plusieurs domaines distincts de la perception et par ailleurs, la motricité. Toutes ces particularités traduisent le caractère profondément

subjectif des représentations perceptives, ce qui conduit à poser séparément deux questions. La première est la finalité de l'élaboration perceptive, la seconde concerne la correspondance qui peut exister entre l'image perceptive et le réel.

4. Le Sens de l'activité perceptive.

Il est vrai que certaines compensations pourraient donner simplement l'impression de corriger la perception pour lui donner la qualité d'une meilleure transcription du réel. C'est notamment le cas lorsque les mouvements de la tête et des yeux de l'observateur sont compensés pour effacer une fausse image de déplacement. C'est encore le cas lorsque les effets de perspective sont corrigés. Mais on est alors d'autant plus conduit à s'interroger sur la signification des distorsions perceptives qui sont évidentes :

- la perception sélectionne certaines données d'information et néglige totalement les autres, ce qui donne une image très tronquée de l'environnement. Le rayonnement électromagnétique visible se limite à une bande extrêmement étroite de 400 à 700 nanomètres. Les vibrations acoustiques ne sont perçues qu'entre 30 et 15000 hertz. De nombreux corps ou gaz de l'environnement sont sans saveur et sans odeur.
- des distorsions sont introduites qui suppriment toute possibilité d'apprécier les grandeurs absolues du milieu. Si la sensibilité d'un cône peut varier de 1 à 100000 sans aucune prise de conscience, l'appréciation du niveau moyen d'éclairement de l'environnement devient impossible. L'appréciation de la température d'un corps est grandement perturbée par les différences de déperdition calorique de la peau selon la nature de l'objet au contact et par l'importance des phénomènes d'adaptation. Bien d'autres exemples de distorsion pourraient être donnés, notamment tout ce qui est appelé illusion perceptive.

Ce paradoxe apparent s'éclaire immédiatement si la finalité véritable de la perception est l'extraction d'invariants dans les objets d'environnement pour mieux les reconnaître; les compensations, les corrections s'expliquent aussi bien que les déformations. En quelque sorte, la perception est d'abord et avant tout utilitaire et relative aux exigences comportementales de l'individu qui perçoit. Tous les procédés sont utilisés pour mieux assurer la reconnaissance perceptive d'un objet en dépit d'une présentation sous un angle varié ou dans des ambiances d'environnement variées. C'est alors en quelque sorte fortuitement que certaines corrections perceptives rapprochent l'image de la connaissance physique que nous avons de l'environnement alors que d'autres l'en éloignent. Par ailleurs, il devient possible de préciser de façon cohérente les différences entre l'être et le paraître.

En définitive, on voit à quel point la révolution épistémologique introduite par la mécanique quantique apparaît justifiée. L'information élémentaire fournie par les interfaces sensorielles ne caractérise isolément ni l'organisme, ni l'environnement mais la relation de l'organisme avec l'environnement. L'information de "couIeur" ne traduit immédiatement ni un rayonnement physique de longueur d'onde donnée, ni un mécanisme rétinien mais la relation entre le rayonnement et la rétine. Les informations sensorielles les plus primaires traduisent les caractères de la rencontre, des relations entre l'organisme et l'environnement. Il devient alors beaucoup plus facile de comprendre pourquoi les mécanismes perceptifs négligent le souci de traduire un environnement "en soi" et accentuent même les distorsions pour mieux qualifier la rencontre.

5. Les strictes limites des représentations perceptives.

Nous avons vu que les images perceptives permanentes, intériorisées, ont des possibilités évolutives très limitées puisque nous ne parvenons pas à corriger les impressions perceptives directes qui les font naître, même lorsque notre connaissance nous a révélé une distorsion. A plus forte raison, l'image perceptive ne peut "suivre" le progrès des connaissances apprises obtenu par confrontation de perceptions distantes. Il est impossible de construire une représentation perceptive du "fruit", tenant à la fois de la groseille et de l'ananas. Il est donc nécessaire de changer très rapidement de registre pour traduire les acquisitions cognitives :

- il est possible d'obtenir un certain effet descriptif d'une succession d'images perceptives, par exemple voir successivement une groseille, une framboise, un ananas....pour traduire le fruit. Le bénéfice demeure très limité.
- le seul recours est alors d'établir un lien arbitraire entre une image perceptive et l'algorithme opératoire tiré de la confrontation des perceptions. C'est la véritable raison de la naissance du concept, et d'une façon générale, de tout couple signifiant/signifié.

Mais si en définitive, les concepts traduisent plus facilement le résultat de la réflexion portant sur des perceptions distantes, il ne faut jamais oublier que le point de départ unique des connaissances apprises demeure la perception. "Omnis idea ortum ducit a sentibus", disait Gassendi. "Omnis idea ortum ducit a perceptionibus" devrait-on dire aujourd'hui.

6. Le Réalisme déformé.

L'analyse de la perception et des déformations qu'elle provoque n'entraîne aucune condamnation de la réalité des objets perçus, bien au contraire. Parler de déformation implique que "quelque chose" doit être déformé. En revanche, la façon dont peut être abordé le réalisme doit être nettement précisé.

6.1. Le Réalisme des Objets.

L'analyse des mécanismes de la perception apporte des éléments complémentaires pour condamner les tendances solipsistes, mais inversement affirmer que les propriétés perçues des objets n'ont pas de signification ontologique.

6.1.1. L'Affirmation du Réel. Trois arguments, entre autre, peuvent confirmer s'il en était besoin que les formes atténuées de solipsisme seraient aussi auto-réfutables que le solipsisme stricte :

- la concordance des images fournies par des domaines perceptifs distincts ne peut guère s'expliquer autrement que par la réalité des objets perçus. La perception visuelle d'un objet situé à cinquante centimètres nous permet d'anticiper la perception tactile qui apparait lorsque nous essayons de prendre cet objet. En pratique, la moindre image perceptive est une synthèse de peut-être une dizaine d'analyses perceptives indépendantes synchrones, parfois moins mais parfois beaucoup plus. Cette concordance définit évidemment l'objet, mais habituellement elle est surdéfinisante et confirme donc également la réalité de l'objet. La concordance échappe à tout effet déformant et **c'est elle avant tout qui nous donne le sentiment d'un réel face à l'objet.** Bien d'autres concordances pourraient être rappelées, celle de l'objet que l'on s'attend à retrouver en retournant sur un lieu donné et qui est effectivement retrouvé, celle de l'accord entre les perceptions de plusieurs observateurs. On serait alors conduit, pour éviter une position réaliste même relative, à affirmer que tout observateur est également un produit de notre propre activité, ce qui engagerait dans le solipsisme le plus strict.

- l'activité mentale intérieure est incapable de fournir des images ayant la richesse des perceptions actuelles vécues. Nous pouvons essayer de fermer les yeux et construire intérieurement une image visuelle. Celle-ci n'a jamais la richesse d'une véritable perception, les yeux ouverts. En particulier, l'image visuelle intériorisée ne peut dépasser les limites très étroites du champ de conscience. Nous pouvons arriver à "voir intérieurement un "c", un "h", un "a", un "m" et un "p" mais nous ne pouvons avoir une image du mot "champ" dans son entier. Le champ perçu ne connaît pas ces limites. Il est par ailleurs important de rappeler que toute évocation visuelle intérieure fait naître obligatoirement des potentiels évoqués dans les zones corticales visuelles. La représentation visuelle est donc bien un schéma amoindri d'une perception au contact de l'objet.

- le cheminement des informations depuis les récepteurs périphériques jusqu'aux centres de l'élaboration perceptives est à sens unique. Les centres nerveux sont donc dans l'incapacité de construire une configuration des états d'interface qui puisse reproduire ce que l'environnement provoque spontanément.

Au total, la perception va bien au delà de l'imagination et appuie la réalité de l'environnement.

6.1.2. La Déformation du Réel. En revanche, il devient évident qu'il n'existe aucun moyen d'explorer directement et immédiatement le réel dans ses significations ontologiques. Toutes les données du réel sont déformées par les mécanismes qui les extraient, les modifient et les confrontent. Toute appréciation du réel est donc obligatoirement marquée par un miroir déformant, sans référence immédiate pour effectuer une correction. Répétons du reste qu'en parlant de déformation, nous ne faisons pas référence à une perception idéale du monde mais à un jugement porté sur les perceptions antérieures après que l'expérience nous ait conduit à effectuer des corrections.

L'impossibilité d'éviter toute déformation est-elle définitive ? C'est là peut être que se situe la question fondamentale de l'épistémologie. Disons tout de suite que la réponse est positive, réponse qui définit du même coups, la signification de la réflexion et de l'activité mentale.

L'orientation de la perception vers l'extraction d'invariants est en quelque sorte un pari adaptatif et comme tous les paris, il ne peut fonctionner correctement en toute situation. L'image perceptive peut ainsi conduire à un échec adaptatif. Comme le souligne J. Piaget, cet échec est l'occasion d'une mise en jeu de la conscience et d'une réflexion sur l'action, avec le but et l'effet de corriger l'appréciation initiale de la situation. La représentation perceptive précédant et orientant l'action, c'est donc cette représentation qui doit être réinterprétée. Dans le cadre général d'une décentration par rapport au point de vue subjectif, la réinterprétation des données perceptives finit toujours par porter sur la déformation du réel créée par les mécanismes perceptifs. Apparaît alors la voie royale qui permet de dégager l'influence des mécanismes déformants sur les données d'environnement. De ce fait, il devient possible de construire une double connaissance :
- celle de déformations d'origine subjective
- celle d'un environnement perçu pour lui-même, dégagé des déformations précitées.

Le processus une fois amorcé, ne peut que se développer. La double connaissance acquise permet une réinterprétation plus facile et de meilleure qualité devant les échecs adaptatifs ultérieurs. Il en résulte un double gain de connaissance sur la nature des mécanismes perceptifs et sur la nature de l'environnement, correspondant par excellence à la connaissance scientifique. Il est donc possible de poursuivre toujours plus loin une correction des déformations perceptives.

Mais fait essentiel, ces gains de connaissance ne peuvent être traduits aisément sous forme d'images perceptives car les mécanismes perceptifs constitutionnels sont stables. Les illusions d'optiques en sont la démonstration permanente puisque nous continuons à percevoir une même image alors que nous avons appris qu'elle était incorrecte. Dans les aspects les plus élémentaires du développement cognitif, il est possible de faire appel à des métaphores construites en termes de perception mais cela s'avère assez vite insuffisant. Au fur et à mesure que les formes de connaissance se développent, il est nécessaire d'utiliser des descriptions essentiellement opératoires, introduisant "quelque chose se situant au milieu entre l'idée d'un phénomène et ce phénomène lui-même, une étrange sorte de réalité physique à égale distance entre la possibilité et la réalité" (083). Il ne faut donc pas s'étonner si la physique en se développant, dépend de plus en plus des formulations mathématiques et est de moins en moins perceptivement représentable.

En revanche, cela n'exclut nullement que la représentation opératoire elle-même n'utilise les mécanismes impliqués dans la perception. Nous avons vu que la notion d'ensemble, fondamentale pour la logique et la construction du nombre, pourrait être dérivée de la multiplicité de canaux perceptifs visuels ayant chacun une définition et une étendue d'exploration qui lui est propre, permettant d'opposer chaque élément vis à vis des autres et vis à vis de la collection globale.

6.1.3. P. Duhem et l'inversion des valeurs. A la suite de ces analyses, il parait essentiel de reprendre les positions réalistes de P. Duhem (052), surtout si on prend en compte les conceptions épistémologiques extrêmement intéressantes de cet auteur. On remarque alors que P. Duhem n'a pas fait la distinction fondamentale entre l'affirmation du réel et l'analyse des propriétés du réel. Le sens commun, affirmant que le réel existe, doit être évidemment suivi. H. Putnam a bien montré que l'affirmation contraire est auto-réfutante (174). En revanche, il nous semble que l'échelle des valeurs entre le sens commun d'une part, le savoir acquis par expérimentation et réflexions conduisant à l'élaboration des théories d'autre part, doit être inversée. P. Duhem affirme le primat du fait, recueilli

directement et en toute indépendance de la théorie. Il se fait "l'apôtre du sens commun, seul fondement de toute certitude". Or le sens commum est entâché des distorsions liées à la mise en jeu de l'activité perceptive. Le savoir scientifique est réductible aux corrections des données de sens commun, et il est acquis justement à partir des déficiences du sens commun. Comme le dit Bachelard, une expérience scientifique contredit l'expérience commune. L'approche scientifique est donc un progrès dans l'adéquation au réel, par rapport au sens commun.

6.2. Le Réalisme des Idées et des Concepts.

Nous avons souligné plus haut que la mise en évidence des organisations perceptives constitutionnelles permettait d'éviter un appel obligé au réalisme de natures. Quelques précisions nous paraissent souhaitables. Elles ne portent pas sur l'origine des concepts puisque nous considérons ceux-ci comme historiquement construits, mais sur le contenu.

C'est essentiellement aux niveaux des concepts d'espace et de temps que les problèmes les plus délicats se posent. Dans un horizon géographiquement et historiquement limité, Platon ne pouvait postuler qu'une origine immanente des concepts. Cette thèse est déjà plus difficile à défendre lorsqu'il peut être démontré que nombre de concepts abstraits ne sont pas communs à toutes les civilisations humaines et qu'ils ont presque toujours une naissance historiquement précise. Par ailleurs, de très nombreux concepts utilisés dans la description de l'environnement ou du fonctionnement neuropsychologique humain ont été dérivés d'expériences perceptives et sont donc marqués par la subjectivité de ces expériences. Mais de plus, nous savons maintenant que les concepts de saveur, d'odeur, de couleurs.... ne traduisent pas des "catégories" de propriétés des objets mais des mécanismes perceptifs unitaires propres au fonctionnement neurologique humain. Descartes, Locke et Newton s'étaient du reste déjà posés quelques questions sur ces catégories et au contraire de l'espace et du temps, ils les considéraient comme probablement subjectives. Il est devenu tout à fait légitime de nous poser la même interrogation sur le sens des concepts d'espace et de temps.

Il est manifeste qu'au moment où les notions d'espace et de temps se sont dégagées, elles décrivaient des expériences perceptives et elles étaient marquées par les particularités des organisations perceptives constitutionnelles. L'espace/temps euclidien est manifestement l'espace/temps neuroperceptif, permettant une description cohérente à l'échelle des objets usuels. Cependant, la notion même d'un espace considéré indépendamment du temps traduit déjà une réflexion et une abstraction car la perception ne dissocie pas l'espace et le temps. Un espace considéré séparément du temps relève donc d'une analyse opératoire déduite de l'expérience perceptive courante. Lorsque la réflexion se poursuit, il apparait de plus en plus difficile d'intégrer les concepts traditionnels d'espace et de temps dans des algorithmes essayant de reconstruire un environnement opératoire, au delà des constructions perceptives. Il est obligé que les conceptions traditionnelles de l'espace et du temps ne puissent suivre et s'appliquer aux approches de l'environnement qui ne sont pas à l'échelle de la perception humaine, qu'il s'agisse des échelles du microscopique ou de celles de l'Univers.

Un tel constat devrait avoir des conséquences majeures sur le discours scientifique. Au maximum, on ne peut affirmer que les concepts d'espace et de temps non perceptifs soient autre chose que des étiquettes désignant des dimensions de variation dans la description d'un environnement. Au minimum, il est absurde d'accorder à un espace et un temps opératoires, des propriétés précises, universelles et généralisables qui permettraient de poursuivre un raisonnement jusqu'à ses conséquences ultimes, comme pour le voyageur de Langevin par exemple. L'utilisation des concepts opératoires d'espace et de temps doit être considérée comme une étape provisoire, ouverte à toute modification que commanderaient de nouvelles observations ou résultats d'expérimentation. Au total, il est indispensable de distinguer l'espace et le temps que nous transmettent nos perceptions et l'espace et le temps du formalisme mathématique. Ce qui est valable pour l'espace et le temps l'est tout autant pour de nombreux concepts utilisés dans la description scientifique. La prise de conscience des mécanismes perceptifs constitutionnels doit conduire à distinguer encore plus nettement les concepts décrivant des expériences perceptives et les concepts traduisant un formalisme mathématique.

En définitive, il est possible d'affirmer que notre perception est une synthèse de données, ayant une structuration propre, faiblement et certainement reliée aux structurations de l'environnement. Les constats tirés d'échecs adaptatifs successifs nous permettent néanmoins d'analyser les mécanismes perceptifs et donc de dégager les données perceptives des effets de ces mécanismes. Il devient possible ainsi de construire une représentation moins subjective, plus décentrée de l'environnement. Cette représentation peut devenir plus "étendue" en confrontant des perceptions distantes. Cependant et parallèlement, cette représentation tend à devenir purement opératoire tout en pouvant se nourrir de métaphores perceptives. L'appel à une pure description conceptuelle devient de plus en plus nécessaire. Il y a là un processus ouvert, toujours en développement, tant au niveau de l'évolution mentale ontogénétique qu'au niveau du progrès scientifique. En un mot, il est certainement exagéré de parler d'invention de la réalité comme le fait P. Watzlawick. En revanche, il serait tout à fait légitime de parler d'une avancée très progressive vers une authentique réalité inatteignable, se débarassant peu à peu de l'aperçu contraignant que fournit l'organisation perceptive constitutionnelle.

7. Connaissance apprise et Décentration croissante.

J. Piaget a décrit le développement mental comme une décentration progressive. L'acquisition des connaissances à l'échelon individuel comme à l'échelon collectif obéit à la même dynamique. La mise en évidence de la distorsion perceptive explicite globalement ce principe, même si elle conduit à une rectification partielle des analyses de J. Piaget. A la suite de J.M. Baldwin, Piaget pense que le premier temps du développement est le passage d'une conscience adualistique* à une conscience dualistique* (VI-). Dans le premier cas, le moi et l'environnement sont indissociés. Le jeune enfant, bien que déjà un sujet, différencie mal ses propres actions vis à vis des effets d'environnement, sur les modifications des données perceptives qu'il constate. Dans le deuxième cas, l'influence du moi est mieux différenciée. Le principe de compensation, tel que le décrit Teuber facilite beaucoup cette évolution initiale puisque les mécanismes perceptifs "compensent" les variations du sujet et les variations de présentation des objets. L'extraction des invariances a un effet tout aussi bénéfique en stabilisant les objets malgré les changements des paramètres moyens de l'environnement.

Par la suite, un double effet se produit dans l'évolution de la conscience dualistique*. Initialement, les mécanismes perceptifs favorisent considérablement le développement d'un système de connaissance et la construction d'un "réel", aussi bien perçu que représenté, mais un réel profondément marqué par les distorsions perceptives. Une nouvelle décentration s'avère alors nécessaire pour corriger ces distorsions et construire un monde représenté qui soit épuré de déformations subjectives. L'individu ne pourrait effectuer cette décentration à partir de ses seules expériences mais la succession des générations développe et pérennise cette représentation plus objective du monde. L'enfant peut assimiler directement cette représentation, ce qui lui permet d'accélérer sa propre décentration.

A la lumière de cette évolution, il devient possible de comprendre le problème posé par le réalisme. Il est légitime d'affirmer que le monde perçu immédiatement est déformé et limité, qu'il ne saurait avoir de signification nouménale. En revanche, il est possible de concevoir une représentation d'un monde au moins dégagé en partie, des déformations subjectives et des limitations perceptives. Cette représentation ne peut être qu'opératoire, même si elle gagne à être appuyée sur des métaphores perceptives, indispensable à une riche communication entre individus. Ainsi s'explique le paradoxe déjà souligné par Démocrite et repris par Schrödinger: toute notre connaissance du monde, de la vie journalière comme de la lecture des expérimentations les plus complexes, repose entièrement sur nos perceptions et pourtant notre connaissance nous dessine une image ou un modèle du monde dont toutes les qualités sensorielles doivent être éliminées. Implicitement, dit W. Heisenberg, la science classique prend comme base les perceptions de l'observateur en tant qu'éléments de la réalité alors que ce sont les choses et processus eux-mêmes, incomplètement descriptibles à l'aide des concepts classiques, **c'est-à-dire le réel,** qui sont les fondements de toute interprétation physique (083).

Ce monde non perceptif est-il le monde nouménal et peut-on parler d'une convergence du progrès cognitif vers la représentation de ce monde ? Cette question n'a probablement pas de signification. D'une part, ce monde nouménal est une limite, immédiatement inaccessible, donc

indéfinissable. D'autre part, ce monde continue à évoluer alors même que nous nous efforçons de le rejoindre. Nous pouvons donc seulement affirmer une orthogenèse cognitive constatée après coup. Les nouvelles connaissances nous rapprochent certainement d'un monde moins déformé de subjectivité, plus étendu, mais sans qu'en aucun cas, au moins sur le plan scientifique, il n'y ait de sens à projeter une ligne de progrès sur le futur.

CHAPITRE VI : CONNAISSANCE ET REFERENCE CONSTITUTIONNELLE

"Bien que les forces qui induisent les changements plastiques dans le cerveau adulte soient omniprésentes et indubitables, il faut néanmoins souligner la précision et la stabilité générale du circuit de câblage. Nous ne pourrions d'ailleurs pas ressentir notre environnement ou nous déplacer de manière coordonnée, ni même penser, s'il en était autrement : toute étude des fonctions supérieures du cerveau doit prendre en considération la manière précise dont les neurones sont reliés."

Gerald Fischbach

"L' Inconscience, c'est le jeu même de la connaissance, son fonctionnement incessant et son entraînement. La Conscience est une tentative pour juger ce jeu, le diriger et l'appliquer."

Paul Valéry

Résumé : La connaissance apprise est une modification de l'organisation interne. La question se pose de savoir comment cette modification peut être compatible avec le respect de l'autonomie.

A) Les données constitutives.

1. Le mode Sélectif de connaissance : Le paradoxe apparent est supprimé si la connaissance apprise ne relève pas d'une "instruction" externe dictée par un objet de l'environnement mais de la "sélection" par le système lui-même d'une façon d'exister* qui lui est propre, en face d'un événement reconnu.

Un catalogue constitutionnel de toutes les façons d'exister* possibles est impossible à concevoir. En revanche, le problème se simplifie si seuls les éléments constitutifs de ces façons d'exister* sont constitutionnels; les combinaisons de ces éléments sont formées secondairement, à partir des exigences du vécu et le catalogue des combinaisons possibles n'est défini que potentiellement. Il faut considérer encore que l'accumulation des combinaisons peut entraîner des réorganisations internes, et des réorganisations compatibles avec la constitution initiale de l'organisme. La structure de l'organisme doit donc être initialement suffisamment indéterminée pour intégrer secondairement ces évolutions.

L'élaboration des combinaisons s'effectuant à partir d'éléments constitutionnels et en fonction des "décisions" de l'organisme, le point de vue sélectif est bien respecté, en dépit de l'apparition secondaire des combinaisons. Les éléments étant constitutionnels, les combinaisons sont plus aisément acceptées par l'organisation interne.

Cette précision du schéma sélectif de Jerne rend concevable que tout contenu mental soit réductible à un arrangement appris d'éléments constitutionnels, arrangement acquis au cours d'une histoire subjectivement contrôlée, au contact de l'environnement.

2. Les données constitutives : L'architecture du cerveau est définie très tôt durant le développement embryonnaire, demeure stable au cours de la vie, est porteuse par elle-même de fortes significations. C'est en effet l'emplacement d'un neurone dans le système cérébral qui détermine sa signification première. L'architecture cérébrale constitutionnelle est donc beaucoup plus stable de la naissance à la mort que beaucoup ne le pensent.

L'élément comportemental unitaire est le neurone, et il existe trois sortes de neurones, les plus nombreux et de très loin étant les neurones intermédiaires. Un circuit cérébral peut être schématisé par un neurone sensoriel (interface d'entrée) excitant un réseau opératoire de neurones intermédiaires effectuant une analyse de signal, dont la sortie débouche sur un neurone moteur (interface de sortie).

Un autre candidat à l'unité fonctionnelle est la microcolonne. Si le neurone isolé est une unité fonctionnelle indiscutable en certaines régions du système nerveux central comme la moelle épinière, il est fort possible qu'au niveau du cortex cérébral, l'unité fonctionnelle soit un groupement de 110 neurones. Comme par ailleurs, la digitalisation* des influx est constamment restaurée, il est fort possible que le nombre d'unités fonctionnelles dotées d'une signification dans le cerveau n'atteigne pas le milliard.

L'organisation cérébrale générale est décrite commodément au travers de trois cerveaux distincts :
- le cerveau des relations avec le corps propre qui renseigne sur les équilibres corporels, mais également adapte ces équilibres aux exigences des réponses comportementales. Le contrôle des dépenses énergétiques, la vigilance générale, le plaisir, sont importants à considérer sur le plan cognitif.
- le cerveau des relations avec l'environnement qui analyse les données des interfaces perceptives d'entrée, prépare les réponses des interfaces motrices de sorties. C'est ce cerveau qui est le plus modifié par les données de mémoire.
- le cerveau de l'arbitrage et de la gestion qui s'interpose anatomiquement et fonctionnellement entre les deux cerveaux précédents pour régler au mieux le comportement, intégrant les données des expériences passées et préparant un gain futur d'autonomie.

B) La Conscience et la Subjectivité

La subjectivité et la conscience sont des notions complexes qui peuvent mieux s'étudier en envisageant de nombreuses facettes.

1. Les Facettes de la Subjectivité.

Une subjectivité constitutive est dessinée par des réseaux qui relient entre eux les éléments d'un système.
- un réseau d'interactions internes est indispensable pour transmettre déséquilibres et rééquilibres à l'ensemble des constituants. Une boucle externe peut venir s'ajouter, opposant l'organisation interne constante et un environnement variable, ce qui traduit un autre aspect de subjectivité.
- un réseau d'informations circulantes entre éléments, selon une organisation holographique, vient doubler les interactions internes.
- le réseau autopoiétique* assure un renouvellement continu du moi qui finalise une grande partie de l'activité du système, par lui et pour lui.

La subjectivité réapparaît dans une finalité qui fait de l'adaptation de l'ensemble du système à l'environnement, le but essentiel de l'activité interne.
~ Le développement relève tout autant de cette adaptation car il traduit des corrections permettant une meilleure adaptation.
~ Cette adaptation définit une finalité interne. Pour un observateur extérieur, un système peut paraître avoir une action concertée sur l'environnement, traduisant une finalité externe mais cette finalité est également reliée à la finalité interne qui est premiŠre. De ce fait, tout système inclut dans un ensemble conserve intégralement sa subjectivité et sa finalité propre. Le système immunitaire est un excellent exemple qui masque, derrière une fonction de neutralisation des antigènes, le maintien de l'équilibre interne du réseau immunitaire.

Le "cogito ergo sum" traduit bien le sentiment que la conscience d'être est fondamentalement relié à la pensée, dont le support le plus habituel est le discours intérieur. Le fait que nous pensons dans la langue que nous avons apprise, est compatible avec le fait que la conscience de soi pourrait être une donnée apprise.
~ La subjectivité du discours peut être renforcée avec de gros risques d'autonomie fonctionnelle*. Inversement, le dialogue, la vérification expérimentale traduisent une boucle externe qui tisse un système de relations avec l'environnement, sans pour autant altérer la subjectivité du discours.

Très longtemps, la décision a été réduite au droit du prince. Inversement, la théorie de jeux de von Neumann a fait de la décision, la conclusion d'une évaluation. Entre ces deux approches, il y a place pour la décision à risques, subjective, imposée par la rationalité restreinte.
~ Le choix apparemment intuitif d'une stratégie traduit une expérience antérieure o— échecs et succès ont été mieux mémorisés que les raisons d'échec ou de succès.

2. La Subjectivité réfléchie et la Conscience.

L'analyse systémique conduit à distinguer un mécanisme de base et un contenu :

- sur le plan du mécanisme, la conscience contrôle l'activité cérébrale en l'orientant et en confrontant l'état actuel du sujet avec l'action (l'accommodation dirait Piaget) qui a conduit à cet état. Une dimension nouvelle est acquise avec l'intériorisation du comportement, car le contrôle et la comparaison portent sur les représentations intérieures. La conscience se confond avec la réflexion. Mais il faut retenir que la conscience est une fenêtre très étroite qui ne peut guŠre manipuler plus de trois ou quatre données à la fois. Sont alors d'importance cruciale, la comparaison d'un morceau du puzzle avec l'ensemble du puzzle, le maintien conjoint de l'attention sur le puzzle entier et le morceau. Il est de ce fait du propre de la conscience, de pouvoir réaliser simultanément les différentes composantes de l'implication, surtout de l'implication formelle.

- sur le plan du contenu, la conscience évolue considérablement en fonction du développement ontogénétique. Cinq aspects de cette évolution ont une importance toute particulière.

- le passage de la conscience adualistique* confondant le moi et le non-moi, à la conscience dualistique* qui les différencie.
- la conscience de l'autre
- le passage de l'imitation de l'autre au symbolique
- l'acquisition réfléchie de l'organisation spatio-temporelle.
- le jeu des possibles et l'apparition de l'implication logique.

Reprenant d'autres travaux, H. Simon a pu démontrer que le fonctionnement mental se faisait en série, qu'il était marqué par un champs de conscience très étroit et des opérations mentales très lentes. Cela explique l'impossibilité des explorations tactiques étendues et la nécessité du recours aux approches stratégiques. L'approche stratégique consiste dans l'appel à des heuristiques non connues dans leur détail, choisies pour des raisons incomplètement déterminées. Une part limitée d'exploration tactique est indispensable au fonctionnement des stratégies.
Les stratégies ne sauraient ni être toutes innées, ni formées à partir de rien. L'explication la plus raisonnable est celle de quelques stratégies innées qui par modifications ponctuelles ou par combinaisons, donnent naissances à de nouvelles stratégies. Cette évolution se fait vers une analyse microscopique de plus en plus fine des stratégies et des combinaisons macroscopiques de plus en plus élaborées.

La Subjectivité historique et l'importance de l'ontogenèse.

Les particularités du vécu de chaque individu modulent une subjectivité préexistante. L'homme n'est pas ce qu'il devient, il est et il devient. C'est le sujet préexistant qui assure son devenir en contrôlant ses relations avec l'environnement.

En définitive, le mode sélectif de connaissance, l'organisation cérébrale constitutionnelle sont les conditions qui peuvent expliquer l'émergence progressive de la conscience adulte, par l'activité au contact de l'environnement.

A) Les Données constitutives

L'approche de la connaissance apprise au travers d'une théorie de l'autonomie pose le problème de la transformation d'un système au contact de l'environnement. D'une part, le mécanisme d'adaptation qui est au cœur du fonctionnement autonome suppose obligatoirement une référence cognitive acquise: à défaut, le système autonome devrait essayer toutes les combinaisons possibles de ses conduites disponibles en présence de toute perturbation. Mais inversement, une contradiction apparaît entre l'autonomie et la modification de l'organisation interne que produit nécessairement une connaissance apprise. Tout système autonome doit bien posséder constitutionnellement certaines capacités adaptatives, au moins approximatives et cela fait obligatoirement référence à un corpus de connaissances innées. Il est néanmoins évident que ce corpus est forcément limité, ne serait-ce que pour des raisons matérielles, alors qu'inversement la variété des perturbations possibles est immense. Seules des connaissances apprises peuvent permettre une adaptation précise aux perturbations les plus habituelles de l'environnement rencontré.

Mais la connaissance apprise traduit indiscutablement une modification secondaire du système. Dès lors que cette modification proviendrait d'un effet extérieur, il semblerait y avoir une entorse au principe d'autonomie, le système n'obéissant plus strictement à ses propres lois. C'est pour tenter de résoudre ce paradoxe apparent que nous envisagerons trois sujets d'étude :
- celui de l'opposition des modes instructif et sélectif d'acquisition des connaissances,
- celui de l'organisation cérébrale constitutionnelle,
- celui de la subjectivité et de la conscience.

1. Le Mode Sélectif de formation des connaissances.

C'est le grand mérite de N. Jerne d'avoir lever la contradiction de principe de l'acquisition de connaissances nouvelles dans un système autonome, en décrivant une forme d'acquisition de connaissances compatible avec le principe d'autonomie. Il l'a fait dans le domaine de l'immunologie mais ce domaine inclut les notions de comportement autonome, de connaissances innées et de connaissances apprises, ce qui rend évidente la généralisation à tout processus cognitif.

Comme nous l'avons vu (II-), N. Jerne a envisagé l'opposition entre deux modes d'apprentissage, le mode instructif et le mode sélectif. Cette opposition s'applique ipso facto à la connaissance.

- dans le mode instructif, l'organisation interne d'un système est modifiée durant l'apprentissage, en fonction d'instructions venues de l'extérieur du système et incluses dans une perturbation exigeant une réponse adaptative. G. Edelman, qui reprend les idées de Jerne, accorde deux caractéristiques au mode instructif :
a) la structure informationnelle des signaux extérieurs est première, et donc indispensable à l'élaboration d'une structure interne appropriée en réponse.
b) il n'existe pas d'états internes antérieurs au signal capables d'analyser d'emblée ce signal ou de trouver directement une réponse, ce qui revient au même.

- dans le mode sélectif, le système recherche activement au cours de l'apprentissage, celle de ses propres "façons d'exister" qui peut constituer une réponse adaptative efficace vis à vis d'une perturbation. Le seul lien qui unit "la façon d'exister" et la perturbation est un lien fonctionnel utilitaire, la façon d'exister* retenue neutralisant les effets néfastes de la perturbation. Selon les précisions données par Edelman, le mode sélectif implique que Dès la naissance ou après le développement précoce, le système contienne des configurations qui peuvent déjà répondre de façon discriminatoire à des signaux extérieurs, soit en raison de structures constitutionnelles, soit en raison d'altérations épigénétiques* qui se sont produites indépendamment de la structure des signaux extérieurs.

Jerne et Edelman ont bien montré que le mode sélectif est beaucoup plus cohérent pour quiconque se soucie d'intégrer le processus d'apprentissage dans le fonctionnement d'un système biologique. L'assimilation des "instructions" exige une cartographie permanente à l'échelon cellulaire ou moléculaire. Chaque événement sensoriel doit être pérennisé par le stockage d'un "pattern" complémentaire particulier et précis qui n'existait pas auparavant dans le système. De nouveaux événements sensoriels ayant quelques éléments en commun avec des événements précédents devraient partager des composants de patterns précédents ou former des patterns entièrement nouveaux. Dans le premier cas, un mécanisme de niveau supérieur

devrait distinguer les nouveaux événements des anciens. Dans le second cas, le risque est très grand de voir très rapidement le potentiel de stockage d'information se trouver dépassé.

Par ailleurs, si le mode sélectif renvoie facilement à un fonctionnement autonomique, le mode instructif au contraire, n'apparaît pas conciliable avec le principe d'autonomie :

- toute modification interne obéissant à la finalité propre du système risquerait d'altérer à tout moment les traces des instructions externes. Inversement on voit mal comment les modifications induites par le stockage des informations ne rompraient pas la stabilité interne du système.

- on serait conduit à un paradoxe en ce qui concerne la conscience ou l'anticipation d'événements futurs ou imaginaires. Il faudrait considérer qu'il s'agit là d'illusions oniriques ou bien qu'il existe parallèlement aux processus instructifs, des mécanismes autonomiques capables d'organiser cet imaginaire; on comprendrait mal que ces mécanismes assistent passivement à l'enregistrement des instructions externes.

1.1. ***Mode Sélectif et "façons d'exister" secondaires***.

Sous une forme stricte, le mode sélectif peut faire l'objet d'un reproche sérieux, celui de postuler un catalogue fini constitutionnel de "façons d'exister", qui devrait être présent avant toute occasion d'apprentissage. Cela revient à considérer seulement des conduites innées; seul le lien entre une perturbation et une conduite serait appris. En fait, Jerne en est très vite venu à introduire une précision qui ne change pas radicalement le mode sélectif d'apprentissage mais qui en modifie l'application concrète.

1.1.1**. *La combinaison d'éléments innés***. Selon cette précision, ce qui est défini constitutionnellement n'est plus un catalogue de conduites mais une enveloppe d'éléments de conduite. La réunion construite d'un certain nombre de ces éléments détermine la "façon d'exister" que sélectionne l'apprentissage. Ainsi, en immunologie, quelques centaines de gènes correspondant chacun à un tronçon protéique, peuvent donner naissance, comme nous l'avons vu, à peut être plusieurs milliards de combinaisons différentes formant chacune un anticorps distinct original.

On pourrait alors penser inversement qu'il devient difficile en ce cas, de parler d'autonomie ou de processus sélectifs. Le reproche serait totalement injustifié. La réunion d'éléments n'étant pas dictée par des instructions extérieures, mais provenant de l'effet de mécanismes internes, il n'y a pas d'entorse au point de vue sélectif. Il convient seulement de préciser que le choix d'une "façon d'exister" s'effectue au sein d'un catalogue de conduites seulement potentiel, plus ou moins étendu mais fini, précisé avec la constitution, mais non réalisé dans sa totalité.

Il faut encore souligner que l'intégration de combinaisons nouvelles dans l'organisation existante, suppose une certaine indétermination dans cette organisation. Cette indétermination doit être précisée dans la constitution comme les cases mémoires d'un ordinateur, dont le contenu peut varier, mais qui doivent être présentes dans la constitution. Un système totalement rigide ne saurait intégrer des nouveautés mais un système plastique perdrait sa référence et donc toutes ses règles de fonctionnement.

N. Jerne s'est efforcé de démontrer que le mode sélectif était le plus cohérent, le mieux adapté au fonctionnement biologique. Tous les progrès acquis en matière d'immunologie ont prouvé la validité de ce point de vue. La question se pose alors de savoir s'il n'est pas intéressant de généraliser et d'appliquer le processus sélectif non seulement à tout apprentissage, mais aussi à toute connaissance.

1.1.2. L'Emergence d'une réorganisation des façons d'exister.

Il existe un autre point, quelque peu négligé par Jerne. L'élaboration de combinaisons nouvelles peut induire spontanément des réorganisations épigénétiques, faisant apparaître secondairement des façons d'exister originales.
Un exemple peut être repris en immunologie. L'accumulation d'anticorps différents, formés par combinaison d'éléments innés, provoque un déséquilibre entretenu car les anticorps sont fortement réactifs entre eux. Le résultat est la formation du réseau immunitaire, qui n'est pas inscrit dans le patrimoine génétique et n'est pas présent au début du développement embryologique. L'apparition du réseau est essentielle car la réponse "sélective" à la présence d'un antigène est très différente selon qu'il existe ou non un tel réseau immunitaire.

Dans cette émergence de façons d'exister* nouvelles, le caractère sélectif du processus est encore moins discutable que dans le cas précédent. Les modifications épigénétiques accumulées sont bien en correspondance avec les régularités de l'environnement mais leur nature est indépendante des signaux extérieurs. Quant à la réorganisation marquant une nouvelle étape de développement, elle a procédé d'une dynamique entièrement interne et doit être d'une nature telle qu'elle puisse s'intégrer dans la constitution.

1.2. ***Mode Sélectif et Perception***.

Si nous considérons la distinction entre perception et motricité, assimilation et accommodation, identification d'un événement et réponse adaptative, il est bien évident que l'application du mode sélectif aux connaissances du second terme des alternatives ne pose pas problème. Il est très facile de comparer une accommodation, une réponse adaptative à une combinaison d'actions internes au système. Le mécanisme est exactement celui de la formation des anticorps, et donc éminemment de mode sélectif.

L'explication est plus délicate en ce qui concerne l'assimilation ou l'identification d'un événement. En fait, lorsque le processus de la transmission d'information au travers d'une interface est pris en compte, il n'y a plus de difficulté théorique. Tout événement correspond à une "façon d'exister*" particulière de l'écran d'interface; c'est cette façon d'exister* et non directement l'événement qui fait l'objet de l'analyse cognitive. Ce sont les mécanismes internes de l'observateur qui dérivent un schéma représentatif des façons d'être de l'écran d'interface. Le résultat final mérite donc pleinement le titre de "façon d'exister" de l'observateur.

1.3. ***Le Corpus constitutionnel***.

A partir de l'explication immunologique, nous pouvons préciser les différents points du schéma sélectif de la connaissance apprise:

- il existe un corpus initial de conduites innées et d'éléments constitutionnels pouvant réaliser par combinaison des façons d'exister apparaissant secondairement. Dans le cas de

l'immunologie, le corpus initial est très simple, réductible à quelques centaines de gènes, pourtant suffisant pour donner naissance à un réseau et à une enveloppe de peut-être un ou deux milliards de combinaisons différentes qui peuvent être sélectionnées en réponse à la présence d'un antigène. Le facteur multiplicatif des façons d'exister possibles à partir du corpus initial doit être voisin du million.

- dans le système global des conduites, ce facteur multiplicatif est considérablement plus élevé.

a) l'unité réductible des combinaisons motrices, du moins chez l'homme est le neurone moteur de l'aire pyramidale ou de la moelle épinière. Il existe une collection de quelque 60 000 tels neurones pouvant vraisemblablement réaliser toutes les combinaisons possibles. Le nombre des unités perceptives est certainement encore beaucoup plus grand, même s'il n'est pas certain que la réduction unitaire puisse toujours être conduite jusqu'au neurone sensoriel.

b) la succession habituellement nécessaire de plusieurs combinaisons pour une même réponse ou une même identification multiplie à elle seule pratiquement à l'infini le nombre des façons d'exister* différentes

c) par ailleurs il est très important de préciser que tous les éléments unitaires ne se présentent pas d'emblée sous une forme définie; beaucoup de ces éléments proviennent d'une dissociation secondaire de conduites innées, ce qui favorise à la fois les premiers comportements et la construction de combinaisons apprises.

En définitive, il est possible de préciser l'existence d'un corpus d'éléments de conduite, corpus fini, virtuel ou réel, totalement propre au système sur le plan de la signification et considérablement riche sur le plan du potentiel. L'existence d'un tel corpus est confirmé par les régulations épigénétiques* qui sont évidentes et ne peuvent s'expliquer que par la constance d'un corpus initial :

- la régulation, nous l'avons vu, est évidente en embryologie puisqu'il n'y a pas de plan de l'organisme achevé et que les particularités de cet organisme sont néanmoins prévisibles, même en cas de modification délibérées de l'environnement. C'est particulièrement le cas lorsqu'un ovocyte de bovidés de race présente exactement les mêmes caractéristiques, que l'ovocyte se développe dans une mère de race ou dans une mère porteuse commune.

- la corrélation entre la taille d'un enfant et la taille de ses parents biologiques s'accroît de la naissance jusqu'à l'âge de deux ans puis se stabilise ensuite. Les influences précoces modifiant les informations du génome sont donc corrigées ultérieurement.

- l'étude des influences parentales chez les enfants adoptés est particulièrement démonstrative de régulation. Le risque de voir un garçon adopté s'orienter vers des conduites gravement délictueuses est autant relié à l'attitude délinquante chez le père biologique qui n'a jamais rencontré le garçon que chez le père adoptif qui l'a élevé. Le taux de suicides identifiés est très nettement plus élevé chez les parents biologiques d'adoptés dépressifs que chez les parents adoptifs d'adoptés dépressifs ou chez les parents biologiques d'adoptés non dépressifs.

Mais les travaux les plus significatifs sont ceux de Honzyk, de Fulker et Defries que nous avons déjà évoqués (III-8), démontrant que l'influence sur l'intelligence d'enfants, de parents biologiques ne les élevant pas, peut être plus forte que celle des parents adoptifs, et surtout, se renforcer au cours de la croissance cognitive.

Il faut encore souligner qu'il n'y a aucune raison pour que le corpus initial des éléments de conduite échappe à un effet de variation génétique. La multiplication du nombre des anticorps possible par un million ne supprime absolument pas les variations dans la formation des anticorps d'une spécificité individuelle de la carte génétique d'histo-incompatibilité.

1.4. ***L'indétermination partielle de l'organisation***.

La mise en évidence de régulations maintenant une référence en dépit de structurations nouvelles a un autre intérêt. Elle souligne la capacité des systèmes à intégrer des configurations nouvelles. Ce fait est fondamental puisqu'il impose l'existence d'une certaine indétermination dans la constitution initiale et dans les règles du fonctionnement autonome. L'indétermination sur laquelle nous aurons à insister (X-A), s'impose donc dès la constitution initiale.

1.5. L'élaboration des combinaisons.

Peut-être que le point qui peut le plus opposer le mode sélectif et instructif de formation des conduites apprises, réside dans le mécanisme de formation des combinaisons comportementales. Etudiant la formation des conduites apprises chez l'animal, R.A. Hinde (082) arrive à démontrer que l'élément de conduite est très rudimentaire et peu significatif alors que la variété des conduites apprises pour s'adapter au milieu rencontré est considérable. Il paraît en tirer argument en faveur d'un mode instructif de formation des conduites.

En fait, cette conclusion n'est nullement obligatoire si on admet que la dynamique de combinaison des éléments est contrôlée par l'organisme. Tous les exemples que nous avons déjà cités et les développements ultérieurs que nous présenterons démontrent largement que la thèse sélective et celle de combinaisons dont les règles de construction échappent aux instructions contenus dans les signaux extérieurs, est au moins aussi cohérente que la thèse instructive.

Il est donc tout à fait justifier de suivre le fil conducteur des thèses sélectives pour tenter d'expliquer la formation des connaissances apprises. La précision du corpus constitutionnel des éléments de connaissance devient ainsi particulièrement fondamentale.

1.6. La généralisation du mode sélectif.

Loin de nous l'idée d'une discussion d'école ou d'une condamnation de toute autre position. Nous voudrions cependant souligner que les analyses de Jerne, opposant les modes instructifs et sélectifs de formation des acquis, la primauté accordée au point de vue sélectif au niveau des organismes biologiques ouvre la voie à une généralisation du point de vue sélectif. Nous nous efforcerons de monter qu'il est cohérent de considérer tout contenu comportemental et particulièrement tout contenu mental, tout concept, toute idée, toute norme ou essence comme un arrangement original d'éléments cérébraux constitutifs, présents dans l'organisation neurobiologique innée. Ces arrangements quel qu'ils soient sont considérés comme construits par l'organisme, sous l'influence de décisions subjectives et au cours de l'histoire de l'organisme au contact de l'environnement. Ainsi apparaît possible la récusation complète du réalisme de natures sur laquelle nous avons insisté à de nombreuses reprises et que nous reprendrons encore très souvent.

2. Les Données constitutives.

Sur le plan de la constitution, aucune information ne vient du dehors pour expliquer la transformation dans un incubateur artificiel, d'un œuf de poule en poussin. Cette transformation, marquée par l'émergence authentique de structures et de fonctions nouvelles, doit s'expliquer par les seules interactions entre les éléments présents initialement dans l'œuf. La situation est exactement la même pour le développement comportemental qui fait suite à la naissance. Que la constitution initiale et l'activité au contact du réel explique seule ou non l'émergence des connaissances, l'analyse de cette constitution est essentielle.

2.1. ***L'Architecture cérébrale constitutionnelle***.

Un point essentiel s'est établi durant ces dernières décennies, celui de la stabilité de l'architecture cérébrale au cours de la vie.

- même chez le très grand prématuré né vivant et décédé au bout de quelques heures, il n'est constaté aucune division cellulaire au niveau des neurones, les cellules nobles de l'organisation cérébrale. Autrement dit, tous les neurones d'un cerveau sont apparus avant la fin du cinquième mois de la vie foetale.

- il n'est pas constaté davantage de migration de neurones. Un neurone définitif une fois né, conserve la place qu'il occupe initialement.

Les liaisons entre neurones ou groupes de neurones sont tout aussi fixées : " On sait aujourd'hui que les liaisons extrinsèques entre les aires cérébrales sont beaucoup plus nombreuses, sélectives et spécifiques qu'il n'était supposé (Mountcastle (052)."

Au total, toute la trame neuronale du cerveau est définitivement formée bien avant la naissance et très strictement définie. Le fait est fondamental, car la fonction d'un neurone intermédiaire est pratiquement déterminée totalement par son emplacement. Les règles autonomes du fonctionnement cérébral sont donc puissamment déterminées avant toute activité au contact de l'environnement.

2.2. ***L'élément comportemental unitaire, le Neurone.***

Le neurone est lui-même un système autonome et il faut distinguer trois sortes de neurones :

2.2.1. **Le Neurone sensoriel**. C'est le neurone d'interface d'entrée que nous avons largement analysé (V-). Un tel neurone comporte en entrée un transducteur capable de générer un potentiel à partir d'un excitant d'une nature physique en général bien définie, obéissant ainsi à la loi de spécificité de Muller. Lorsque le potentiel d'entrée atteint un certain seuil, le neurone génère une véritable explosion, émettant un potentiel de pointe très bref et très intense, constituant le signal de sortie du neurone. Ce signal est propagé le long de l'axone, prolongement de sortie du neurone. Par l'intermédiaire de l'axone, l'influx nerveux ainsi formé est conduit jusqu'à un ou plusieurs neurones intermédiaires.

2.2.2**. Le Neurone intermédiaire**. Il représente à lui seul la quasi totalité du système nerveux central. Il existe probablement quelques dizaines de milliers de neurones moteurs, quelques dizaines de millions de neurones sensoriels et au moins cinquante milliards de neurones intermédiaires, si ce n'est deux fois plus. L'entrée du neurone intermédiaire est faite d'une arborescence de dendrites sur lesquels viennent s'appliquer les régions terminales des

axones des neurones en amont. La sortie du neurone intermédiaire est constitué par un axone comparable à celui du neurone sensoriel.

En règle générale, le système dendritique d'un neurone intermédiaire reçoit les terminaisons axonales d'un grand nombre d'autres neurones intermédiaires. C'est alors une décharge synchrone de ces neurones qui va faire atteindre le seuil de potentiel, assurant l'excitation du neurone suivant. A leur tour, les terminaisons axonales de ce neurone vont atteindre les dendrites d'un grand nombre de neurones en aval. La succession des neurones intermédiaires dessine donc des réseaux complexes pouvant distribuer ou concentrer les informations représentées par des influx nerveux originaux, notamment ceux qui proviennent des neurones sensoriels.

Pour bien comprendre une application éventuelle de la notion de groupe opératoire au fonctionnement neuronal, il est essentiel de noter l'existence de deux sortes de neurones intermédiaires :
- le neurone facilitateur dont l'excitation favorise la transmission d'un influx dans les neurones en aval.
- le neurone inhibiteur dont l'excitation freine la transmission d'un influx dans les neurones en aval.
Ainsi apparaissent deux types d'actions opposées et combinables entre elles, dessinant un groupe opératoire et permettant toutes les régulations en combinant des effets agonistes et antagonistes, des effets positifs et négatifs.

2.2.3**. Le Neurone d'interface de sortie**. C'est principalement le neurone moteur. Ce neurone comporte un système d'entrée dendritique, recevant les influx de terminaisons axonales provenant de neurones intermédiaires. A la sortie, l'axone du neurone moteur se termine sur la plaque motrice d'une fibre musculaire. L'influx nerveux à son arrivée sur la plaque motrice libère brutalement une réserve d'énergie accumulée dans la fibre musculaire et il en résulte une contraction provoquant une force et un mouvement, le tout sans commune mesure avec l'énergie que représente l'influx nerveux.

On pourrait ramener schématiquement le système nerveux à un ensemble de neurones sensoriels venant se connecter sur un réseau de neurones intermédiaires dont le rôle serait de confronter les données des neurones sensoriels les unes en fonction des autres; l'analyse ainsi effectuée permettrait la stimulation adaptée de neurones effecteurs. Cette description schématique ne s'oppose pas à la description structurale plus précise du cerveau qui peut être faite.

Il faut encore souligner que la digitalisation* de l'information est conservée ou plus exactement constamment restaurée au cours de la transmission de l'influx nerveux. Quelle que soit la distribution de l'excitation à l'entrée dendritique d'un neurone sensoriel, la sortie propagée se traduit par des trains de potentiels de pointes, constants dans leur forme et leurs propriétés, bien définis dans le temps et l'espace. Ces potentiels de pointes sont propagés jusqu'aux extrémités axonales. Le potentiel crée par l'arrivée de tels influx sur un neurone en aval, se mèle à d'autres influx d'origine comparable et le résultat est un potentiel quasi-analogique. Mais ce dernier potentiel n'est déterminant que par l'atteinte d'un seuil qui provoque à nouveau un potentiel de pointe au niveau d'autres neurones en aval du neurone considéré, restaurant donc la digitalisation*. Pour être complet, il faudrait signaler que certains neurones, notamment dans la rétine, n'ont pas d'axones et transmettent donc d'une de leur extrémité à l'autre, des variations analogiques de potentiels. Ils agissent en modulant le

fonctionnement de neurones plus classiques, modifiant leur seuil de déclenchement mais ne supprimant pas la digitalisation* des influx.

2.3. ***D'autres candidats à l'Unité fonctionnelle: la Microcolonne et la Minicolonne***.

Le neurone n'est peut-être pas universellement l'unité fonctionnelle, source d'une information digitalisée. Mountcastle, Rockel, Hiorns et Powell ont montré que le cortex cérébral était formé par la conjugaison de microcolonnes de neurones dont le grand axe est perpendiculaire à la surface du cortex. Ces microcolonnes contiennent à peu près 110 neurones, le nombre étant pratiquement identique pour les différentes aires corticales et les différentes espèces de mammifères. Le cortex strié des primates, concernant la vision, fait exception, les microcolonnes contenant 260 neurones; les exigences de coordination de la vision binoculaire sont probablement les responsables de cette différence. A leur tour, les microcolonnes semblent regroupées en unités fonctionnelles plus larges regroupant quelques centaines de microcolonnes et appelées minicolonnes. Mountcastle prend argument de la constance architecturale et de la section d'une microcolonne pour considérer que le cortex du cerveau humain doit comporter de l'ordre de 600 millions de microcolonnes et donc de l'ordre de 70 milliards de neurones pour le seul cortex cérébral.

Par ailleurs, et c'est sans doute le plus important, la distribution des minicolonnes n'est nullement anarchique. C'est un processus fonctionnel qui règle la distribution spatiale des minicolonnes à la surface du cortex. Ainsi s'explique :

- une distribution somatotopique des aires motrices ou sensorielles, reproduisant les différentes parties du corps, chacune occupant une surface proportionnelle à son importance fonctionnelle et non son développement anatomique, dessinant une sorte d'homonculus.

- une répartition en bandes de fréquences sonores au niveau de l'aire auditive, reproduisant la répartition réalisée le long de la membrane basilaire de la cochlée.

- une répartition géométrique au niveau des aires visuelles. On note ainsi que des minicolonnes voisines sont groupées en fonction d'une sensibilité à des obliquités différentes des lignes perçues dans une même région du champ visuel; ailleurs le voisinage traduit une sensibilité à une même obliquité de lignes pour des zones voisines du champ visuel.

Il devient évident que la signification fonctionnelle d'une minicolonne est puissamment définie avant toute expérience de vécu et demeure égale à elle-même tout au long de la vie, au moins dans sa signification neurologique.

2.4***. L'Organisation cérébrale générale***.

A la lumière de tous les travaux neurophysiologiques, il est possible de décrire une organisation cérébrale globale qui dépasse sans les contredire les organisations neuronales ou de colonnes. D'un point de vue fonctionnel, nous proposons, sans nous faire trop d'illusions sur la valeur des analyses de ce genre, une distinction entre trois cerveaux fortement imbriqués, tous bien développés chez l'homme, mais traduisant néanmoins une évolution phylogénétique dans leur importance relative. Cette distinction est en fait très voisine de celle d'Edelman (057) qui considère un cerveau du soi et des systèmes homéostatiques internes, un cerveau du non-soi analysant les signaux du monde extérieur et un cerveau de corrélation entre les deux précédents.

2.4.1. **Le Cerveau des relations avec le Corps propre**. Il est essentiellement représenté par le plancher du diencéphale ou hypothalamus et par des noyaux du tronc cérébral. Il est de volume relativement faible et déjà présent chez les vertébrés les plus primitifs. C'est le cerveau du contrôle des équilibres corporels. Les neurones sensoriels de l'hypothalamus renseignent l'organisme sur l'équilibre hydrique, la richesse en sucres immédiatement utilisables, la température centrale et d'une façon générale, sur les grands équilibres corporels. Les neurones effecteurs de l'hypothalamus initient des commandes aux organes centraux, cardio-vasculaires digestifs mais ont également une action essentielle sur les régulations hormonales et humorales, notamment par l'intermédiaire de l'hypophyse et de la médullo-surrénale.

2.4.1.1. La régulation de la vigilance et des disponibilités énergétiques. Deux aspects de ces régulations corporelles ont une influence majeure dans le fonctionnement cognitif :

- la régulation de la vigilance, le corps devant trouver en permanence un équilibre optimum entre les exigences de l'économie énergétique réalisée au mieux lorsque la vigilance est basse, et la mise en éveil très rapide qui s'impose lorsque les nécessités de réponses comportementales d'urgence l'exigent.

- la régulation des dépenses énergétiques, devant également trouver un équilibre entre l'économie énergétique et les exigences comportementales. Hess a ainsi décrit une orientation trophotrope du fonctionnement hypothalamique, vers la reconstitution des réserves et qui s'oppose à l'état ergotrope de mobilisation des réserves.

Comme J. Piaget l'a souligné dans son cours de 1954 sur les relations de l'intelligence et de l'affectivité, la régulation énergétique et de la vigilance traduit l'une des facettes essentielles de l'affectivité. Un stimulus chargé en affectivité est celui qui appelle une vigilance élevée et justifie une dépense énergétique importante. Une autre facette de l'affectivité est la valeur individuelle ou conjoncturelle d'un stimulus. Cette valeur est très proche en fait d'une signification cognitive, celle d'un stimulus réintégré dans la totalité du contexte du sujet, de ses expériences personnelles passées et de son environnement.

2.4.1.2. <u>Les états de satisfaction</u>. L'année même où J. Piaget faisait l'analyse de l'affectivité, Olds et Miller ouvraient un domaine entièrement nouveau à l'analyse comportementale. Etudiant chez le rat, l'auto-stimulation après implantation d'électrodes intracérébrales, ces auteurs ont montré que le résultat variait avec la zone d'implantation :
- de nombreuses zones, notamment le néo-cérébrum dans son entier, peuvent être qualifiées de neutres ou d'indifférentes.
- des zones réparties principalement dans l'hypothalamus mais également dans d'autres structures cérébrales sont qualifiées de positives. L'animal auto-stimulé dans de telles zones recherche systématiquement à reproduire l'auto-stimulation ; il peut accepter pour ce faire, de très lourdes punitions.
- des zones présentant une répartition comparable et qualifiées de négatives. L'animal fait tout pour éviter une nouvelle auto-stimulation dans une telle zone.

Les travaux ultérieurs de Sem Jacobsen, de Bishop, ont démontré l'existence du même phénomène chez l'homme. Cela a permis de préciser que l'auto-stimulation positive correspond à l'obtention d'un effet "plaisant", recherché pour lui-même, en dehors de toute

compulsion à simplement répéter l'auto-stimulation. Le processus est encore très incomplètement compris mais on peut penser qu'il joue le rôle d'un renforcement du comportement qui l'a provoqué, par récompense. Le comportement sexuel devient de plus en plus complexe au cours de l'évolution phylogénétique et il a besoin d'être ainsi "récompensé" pour se dérouler aisément.

Il est cependant vraisemblable que le renforcement par le "plaisir" dépasse très largement le domaine sexuel, et cela sans qu'il y ait une raison d'invoquer la "sublimation" chère à la psychanalyse. Tout comportement "réussi" doit probablement provoquer ainsi une satisfaction et nous sommes personnellement très tenté par une transposition cognitive. Tout problème cognitif demeurant sans solution provoque un malaise, toute solution à ce problème provoque une "satisfaction". Apparaît ainsi une forte motivation pour l'exploration, le jeu, la recherche cognitive, même sans nécessité immédiate. Le développement de l'autonomie par anticipation se trouve ainsi considérablement renforcé. C'est donc encore un autre aspect où les processus cognitifs apparaissent premiers par rapport aux satisfactions affectives qu'ils fournissent.

Pour terminer cette analyse du cerveau "viscéral", il faut en réduire la signification d'autorité. On peut penser qu'en ces différents domaines de la vigilance, de la régulation énergétique et de la satisfaction, l'hypothalamus joue le rle d'un simple effecteur sous contrôle du système limbique, plutôt que celui d'un décideur.

2.4.2**. Le Cerveau des relations avec l'environnement**. Il inclut la totalité du néocérébrum qui représente chez l'homme, la part la plus importante, et de très loin, du cerveau. Au cortex cérébral sont associés des "noyaux" ou relais disposés en profondeur dans le cerveau. C'est également chez l'homme qu'est constatée la plus forte disproportion entre les trois cerveaux, au profit du néocérébrum. Les autres structures cérébrales, archeocerebrum et paleocerebrum sont du reste également fort développées chez l'homme et ne sont certainement pas "vestigiales" mais il est de fait que le cerveau de la vie de relation est proportionnellement beaucoup plus important chez l'homme. On peut décrire:

- les aires perceptives primaires. Chaque système perceptif primaire reçoit directement les influx nés des neurones sensoriels d'une même catégorie et assure une confrontation entre ces influx. Des processus très puissants d'intégration mettent en forme ces données brutes d'interface pour faire apparaître des configurations significatives (V-).

- les aires effectrices primaires. Elles agissent essentiellement sur le fonctionnement musculaire. Elles induisent des ordres directs qui déterminent les contractions musculaires mais elles émettent également de très nombreux ordres qui donnent spontanément un aspect organisé et harmonieux à l'activité motrice.

- les aires d'association. Elles assurent une communication entre les différentes aires primaires, perceptives ou motrices. Elles reçoivent des informations sur l'activité des aires primaires au contact de l'environnement et modulent le fonctionnement de chacune de ces aires en fonction des activités des autres aires. Il est classique de considérer que ces aires d'association dont la maturation est effectivement plus tardive que celles des aires primaires sont le siège principal des transformations induites par le vécu. Il faut souligner par ailleurs que certaines aires, considérées classiquement comme associatives, apparaissent aujourd'hui comme des aires perceptives primaires.

- les aires frontales. On peut supposer que ces aires jouent également un rôle déterminant dans l'organisation d'interactions entre aires primaires, mais peut-être davantage dans l'instant. C'est classiquement la structure de l'analyse intelligente, au développement particulièrement important dans l'espèce humaine.

Chez les vertébrés primitifs, les interfaces de la vie de relation sont essentiellement de nature olfactive et l'olfaction conserve encore un rôle très important chez les premiers mammifères. L'olfaction est réduite chez les oiseaux, sauf les oiseaux coureurs car l'olfaction n'est pas une interface très efficace durant le vol. On peut penser au contraire qu'il y a eu progressivement chez les primates, une diminution progressive de l'olfaction en raison de l'importance prise par la vision. La caractéristique du cerveau humain est d'intégrer un très grand développement de deux systèmes d'interface, visuels et auditifs. La motricité a également évolué vers le très grand nombre de degrés de liberté que comporte la main mais cette évolution est reliée aux précédentes. C'est en effet principalement sous contrôle visuel que la main est une interface de sortie très efficace.

2.4.3. **Le Cerveau de l'Arbitrage et de la Gestion.** Vulgarisant les descriptions de P. MacLean, A. Koestler tente de décrire trois cerveaux, reptilien, paléomammalien et néomammalien, ce qui ressemble quelque peu à notre approche. Mais Koestler fait du cerveau paléomammalien un compétiteur émotif du cerveau cortical intelligent. Il est beaucoup plus logique de considérer que le cerveau décrit comme paléomammalien par MacLean est en fait le cerveau de l'arbitrage (ou plus passivement, de la corrélation selon la description d'Edelman) entre les données du cerveau "viscéral" des relations avec le corps et le cerveau de la vie de relation avec l'environnement. Le vécu ne peut qu'exiger des fonctions agonistes entre ces deux cerveaux, mais fait obligatoirement apparaître de temps à autres des aspects conflictuels, liés justement aux limites des capacités d'arbitrage. Le cerveau paléomammalien de MacLean est en fait le cerveau de l'intégration du "moi" et on peut penser que le dysfonctionnement de ce cerveau joue un rôle majeur dans l'explication des perturbations du "moi" au cours des névroses.

Les activités de la vie de relation modifient les équilibres corporels et en même temps, exigent pour être optimisées que le cerveau dit viscéral "suive" les exigences de la vie de relation. Le système appelé "limbique" par Broca, ceinturant le tronc cérébral paraît bien le cerveau de l'arbitrage et de la relation entre le cerveau de l'adaptation à l'environnement et celui de la gestion corporelle. A l'analyse strictement cognitive de la situation, doit s'associer une opportunité des réponses après appréciation des disponibilités corporelles et une mise en jeu de ces disponibilités.

2.4.3.1. <u>Les fonctions du système limbique</u>. Le système limbique paraît ainsi assurer

- la détection du nouveau ou plus exactement de l'insolite. Cette détection conduit à un approfondissement des analyses cognitives et donc à un retard dans l'élaboration de la réponse, mais également à une mise en état d'alerte. Cette mise en état d'alerte comporte elle-même plusieurs facettes :

a) une réaction générale d'éveil, c'est à dire d'un niveau élevé et global de vigilance.
b) une réaction spécifique d'éveil vers tout ce qui concerne le champ de la perturbation, dans l'analyse des signaux comme dans la préparation d'une réponse.
c) une mise en état "ergotrope" pour accroître l'énergie immédiatement disponible et favoriser une réponse.

- une appréciation du risque présenté par toute variation d'environnement et donc du degré de nécessité dans l'élaboration d'une réponse. Ce risque est calculé en fonction des expériences passées et des valeurs "affectives".

- une confrontation entre l'intérêt et le coût des différentes réponses possibles, suivi du choix de l'une de ces réponses. Le système limbique est donc le cerveau de la décision. L'essentiel de cette décision est orientée par un choix entre trois tendances :
a) l'inhibition temporaire de toute réponse, contrôlée par le noyau limbique du septum. Elle est notamment illustrée chez l'animal, par l'attitude de menace qui paraît bien une manoeuvre dilatoire pour retarder le choix ultime entre la fuite ou l'agression.
b) la réponse active, sous le contrôle du noyau limbique de l'amygdale et qui renvoie chez l'animal aussi bien à la fuite qu'à l'agression.
c) le refus de la perturbation en tant que telle ; la perturbation est en quelque sorte négligée comme non digne de retenir l'intérêt.

- le contrôle de la mémorisation et de la remémoration, comme nous le voyons plus loin. Le système limbique assure la gestion de l'expérience présente en y intégrant les données du passé et il prépare le développement des fonctions adaptatives pour le futur. Il joue ainsi un r“le essentiel dans l'évolution des connaissances.

Ces différentes fonctions du système limbique ne s'exercent pas une fois pour toute dans une situation comportementale donnée mais durant chaque boucle de la réaction circulaire* que peut demander cette situation.

2.4.3.2. La conformation du système limbique. Pour réaliser ces différentes fonctions, le système limbique agit fondamentalement par ses relations étroites avec les autres cerveaux, relations nécessairement afférentes et efférentes. L'anatomie décrit très facilement :
- des structures d'interface avec le cerveau de la vie de relation d'une part, le cerveau viscéral de l'autre. Ce système d'interface est évidemment à double sens.
- des noyaux centraux d'intégration qui assurent effectivement l'arbitrage en fonction des données reçues.

Sur ce point, Koestler a raison d'insister sur une vision du fonctionnement cérébral global intégrant une distribution des signaux et des emboîtements. Le cerveau des relations corporelles est supervisé par le système limbique mais avec le respect des informations que ce cerveau "viscéral" fournit sur les équilibres corporels. Ces informations sont probablement transmises au cerveau des relations avec l'environnement pour que les équilibres corporels soient pris en compte dans l'appréciation globale de la situation.

2.4.3.3. La critique du concept de schizophysiologie. Au total, le cerveau paléomammalien de MacLean est loin de provoquer une "schizophysiologie" selon l'expression de Koestler ou plus simplement un conflit entre une approche rationnelle et une approche émotive d'une même situation. Nous avons tenté de montrer ailleurs que la réaction émotive est habituellement bien intégrée dans la vie mentale (193). Le "désordre" émotif ne relève pas de l'émotion elle-même mais traduit les difficultés rencontrées pour établir une réponse adaptative efficace vis à vis d'une perturbation. Le système limbique optimise au mieux l'équilibre entre toutes les données d'une situation, notamment en assurant un contrôle énergétique pour mettre le corps à la hauteur des analyses de l'esprit, tout en tenant compte des disponibilités corporelles; le système limbique peut évidemment se trouver dépassé.

Pour défendre la thèse de la schizophysiologie, MacLean insiste sur le fait que le système limbique est formé d'un tissu de type archaïque, le méso-cortex, et qu'il n'augmente pas notablement de volume lors de l'évolution phylogénétique des mammifères. Il est probable que le système limbique gère chez l'homme des messages qui ne sont pas plus complexes que chez les mammifères inférieurs, mais que ces messages chez l'homme sont le résultat d'une analyse beaucoup plus approfondie de la situation présente et des situations passées. Il est facile de transposer les décisions animales de fuite, d'agression, de menaces, de déplacement ou de désintérêt en des équivalents dans la gestion d'un problème présenté en terme de représentation intérieure modélisée.

B) La Conscience et la subjectivité.

L'analyse du fonctionnement cérébral telle que nous l'avons faite, laisse ouverte la question des mécanismes qui assurent les aspects les plus élevés de l'intégration des fonctions élémentaires, tant au niveau des comportement qu'au niveau de l'évolution des conduites disponibles que traduisent les connaissances apprises. Ces aspects supérieurs d'intégration sont habituellement reliés aux termes de conscience et de subjectivité. Or l'étude de la subjectivité par elle-même est à priori antinomique. Par ailleurs, il n'est manifestement pas possible d'étudier la conscience comme n'importe quelle fonction cérébrale. C'est en effet la conscience qui coordonne les données d'observations partielles sur le fonctionnement cérébral pour construire des modèles de fonctionnements cérébraux. Il parait bien difficile que la conscience puisse s'appliquer à elle-même ces processus cognitifs et la situation ne s'est guère modifiée sur ce plan depuis Wundt, le premier à avoir affirmé cette position privilégiée de la conscience par rapport à des comportements moins intégrés. Cette difficulté de concevoir ce que peut être la conscience explique les nombreuses conceptions contradictoires qui la concerne. Irréductible et réglant tout le fonctionnement mental, toutes les activités cognitives pour les thèses idéalistes de Kant ou de Husserl, la conscience est à l'inverse considérée comme un épiphénomène à mettre entre parenthèse par Watson, et n'est guère davantage valorisée par Freud. Par ailleurs, si on passe d'un plan métaphysique à un plan psychologique, on s'aperçoit vite que la conscience recouvre des aspects très divers de vigilance, d'attention sélective, d'intention, de décision, de réflexion.

Sans espérer aucunement donner une explication de ce que peuvent recouvrir les notions de subjectivité et de conscience, nous voudrions cependant préciser à quoi peuvent correspondre ces notions dans le cadre d'une théorie de l'autonomie biologique, et apprécier la cohérence de telles explications, en nous concentrant sur les conséquences cognitives. Il apparaît alors manifeste que les notions de conscience et de subjectivité doivent être dissociées, la seconde notion étant à priori beaucoup plus universelle que la première. Tout système autonome présente obligatoirement un minimum de subjectivité et le caractère de système autonome est attribué par la théorie à des organismes beaucoup plus simples que les organismes qualifiés de conscients dans le sens habituel du terme. En ce qui concerne la conscience, la théorie de l'autonomie ne peut postuler qu'une position moyenne entre celle de l'idéalisme et celle de l'empirisme. L'existence et l'importance de la conscience sont affirmées: sa négation reviendrait à nier l'autonomie au niveau des processus supérieurs d'intégration, ce qui serait paradoxal puisque cette autonomie est affirmée aux niveaux plus élémentaires. En

revanche, la conscience ne peut être considérée comme une entité première irréductible à des processus biologiques.

1. Les Facettes de la Subjectivité.

Le réalisme définit la connaissance indépendamment du sujet qui la manipule. L'idéalisme fait du sujet la référence de toute connaissance mais du même coup, situe ce sujet hors du domaine de l'analyse. Les thèses que nous défendons font de la connaissance, un recueil des données issues de la rencontre entre un sujet et son environnement, insistent sur l'autonomie de ce sujet et impliquent donc son activité durant la formation des connaissances apprises. Contrairement à ce que postulait l'idéalisme, un sujet ainsi défini se prête à l'analyse et constitue également un objet de connaissance. Il est alors très important de tenter de définir ce qui est entendu par sujet pour préciser ses interventions dans les processus de connaissance, aussi bien la connaissance de soi que la connaissance de l'environnement.

Cette analyse essentielle comporte deux facettes. Il importe d'une part de déterminer globalement comment s'effectue l'intervention du sujet au cours de la formation et de l'utilisation des connaissances apprises. Il faut également préciser autant que possible comment "le cœur" intervient dans le processus, selon des raisons que la raison ne connaît pas. Mais aucune de ces questions ne peut être résolue sans avoir auparavant essayer de définir la subjectivité.

Interrogé par un journaliste sur le fait de savoir si une machine pouvait penser, Shannon répondit par l'affirmative en indiquant que le cerveau pensait et qu'il était une machine. La réponse était une boutade mais elle venait après une question ambiguë. On peut croire que le journaliste avait en tête une interrogation conjointe sur les processus opératoires de la pensée et sur la subjectivité. En se basant sur les seules opérations mentales, Shannon évitait d'avoir à répondre sur le plan de la subjectivité. Or, une réflexion sur la subjectivité d'une machine est peut-être le meilleur moyen de sortir du dilemme posé par le fait du sujet qui devrait s'interroger sur les mécanismes qu'il met en jeu lorsqu'il s'interroge sur lui-même. Mais il n'y a alors aucune raison de considérer la subjectivité comme une totalité irréductible. Envisageant a priori une explication réductionniste, la réflexion doit suivre le principe cartésien de la division des difficultés et chercher à préciser de façon relativement indépendante, les facettes multiples de ce qui peut être regroupé sous le terme de subjectivité.

En tous domaines, la possibilité de comparer des systèmes structuralement très différents est toujours intéressante. Le bénéfice à en attendre serait donc grand si nous pouvions étudier une machine qui soit au moins partiellement un reflet de notre propre fonctionnement et pour laquelle, comme pour nous même, nous pourrions poser l'existence a priori d'une subjectivité. L'apport de l'écriture phonétique a ainsi été à la base de la réflexion logique en cristallisant le langage oral, ce qui en a permis une analyse réductrice. De cette analyse est née la précision des processus opératoires du raisonnement qui ont pu être suffisamment formalisés pour être transférés dans une machine artificielle; il en est découlé calculateurs et ordinateurs. La même démarche peut être poursuivie en tirant parti de l'étude du fonctionnement de ces dernières machines pour y rechercher un miroir de notre subjectivité.

La notion de sujet s'est précisée peu à peu, prenant un caractère opératoire, applicable indépendamment de présupposés sur les processus qui l'expliquent. Lalande définit le sujet, et

notamment le "sujet" de connaissance comme "un être défini, non pas dans ses particularités individuelles, mais en tant que condition nécessaire à l'unité d'éléments représentatifs divers, unité en vertu de laquelle ces représentations apparaissent comme détachables et constituant un objet". Lalande insiste sur le caractère concret, intérieur, singulier de cet "être qui existe non seulement en soi, mais pour soi, et qui, ne se bornant pas à être un objet visible du dehors, n'a sa véritable réalité qu'en contribuant à se faire lui-même, à partir sans doute d'une nature donnée et selon des exigences intimement subies, par un devenir volontaire et une conquête personnelle. Le sujet croît *ad infinitum*" en empruntant cette citation à M. Blondel. Nous adhérons pleinement à cette définition, mais il est bien évident qu'elle réunit de nombreuses données qui méritent d'être précisées indépendamment les unes des autres.

1.1. ***La Subjectivité constitutionnelle et le Réseau autopoiétique..***

Durant près de trois cent ans, il a été impossible d'envisager une discussion sur des propriétés constitutives pouvant expliquer une subjectivité. S'opposaient en effet seulement deux conceptions dont l'une niait la subjectivité et l'autre affirmait sa nature supranaturelle. Pour le déterminisme cartésien, une machine, organique ou non, est ouverte aux influences extérieures qui contrôlent son comportement. Descartes limitait cette catégorie de machine à l'animal mais ses successeurs es-déterminisme y ont inclus peu à peu l'homme psychologique. A l'opposé, les différentes conceptions spiritualistes affirmaient l'irréductibilité des structures biologiques à des structures physiques, ce qui valait a fortiori pour les aspects de pensée, de libre-arbitre ou de toute traduction de subjectivité.

En fait, c'est Claude Bernard qui a ouvert la voie d'un tertium lorsqu'il a reconnu la finalité particulière. L'acte d'un organisme a bien une fin immanente, qu'il faut rechercher dans l'enceinte de cet organisme. C'est donc l'abandon des thèses cartésiennes et le retour de la subjectivité dans les organismes biologiques, d'une subjectivité liée au fonctionnement biologique, sinon au fonctionnement physique. Les analyses de Claude Bernard, de Cannon, puis de P. Vendryès, H. Maturana et F. Varela permettent de préciser le sens de la finalité particulière d'un organisme, du moins pour un observateur: c'est tout simplement la survie et le maintien d'une référence propre alors que les fluctuations de l'environnement portent continuellement atteinte à cette référence.

1.1.1. **Les différents Réseaux de la Subjectivité constitutive**. Plusieurs types de réseaux auto-entretenus assurent une subjectivité constitutive :

1.1.1.1. <u>Le Réseau d'Interactions internes</u>. L'équilibre d'un système n'est permis que par des multiples flux d'échanges qui neutralisent les effets des écarts ou gradients entre l'intérieur du système et l'environnement. Ces flux sont déterminés par les paramètres extérieurs au système comme par les paramètres intérieurs. Mais presque par définition pourrait-on dire, les paramètres extérieurs sont perpétuellement changeants; cela suppose en retour une adaptation permanente des flux de la part des systèmes. Une première conséquence en est que la constance interne de l'organisme ou de n'importe quel système, ne peut être qu'une moyenne car un écart par rapport à cette moyenne est indispensable pour provoquer l'effet correcteur. Apparaît donc une animation interne permanente, associant déviations et corrections.

En outre, le retour à l'équilibre suppose que la correction des flux d'échange soit une transformation réversible; faute de quoi, il serait impossible de parler de constance interne. Par définition (IX) , cette transformation réversible ne peut être qu'un changement d'état alors

que les aspects structuraux demeurent inchangés. De plus, une modification isolée de flux est provoquée par un changement d'état localisé. A son tour, ce changement d'état local va être créateur d'un déséquilibre interne vis à vis des éléments voisins et le déséquilibre aura tendance à se propager à tout l'organisme jusqu'à ce que soit trouvé un nouvel équilibre global. Il est donc indispensable que tous les éléments du système soient en communication les uns avec les autres pour que les différents changements d'état puissent se compenser. L'ensemble dessine donc un réseau structural interconnecté fait d'éléments dont chacun est dans un état qui dépend des états de tous les autres éléments. Il en résulte bien une subjectivité constitutive.

Par ailleurs, si le changement d'état est la seule réponse adaptative possible à une perturbation, deux cas doivent être distingués :

- les transformations peuvent être totalement internes. Un changement d'état purement interne équilibre alors exactement le circuit d'assimilation d'interface, modifié par un excitant externe. Cependant, il est peu probable qu'un changement d'état très local puisse compenser directement la modification du circuit d'interface. Dans la règle, le déséquilibre induit par cette modification se propage par voisinage à tous les éléments du système et c'est seulement dans un second temps qu'est découverte une réorganisation globale des états décrivant un équilibre global. Le maintien de l'équilibre homéostatique n'est permis qu'en raison d'un réseau de relations quasi continues entre les différents constituants de l'organisme. Inversement, ces relations assurent en permanence une cohésion dynamique entre constituants, l'état de chaque constituant étant relié à celui de tous les autres et l'état global de l'organisme traduisant les états des constituants. Il y a là une subjectivité vécue particulièrement manifeste.

- lorsque ce premier processus homéostatique se révèle insuffisant, le retour à l'équilibre impose une boucle qui comporte une action externe. Le changement d'état interne influence la face interne d'une interface effectrice. Cela se traduit par un effet externe qui modifie l'environnement, fait disparaître l'effet perturbateur et fait donc rebasculer l'interface réceptrice. Les boucles internes à l'organisme sont donc associées à des boucles dont le trajet est en partie externe. En ce cas, cette boucle externe définit une fonction dans une structure élargie dont l'organisme est un élément. Cette structure a sa propre finalité qui peut être en accord ou en contradiction avec la finalité propre de l'organisme. Dans cette dernière éventualité, le conflit qui apparaît, définit évidemment la subjectivité de l'organisme.

1.1.1.2. Le Réseau d'Informations. Il se pose parallèlement un problème de circulation d'information. Nous avons largement développé la notion d'interface, incluse dans la frontire du système avec une face sur l'extérieur et une face sur l'intérieur. Par définition, la structure d'interface d'un système doit comporter un grand nombre d'éléments pour couvrir tous les types physiques de perturbation et l'espace entier de frontière. En outre, l'excitation d'un élément d'interface ne doit créer qu'une modification locale pour ne pas entraîner un désordre interne général. Il devient donc indispensable que l'ensemble des interfaces soient constamment explorées sur leur face interne par des boucles informatives auto-entretenues, et cela indépendamment des effets extérieurs eux-mêmes. Cette conclusion vaut pour les relations entre les différents éléments du système aussi bien que pour les relations entre le système et l'environnement. Au réseau d'interactions structurales vient donc s'adjoindre un réseau auto-entretenu de communication des informations, encore plus emprunt de subjectivité.

1.1.1.3. Le Réseau autopoiétique. L'autopoièse, nous l'avons vu, est une production du "moi" ou plus exactement, un renouvellement du "moi". Ce renouvellement dessine un réseau d'activité d'une importance primordiale sur le plan de la subjectivité. La machinerie cellulaire témoigne d'une activité permanente marquée par la mise en jeu d'enzymes et elle a pour finalité essentielle, presque exclusive, ... la production d'enzymes. L'autopoièse dessine donc un réseau auto-entretenu, agissant sur lui-même, par lui-même et pour lui-même. La finalité particulière d'un organisme vivant est en grande partie bouclée sur elle-même, et cela constitue évidemment un aspect fondamental de subjectivité.

1.1.2. **La mise en jeu de la Subjectivité constitutive**. Nous venons de constater une activité subjective auto-entretenue et fonctionnant pour elle-même. De nombreux aspects du fonctionnement des organismes mettent en jeu cette activité subjective, mais avec une finalité qui dépasse le fonctionnement proprement interne.

Il y a de strictes limites à considérer un système autonome en terme d'autopoièse*. S'il est possible de décrire un fonctionnement interne à l'abri des effets d'environnements, c'est parce que l'état des faces internes des structures d'interface est incorporé dans le fonctionnement. Grâce au jeu des interfaces et du fait que la face interne de ces interfaces reflète l'état de la face externe, l'organisme incorpore en permanence les données d'environnement. Le fonctionnement autopoiétique subjectif est donc en même temps un fonctionnement de relations avec l'environnement. Plus encore, toutes les activités de relations avec l'environnement ne peuvent s'effectuer que par assimilation dans les réseaux de fonctionnement interne. En quelque sorte, les effets extérieurs apparaissent comme des facteurs modulant le fonctionnement intérieur.

1.1.2.1. L'Adaptation et le Développement. Toute modification d'environnement significative pour l'organisme et imposant une adaptation, est réductible à une modification de l'état des faces externes des structures d'interface. Cette modification est reportée sur les faces internes de ces structures. Les réseaux internes de fonctionnement sont alors déséquilibrés jusqu'à ce qu'une correction intervienne par accommodation. L'adaptation aux variations d'environnement est donc indissociable du fonctionnement de subjectivité constitutionnelle.

Ce qui est vrai pour l'adaptation, l'est tout autant pour le progrès ou le développement. La condition du progrès est l'assimilation d'une donnée d'interface qui n'est pas rapidement corrigée par une variation à la recherche d'un état stationnaire* immédiatement disponible et efficace. En cas d'échec, il se crée un déséquilibre persistant. L'organisme doit alors chercher à établir, par des arrangements nouveaux, le changement d'état original qui permet le retour à l'équilibre. Ce changement d'état est ensuite pérennisé de façon stable, cette pérennisation étant du reste le seul point qui fait différer adaptation et développement. Dans les deux cas, le fait premier est le biais introduit dans les activités circulaires internes par la lecture d'une donnée d'interface. Le progrès apparaît donc lui aussi comme le résultat d'une activité subjective et prolonge la subjectivité sans la remettre en cause.

1.1.2.2. Finalité interne et Finalité externe. L'autopoièse* est avant tout intégrée dans une clôture organisationnelle* et peut être réduite à une finalité interne complètement bouclée. Le maintien de l'équilibre interne est déjà davantage ouvert vers l'extérieur car si la dynamique en est essentiellement interne, elle est dirigée vers une correction des effets d'environnement. Cependant, comme nous l'avons vu, les boucles homéostatiques internes peuvent se révéler insuffisantes et l'homéostasie peut n'être

maintenue qu'au prix d'un bouclage externe incluant une action sur l'environnement à partir d'une interface effectrice. Il se dessine alors généralement une double finalité :

- une finalité interne puisque l'action sur l'environnement "répond" à une modification d'une interface réceptrice et donne naissance à une accommodation qui permet le maintien d'un équilibrage interne.

- mais également une finalité externe lorsque l'action relie un effet concerté du système sur l'environnement proche et une variation préalable de cet environnement. Or cet environnement proche est le plus souvent un système d'ordre supérieur dont l'organisme considéré est un élément. La boucle externe du système élémentaire permet d'effectuer un changement d'état cohérent au sein du système de rang supérieur. Si nous acceptons l'idée que le système élémentaire est demeuré autonome, cette boucle externe est même le seul moyen d'effectuer un changement d'état cohérent dans le système de rang supérieur. Les conséquences sont considérables car elles montrent à quel point la hiérarchisation des structures est compatible avec l'autonomie et la subjectivité du moindre des éléments.

On peut tout d'abord constater une hiérarchie des finalités dans laquelle une finalité externe au niveau d'un élément s'intègre dans la finalité interne d'un système élargi et à ce propos, deux remarques peuvent être faites:

- il n'y a pas obligatoirement contradiction entre les finalités de différents ordres.
- mais en tout état de cause, le fonctionnement circulaire du moindre élément est premier par rapport au fonctionnement du système global et donc la hiérarchisation ne porte nullement atteinte à la subjectivité. Tout fonctionnement d'un organisme de rang supérieur intègre totalement une subjectivité intacte de ses éléments constitutifs.

Comme le souligne P. Auger (IX-), la différence essentielle qui apparaît dans le fonctionnement de structures à plusieurs niveaux est la constante de temps, la circularité des moindres éléments devant s'effectuer en des temps beaucoup plus courts que celle des ensembles plus larges. Ainsi donc, même dans les relations avec l'environnement, l'activité circulaire interne est premiŠre en terme de fonctionnement et les relations d'ambiance n'ont de fin que de moduler le fonctionnement de chaque élément pour mieux assurer la pérennité de l'organisme à ses différents échelons. La subjectivité apparaît ainsi totale même si elle doit être redéfinie pour chaque niveau d'organisation.

A la suite des travaux de Jerne qui a perçu la double fonction de l'anticorps, l'explication de la fonction immunitaire est devenue un exemple particulièrement probant de double finalité. La finalité apparente de la fonction immunitaire, externe du point de vue du système immunitaire lui-même, est la neutralisation des corps étrangers indésirables qui ont pu pénétrer dans l'organisme: bactéries, virus, toxines, qui reçoivent le nom global d'antigènes. Cette neutralisation est effectuée par des gammaglobulines synthétisées par l'organisme, avant ou après la pénétration de l'antigène et qui sont appelées anticorps. Jerne a suggéré qu'avant toute exposition à un antigène, les anticorps jouent le rôle d'antigŠnes pour d'autres anticorps qu'on pourrait appeler des anti-anticorps. Ces anti-anticorps eux-mêmes ont un rôle d'antigènes. Il se dessine alors spontanément un réseau auto-entretenu et auto-régulé de réactions immunitaires internes et le système immunitaire apparaît doté d'une finalité interne et d'une subjectivité. De ce point de vue, un antigène externe pénétrant dans l'organisme est un agent déséquilibrant qui perturbe le fonctionnement du réseau pré-existant. Cette perturbation oriente le réseau vers une neutralisation de l'antigène par la multiplication d'un anticorps déjà présent, ou par synthèse d'un nouvel anticorps. Les nouveaux anticorps et

même éventuellement l'antigène sont intégrés dans le réseau, bénéficiant et participant à la régulation. L'ensemble des réactions obéit parfaitement au principe de la finalité interne du système immunitaire mais également à la finalité de l'organisme entier qui est ainsi protégé contre l'agression de corps étrangers.

En terme de subjectivité, l'étude de la fonction immunitaire apporte un élément supplémentaire en démontrant l'existence d'une distinction "vécue" bien que non réfléchie, entre le "moi" et le "non moi". Les premiers anticorps formés durant la vie embryonnaire le sont vraisemblablement de façon aléatoire au sein de l'enveloppe constitutionnelle de tous les anticorps possibles. Certains de ces anticorps se montrent agressifs vis à vis des constituants de l'organisme et ils sont éliminés, selon un mécanisme encore incomplètement compris. Persistent donc uniquement les anticorps non agressifs vis à vis des constituants de l'organisme. Il en résulte une capacité apprise d'établir une distinction devant un corps chimique quelconque, avec le but de préciser s'il appartient au "moi" ou non. Cette acquisition préfigure en quelque sorte la distinction consciente et réfléchie entre le moi et l'environnement.

Mais la fonction immunitaire n'est qu'un exemple de l'importance de la notion de réseau auto-entretenu. Cette organisation interne une fois admise, apparaît implicitement dans de nombreux systèmes. Tel est le cas du déroulement d'un programme d'ordinateur. A priori, le programme parait fondamentalement séquentiel. Cela est lié au fait qu'il a été construit en fonction de la finalité externe de la résolution d'un problème. Mais dans le déroulement instantané, l'aspect d'autonomie fonctionnelle* est très net. L'existence de boucles se provoquant les une les autres, dessine mieux le fonctionnement que la structure linéaire. Ce sont des boucles qui permettent l'exploration tactique. Ce sont des boucles qui selon le schéma indiqué plus haut, assimilent toutes les données qui apparaissent dans les interfaces réceptrices et permettent une mise en jeu tempestive des interfaces effectrices. Sur un temps court par rapport au déroulement global d'un programme et donc tout spécialement en cas de programmes complexes ou en temps réel, le fonctionnement de l'ordinateur est bien celui d'un réseau auto-entretenu. Les automates conçus pour apprendre, présentent également par nécessité de tels réseaux fonctionnant avant tout sur eux-mêmes.

1.1.2.3. Les relations du sujet et de l'environnement. Comme nous l'avons déjà dit, l'universalité de la hiérarchie relativise quelque peu l'autonomie du sujet aux yeux de l'observateur puisque ce sujet apparaît également comme l'élément d'un ensemble plus vaste, éventuellement le couple sujet/environnement. Bien que le sujet comme tout système autonome obéisse uniquement à ses propres lois, son adaptation à l'environnement est spontanée et contraignante. De ce fait, l'état du sujet, les propriétés qu'il exprime apparaissent à l'observateur déterminés par l'environnement.

Prenons l'exemple du collagène (II- et IX-). Cette protéine caractérisée de façon structurale par une chaîne particulière d'acides aminés, prend une forme qui est déterminée par les particularités de température, pH, concentration ionique de l'environnement. Cette forme est bien propre au collagène, déterminée par sa structure mais aux yeux de l'observateur, elle pourrait paraître imposée par les conditions d'environnement. L'exemple de l'enzyme est encore plus explicite (VII-). Comme le collagène, c'est une chaîne d'acides aminés qui acquiert une configuration spatio-temporelle propre au milieu dans lequel elle se trouve. La configuration dans le milieu de la cellule vivante fait naître une fonction de catalyse. Mais cette fonction ne s'exprime que dans un milieu donné, et de façon différente selon les particularités du milieu ambiant. Aux yeux de l'observateur extérieur, la

conformation de l'enzyme et son comportement peuvent sembler déterminer par les conditions ambiantes. On peut cependant qualifier l'enzyme de système autonome ou de sujet, puisque la conformation de l'enzyme et ses propriétés peuvent toujours être reliées à la particularité de la chaîne d'acides aminés constitutive et à une dynamique interne. Au cours des variations liées aux modifications ambiantes, les changements d'état et de comportement de l'enzyme sont réversibles et surtout, l'enzyme ne sort pas de son propre registre de variations. Chaque variation de l'enzyme, chacun de ses comportements traduisent un ensemble de réaction bouclées obéissant à un principe de finalité interne mais franchissant à plusieurs reprises la clôture opérationnelle de l'enzyme.

D'une façon très générale, le caractère contraignant de l'adaptation paraît soumettre le sujet à son environnement :
- dans l'état stationnaire où se trouve ce sujet puisque c'est nécessairement l'état qui optimise le sujet par rapport à son environnement.
- dans les propriétés exprimées par le sujet, propriétés qui ne s'expriment que sous la forme d'une adaptation optimale à une variation de l'environnement.
Mais cela ne condamne nullement le principe d'autonomie, puisque le sujet demeure sous l'influence de ses seules règles et ne sort pas de son propre registre et de l'exercice de sa finalité interne.

Ce schéma, et c'est l'important, s'applique totalement au couple sujet humain/environnement social. Le sujet humain est le sujet ou le système autonome par excellence, mais il exprime obligatoirement, au moins initialement, un comportement et un développement optimaux par rapport au milieu social effectivement rencontré, et en fonction du registre des conduites disponibles; à ce titre, le sujet humain pourrait paraître déterminé par son environnement social. Le sujet humain apprend ainsi spontanément et obligatoirement au mieux, la langue parlée par son entourage familial. Le "refus de communiquer" présenté comme une explication de l'autisme infantile relève notamment de l'affirmation gratuite (067). Bien d'autres exemples pourraient être donnés qui expliquent la tentation de l'explication empiriste du comportement humain. En fait, nous ne devons pas nous laisser abuser par l'apparence et nous devons faire nôtre l'affirmation déjà citée, d'A. Comte qui fait de la liberté et donc de l'autonomie, la capacité d'agir en fonction de notre nature et non de notre fantaisie. La détermination de l'environnement oblige alors que le nourrisson neurologique devienne au contact de l'environnement social, un être pensant et un être pensant en mots, mais cette obligation s'intègre totalement dans la nature et la dynamique du nourrisson.

1.2. ***La Subjectivité ressentie et le Discours***.

Le "cogito ergo sum" traduit bien le sentiment que la conscience d'être est fondamentalement reliée à la pensée. Or, le support le plus habituel de la pensée est le discours intérieur et l'affirmation de Descartes aurait pu être "Je me parle, donc j'existe". La prééminence du discours sur les autres formes de l'activité mentale intérieure se conçoit aisément. Les représentations mentales non verbales s'articulent mal les unes avec les autres, par exemple pour reconstituer le déroulement temporel d'un souvenir ou pour assurer un jeu d'implications. Par ailleurs, ces représentations sont très difficilement communicables puisqu'il faut qu'elles soient mimées ou dessinées. De plus, le discours oppose de façon particulièrement nette le "moi" et le "non-moi", favorisant ainsi le sentiment du moi. Il est alors très important d'analyser la subjectivité du discours.

Une première constatation s'impose : nous pensons dans la langue que nous avons apprise, ce qui est compatible avec le fait que la conscience de soi pourrait être, comme le discours, une donnée apprise. Mais surtout, il est manifeste que le discours est avant tout un réseau subjectif présentant les caractères décrits plus haut. Les mots ne se définissent qu'à partir d'autres mots et n'acquièrent leur complète signification qu'à partir d'une relation avec les autres mots et le discours tout entier. Les mots isolés s'obscurcissent, disait P. Valéry. Inversement, l'assemblage ordonné des mots suffit à définir le discours. Par ailleurs, le déroulement du discours, séquentiel à première vue, est en fait fortement circulaire, les phrases se rappelant les unes les autres, entretenant donc tout au long de la veille, le sentiment d'être soi.

Comme dans le schéma général du réseau, le discours, bien que bouclé sur lui-même, assimile spontanément les données extérieures et peut provoquer à chaque instant une action sur l'environnement. Cependant, l'influence de ces relations avec l'extérieur peut beaucoup varier et cela devrait constituer un point fondamental dans l'analyse d'un discours particulier :

a) la subjectivité peut être renforcée et la clôture organisationnelle* appliquée à la lettre. En découlent des aspects positifs et négatifs. L'existence de plusieurs données contradictoires peut conduire à la recherche interne d'un rééquilibrage d'importance essentielle, pouvant entraîner un gain de cohérence* en supprimant des déséquilibres internes persistants : c'est la dynamique du "cri d'Archimède" décrite par Koestler. L'activité purement interne du discours prolonge ainsi et précise le "dialogue" avec l'environnement. En revanche, il y a de gros risques à voir la subjectivité s'affirmer exagérément, selon le schéma de l'autonomie fonctionnelle* d'Allport (XI-), avec tout ce que cela comporte éventuellement de biais et de défauts. Les données d'environnement contradictoires sont bien intégrées mais le retour à l'équilibre s'obtient par des réajustements internes limités qui se contentent de réinterpréter les données contradictoires, sans grande modification des équilibres cognitifs. La connaissance comportant toujours de nombreuses approximations, cela ne se heurte guère à de grandes difficultés. Le discours est alors utilisé pour renforcer l'affirmation du moi et des systèmes de pensée préalablement admis. Ce mécanisme explique la résistance des idéologies à toutes les contradictions apparentes. Il joue au maximum dans le discours psychanalytique o— le discours de l'autre est réinterprété à partir des fantasmes subjectifs du psychanalyste. Il traduit ce que K. Popper appelle l'immunisation des conceptions métaphysiques.

b) la subjectivité peut évoluer en bénéficiant de boucles à trajet partiellement externe. C'est le cas du dialogue, du palabre mais aussi du raisonnement abductif de C.S. Pierce et de la vérification expérimentale des hypothèses. Chaque discours individuel devient alors un maillon fondamental pour établir un lien cognitif avec l'environnement ou tisser le réseau autonome et subjectif du groupe social.

En définitive, il nous parait fondamental de terminer cette réflexion sur les relations entre la subjectivité et le discours en insistant sur le fait que le contenu mental est appris et d'autre part qu'il est un support essentiel de notre sentiment d'exister. Il peut en être déduit logiquement qu'activité mentale et connaissances apprises se confondent pratiquement, que la conscience dans son activité même est dépendante d'acquisitions antérieures et qu'elle relève d'une histoire.

1.3. ***La Subjectivité du Choix et de la Décision***.

Un domaine de la subjectivité qui a bénéficié immédiatement de la comparaison homme/machine est celui des processus de décision. Classiquement, le droit du prince et les notions de responsabilité morale ont longtemps privilégié dans la décision, l'actualisation du choix, éventuellement arbitraire, par rapport au bien fondé des motifs mêmes qui pouvaient imposer ce choix. Cette opinion tenait en grande partie au fait que les échelles de valeur devant régler la décision paraissaient absolues à l'observateur, ne serait-ce qu'en raison de points de vue religieux. Un minimum de réflexion aurait pourtant pu montrer qu'il suffisait que les valeurs du décideur différent de celles de l'observateur pour donner une toute autre explication au processus de décision. La réflexion aurait pu également démontrer que l'observateur prenait rarement en compte l'ensemble des motifs d'agir, ou ne les analysait qu'incomplètement.

La théorie de jeux de von Neumann a pris le problème exactement à l'envers, faisant de la décision la simple conclusion d'une évaluation aussi complète et objective que possible des différentes raisons d'agir, y incluant des évaluations en arborescence. L'imprévisible est ramené à des probabilités calculées. Des pondérations peuvent être établies pour les probabilités très fortes ou très faibles selon la théorie des probabilités subjectives de F.P. Ramsey et J. Cohen. En définitive, pour von Neumann, la décision est totalement objectivée.

Entre ces deux points de vue opposés, il y a place pour une analyse réductrice. Il est ainsi souhaitable de distinguer la situation de décision et les raisons de choix. La définition du libre-arbitre proposée par Pierre Vendryès établit bien la situation de décision: la possibilité d'effectuer un choix cohérent entre plusieurs réponses contre-aléatoires différentes vis à vis d'un même événement aléatoire. Ainsi, la décision n'apparaît pas seulement reliée à un choix ou à une évaluation de raisons d'agir, mais aussi au fait que plusieurs raisons d'agir peuvent concrètement être envisagées avant analyse. Un tel processus n'est pas du tout spécifique à l'esprit humain et se rencontre dans les systèmes naturels animaux et dans les systèmes artificiels. C'est le fait de comporter des lignes de programme conditionnelles du type "Si..., alors" qui confèrent une authentique capacité de décision à un ordinateur.

Ce dernier point est fondamental puisqu'il a permis à Herbert Simon de poursuivre très loin une explication de la décision, dans ses aspects les plus objectifs comme les plus subjectifs, en définissant la rationalité restreinte* et l'activité cognitive par le choix d'heuristiques ou de stratégies.

Que la limitation des informations utilisées soit voulue par le sujet ou imposée par les strictes capacités du fonctionnement cérébral, la pratique de la décision dans le choix d'une stratégie vient s'insérer en position intermédiaire entre une définition subjective classique et la définition totalement objectivée de von Neumann: c'est une décision à risques, prise en connaissance de certains arguments et en ignorance des autres. Ce n'est donc pas une décision gratuite mais c'est une authentique décision subjective dont nous verrons qu'aucune activité cognitive ne peut se passer (XI-).

La notion de décision à risques présente malgré tout quelques ambigu‹tés. Pour un observateur extérieur informé, une décision semble souvent prise en ignorance au moins partielle de cause. Ainsi l'économiste H. Simon peut constater que l'homo economicus courant détermine ses choix économiques sur des données très limitées par rapport à celles qu'il pourrait avoir. La question demeure alors de savoir si l'individu a cru explorer toutes les données possibles ou s'il s'est délibérément limité dans la recherche des données permettant une décision rationnelle. En fait les deux cas sont possibles. Le joueur d'échec au cours d'une

partie sans limite d'horloge par exemple, retarde normalement sa décision jusqu'à avoir rassembler toutes les données impliquées dans son choix. Nous pensons qu'il s'agit plutôt de la situation d'exception. Beaucoup plus souvent, l'individu décide après des explorations qu'il sait limitées et qu'il estime suffisantes; il s'agit bien alors d'une décision à risques. C'est la pathologie de la décision qui nous conduit personnellement à penser que cette attitude d'une "décision de décider" est la règle habituelle. En effet et inversement, au cours de la psychasthénie ou de l'indécision névrotique, le sujet est conscient qu'il n'a pas réuni les conditions qui imposeraient totalement un choix, il continue à rechercher des certitudes qu'il ne peut obtenir et présente de ce fait la plus grande difficulté à décider.

Il faut évidemment s'interroger sur l'origine des intuitions qui déterminent le choix d'une stratégie mais la réponse est évidente. Le sujet trouve ses raisons de décision dans une accumulation des résultats d'événements passés où l'échec et la réussite ont été mémorisés conjointement avec la conduite appliquée, sans compréhension claire du choix des motifs, du pourquoi de l'échec ou de la réussite. La décision stratégique fait donc obligatoirement suite à des essais aléatoires ou à des choix mal ou non motivés. Autant qu'à la nature du système décideur, la subjectivité est reliée à l'histoire individuelle de ce système et s'enrichit à partir des expériences subies. Un ordinateur qui fonctionnerait avec un programme de système expert travaillant sur un mode tactique mais qui incorporerait au fur et à mesure ses propres résultats, échecs ou réussites, deviendrait capable de décisions stratégiques.

2. La Subjectivité réfléchie et la Conscience.

L'analyse que nous venons de faire indique que la caractéristique de sujet peut être appliquée à de nombreux systèmes, en fait à tout système autonome. Il devient alors plus facile de définir plus précisément ce que peut être la subjectivité particulière qui marque le fonctionnement humain et qui traduit une subjectivité qui se reconnaît elle-même en tant que telle, une subjectivité consciente ou réfléchie.

Le sentiment d'être et d'être soi est évidemment ontologiquement irréductible au même titre que tout autre sentiment. Comme le fait remarquer Korzybski, les mots sont dicibles et n'ont pas d'âme, les sentiments ont une âme mais sont indicibles. Préciser le sentiment d'être n'a pas plus de sens que de savoir si deux individus qui se sont mis d'accord sur la couleur "rouge" d'un objet, "perçoivent" ce rouge de façon identique. On ne peut donc faire plus que souligner la liaison entre le déroulement du discours intérieur et le sentiment d'être pour tenter de définir ce sentiment.

En revanche, un tel constat n'élimine pas du tout l'intérêt d'une réflexion sur la conscience bien que cette réflexion apparaisse difficile, cela d'autant plus que la notion de conscience dépasse, nous allons le voir, la simple réflexion sur la subjectivité pour devenir plus globalement une réflexion sur l'activité subjective.

Pour les classiques, la conscience est première et ne s'analyse pas. Pour la psychanalyse ou l'empirisme, la conscience n'est pas essentielle. L'approche de la phénoménologie est beaucoup plus positive en transformant le "Je pense" de Descartes en un "Je pense à quelque chose". La relation entre le sujet et l'objet y est donc posée comme première, ce qui est très original par rapport aux autres conceptions pré-citées. On doit cependant faire le reproche à la phénoménologie d'avoir posé l'existence préalable de la conscience sans se soucier des mécanismes qui pourraient expliquer son fonctionnement et sa

genèse. Dès lors, la conscience devrait être définie structurellement de façon indépendante, devrait être présente dans l'œuf, qu'elle soit ou non supranaturelle par rapport aux mécanismes biologiques.

Le constructivisme d'auteurs contemporains, bien exposé dans l'ouvrage de P. Watslawick (218), est extrêmement intéressant mais il risque de marquer un recul par rapport à la phénoménologie s'il n'affirme pas clairement un point de vue génétique. Non seulement, on peut y voir poser l'existence a priori de la conscience, sans se soucier de genèse ou de support fonctionnel mais de plus, la connaissance de la réalité et la réalité elle-même, peuvent être confondues, ce qui mériterait pratiquement le reproche de solipsisme.

La thèse des constructivismes génétiques est donc beaucoup plus positive car elle se soucie de genèse et de support fonctionnel, et elle admet un réalisme minimum. Le fait essentiel, exprimé par Claparède et Piaget, est la dynamique de la conscience. Comme pour les phénoménologistes, la conscience est conscience de quelque chose, mais ce quelque chose est l'activité même du sujet conscient. La conscience devient au sens propre du terme une réflexion du sujet sur ses propres actions, réflexion permettant une orientation, un jugement et une correction éventuelle des conduites juste antérieures. L'objet, au lieu d'être distinct du sujet et de s'opposer à lui, est ramené à la représentation que le sujet s'en fait et devient donc incorporé dans l'action du sujet. Tout ce que nous avons vu sur le rôle fondamental des interfaces vient évidemment conforter cette analyse du processus conscient.

Claparède et Piaget ont insisté avec raison sur le caractère "périphérique" de la conscience. "Contrairement à la psychologie introspective ou philosophique qui croyait pouvoir atteindre les secrets de la vie de l'esprit par simple examen intérieur, la psychologie expérimentale nous a appris que la conscience commence par être centrée sur les résultats des activités avant d'atteindre les mécanismes de celles-ci : la conscience part donc de la périphérie et non pas des processus centraux. Et encore, comme l'a montré Claparède, ne surgit-elle qu'à l'occasion des désadaptations, les mécanismes fonctionnant normalement d'eux-mêmes ne fournissant pas de telles occasions." Il faut ajouter que l'expérimentation neuropsychologique effectuée depuis la rédaction de ce texte de Piaget, le confirme totalement en multipliant les situations où les stimulations périphériques artificielles provoquent aisément des illusions conscientes extrêmement prégnantes. Cependant, ce point de vue, bien qu'essentiel, n'est pas suffisant. L'analyse systémique doit conduire à distinguer le mécanisme de base de la conscience et son contenu.

L'approche de Paul Valéry est tout aussi essentielle, et du reste pleinement complémentaire. Elle décrit avant la lettre la rétroaction cybernétique et fait de la conscience le temps rétroactif du fonctionnement cérébral global. Le fait premier de ce fonctionnement est d'être dédoublé : "la pensée consciente est achevée, un acte fermé aller et retour, l'inachevée est celle qui ne peut revenir sur elle-même et qui permet d'expliquer les rêves." Etre conscient, c'est à chaque instant faire le rapport de ce qu'on pense ou fait à ce qu'on pourrait penser ou faire. "La conscience est une opération qui tend à faire passer une réponse à l'état d'une demande qui exige une réponse nouvelle. Ce que je viens d'être demande ce que j'ai été avant, et celui-ci exige ce que je vais être." La conscience consiste à se rendre compte des opérations de la pensée qu'on pense, "c'est un fait mental bâti sur un autre". L'acte de conscience est défini par un aller-retour qui est re-connaissance, au dessus de l'activité automatique. La conscience traduit le jeu de va et vient du fonctionnement cérébral :

- le "va" est l'activité automatique, non consciente plutôt qu'inconsciente, sériée et en parallèŠle, globale et localisée, où les séquences de fonctionnement se provoquent les unes les autres. Cette activité cérébrale non consciente est le jeu même de la connaissance, son fonctionnement incessant et son entraînement obligé.

- le "vient" est l'activité consciente qui est une tentative pour juger ce jeu, le diriger et l'appliquer. C'est "une abolition (interruption ?) des associations pchycho-cardio-organiques (spontanées ?), ces relations bizarres qui font la foi, l'amour, les fureurs."

Trois données complémentaires essentielles peuvent être tirées des réflexions de Paul Valéry :

- c'est la conscience qui construit toutes les connaissances apprises avant qu'elles ne soient intégrées dans l'activité automatique. La perfection d'un exercice dépend d'abord de l'intelligence de cet exercice, et puis de l'absence de pensée. C'est donc la conscience qui nourrit l'inconscient de toute nouveauté. Cette nouveauté doit en effet être pesée, évaluée avant que d'être intégrée dans le fonctionnement global. Nous voudrions préciser que ce point de vue vaut pour nous tout autant pour le résultat d'explorations personnelles que pour l'assimilation de données transmises par la société ou la culture. C'est en pleine conscience que ces données doivent être assimilées, devenir moi, ne plus être thym ni marjolaine.

- c'est la conscience qui découpe en parties isolables le continuum de l'activité automatique, aussi bien dans le fonctionnement interne que dans les données d'interface qui traduisent l'environnement. C'est la conscience qui isole "une" connaissance en la rendant distincte du déroulement automatique spontané. "Prendre conscience d'un objet, c'est s'en séparer, le voir nettement, le prévoir, c'est ne pas y être." C'est la conscience qui sépare initialement le moi de l'autre, l'auditeur du parleur, le moment dit actuel d'un continuum spatio-temporel, le présent du passé ou du futur. Nous verrons que cette notion de découpage arbitraire est absolument essentiel à la compréhension de l'activité cognitive (X), mais inversement, il pourrait être reprocher à Valéry de ne pas concevoir le découpage contraignant, spontané, automatique qu'assurent les mécanismes perceptifs constitutionnels.

Mais c'est encore la conscience qui rapproche les découpages antérieurement indépendants pour souligner les points communs et les différences, les agonismes et les antagonismes.

- c'est la conscience qui établit les implications au dessus des causalités : "la conscience est définie par ceci que nous percevons non seulement des termes correspondants, mais la correspondance elle-même et sa valeur.
C'est à partir de ces analyses de Piaget et de Valéry que nous allons tenter de préciser ce que pourrait être la conscience.

2.1. ***Les aspects structuraux de la Conscience***.

Sur le plan des mécanismes, la conscience est marquée essentiellement par trois processus qui du reste, se rejoignent étroitement :
- la conscience maintient un but "intentionnel" durant le déroulement d'une séquence de l'activité. Il nous parait quelque peu illusoire de tenter de préciser si cette permanence résulte d'une décision libre ou de l'effet d'un déséquilibre adaptatif dont la correction s'impose.
- la conscience délimite un champ d'attention où se porte la réflexion et qui exclut le reste du champ perceptif global. Cette exclusion n'est du reste que relative, et un stimulus intense peut à tout moment déplacer l'attention.

- la conscience est encore et peut-être avant tout, un comparateur qui confronte l'état actuel du sujet avec l'action (l'accommodation dirait Piaget) qui a conduit à cet état.

En tant que mécanisme et pour assurer ces fonctions, la conscience doit exister effectivement a priori comme mécanisme neurologique né avec le cerveau lui-même. On pourrait alors facilement défendre l'idée que neurologiquement et au début de l'évolution ontogénétique, la conscience traduit simplement la supervision de l'action, dans l'orientation comportementale puis dans le contrôle du résultat, ce qu'Edelman appelle une conscience primaire. Cependant, la conscience acquiert une dimension nouvelle lors de l'intériorisation de l'activité cérébrale. Dès lors, chaque donnée de l'activité interne doit être confrontée avec d'autres données de cette même activité puisque le réel ne vient pas assurer un contrôle de cohérence. Le déroulement même de l'activité devient un auto-contrôle permanent et la conscience se confond avec la réflexion et l'activité intériorisée. C'est la conscience d'ordre supérieur d'Edelman.

Cette conception de la conscience est très proche de celle de Paul Valéry. Celui-ci considère que l'essentiel de l'activité cérébrale se déroule de façon automatique et nous préciserions aujourd'hui que cette activité automatique s'effectue en activités sériées ou parallèles. La conscience est alors une re-connaissance qui revient sur une partie de l'activité cérébrale et de ses résultats pour la contrôler. Il ne peut être affirmé ni que cette re-connaissance est une fonction indépendante, ni qu'elle peut résumer la conscience mais nous pensons qu'effectivement le retour sur l'activité, la "réflexion" est l'aspect essentiel de la conscience.

Mais, comme nous le voyons plus loin, H. Simon a souligné que la conscience est une fenêtre extrêmement étroite sur l'activité cérébrale globale, ne pouvant guère manipuler plus de trois ou quatre données ou "chunks". Même s'il est logique d'envisager quelques registres supplémentaires de mémoire immédiate, le champ de la conscience réfléchie est très étroit. Cela impose nécessairement une activité séquentielle comme l'ont ressenti de nombreux auteurs mais les conséquences ne s'arrêtent pas là. Avec raison, Simon a défini comme un "chunk" (tronçon) la donnée élémentaire du champs de conscience, sans considérer l'étendue de son contenu d'information. Ce "chunk" peut être aussi bien une représentation directe à contenu informationnel limité qu'une étiquette symbolisant un algorithme aussi complexe qu'on pourrait le souhaiter. En ce dernier cas, le champ pratique d'étendue de conscience est évidemment considérablement étendu. Alors que le mécanisme de conscience n'évolue sans doute pas avec l'âge, les capacités de traitement opératoire réfléchi s'accroissent considérablement avec l'expérience du vécu, la construction d'algorithmes cristallisant ce vécu et organisés en emboîtements étiquetés. Le développement des connaissances apprises accroît donc le champ maximum de données que peut recouvrir la conscience.

On observe alors au niveau de la conscience un double impératif a priori contradictoire de la précision et de l'étendue. Il est très probable que la conscience répond à ces impératifs par une approche conjointe à plusieurs niveaux de définitions :

- le niveau le plus large serait alors celui de l'attention, focalisée sur un point précis du fait d'un stimulus initial intense, et orientant ensuite toute l'activité mentale vers un but unique, maintenu en dépit des explorations locales diversifiées du champ de conscience, coordonnant les séquences d'opérations successives. Un circuit bouclé subjectif se dessine, qui explique comment le sujet peut parfois apparaître illogique à l'observateur. C'est le sujet qui "décide" de son champ d'attention, et ce choix influence à son tour le "regard" particulier que le sujet jette à cet instant sur le monde.

- le niveau le plus fin serait celui d'une opération logique ou arithmétique sur quelques données précises, mais évidemment rapportée ensuite au but général.

- entre ces niveaux, la conscience pourrait explorer à des niveaux de définition variable, les structures d'analyses perceptives, les structures de préparation à l'action, les structures contenant les données cognitives acquises. Dans tous ces cas, la conscience pourrait choisir entre un champ conscient très large et faiblement défini, ou un champ très finement analysé mais d'étendue réduite. Comme pour la perception, ce champ réduit pourrait également être envisagé comme une totalité et situé dans un champ très large, associant donc la précision et l'étendue du champ de conscience.

Mais surtout, la propriété fondamentale de la conscience est de confronter plusieurs données indépendantes :
- soit de même niveau hiérarchique,
- soit surtout une donnée de détail avec l'ensemble auquel elle appartient, ensemble dans l'espace des différentes zones d'activité cérébrale, ensemble dans la succession temporelle de ces activités.

Le nombre d'éléments comparés ne dépasse pas trois ou quatre, et se limite peut être à deux, mais cette comparaison n'en est pas moins la clef de toute l'activité mentale. On peut penser qu'il existe plusieurs registres conscients ou plus vraisemblablement que le contenu d'un registre peut être suffisamment durable pour être confronté à plusieurs contenus successifs d'un même registre. Il découle de ce mécanisme ou d'un mécanisme comparable, la possibilité d'effectuer des opérations réversibles mais également et peut-être surtout de guider séquentiellement les éléments successifs d'une conduite.

Un premier exemple très illustratif est celui du "puzzle" où chaque morceau doit être situé indépendamment par rapport au modèle global du puzzle achevé. Le processus peut être tout spécialement étudié dans la réalisation d'un puzzle géométrique simple comme l'épreuve des cube de Kohs. Un exemple équivalent est celui du dessin graphique où chaque portion est tracée en fonction de repères d'orientation et de situation déduits du modèle globale. Le même processus se retrouve dans le discours, oral ou écrit, au cours duquel chaque phonème est repéré et manipulé dans une séquence ordonnée. En fait c'est la "lecture" ou "l'écriture" de tout système hiérarchisé qui peuvent ainsi être effectuées séquentiellement, ce qui est la seule façon possible d'analyser une donnée complexe.

2.2. Les aspects opératoires de la Conscience.

Comme nous l'avons vu à plusieurs reprises, il faut distinguer les opérations logico-arithmétiques et la réflexion sur ces opérations qui correspond à l'implication logique. S'associent en ce cas la prise en considération des termes de l'opération, le résultat de l'opération et le sentiment de son caractère contraignant. Il nous semble qu'il est du propre de la conscience, de pouvoir réaliser simultanément ces différentes composantes de l'implication.

Saint Thomas d'Acquin, S. Freud ont insisté tous deux sur le fait que le propre de l'activité consciente est de ne pas assimiler dans l'organisme le contenu de conscience, les opérations portant sur ces données et leur résultat. Saint Thomas en tirait argument pour affirmer le caractère immatériel des représentations abstraites. Plus justement, dans sa théorie des trois neurones, Freud a insisté sur le caractère de réversibilité des inscriptions sur les neurones de la conscience. Les données manipulées sont enregistrées provisoirement pour permettre une opération dont le résultat peut lui-même être ou ne pas être assimilé; les

neurones demeurent ensuite disponibles pour l'inscription d'un nouveau contenu de conscience.

La nature des opérations possibles recouvre évidemment la totalité des opérations logico-mathématiques qui ont pu être décrites puisque cette description répond à une réflexion sur l'activité consciente. Les opérations peuvent porter sur des données de même niveau hiérarchique, mais elles ont surtout l'intérêt de confronter une donnée de détail avec l'ensemble auquel elle appartient. Cela est particulièrement manifeste au cours des opérations sur les nombres qui associent :
- une prise en compte simultanée d'une collection et de chaque élément de la collection. C'est l'aspect cardinal de la numération.
- une mise en relation ordonnée des éléments qui forme l'aspect ordinal de la numération.
La conjonction de ces deux approches, cardinale et ordinale, traduit le nombre opératoire.

2.3. ***Les aspects diachroniques de la Conscience***.

Sur les plans structuraux et opératoires, la conscience peut être considérée comme stable au cours de la vie. Il en est tout autrement sur le plan du contenu o— la conscience évolue considérablement en fonction du développement ontogénétique, du reste à partir de sa propre activité. Cinq aspects de cette évolution ont une importance toute particulière.

2.3.1. Le passage de la Conscience adualistique à la Conscience dualistique.

Comme l'a fait remarquer J.M. Baldwin, la conscience est initialement adualistique*, c'est à dire qu'elle n'établit pas une distinction entre sujet et environnement. Elle se limite alors à une "réflexion" vécue et non représentée, sur les effets de l'action que le sujet vient d'effectuer. C'est la conscience primaire d'Edelman. Ce n'est que progressivement que l'exercice de la conscience permet une opposition, une confrontation qui dérivent simultanément la construction d'une image du moi d'un coté et d'un environnement de l'autre; constructions qui se définissent évidemment l'une par l'autre. Il en résulte le sentiment du moi et du non moi et l'ébauche d'une connaissance du moi. C'est la conscience d'ordre supérieur d'Edelman. Or comme nous l'avons souvent souligné, le point de départ de toute connaissance est la rencontre du système connaissant et d'un événement, rencontre assimilée uniquement par l'interface du système connaissant. La rencontre est donc marquée aussi bien par les particularités du système que par celles de l'événement. C'est la construction d'une image du moi qui permet de déduire des propriétés de l'événement à partir des effets de la rencontre. La construction réfléchie d'une image du moi est donc un élément majeur, beaucoup plus fondamental que celui du sentiment du moi.

2.3.2. La Conscience de l'Autre.

Le second aspect du contenu appris de la conscience est le sentiment de "l'autre", c'est à dire d'un "comme moi" qui n'est pas "moi". L'organisation cérébrale constitutionnelle des primates et des oiseaux phylogénétiquement récents est marqué par l'importance des mécanismes favorisant les conduites d'imitation et la confrontation au "semblable". Par des processus divers selon les espèces, les membres de l'entourage appartenant à la même espèce que l'organisme sont spontanément différenciés par le nouveau-né du reste de l'environnement. Les relations qui se mettent ensuite en place ne sont pas seulement des relations parentales mais également des relations avec un semblable. Nous avons vu ainsi (III-) que les jeunes rhésus construisent un répertoire de conduites sociales au seul contact de leurs

pairs, sans relation avec des modèles parentaux. Ainsi s'édifie ce que Lacan appelle le stade du miroir et qui marque un temps essentiel dans l'évolution de la conscience.

La conscience de l'autre initie la relation sociale en tant que telle. Lors du développement ontogénétique humain, on peut considérer que le premier semestre prépare le passage de la conscience adualistique* à la conscience dualistique*. Des comportements de reconnaissance sociale, notamment entre le nourrisson et sa mère, se manifestent Dès les premiers jours de la vie, mais en l'absence de conscience de l'autre, elles n'ont pas de valeur de relation sociale. Même R. Spitz, théoricien psychanalyste acceptant les fantasmes originaires des relations familiales, repousse jusqu'au deuxième semestre de vie, la relation mère-enfant comme une relation entre personnes. C'est en fait progressivement durant le second semestre de la vie que se précise simultanément consciences du moi et de l'autre.

Lacan a eu tout à fait raison de souligner l'importance du fait "miroir" entre le moi et un semblable, mais si cela correspond à une étape qui débute effectivement à peu près au moment où l'a fixé Lacan, le "miroir" ne traduit pas un stade passager mais une révolution définitive qui ne disparaît nullement lors des évolutions ultérieures de l'enfant. C'est en effet le reflet du moi dans l'autre qui ouvre à la valorisation du comportement de l'autre comme une source de modèle comportemental.

- c'est la quasi-identité de constitution entre individus qui donne son sens, unique bien que tout à fait réel, à la notion d'objectivité. Comme le discute A. Lalande et dès lors qu'un réalisme "dur" n'est pas systématiquement admis, c'est l'accord entre individus qui constitue le seul critère d'objectivité. Bien entendu, cet accord doit être considéré selon un point de vue statistique, en quelque sorte "à la majorité des voix". C'est le point de vue d'H. Poincaré qui fait de la réalité objective, ce qui, en dernière analyse, est commun à plusieurs êtres pensants et pourrait être commun à tous (164).

- c'est encore cette quasi-identité de constitution, associée à une somme d'expériences différentes qui donne toute sa signification cognitive au dialogue social. L'individu transmet les données d'une situation insolite pour laquelle il n'a pas de réponse à un autre individu, espérant que cet individu a rencontré une situation comparable et qu'il a trouvé déjà une solution. Cette description peut paraître très théorique; c'est en fait une façon systémique de décrire ce que R. Thom qualifie de dialogue, où la similitude acceptée permet un emprunt comportemental et joue évidemment un rôle considérable dans le développement cognitif.

2.3.3. **Le passage du Miroir au Symbolique**. Le troisième aspect de l'évolution de conscience est marqué par l'apparition du langage ou de ce que Lacan appelle l'accès au symbolique. Cette apparition ne marque pas la disparition des mécanismes de "miroir" mais s'y superpose. L'accès au symbole est une donnée complexe sur laquelle nous reviendrons. Il ne doit pas être confondu avec l'accès au langage mais il le permet. Le langage, code symbolique par excellence, favorise considérablement une activité cérébrale totalement intériorisée et le dialogue avec l'autre. La conscience réfléchie se concentre sur le langage intérieur et le déroulement de la pensée accentue le sentiment de subjectivité. Par ailleurs, la communauté de code apporte tous les bénéfices du langage à la relation avec l'autre.

Mais Piaget, en contradiction avec Wallon, a bien insisté sur le fait que l'apparition du langage n'était pas liée à une maturation interne indépendante de l'expérience vécue. Le langage se développe parce qu'auparavant les schèmes perceptivo-moteurs dérivés des conduites constitutionnelles, sont devenus suffisamment indépendants des conditions externes

d'activités pour être mobilisés par eux-mêmes et confrontés les uns aux autres. L'apparition du langage reflète un temps préalable d'intériosisation de l'activité cérébrale.

On peut constater ainsi le véritable réseau complexe qui marque l'interdépendance entre le contenu de conscience, la relation à l'autre et l'accès à un fonctionnement cérébral au niveau du symbolique. C'est l'activité subjective "narcissique sans Narcisse" des premiers mois qui ouvre à la conscience du "moi" et de "l'autre" et qui permet l'intériorisation des schèmes d'activité. Il en résulte une socialisation qui ouvre à l'acquisition du langage, forme optimale du symbolique. En retour, le langage enrichit considérablement la subjectivité. Finalement, comme nous l'avons vu, la conscience se confond avec l'activité intérieure réfléchie. Mais tout au long de cette évolution, c'est la réflexion consciente qui construit la substance même de formes plus évoluées de conscience.

2.3.4. **L'Organisation spatio-temporelle**. J. Piaget a bien montré que le jeune enfant ne mémorise pas de souvenirs car il ne peut replacer son vécu dans un cadre temporo-spatial bien défini, faute d'une représentation suffisante du temps et de l'espace. Cette représentation ne commence à acquérir une certaine consistance que vers quatre ou cinq ans et continue ensuite à se développer jusqu'à l'adolescence. Les données que manipule la conscience se situent donc initialement en dehors de l'espace et du temps; elles ne sont accolées que plus tard à des repères temporo-spatiaux.

2.3.5. **Le jeu des possibles et la naissance de l'implication logique**. J. Piaget a terminé sa vie et ses travaux sur l'apparition du possible chez l'enfant (152). P. Valéry dit que "prendre conscience, c'est percevoir le possible(208)." Le "possible" est un imaginaire "contrôlé". Il est distinct d'une part du réel et du nécessaire, d'autre part de la fantaisie imaginative. Piaget montre bien l'évolution des possibles chez l'enfant entre 5 et 10 ans, parallèlement à l'apparition et au développement de la logique concrète. Seule une activité logique peut contrôler une succession de points de vue pour permettre d'affirmer une cohérence* indépendante de la réalité. L'apparition du possible annonce celle de l'hypothèse et donc d'une activité mentale qui devient indépendante du réel. L'apparition de la nécessité logique puis de la relativité de cette nécessité à la véracité des prémisses marque le stade ultime des contenus et du fonctionnement de la conscience.

2.4. ***La Rationalité Restreinte***.

La conscience re-connaissante nous parait un aspect essentiel de la conscience. Il en est un autre, conjoint du reste, qui est la stricte limitation du champ de conscience par rapport à l'activité cérébrale globale. De fait, nous ne disposons pas consciemment à chaque instant de tout le contenu de nos connaissances, ni *a fortiori* du détail du fonctionnement cérébral. Nous "savons" où chercher une définition de dictionnaire, une recette de cuisine sans pouvoir les formuler à tout moment. Ce qui est vrai de l'opposition entre notre propre connaissance et les encyclopédies mises à notre disposition l'est également d'une opposition entre le contenu immédiat de la conscience et l'ensemble des connaissances fixées par notre cerveau, des activités de ce cerveau. L'introspection nous renseigne sur la nécessité fréquente d'un effort pour faire parvenir à la conscience, des données de connaissance manifestement acquises.

Ce point est essentiel pour toute épistémologie mais il l'est plus encore pour une conception fonctionnelle de la connaissance. Si celle-ci est construite par le sujet et pour le sujet, la question de l'accessibilité des connaissances à la conscience est primordiale. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si de nombreux auteurs se sont penchés sur ce problème. J.

Fourastié par exemple, se demande comment son cerveau "s'interroge" et constate que la conscience ne contient qu'une seule idée, et une idée simple, à la fois.

Mais ce n'est pas seulement la possibilité d'accession à la conscience qui est en jeu. Il faut prendre en compte également la volonté de l'individu: ce dernier épuise-t-il toutes les connaissances qu'il peut avoir sur un point précis avant de prendre une décision sur ce point ou agit-il Dès qu'il a réuni quelques informations limitées ? Nous sommes redevables à Herbert Simon d'une analyse exhaustive sur cette interrogation.

2.4.1. **L'Inertie mentale dans les travaux d'Herbert Simon**. H. Simon est parti de la constatation que l'individu, agent économique, ne paraissait pas se soucier des principes définis par les théoriciens de l'économie avant de prendre une décision d'ordre économique. Dans la grande majorité des cas, l'individu se contente de quelques données et néglige les autres. Dans ses premiers travaux, publiés en 1944 et 1947, Simon a qualifié cette façon de faire de rationalité limitée. Dans les trente années qui ont suivi, Simon a pu montré que la rationalité limitée n'était pas liée à quelque attitude subjective de négligence mais s'expliquait par l'inertie marquant le mode du fonctionnement cérébral conscient.

Comparant un bon joueur d'échec et un programme informatique de jeu d'échec, Simon fut frappé par le fait que le programme effectuait dans un même temps, un beaucoup plus grand nombre d'opérations que le joueur. Le programme d'ordinateur réalisait plusieurs centaines de milliers d'opérations par seconde et pratiquait par une exploration systématique, en arborescence, des possibilités de jeu. Simon a qualifié de tactique ce mode de faire et a pu constaté que la profondeur des arborescences tactiques possibles étaient très vite limitées par le temps et les capacités de mémoire.

Simon a alors perçu intuitivement que l'ordinateur paraissait beaucoup plus rapide qu'un joueur humain alors même qu'il était beaucoup moins efficace. Encore en 1993 des recherches sont effectuées pour réaliser des programmes pouvant se mesurer à des grands maîtres alors que le nombre d'opérations par seconde s'approche du milliard. Si donc, l'inertie mentale consciente relative était prouvée, il fallait que le fonctionnement mental humain conscient fasse appel à d'autres approches que tactiques.

Simon a réuni alors les données de nombreux auteurs sur les paramètres temporels du fonctionnement mental pour vérifier son appréciation intuitive. Etudiant lui-même des sujets résolvant des problèmes, il a retrouvé ces paramètres dont la constance s'opposait à la grande variété des stratégies adoptées. Ses conclusions peuvent se résumer ainsi :
- le système humain de traitement conscient de l'information est manifestement un système travaillant en série : il n'exécute qu'une opération élémentaire de traitement d'information à la fois.
- le temps élémentaire de traitement d'une information, opération ou communication avec les données de mémoire est de 40 millisecondes, ce qui permet au mieux 25 opérations élémentaires par secondes. Ceci est fort peu comparé aux centaines de milliers d'opérations dans les ordinateurs de l'époque, les millions d'opérations de simples micro-ordinateurs d'aujourd'hui.
- le temps élémentaire d'intégration d'une donnée visuelle dans le champs de conscience est de 150 millisecondes.
- le contenu du champs de conscience instantané ne dépasse pas cinq à sept éléments unitaires, mais seulement deux éléments peuvent être retenus pour une tâche si une tâhe différente est réalisée par ailleurs.

- le temps de fixation mnésique pour un symbole tout à fait connu est de une seconde.
- il apparaît en outre que la succession des opérations est déterminée par un but qui n'est pas simplement l'organisation d'une exploration tactique.

2.4.1.1. L'activité sériée. Elle est absolument manifeste pour quiconque tente d'analyser son propre fonctionnement mental. Nous avons dit que J. Fourastié était parvenu à la même conclusion. Il suffit de tenter une multiplication de tête à plusieurs chiffres pour constater qu'il est impossible de maintenir en permanence toute l'opération dans le champs de conscience. Nous avons pu nous-même constater en vision tachyscopique que le comptage d'un certain nombre de points ne dessinant pas une configuration directement reconnaissable, exigeait une fixation successive sur chaque point. Dans la même expérience, nous avons constaté qu'il était alors impossible de compter plus de sept points en une vision tachyscopique.

2.4.1.2. La définition du Chunk. Il n'est pas évident de définir ce que peut être une unité d'information dans le champs de conscience. Pour un philosophe, le mot "Platon" constituera une unité d'information recouvrant un nombre considérable de données. Pour un jeune écolier, c'est un assemblage phonétique qui ne signifie que lui-même. Pour quelqu'un qui connaît l'alphabet, le rappel mnésique de cet alphabet est immédiat comme unité. En revanche une succession des 26 lettres dans un ordre aléatoire représente une information beaucoup plus complexe. Si on essayait de traduire en bit ces deux dernières situations, on arriverait pourtant au même résultat. H. Simon cite les travaux de Groot et Jongman concernant la mémorisation de pièces disposées sur un échiquier après une présentation durant 5 à 10 secondes. Les résultats obtenus sont identiques pour un grand maître et un joueur peu expérimenté, une demi-douzaine de pièces correctement placées, si les pièces étaient placées au hasard. En revanche, si la disposition des pièces reproduit une partie réelle, le grand maître mémorise l'emplacement de 20 à 25 pièces alors que le joueur ordinaire ne fait pas mieux qu'avec les pièces disposées au hasard. Nous avons pu nous même obtenir immédiatement la note maxima lors d'une épreuve de mémorisation d'emplacements en construisant un code de repérage numérique et mémorisant trois nombres de trois chiffres au lieu et place des neufs emplacements.

Ce sont la fonction symbolique, la hiérarchie et la dégénérescence qui expliquent ces écarts de valeur d'information pour un même support :
- la fonction symbolique traduit la possibilité de remplacer un algorithme complexe par une étiquette. L'étiquette peut être manipulée comme valeur unitaire alors qu'elle peut recouvrir une information très étendue. C'est du reste dans cette possibilité que réside tout l'intérêt du symbole.
- l'un des algorithmes étiquetés le plus courant concerne un processus d'abstraction qui ramène à une étiquette, un niveau de hiérarchie supérieur. La réduction fractale de cet algorithme restitue toute l'information masquée en cas de besoin. Dans l'exemple du jeu d'échec, la présence d'une pièce sur un emplacement impose un groupement de distribution de plusieurs pièces. Une seule pièce placée résume le groupement entier et suffit pour l'évoquer ou le mémoriser.
- c'est la dégénérescence, c'est à dire la correspondance seulement partielle entre un signifiant et un signifié qui permet l'abstraction conceptuelle et la fonction symbolique (X).

En définitive, l'organisation des connaissances permet d'étiqueter et de traiter comme unité un ensemble d'informations aussi étendu qu'il est souhaitable. Ce processus est fondamental puisque justement le nombre d'unités qui peuvent être réunies dans un champ de

conscience est très limité. C'est G.A. Miller qui a proposé de qualifier de "chunk" ou morceau, une unité d'information ayant un contenu aussi vaste qu'il est souhaitable mais qui peut être évoquée ou manipuler comme une unité. Il a alors pu démontrer que le contenu du champs de conscience instantané, ce que Simon appelle la mémoire à court terme, se limitait à sept chunks plus ou moins deux. Pour de multiples raisons, Simon pense que la réalité est plus proche de cinq que de sept. Par exemple, lorsqu'un sujet très doué mémorise une suite aléatoire de neuf chiffres émis à la cadence d'un par seconde, Simon montre que la mémorisation se fait à partir de trois "chunks" représentant chacun un nombre de trois chiffres. Quoiqu'il en soit, l'ordre de grandeur est peu discutable.

2.4.1.3. La Durée de l'Opération élémentaire. Elle a été calculée à partir d'activités répétitives très simples, presque automatiques, comme par exemple une frappe de clavier sous dictée. En considérant qu'une frappe associe un chunk d'analyse de la donnée et un chunk d'exécution, la fréquence maximale de seize données par seconde donne un temps unitaire de 30 milisecondes. Il s'agit là d'une situation particulièrement favorable, atteinte après un long apprentissage et le nombre de 40 milisecondes proposé par Simon est tout à fait raisonnable. On peut du reste le rapprocher du temps qui sépare deux états d'un neurone, depuis l'excitation jusqu'à la restauration permettant une nouvelle excitation. Ce temps descend exceptionnellement à 10 milisecondes pour des neurones très spécialisés et il est beaucoup plus souvent aux environs de 25 à 40 milisecondes. Le délai indiqué par Simon correspondrait à un circuit ne dépassant pas deux ou trois neurones, ce qui est fort peu pour un processus mental.

2.4.2. **Le fonctionnement discret de la conscience**. Il est un point que nous n'avons pas trouvé dans les analyses de H. Simon et qui nous parait essentiel; peut-être était-il trop évident à Simon pour qu'il pense avoir à le mentionner. L'aspect "sérié" de l'activité consciente doit être opposé non seulement à une activité en parallèle mais encore à une activité continue. Les "chunks" occupent un à un les différents registres de la conscience et sont confrontés entre eux un à un par des processus discrets. Il n'est pas inutile de souligner que les concepteurs d'ordinateurs ont dû reproduire un schéma de fonctionnement comparable.

L'activité consciente suppose donc l'élaboration préalable de chunks isolés ou combinés, que nous appellerons objets cognitifs. Ces objets doivent être bien délimités et mobilisables. Il faut qu'ils soient suffisamment complexes pour avoir une structuration qui permettent de distinguer de nombreux objets les uns des autres. Inversement, ils doivent être suffisamment simples pour être réductibles à un nombre très limité de chunks. Cette exigence contradictoire conduit obligatoirement à la fonction symbolique, o— des objets simples mais bien différenciables les uns des autres, peuvent servir d'équivalents à des algorithmes ou structures très complexes.

2.4.3. **L'Approche Stratégique**. En définitive, il y a peu à discuter sur les paramètres proposés par Simon. Comparé à l'ordinateur, le fonctionnement mental apparaît comparable dans la disposition sériée des opérations pratiquées et par l'étroitesse du champ des systèmes de traitement d'information. En revanche, le fonctionnement mental est extrêmement lent et ne peut procéder par explorations tactiques étendues. Simon en conclut que l'opérateur humain procède par "heuristiques" ou stratégies. Les grands points de l'approche stratégique sont les suivants :
- l'exploration tactique systématique de toutes les possibilités est court-circuitée.

- l'opérateur se guide sur quelques repères pour justifier un choix élaboré d'une stratégie complexe toute montée, connue et validée antérieurement, et qui parait à l'opérateur, subjectivement adaptée. L'abandon d'explorations tactiques, le choix subjectif d'une stratégie empêche évidemment l'opérateur de justifier pleinement ce choix.
- l'opérateur modifie secondairement et ponctuellement la stratégie choisie, selon les résultats partiels obtenus, qu'il s'agisse de succès ou d'échecs.

Il est donc possible de souligner les contraintes qui pèsent sur le fonctionnement conscient et par comparaison avec l'ordinateur, préciser les conséquences de ces contraintes. Le point majeur est la nécessité d'un mode de fonctionnement que confirme facilement l'introspection et qui est un fonctionnement par heuristique ou stratégie. Nous verrons par la suite comment un tel fonctionnement implique la prise en compte obligatoire d'une activité probabiliste par approximations successives, ce que nous serons appeler à définir sous le terme de dégénérescence.

2.5. ***Limitations du champ de conscience et découpage du champ cognitif.***

Toute l'analyse que nous venons de faire souligne l'importance de discontinuités dans le contenu de conscience. Inversement, l'environnement soumis à la conscience est certes hétérogène mais continu dans le temps et l'espace. Au départ de toute réflexion, il y a donc par nécessité un "découpage" du champ cognitif par la réflexion. Il est nécessaire de ramener la totalité du champ cognitif à un ensemble d'objets cognitifs qui peuvent être analysés un à un pour une adaptation à l'étroitesse du champ de conscience et au déroulement sérié de l'activité réflexive. Il est vrai qu'une brève étiquette peut remplacer un algorithme très complexe pour le mobiliser globalement mais il est bien évident que cet algorithme doit être découpé en éléments isolables pour une utilisation optimale et une bonne compréhension de sa fonction. Par voie de conséquence, le découpage doit présenter obligatoirement une disposition emboîtée.

Certains aspects du découpage sont contraignants, ne dépendent pas de l'analyse consciente, et sont automatiquement réalisés par les mécanismes perceptifs innés :

- le découpage perceptif isole les champs visuel, auditif, olfactif, gustatif. De plus nous l'avons vu (V-), il existe un redécoupage à l'intérieur de chaque champ perceptif.

- le découpage temporel est effectué par tranches d'une durée d'environ 100 millisecondes, considérées chacune comme des instantanés, tant sur le plan visuel qu'auditif. Mais un découpage beaucoup plus fin a lieu également puisque la synchronisation qui permet de reconstituer la vision d'un objet à partir d'une analyse séparée de la couleur, de la taille, de la forme, du déplacement semble être précise à la milliseconde. De même, des différences de délais de quelques millisecondes semblent bien perçus sur le plan auditif.

- le découpage spatial est tout aussi manifeste, tout aussi emboîté. Les contours, auditifs ou visuels sont accentués dans les données perceptives par rapport aux frontières effectives dans l'environnement. La superposition de découpages à des fréquences spatiales différentes est manifeste dans la vision (V-).

Mais ces processus sont notoirement insuffisants pour permettre une re-présentation interne de l'environnement et le découpage doit être complété par une démarche consciente, sur un plan opératoire. Nous retrouvons alors les principes de découpage formulés par

Descartes, dans les deuxième et troisième préceptes du Discours. H. Putnam, par ailleurs, a repris récemment une notion qui apparaît à plusieurs reprise dans les travaux logiques : c'est nous-mêmes qui décidons combien d'objets se trouvent dans une collection. Y a-t-il un cahier ou plusieurs pages de cahier ? Sommes nous nous-mêmes des objets lorsque nous énumérons les objets dans une pièce ? Pour ce faire, nous délimitons un champ cognitif puis nous le découpons. Mais c'est essentiellement M. Mugur-Schachter qui a très largement développé cette question essentielle du découpage. Toute démarche cognitive, dit-elle, est précédée d'un "découpage" subjectif du champ cognitif, celui-ci étant assimilable à un espace probabiliste continu. Le premier temps du découpage est une délimitation dans l'environnement, isolant une partie a priori "intéressante" et celle-ci est ensuite fractionnée. C'est en fonction de ce découpage préalable que s'effectue la réflexion cognitive. M. Mugur-Schachter a tout spécialement développé cette notion dans le domaine du calcul de probabilité mais il nous semble qu'une généralisation à toute situation cognitive est fondamentale.

Le découpage, subjectif et en quelque sorte arbitraire, est en effet indispensable à l'assimilation cognitive d'une situation ou d'un événement. Il nous est absolument impossible de réaliser directement cette assimilation dans sa globalité, en raison de l'étroitesse du champ de conscience et du caractère séquentiel discontinu de son activité, mais également par le fait que l'environnement ou les règles du fonctionnement interne sont initialement des étrangers pour le fonctionnement conscient. Nous devons donc rechercher dans le champ cognitif, des repères ponctuels qui peuvent être identifiés un par un, par équivalence avec des configurations internes que nous pouvons considérer comme des globalités. Ces repères sont choisis subjectivement et nous ne pouvons pas affirmer qu'ils correspondent à une réalité. Il est donc tout à fait prévisible que chaque individu effectuera un découpage en fonction de son propre système cognitif. Le découpage est à la fois indispensable, subjectif et probabiliste.

2.6. ***Découpage, Réalisme et Constructivisme.***

Une démarche cognitive effectuée selon une approche réaliste, se traduit également par un découpage implicite, mais un découpage défini dans un espace de probabilité discontinu ou kolmogorovien. Ce découpage se fait en objets "ontologiques", mais aussi en idées, en concepts, en essences* ayant une existence propre. Cependant, ce découpage est considéré comme indépendant de l'observateur, donc commun à tout observateur; il a une réalité propre, s'impose et doit en quelque sorte être retrouvé au cours de la démarche cognitive. Cette approche se justifie totalement dans ce que K. Popper appelle la connaissance objective.

Dans une perspective constructiviste, la situation est toute autre. Le découpage perceptif est certes déterminé par les particularités des organisations perceptives de l'observateur, des cartographies selon l'expression de G. Edelman. En revanche, les découpages opératoires complémentaires sont liés à la volonté et aux compétences cognitives de l'observateur. Le découpage est donc essentiellement subjectif et il n'y a aucune chance que ce découpage corresponde exactement à une "réalité" de l'environnement :

- les "objets" délimités par l'observateur ne sont pas nécessairement des "objets" réels et traduisent plutôt un pari probabiliste proposant un "découpage" particulier d'un environnement continu.
- plus encore, les propriétés accordées à l'objet sont le résultat d'un "regard" particulier au sens que lui attribue M. Mugur Schachter, subjectif et probabiliste, déterminant "l'aspect" des objets qui résultent d'un découpage.
- les configurations que construit l'observateur ne correspondent donc pas nécessairement à des configurations "réelles" de l'environnement.

- la représentation de l'environnement est un vécu subjectif de l'observateur qui ne peut être qu'un équivalent plus ou moins approché de l'environnement réel supposé, et qui doit être validé par la réussite des prédictions.
Nous développerons cette comparaison de la représentation cognitive de l'environnement avec l'environnement supposé en disant que la représentation cognitive de l'environnement est "dégénérée".

Il n'y a pas à porter un jugement de valeur sur le découpage de l'environnement et le "regard" subjectif qui y est associé puisque ce découpage et ce regard s'imposent à toute démarche cognitive et présente les caractères que nous venons de souligner Dès lors que le réalisme des espèces naturelles est récusé. En revanche, il est important de souligner les avantages et les risques d'erreur liés à l'approche subjective et probabiliste :

- la représentation cognitive et l'environnement supposé étant deux "organisations" distinctes avec leurs propres règles, aucun correspondance point à point entre environnement et connaissance de l'environnement ne peut être réalisée avec certitude par l'observateur qui vit un découpage et un regard qui lui sont propres. En revanche, il est relativement facile à l'observateur humain d'établir une correspondance minimale par un découpage élémentaire, assurant un point de départ pour la réalisation de découpages améliorés. Les mécanismes perceptifs constitutionnels assurent spontanément cette première forme de correspondance. Ils sont donc à la fois obligatoires et contraignants dans l'image de l'environnement qu'ils fournissent.

- inversement, il existe un très grand risque que le résultat d'un découpage, le résultat d'une action d'abstraire soient pris pour des objets effectifs de l'environnement, définis indépendamment du découpage subjectif qui lui ont donné naissance et du regard qui les ont qualifiés. Cela explique la tentation réaliste permanente.

En un mot, le découpage pris dans son sens constructiviste est une nécessité imposée par les particularités de l'activité mentale. A condition que l'observateur prenne conscience qu'il a effectué un découpage subjectif, qu'il en tienne compte dans sa réflexion cognitive, et regard et découpage subjectif n'ont plus que des avantages. Cette réflexion doit s'appliquer à l'approche du troisième monde* de K. Popper. La connaissance objective n'est pas découpée de façon indiscutable par les dieux de Platon, mais par les activités des hommes qui nous ont précédés et qui ont effectué des découpages à leur mesure et à titre de paris. La connaissance dite objective a donc été découpée subjectivement au départ et qualifiée par des observateurs humains et il nous faut prendre garde de ne pas l'oublier. L'objectivité est construite peu à peu, et non "déduite" par l'observation et la réflexion.

CONCLUSION : L'importance de l'Ontogenèse

Il apparaît en définitive, que la conscience, irréductible comme un tout, se prête à une analyse fonctionnelle réductionniste si on dissocie les mécanismes d'une part et le contenu, tout spécialement l'image de soi d'autre part. Si nous essayons de décrire l'activité consciente, nous pouvons y trouver plusieurs catégories de facteurs :

- les données y sont manipulées une à une, et sont de taille très limitée, ou alors remplacées symboliquement par des étiquettes de taille également limitée,
- un ensemble de mécanismes délimitant un champ d'attention sur lequel se concentre l'activité réfléchie, et maintenant une intentionnalité,
- un ensemble de mécanismes permettant de stocker de façon réversible dans le présent prolongé, plusieurs données, de les confronter ou de les relier entre elles.
- une organisation générale qui évolue avec le développement ontogénétique, passant d'un stade adualistique* à un stade dualistique*, d'un stade désorienté à un stade marqué par une orientation dans l'espace et le temps, d'un stade de contrôle des relations avec l'environnement à un stade de réflexion sur l'activité intérieure.

L'analyse des processus conscients introduit le fait que le contenu de conscience, et même les mécanismes conscients mis en jeu, évoluent considérablement avec l'expérience et qu'il n'est pas possible de définir la conscience sans un aspect développemental. Il apparaît également que la conscience ne peut fonctionner n'importe comment et qu'il est possible d'en marquer les limites. Ces limites correspondant tout à fait aux limites concrètes imposées au fonctionnement cérébral par les constantes neuronales. Cela constitue évidemment un argument puissant en faveur d'une réduction de l'activité consciente à une explication biologique, même si l'histoire individuelle au contact de l'environnement joue un rôle tout aussi important que la constitution initiale.

Cependant, la constitution et l'auto-référence d'un organisme autonome ne sont pas remises en cause par son vécu. Mais un tel organisme présente habituellement des potentialités beaucoup plus étendues que les caractéristiques fonctionnelles innées. Par exemple, l'être humain possède à la naissance la capacité d'apprendre n'importe quelle langue et n'en acquiert habituellement qu'une, parfois deux ou trois. Le même être humain a la capacité de synthétiser quelques milliards d'anticorps alors qu'il n'en fabriquera en quantité importante, que quelques dizaines de milliers. Or ce sont les particularités du vécu qui expliquent l'actualisation d'une potentialité. Deux individus constitutionnellement identiques et qui ont obligatoirement des vécus quelque peu différents, acquièrent une subjectivité l'un vis à vis de l'autre. Cette subjectivité, simplement liée à l'originalité du vécu doit être également envisagée. Sur le plan du comportement, elle se traduit avant tout par une particularité des conduites.

Au total, le sujet demeure et évolue. Pour paraphraser Jean Paul Sartre, nous serions tenté d'affirmer que l'homme n'est pas ce qu'il devient mais que simultanément, il est et il devient. Par ailleurs, c'est le sujet préexistant lui-même qui règle son devenir par la supervision des relations avec l'environnement. Le sujet est à la fois initialement autonome et conquiert son autonomie vis à vis de l'environnement rencontré.

En conclusion, en essayant d'établir cette revue aussi exhaustive que possible des différents aspects de la constitution, de la subjectivité et de la conscience, nous n'avons nullement voulu nous placer sur un terrain métaphysique. Comme Locke le pensait déjà, une tentative de réductionnisme* mental n'a pas ou ne devrait pas avoir de conséquences obligatoires sur une conception métaphysique de l'être humain. En revanche et accessoirement, une analyse de la subjectivité est intéressante pour préciser les équivalents qui pourraient élargir les possibilités fonctionnelles de systèmes artificiels.

Le principe de sélectivité pour expliquer la connaissance acquise, l'analyse de la constitution neurocérébrale et l'étude de la subjectivité se rejoignent pour définir ce que peut

être l'activité cognitive conçue dans le cadre d'une théorie de l'autonomie biologique. La conscience, probablement par le haut degré d'intégration dont elle témoigne, dépasse ce qui peut être décrit sous le terme de sélectivité ou ce qui apparaît dans l'organisation cérébrale. Mais ce dépassement fonctionnel traduit une émergence qui ne renie pas ses racines. C'est parce que tout contenu mental peut être ramené à une combinaison d'éléments constitutionnels et en fonction des mécanismes cérébraux innés que la conscience peut apparaître et évoluer. Le fonctionnement mental subjectif adulte ne se conçoit qu'au delà d'une histoire au cours de laquelle les résultats de l'activité ont été partiellement pérennisés sous une forme ou sous une autre. Trop souvent, la comparaison entre intelligence humaine et intelligence artificielle est faite sans tenir compte de ce point de vue d'histoire. Or il est tout à fait possible de concevoir un système expert qui pourrait assimiler ses échecs et ses succès. La comparaison avec l'intelligence humaine serait plus équitable mais le système expert aurait acquis une véritable particularité subjective et aurait valider des paris probabilistes qui lui sont propres.

Tout aussi importante est la définition de la conscience comme une réflexion du sujet sur sa propre activité. Cette réflexion se réduit opératoirement au maintien d'une orientation de l'activité et à une comparaison de cette activité propre avec le résultat obtenu. C'est là que se trouve la clef d'une histoire positive et d'une orthogenèse. Le mécanisme pourrait fort bien s'intégrer dans un système artificiel performant, ce qui doit justifier une analyse réductionniste.

Un troisième point concerne la réduction de l'image du moi. En terme opératoire, l'essentiel est une prise de connaissance par l'organisme de ses propres conduites, ce qui est la condition essentielle pour déduire des données d'interface, une analyse correcte des événements extérieurs. Le fait est généralisable. L'analyse de ses propres algorithmes est pour tout système, artificiel ou naturel, un gage d'efficacité, permettant de déduire les propriétés de l'événement rencontré par une analyse correcte des données d'interface.

Mais ce qui est vrai dans un sens peut l'être aussi dans l'autre. La précision du mode sélectif des connaissances apprises, l'étude du fonctionnement cérébral et de l'activité consciente, les effets organisants du vécu au contact de l'environnement rendent cohérente une explication de la conscience qui serait limitée à ces seules données. Ce point est peut être révolutionnaire puisque conjointement il affirme l'importance de la conscience mais il en considère la réduction possible. Une étude des mécanismes de développement montrera le caractère très plausible d'une telle prise de position.

CHAPITRE VII : CONNAISSANCE ET DEVELOPPEMENT

"C'est encore en méditant l'objet que le sujet a le plus de chance de s'approfondir."

Gaston Bachelard

Résumé : Trois rubriques résument les principaux aspects du développement cognitif :
- l'accord entre les règles de la physique et le développement des connaissances, conçu comme un développement spontané, par le système connaissant, au contact de l'environnement; cela dans le double aspect du gain d'ordre et de la fixation de ce gain d'ordre.
- l'émergence du fonctionnement mental à partir de l'activité perceptivo-motrice.
- le développement proprement dit des connaissances apprises.

A) Le Développement cognitif autonome en face des règles physiques

Une approche bien comprise de la deuxième loi de la thermodynamique et de l'entropie démontre que le gain d'ordre spontané et prévisible est normal en présence d'apport d'énergie. La chlorophylle absorbe le rayonnement solaire pour effectuer la réaction à entropie négative de la synthèse de l'A.T.P.. La dégradation de l'A.T.P., marquée par une augmentation d'entropie, peut être associée à de nombreuses réactions néguentropiques dont elle permet le caractère spontané. La réaction néguentropique la plus fondamentale est la liaison peptidique qui relie deux acides aminés. Une chaîne d'acides aminés, effectuée sur l'information fournie par une chaîne d'A.R.N., prend spontanément une configuration spatio-temporelle qui lui communique une fonction.

Ces données permettent de déplacer les problèmes des gains d'ordres spontanés vers les conditions initiales. Si les éléments nécessaires sont réunis, le gain d'ordre apparaît nécessairement. En revanche, le rapprochement spontané de ces éléments est un événement hautement improbable. Le développement spontané associe donc :
- des gains d'ordre prévisibles lorsque les conditions initiales sont réunies,
- des événements beaucoup plus rares, imprévisibles mais aux conséquences majeures, qui agissent en modifiant les conditions initiales ou en assurant pour la première fois le rapprochement d'éléments ouvrant la voie à une structuration spontanée. Ce double aspect du progrès est universel, dans le développement biologique individuel comme dans la phylogenèse, dans le développement cognitif ontogénétique comme dans celui des connaissances apprises par les générations successives.

2. Les gains d'ordre majeurs et la mise en place des conditions initiales. Certains mécanismes jouent un rôle majeur dans les développements spontanés, qu'ils soient attendus ou imprévisibles :
- la symbiose marque le voisinage durable de deux systèmes antérieurement étrangers l'un à l'autre, et qui deviennent ainsi interactifs. Une théorie de la symbiose montre qu'elle est à l'origine de tous les progrès qui ne sont pas inscrits potentiellement dans la constitution des systèmes. L'évolution biologique donne de nombreux exemples du rôle capital de la symbiose.
- la structuration dissipative décrite par Prigogine, résume les structurations nouvelles qui s'établissent spontanément du fait de l'instabilité à l'intérieur d'un système.
- le bruit n'a pas de valeur créatrice d'ordre par lui-même mais il peut être le responsable de l'instabilité qui provoque une structuration dissipative.

Après l'étude des mécanismes précédents, il est important de revenir sur le rôle déterminant du couplage entre éléments pour expliquer non seulement la formation de structures nouvelles mais aussi et surtout, des propriétés originales chez ces structures. Il est proposé que la néguentropie au sens statistique, traduisant une diminution du nombre des états microscopiques différents pouvant correspondre à un même état macroscopique, soit l'explication majeure sinon unique, de l'émergence de propriétés nouvelles.

3. Le maintien de l'Identité. Plusieurs explications différentes qui ne s'opposent pas et se conjuguent peuvent être données au maintien de l'identité d'un système qui a bénéficié d'un accroissement interne d'organisation :

- il existait dans la constitution un graphe "flou" marqué par des liaisons ébauchées, le système pouvant fonctionner indifféremment avec une telle liaison renforcée ou atténuée. C'est la base du système L.S.D. de Changeux et Danchin qui a une valeur universelle
- le progrès est lié à une symbiose ou une structuration dissipative portant sur des éléments propres au système et donc adaptés à lui, et qui sont dupliqués au delà du simple renouvellement autopoiétique.
- le progrès est lié à la restriction de la variété comportementale des éléments entrés en conjonction par symbiose ou structure dissipative, et qui étaient antérieurement partie intégrante du système.

4. Les bénéfices respectifs de la Mémoire et de l'Oubli. Les accroissements d'ordre qui marquent le progrès ne sont pleinement significatifs que s'ils sont irréversibles. Mais la mémorisation de ces accroissements d'ordre n'est bénéfique que si elle est sélective. L'oubli, ou plutôt la négligence vis à vis de ce qui est inutile ou contingent, présente une forte dynamique de progrès. On peut remarquer qu'une mémorisation hors du système considéré, permet d'associer au mieux les bénéfices de la mémoire et ceux de l'oubli.

B) L'Emergence des fonctions mentales

On peut refuser à la fois l'explication dualiste qui invoque une substance spirituelle pour expliquer le fonctionnement mental, et le réductionnisme cérébral pur et simple. Il est cohérent de considérer le fonctionnement mental comme une forme originale de l'activité cérébrale qui a émergé à partir des relations de l'individu avec son environnement physique et social. Freud a ébauché une explication du psychisme à partir du fonctionnement biologique et de l'histoire, mais ce sont Baldwin, Claparède et Piaget qui ont jeté les bases d'une émergence mentale.

1. La spécificité du fonctionnement mental. Si on compare l'activité perceptivo-motrice du jeune nourrisson et l'activité mentale authentique de l'enfant de deux ans, deux traits spécifient le fonctionnement mental :
- c'est un fonctionnement cérébral intériorisé qui se prive du contact avec l'environnement au travers des interfaces périphériques. Cependant, ce fonctionnement intériorisé reproduit les activités cérébrales effectuées au cours des relations perceptivo-motrices antérieures avec l'environnement.
- les objets du monde extérieur, les activités motrices qui peuvent leur être appliquées sont remplacés par des schémas intérieurs. Ces schémas sont placés en correspondance avec des formes auditives. Le fonctionnement mental est alors caractérisé par une manipulation largement prédominante des formes auditives qui constituent le langage.

2. Les mécanismes de l'Emergence. L'activité cérébrale au contact des régularités de l'environnement détermine des constances dans les circuits nerveux qui ont peu à voir avec l'organisation constitutionnelle. Ces circuits qui mémorisent le vécu particulier du sujet, modifient peu à peu le graphe des liaisons cérébrales préférentielles et une organisation apprise se substitue spontanément à l'organisation constitutionnelle. Dans un second temps, ces circuits préférentiels acquièrent une autonomie vis à vis des structures périphériques d'interface, permettant l'intériorisation. Les "formes" qui constituent les objets de la pensée, notamment les mots, sont des circuits cérébraux préférentiels localisés et mobilisables. Il est légitime de faire l'économie de toute "forme" mentale innée, mais surtout, cette économie est le seul moyen de concilier la psychologie et les connaissances neuro-physiologiques.

C) Le Développement des Connaissances

1. Les mécanismes de formation des connaissances. A la base de la formation des connaissances, on trouve la réaction circulaire déjà décrite, marquée par une suite d'aller-retours entre sujet et objet de connaissance. Des adaptations sont essayées, leur résultat est apprécié et oriente de nouvelles tentatives. Ainsi, la "bonne solution" a des chances importantes d'être découverte et sa pérennisation traduit la connaissance nouvelle.
Les connaissances isolées ainsi acquises sont ultérieurement coordonnées :
- pour préciser un graphe "flou",
- pour débuter une symbiose ou une bisociation selon l'expression d'A. Koestler, source essentielle d'enrichissement cognitif. La symbiose ou la bisociation peuvent être internes à un sujet ou résulter d'une rencontre entre deux sujets.
- pour initier une structure dissipative.
Mais la dissociation des connaissances existantes, affirmant l'indépendance de parties considérées antérieurement comme indissociables, est une dynamique tout aussi importante du progrès cognitif.
Les systèmes cognitifs ainsi construits dynamiquement sont pérennisés, permettant une étape servant de tremplin pour de nouveaux progrès.

2. Le Principe Richalet. La communication d'un système avec l'environnement ne peut se faire qu'au travers de structures d'interfaces marquées de particularités propres. De ce fait, une même configuration d'interface peut correspondre à de nombreux couples de particularités d'événements extérieurs et de particularités d'interface. Seule une connaissance des particularités d'interface permet une analyse correcte de l'événement. Seule, la connaissance d'un événement permet de découvrir les particularités d'interface. L'enfant à la naissance ignore les propriétés et les particularités de ses systèmes d'interface. Le progrès cognitif est de ce fait fort complexe et doit porter simultanément sur une connaissance de soi et une connaissance de l'environnement. Comme le dit G. Bachelard, c'est en méditant l'objet que le sujet s'approfondit. Mais cette méditation prend elle-même initialement la forme du pari.

3. Le Sens de la connaissance apprise. La connaissance apprise porte fort peu sur la motricité et avant tout sur la perception. Deux points qui pourraient paraître contradictoires doivent être soulignés :
- les mécanismes perceptifs demeurent tout à fait stables au cours de l'évolution cognitive. En témoignent notamment les illusions perceptives où nous avons appris que nous percevons de façon erronée tout en conservant notre perception initiale.
- à partir des perceptions, sont dérivées des opérations qui s'individualisent peu à peu et finissent par fournir des systèmes cognitifs totalement non perceptifs.
~ Le discours suit cette évolution et la favorise, constituant un support pratiquement indispensable aux systèmes cognitifs opératoires et non perceptifs.

4. Les facettes du progrès cognitif. Deux points essentiels doivent être soulignés, la régularité de l'ontogenèse cognitive et le rôle essentiel de l'environnement social.
La régularité de l'Ontogenèse cognitive : de façon probablement moins déterminée que ne le pensait J. Piaget, le progrès cognitif doit néanmoins nécessairement passer par une succession d'étapes, l'activité cognitive d'une étape résumant les étapes précédentes et assurant l'acquisition des données permettant le passage à l'étape suivante. Les mécanismes constitutionnels perceptivo-moteurs sont mis en jeu dès la naissance et vont initier immédiatement un progrès. D'une part, il se forme un corpus d'objets reconnus et reliés à une conduite adaptative efficace. Mais l'utilisation des mécanismes à des objets variés permet de les connaître de mieux en mieux, ce qui en facilite l'utilisation ultérieure.
Les schèmes perceptifs ou moteurs dérivés des activités perceptivo-motrices sont confrontés entre eux, marquant le début d'une activité opératoire. Les opérations sont d'abord indissociables des schèmes perceptivo-moteurs auxquels elle s'appliquent mais elles s'en isolent peu à peu, devenant des schèmes opératoires indépendants et mobilisables. Il peut alors se former des systèmes d'opérations qui traduisent l'implication formelle réfléchie.
A cette évolution de la perception à l'opération, correspond une évolution du contenu. Les connaissances débutent à l'échelle humaine des mécanismes perceptivo-moteurs eux-mêmes, et s'étendent ensuite au macroscopique de l'astronomie, au microscopique de la chimie et de la physique.
Le Time-Binding : les expériences que peut avoir un individu au cours de sa vie sont en nombre limité et telles devraient être les connaissances apprises si cet individu devait être laissé à ses seules expériences.
Mais l'individu appartient à un groupe social dont la structure traduit l'accumulation du résultat des expériences faites par tous les individus du groupe au cours des générations successives. La rencontre avec les structures sociales permet à l'individu de récapituler rapidement l'évolution cognitive qui a marqué le groupe. Ainsi apparaît un système de relations hologrammorphiques, le groupe social présent n'étant rien d'autres que chacun de ses membres mais chacun de ces membres étant une image du groupe présent et passé. Quelques risques de biais apparaissent du fait de cette acquisition cognitive indirecte mais ils sont bien peu de chose à côté du bénéfice social.

Cependant la notion de time-binding n'est pas suffisante pour traduire l'importance de la relation sociale. Il faut bien comprendre que les relations entre l'individu et le groupe sont de type holographique, y compris au travers des générations. Korzybski a bien souligné les risques de biais qui peuvent survenir à partir de la rencontre entre l'individu et le groupe, sur le plan de l'assimilation cognitive.

Trois rubriques résument les principaux aspects du développement cognitif :
- l'accord entre les règles de la physique et le développement des connaissances, conçu comme un développement spontané, par le système connaissant, au contact de l'environnement; cela dans le double aspect du gain d'ordre et de la fixation de ce gain d'ordre.
- l'émergence du fonctionnement mental à partir de l'activité perceptivo-motrice.

- le développement proprement dit des connaissances apprises.

A) Le Développement cognitif autonome en face des règles physiques.

L'essentiel de ce que nous appelons connaissance humaine est une connaissance apprise o— l'information naît des rencontres avec l'environnement physique et social. Or, la théorie de l'autonomie postule également que les systèmes autonomes échappent aux conséquences passives d'une formation pédagogique allonomique et qu'ils sont eux-mêmes responsables des connaissances qu'ils acquièrent; cette notion s'applique évidemment à l'organisme humain. Dans la même perspective de l'autonomie, la seule conception possible est donc celle qui fait de la connaissance apprise, un complément d'organisation au sein de l'organisme et du seul fait de l'activité de cet organisme. Mais aux yeux d'un observateur extérieur, ce gain d'ordre doit apparaître comme le résultat de l'activité de l'organisme et non le fait d'un agent extérieur organisateur. La question se pose de savoir si une telle évolution des systèmes autonomes, spontanée et positive, est conciliable avec les règles définies par la physique.

Par ailleurs, le complément d'organisation au sein d'un système autonome, que traduit une connaissance apprise, est une transformation. On est en droit de s'interroger sur la permanence de l'identité d'un système ainsi modifié. Nous pensons pouvoir montré que le développement des connaissances à la seule initiative du système est tout à fait conciliable avec les lois de la physique et que ce développement ne s'accompagne nullement d'une perte d'identité. Pour cette démonstration, nous débuterons l'analyse au niveau des gains d'ordre spontanés les plus élémentaires, là o— l'analyse des mécanismes en cause peut être conduite dans le détail. Nous montrerons ensuite qu'un gain d'ordre ouvre la possibilité de nouvelles évolutions structurales ou fonctionnelles et qu'ainsi les mécanismes propres aux gains d'ordre élémentaires peuvent, de proche en proche, rendre compte des émergences les plus complexes.

1. Les impératifs physiques et le complément d'organisation au sein d'un système autonome.

Lorsqu'on envisage un complément d'organisation au sein d'un système et du fait des initiatives de ce système, un problème se pose sur le plan physique. La deuxième loi de la thermodynamique, revue par Boltzmann, postule que l'évolution spontanée d'un système ne peut se faire que d'un état moins probable vers un état plus probable, avec ce que les physiciens appellent un accroissement d'entropie. Cela semble à première vue condamner le progrès spontané.

La notion d'entropie a été introduite par Clausius en 1è55; elle traduit une quantité d'énergie devenue "irrécupérable" pour une activité mécanique ou chimique car elle a été transformée de façon irréversible en chaleur. Ultérieurement, Boltzmann montra qu'il était possible de donner une interprétation stastitique de l'entropie : celle-ci, dénommée S, est alors proportionnelle au logarithme d'une quantité W représentant le nombre d'arrangements microscopiques différents correspondant à un même état macroscopique, selon la formule $S = k \ln W$, o— k est la constante de Boltzmann.

Or la seconde loi de la thermodynamique postule que les processus spontanés sont irréversibles et s'accompagnent d'un accroissement d'entropie; l'entropie globale de l'Univers notamment s'accroît constamment et il semblerait ne pas y avoir normalement de gain d'ordre spontané. Dans le cadre général d'un système isolé, l'état plus probable est celui qui correspond à un plus grand nombre d'arrangements microscopiques différents et donc à une moindre organisation. Or, a priori, une connaissance apprise traduit un gain d'ordre. Si effectivement un constat du gain d'ordre s'impose et que la deuxième loi de la thermodynamique est acceptée, il semblerait en première approche, qu'il faille envisager l'action d'un organisateur complémentaire.
- mais, situer cet organisateur dans l'environnement nie la théorie de l'autonomie et fait apparaitre toutes les difficultés des thèses empiristes.
- situer l'organisateur à l'intérieur du système conduit à invoquer un processus organisateur transcendant par rapport au fonctionnement physique, ce qui conduit à des thèses vitalistes ou spiritualistes.

En fait, si on analyse de plus près la deuxième loi de la thermodynamique, on constate que correctement interprétée, cette loi n'élimine nullement l'éventualité d'un complément d'ordre nécessaire et prévisible, survenant par la seule dynamique du système considéré.

1.1. La Néguentropie énergétique.

En effet, la deuxième loi de la thermodynamique ne s'applique directement que dans un système clos, pour l'ensemble du système et pour un état initial proche de l'équilibre. Cette situation n'est pas celle de la surface terrestre o— se déroule la vie, encore moins celle des organismes vivants. La surface de la planète est un système ouvert, qui reçoit annuellement du rayonnement solaire environ 1024 calories. Un effet très important du rayonnement solaire est d'entraîner une vaporisation de l'eau de mer, surtout dans les mers chaudes. Les turbulences liées aux déséquilibres thermo-dynamiques locaux et aux effets des forces de Coriolis, transportent la vapeur d'eau formée aux sommets des montagnes, ce qui crée une énergie potentielle, éventuellement utilisable et effectiviement utilisée par l'homme sous forme d'énergie hydraulique. Il est donc bien apparu spontanément entre l'océan et la montagne, un processus entropique négatif dirigé en sens inverse de la chute spontanée de l'eau, restaurant une énergie mécanique à partir d'une production de chaleur. De très nombreux autres exemples d'entropie négative pourraient être donnés très facilement.

La diminution locale d'entropie, encore appelée néguentropie, est donc dans tout système, un phénomène normal, conséquent et prévisible, alors même que le bilan entropique global demeure positif. La néguentropie précisée ainsi l'est indistinctement dans ses deux aspects indissociables :
- celui d'un accroissement de l'énergie utilisable pour des transformations mécaniques ou chimiques
- celui d'une diminution du nombre des arrangements microscopiques correspondant à un même état macroscopique.

1.1.1. Néguentropie et réactions chimiques.

Dans un premier temps, considérons la néguentropie énergétique dans les phénomènes chimiques. De nombreuses réactions chimiques, au moins une fois amorcées, se déroulent spontanément dans le sens d'un gain d'entropie, sens normal prévu par la thermodynamique. L'exemple peut en être celui de deux produits, A et B, qui une fois mis en contact, donnent

spontanément un produit AB. Ces réactions spontanées libèrent de l'énergie et sont dites de ce fait exergoniques. Très généralement, la réaction inverse qui restitue les conditions initiales (AB --> A et B), est possible mais elle exige un apport extérieur d'énergie et elle est dite de ce fait endergonique; elle se traduit par une accumulation d'énergie libérable et correspond donc à une diminution d'entropie.

1.1.2. La réaction A.T.P./(A.D.P. + P).

La réaction chimique la plus fondamentale pour la compréhension des phénomènes vitaux est celle qui concerne la phosphorylation de l'acide adénosine-diphosphorique :

- en présence d'énergie, l'acide adénosine-diphosphorique (A.D.P.) peut s'unir à un radical d'acide phosphorique pour former un acide adénosine-triphosphorique (A.T.P.). La réaction est endergonique et néguentropique. Elle ne se déroule spontanément qu'en présence d'un excès d'énergie, empruntée à une réaction conjointe exergonique.

- la réaction inverse qui est la décomposition de l'A.T.P. en A.D.P. et radical phosphorique est au contraire exergonique, s'accompagnant d'une libération d'énergie et d'un accroissement d'entropie.

Dans toutes les cellules vivantes, le couple A.T.P./A.D.P. constitue un transporteur d'énergie :

- en acceptant un excès d'énergie libérée par de multiples réactions exergoniques, l'A.D.P. évite la dégradation de cette énergie en chaleur et l'emmagasine sous une forme disponible.

- en se transformant en A.D.P. et libérant de l'énergie, l'A.T.P. permet le déroulement de réactions néguentropiques qui n'auraient aucune chance autrement de se produire spontanément.

1.1.3. La réaction chlorophyllienne.

En définitive, si on considère isolément le couple A.T.P./A.D.P., la seule évolution spontanée est celle de la dégradation de l'A.T.P. en A.D.P. et radical phosphorique. En revanche, si le couple A.T.P./A.D.P. est considéré en liaison avec d'autres réactions, l'évolution spontanée d'un système global peut se faire dans le sens de la production d'A.T.P. ou d'A.D.P. selon que les réactions associées sont productrices ou consommatrices d'énergie. Quelques réactions en amont et en aval donnent tous leurs sens à ces bascules A.D.P./A.T.P..

- la chlorophylle et accessoirement quelques autres pigments peuvent absorber le rayonnement solaire pour exciter un électron qui accumule ainsi de l'énergie. L'électron revient ensuite à son état initial en cédant son excès d'énergie pour former une molécule d'A.T.P. à partir d'une molécule d'A.D.P.. Ainsi, l'énergie physique du rayonnement solaire se transforme en la forme noble de l'énergie qui fait fonctionner le vivant.

- l'A.T.P. formé permet la synthèse fortement néguentropique du glucose ($C_6 H_{12} O_6$) à partir du gaz carbonique (CO_2) et de l'eau (H_2O). Sous différentes formes, le glucose représente un énorme stockage d'énergie qui fait office de réserves et entretient toute l'activité chimique prolongée du vivant. Les différents dérivés végétaux du glucose constituent

directement ou indirectement l'essentiel de l'apport énergétique des organismes animaux. La dégradation du glucose, avec un rendement particulièrement favorable en présence d'oxygène, libère de grandes quantités d'énergie aisément utilisable. L'A.T.P. réapparait dans le circuit car c'est sous forme d'A.T.P. qu'est stockée l'énergie libérée par la dégradation du glucose.

- les protéines constituent la matière noble des structures vivantes. Elles sont formées par des acides aminés dont il existe environ une vingtaine de types différents. Dans une protéine, les acides aminés sont reliés entre eux selon un ordre précis qui apporte à chaque protéine sa spécificité et ses propriétés. La liaison entre deux acides aminés, dite liaison peptidique, est fortement endergonique, néguentropique,

1) Avant liaison

```
     R1              R2              R3
     I               I               I
H2N --- CH --- CO2H    H2N --- CH --- CO2H    H2N --- CH --
             ^               ^
            A.T.P.              A.T.P.
```

2) Après liaison

```
    R1            R2            R3
    I             I             I
H2N -- CH -- CO ----- NH -- CH -- CO ----- NH -- CH --

          A.D.P.+P.          A.D.P.+P.
```

et n'a absolument aucune chance de se produire spontanément. En revanche, au contact d'une chaine d'A.R.N., elle-même habituellement dérivée d'un chaine d'A.D.N., et en présence de catalyseurs et d'A.T.P. fournissant l'énergie nécessaire, la liaison peptidique s'effectue spontanément. Or la chaine d'A.R.N. est formée d'une suite d'éléments selon un code qui définit une succession d'acides aminés et la chaine d'A.R.N. est donc porteuse d'une information. En présence d'A.T.P., il y a transcription spontanée d'une information et réaction endergonique pour édifier une structure nouvelle ordonnée, et donc un gain d'ordre.

Ainsi, du rayonnement solaire à la formation de la matière vivante, nourrie par l'énergie solaire, une série de réactions chimiques assure spontanément la production d'énergie libérable, indispensable à la formation de la structure vivante.

1.2. La "Néguentropie" structurale.

Nous venons de préciser le mécanisme qui assure spontanément la transcription des informations contenues dans une chaîne d'A.R.N.. Ces informations se limitent à préciser l'ordre de succession de différents acides aminés dans une protéine mais les conséquences de cette transcription sont incommensurables. En effet, une fois la chaîne de protéine formée, et par le fait de forces chimiques faibles, attractives ou répulsives, cette chaîne acquiert

spontanément une configuration spatiale en trois dimensions qui est stable et directement à l'origine de propriétés nouvelles. Ces propriétés sont de trois types :

- la configuration tridimensionnelle peut faire apparaître une propriété de catalyse chimique hautement spécifique. Or la caractéristique du fonctionnement vital est de favoriser des réactions chimiques qui ne peuvent se produire spontanément dans le milieu cellulaire mais s'effectuent au contact d'un catalyseur spécifique. Les protéines catalytiques ou "enzymes" sont interactives et se régularisent les unes les autres. Un ensemble d'enzymes réalise donc spontanément une organisation interne définie, orientée vers des fonctions organiques précises.

- la configuration tridimensionnelle peut faire apparaître une structure histo-anatomique qui fait de la protéine, l'élément déterminant de la construction architecturale du vivant.

- les deux types de protéines ainsi formées possèdent des propriétés particulières pour s'unir spontanément entre elles et former des structures de rang supérieur, elles mêmes ayant tendance à s'associer à d'autres structures pour former des éléments structuraux ou fonctionnels encore plus complexes.

Ainsi, la réaction locale néguentropique et fortement informationnelle de la liaison peptidique initie des gains d'ordre qui se produisent ensuite spontanément car ils vont dans le sens d'un gain d'entropie au niveau de l'organisme global. Ainsi s'explique que le développement embryologique puisse, à partir des seules informations contenues dans l'A.D.N., aboutir à un gain d'ordre spontané considérable.

Il nous parait indispensable d'insister sur la liaison peptidique pour deux raisons conjointes :
- la liaison peptidique explique pratiquement à elle-seule la spécificité, la variété et la complexité de la matière vivante.
- la liaison peptidique illustre concrètement le mécanisme de gain d'ordre dont nous pensons qu'il a une valeur universelle pour expliquer l'auto-organisation dans tout système autonome.

Isolé, tout acide aminé a une large potentialité pour entrer en relation avec d'autres éléments chimiques, présenter des états stationnaires microscopiques et des orientations spatiales variées. Nous avons vu qu'il est possible de définir sous le nom d'entropie, le nombre des arrangements microscopiques différents qui peuvent correspondre à un même état microscopique. Les auteurs semblent conserver le terme d'entropie même si les différents états microscopiques ne sont pas équivalents sur le plan comportemental (006). Nous pouvons alors utiliser le terme d'entropie pour décrire les états variables d'un même acide aminé, selon son environnement. Or la liaison peptidique restreint les variations d'environnement immédiat d'un acide aminé, donc le nombre des arrangements microscopiques et de ce fait, "l'entropie". L'ensemble des liaisons peptidiques d'une chaîne d'acides aminés détermine une seule configuration tridimentionnelle stable dans un milieu donné. Or, cette configuration est l'explication unique de l'ordre structural et fonctionnel qui apparaît alors. C'est donc bien la restriction "néguentropique" comportementale qui explique l'apparition d'un complément d'organisation.

1.3. L'auto-entretien de la production d'ordre.

Si la production d'ordre spontanée apparaît ainsi démontrée, il est très important de comprendre que cette production est reliée très étroitement et spécifiquement aux différents composants mis en présence. A considérer la réaction néguentropique fondamentale, il faut que soient associés dans un même emplacement, un rayonnement solaire d'une longueur d'onde précise dans le rouge, la chlorophylle, de l'A.D.P. et un grand nombre d'enzymes. Inversement, une part très importante de l'énergie utilisable ainsi fournie sert à synthétiser la chlorophylle et les enzymes. On comprend alors :

- que des conditions initiales réunissant différents constituants dans un même lieu sont indispensables à l'apparition de processus néguentropiques. La mise en place de ces conditions initiales est très fortement improbable. Si sa réalisation effective est réalisée par l'action concertée d'un système, elle traduit donc une néguentropie très élevée. Si les conditions initiales sont le fait du hasard, il est impossible d'en faire le bilan entropique.

- mais une fois les conditions initiales obtenues, le phénomène de gain d'ordre se poursuit spontanément par association de réactions néguentropiques et de réactions associées à un gain d'entropie, avec cependant un bilan global de gain d'entropie, ce qui explique le caractère spontané du gain d'ordre. Ce gain d'ordre peut aller très au delà de la situation d'origine, par exemple dans le dédoublement des cellules et surtout dans le développement embryologique.

Il est donc fondamental de préciser l'importance des conditions initiales dont la réalisation traduit véritablement le processus néguentropique et d'essayer de découvrir comment elles ont pu apparaître. Le problème dépasse en fait très largement la question de l'origine de la vie. Elle concerne tout développement qui ne serait pas inscrit dans l'enveloppe potentielle de transformation incluse dans la constitution initiale d'un système, et qui serait donc dépendant d'une rencontre imprévisible avec un environnement non défini.

2. Les gains d'ordre majeurs et la mise en place de conditions initiales.

La physique explique donc assez facilement qu'un système existant soit générateur d'un complément d'ordre mais elle ne parvient pas aisément à rendre compte de la genèse d'un système. Il nous est aujourd'hui impossible d'expliquer comment s'est formé initialement l'ensemble du processus de l'assimilation chlorophyllienne, alors que nous comprenons le gain d'ordre que permet cette assimilation chlorophyllienne. D'une façon générale, il est facile d'expliquer la multiplication des bactéries ou le développement embryologique. Il est plus difficile déjà d'expliquer l'évolution phylogénétique des espèces. Il demeure aujourd'hui impossible de préciser l'origine de la vie. A plus forte raison, apparaît-il difficile d'expliquer l'émergence de systèmes beaucoup plus complexes, notamment le fonctionnement mental ou les connaissances apprises. Force est donc d'envisager des mécanismes complémentaires de créations d'ordres, au delà des réactions néguentropiques prévisibles que nous avons décrites.

2.1. La Symbiose et le Couplage.

Une cause fondamentale de genèse de systèmes est la symbiose. Deux systèmes antérieurement indépendants établissent des liens faisant apparaître une structure nouvelle qui réunit les deux systèmes antérieures en une entité unique qui peut ensuite perdurer pour de multiples raisons.

2.1.1. La Théorie de la Symbiose.

A la base de l'efficacité de la symbiose est le bénéfice du couplage des régulations dont nous avons déja souligné l'importance(II-2.3.). En effet, la rétroaction négative sur laquelle la cybernétique a insisté avec juste raison est une notion triviale et insuffisante par elle-même. C'est la rétroaction à boucle de retour ouverte qui introduit "l'intention" décrite par Rosenblueth et Wiener(177); cela se produit notamment lorsque deux systèmes à rétroaction en boucle ouverte s'influencent réciproquement. Le terme d'intention évoquant une conscience de soi, nous préférons du reste le terme de finalité interne proposé par Claude Bernard.

La symbiose peut être prévisible, par exemple durant le développement embryologique, entre deux structures formées initialement en indépendance. Elle peut être imprévue. Dans l'un et l'autre cas, elle traduit sur le plan "historique", le bénéfice du couplage que nous avons analysé en quelque sorte "géographiquement" dans l'étude des systèmes hiérarchisés. Il est du reste fort probable que nombre de couplages à l'intérieur de systèmes complexes sont apparus initialement comme le résultat d'une symbiose.

Il est facile de montrer qu'un couplage supplémentaire de systèmes à boucle de rétroaction ouverte, tel qu'une symbiose le réalise, peut suffir à faire gagner un rang hiérarchique dans la richesse de l'organisation interne et des possibilités comportementales. La symbiose est ainsi une puissante source de gain d'ordre parce qu'elle réalise un couplage de régulations antérieurement indépendantes.

Il faut souligner encore que le gain d'ordre amorcé par la symbiose peut se poursuivre ultérieurement. Le couplage entre deux systèmes fait apparaître nécessairement des effets antagonistes à côté des effets agonistes. Au delà des interactions immédiates d'état, peuvent se produire des modifications structurales, éventuellement sous l'effet de hasard ou de bruit, qui sont conservées du fait de la réduction des antagonismes qu'elles provoquent. Spontanément, les effets agonistes se trouvent renforcés, les effets antagonistes éliminés.

2.1.2. Les exemples historiques de Symbiose.

Il est aujourd'hui admis que la symbiose a joué un rôle essentiel dans l'évolution des organismes vivants. Le chloroplaste qui contient la chlorophylle dans les végétaux est de plus en plus considéré comme une bactérie ayant vécu initialement de façon autonome et qui aurait un beau jour parasité une cellule plus complexe mais dépourvue de tout mécanisme d'assimilation chlorophyllienne. Le résultat a été un organisme complexe qui a fournit un environnement optimal au chloroplaste et qui a pu bénéficier de l'assimilation chlorophyllienne. La même explication est donnée à la présence des mitochondries dans les cellules évoluées, animales ou végétales. La mitochondrie est le seul élément cellulaire capable d'une combustion en aérobie, fournissant un rendement énergétique dix fois supérieur à celui des réactions anaérobiques. La mitochondrie aurait également été initialement une bactérie isolée qui aurait parasité un beau jour une cellule, lui empruntant un environnement favorable et lui apportant l'extraordinaire bénéfice du métabolisme en aérobie.

Nous verrons plus loin que la symbiose joue un rôle majeur dans tous les développements prévisibles o— la rencontre de deux systèmes n'est pas fortuite mais rendue obligatoire parce que ces deux systèmes appartiennent à une même entité de rang supérieur.

2.2. La Structuration Dissipative.

C'est un mécanisme de développement essentiel, décrit par I. Prigogine. Lorsqu'un système est loin de l'équilibre thermodynamique et qu'une cause d'instabilité est introduite secondairement, le système peut présenter des fluctuations aléatoires importantes et très variées. Des structures très peu probables peuvent alors apparaître localement. Ces structures une fois apparues par hasard, peuvent se trouver renforcées spontanément car elles vont dans le sens d'un gain d'entropie pour l'ensemble du système. La variation structurale locale peut alors se généraliser et aboutir à l'apparition d'une structure globale nouvelle. Cette structure est entretenue par son efficacité à produire de l'entropie et elle est dite de ce fait, dissipative. Le résultat est donc une organisation spontanée. Le type en est le tourbillon de Benard mais d'autres exemples directs pourraient être donnés. En pratique, le mécanisme de la structuration dissipative est indispensable pour expliquer tous les développements, s'intégrant au mécanisme de symbiose.

Sur un plan plus concret, la duplication avec variété, caractéristique de l'autopoièse, aboutit à une formation constante d'éléments partiellement redondants, partiellement variés. Or ces éléments nouveaux ne remplacent pas seulement des éléments de faible espoir de vie. Qualitativement et quantitativement, une autopoièse ne peut être parfaitement régulée car cela exigerait en permanence une prise de conscience précise de toutes les structures existantes. Dès que l'autopoièse dépasse le simple renouvellement, elle devient facteur d'instabilité. Les éléments en excès s'intègrent incomplètement dans le système et présentent des effets antagonistes. La variation dans la duplication peut être une autre cause d'instabilité. Il en résulte des fluctuations aléatoires qui, tôt ou tard, deviennent source de la structuration dissipative. Les éléments dessinent spontanément une structure qui est auto-entrenue car elle dissipe un maximum d'entropie. Ce mécanisme est celui-là même de l'autopoièse habituelle, s'appliquant notamment à la synthèse des protéines et faisant l'économie de plans détaillés de construction. Mais à coté de structures d'un modèle déjà existant, la variété introduite dans les éléments renouvelés, fait apparaître des structures partiellement ou totalement nouvelles.

Comme nous l'avons fait nous-mêmes remarquer à Prigogine, la structuration dissipative comporte deux temps :
- le premier temps est la réalisation de conditions initiales favorables. Ce temps peut relever du hasard et être imprévisible. Il est fortement néguentropique s'il est réalisé par un expérimentateur. Il peut être prévu au cours d'un développement.
- le deuxième temps découle simplement de la réalisation des conditions initiales et se déroule obligatoirement, dans le sens d'un gain d'entropie.

La mise en place des conditions initiales est donc le temps déterminant de la structuration dissipative. Ces conditions peuvent avoir une origine interne ou externe.

2.2.1 La Structure Dissipative de cause interne.

Globalement, le désordre qui crée les conditions d'une structure dissipative peut être d'origine interne. Ce peut être le résultat obligé du vécu du système. C'est notamment le cas lors du développement de l'œuf où le métabolisme poursuivi est nécessairement déséquilibrant. En ce cas, la structuration dissipative est prévisible et elle est indispensable à la compréhension d'une auto-organisation véritable, c'est à dire sans plan de départ.

Mais il est tout particulièrement important de considérer les structures dissipatives qui marquent le développement, expliquant une discontinuité de la ligne de progrès. Deux éventualités sont à considérer :

- les processus adaptatifs peuvent provoquer des modifications ponctuelles des sous-systèmes de l'organisme. L'accumulation de ces modifications peut faire naître une instabilité structurante.

- l'autopoièse peut provoquer une duplication en excès des sous-systèmes qui s'accumulent et créent une instabilité. La variation qui marque habituellement la duplication est une cause supplémentaire de perturbation des équilibres internes antérieurs.

2.2.2. La Structure Dissipative de cause externe.

Deux éventualités doivent encore être envisagées :
- peut être en cause le rapprochement inopiné de systèmes antérieurement indépendants. En ce sens, la structuration dissipative complète et explique la symbiose imprévisible.
- le désordre peut résulter d'une altération interne liée à un effet de bruit par perturbation extérieure. La notion de structuration dissipative est indispensable pour comprendre la possibilité d'une organisation par le bruit.

2.3. Le Gain d'ordre par le Bruit.

A priori, nous sommes quelque peu critiques vis à vis des analyses de von Foerster et surtout d'H. Atlan sur la création régulière d'ordre par le bruit au cours du développement d'un système, exposées telles quelles (II-). Selon ces auteurs, un bruit est quelconque et non défini par rapport au système qu'il modifie. Si donc réellement le bruit devait avoir un effet organisateur, on devrait voir apparaître un complément d'ordre imprévisible au sein d'un système et sans rapport avec la nature des perturbations, ni avec l'initiative du système. Ce qui en fait est créateur d'ordre n'est donc pas en général l'effet d'un bruit mais le déséquilibre, la déstabilisation créés par une rencontre "surprenante". Cette rencontre peut être celle de deux systèmes distincts et antérieurement indépendants ou celle d'un système et d'un excitant défini. La correction de ce déséquilibre obéit aux lois générales de la thermodynamique; tout à fait normalement, des réactions néguentropiques créatrices d'ordres peuvent alors s'associer aux réactions accompagnées d'une augmentation d'entropie.

La situation est très différente lorsqu'il s'agit d'aller au delà des mécanismes assurant un développement prévisible pour tenter d'expliquer des genèses imprévisibles, telle par exemple que l'apparition de la vie mais aussi les évolutions sociales et culturelles inattendues. A défaut d'explications simples, on est tenté de faire appel au hasard. C'est alors que peut intervenir un gain d'ordre à partir du bruit, pris au sens des informaticiens. Un mécanisme possible de gain d'organisation à partir du bruit est celui de la structure dissipative.

Une altération de structure, une perte informationnelle se traduisent très habituellement par un désordre. Si ce désordre a une tendance à s'auto-amplifier, il peut provoquer paradoxalement un gain d'ordre selon le mécanisme des structures dissipatives. Dans un complément d'organisation du type de structure dissipative à partir du bruit, il n'y a donc aucun apport d'information et ce sont les propriétés antérieures, les conditions initiales du système qui sont en cause. G. Chauvet (039) insiste même sur le cas particulier de facteur déclenchant par la destruction d'une fonction locale, exigeant une réorganisation. Au total, l'auto-organisation par le bruit est un fait possible bien que très peu probable, et donc très rare. Il s'accompagne en fait d'une perte de l'organisation antérieure et donc une perte d'information, mais cela n'est pas forcément critique.

Comme H. Atlan le souligne lui-même, l'auto-organisation à partir du bruit exige pour être positive, une redondance préalable des fonctions et structures essentielles. Si une structure est doublée ou même multipliée, une modification sur un exemplaire et respectant l'autre ou les autres, permet d'associer la conservation d'une fonction essentielle et l'introduction d'une nouveauté. Or le bruit lui-même peut justement assurer une redondance en dupliquant inopinément et exagérément des structures existantes. Le doublement "par hasard" d'un segment d'A.D.N. au sein de la chaîne globale paraît une "erreur" très courante dans la reproduction des bactéries. Une mutation "par hasard" sur un des segments ainsi doublés peut alors fournir un avantage, les segments non mutés continuant à assurer la fonction antérieure. Cette mutation sur segment redondant traduit toujours un gain d'information. Au total, les effets du hasard peuvent théoriquement associer des phénomènes de gain d'organisation avec perte d'information et des phénomènes de gains d'informations sans perte d'organisation. Le bilan global peut alors être fortement positif.

En définitif, on est conduit à distinguer deux types de mécanismes distincts de gain d'ordre :

- des mécanismes de progrès en partie au moins prévisibles et reliés aux conditions initiales dans un système soumis à un déséquilibre spécifique. Ce processus peut faire l'objet d'une étude et peut être généralisé à tout développement. Il est prédominant dans le développement embryologique. Il est également selon nous, suffisant pour expliquer l'émergence prévisible des activités mentales à partir du fonctionnement perceptivo-moteur au contact de l'environnement physique et social. Le même processus est encore à l'origine de l'acquisition par l'enfant de la plupart des données culturelles présentes dans son entourage, y compris ce qui constitue l'essentiel des connaissances apprises.

- des mécanismes complémentaires, indispensables à l'explication complète de l'évolution des systèmes mais inanalysables par avance. Ces mécanismes sont certainement globalement beaucoup moins efficaces, car s'ils peuvent provoquer des compléments d'organisation plutôt plus importants, ils sont très rares et aléatoires, imprévisibles. Cela explique la différence de constantes de temps entre l'épigenèse au niveau des systèmes existants qui relève directement de processus prévisibles, et la lenteur des évolutions phylogénétiques. Le gain d'ordre qui traduit la transformation d'un germe humain en nouveau-né demande neuf mois, celui qui marque le passage de l'organisation perceptivo-motrice du nouveau né à l'activité représentative de l'homme adulte demande vingt ans mais probablement quatre milliards d'années ont été nécessaires pour passer des formes les plus élémentaires de la vie à l'élaboration du germe humain. Ces mécanismes complémentaires aléatoires sont néanmoins essentiels et ils ont certainement joué un rôle fondamental dans l'apparition de la vie et dans les étapes les plus fondamentales de la phylogenèse. Ils interviennent également certainement dans l'évolution scientifique et sociale du groupe, expliquant des progrès très irréguliers, pour ne pas dire anarchiques.

2.4. Couplage et Néguentropie.

Après cette analyse de différents mécanismes spontanés assurant un complément d'organisation, il nous paraît fondamental d'insister à nouveau sur le bénéfice entropique du couplage dans une perspective historique après l'avoir envisager dans une perspective "géographique".

2.4.1. Un premier aspect non entropique, l'improbabilité du couplage.

Envisageons comme nous le reprendrons plus loin(IX-), un pendule formé par une grosse boule en plomb percée en son centre pour recevoir la barre d'un gouvernail, le tout placé sur un bateau. Cet ensemble peut théoriquement du moins assurer la stabilité du chemin du bateau. Ce couplage est efficace mais spontanément c'est un phénomène très hautement improbable. D'une façon générale, les couplages sont improbables, et dans la pratique de l'exemple, le couplage ne pourrait relever que de "l'intentionnalité" d'un autre système, traduisant un couplage supplémentaire. A l'échelon de l'organisme vivant, le couplage de deux acides aminés au cours de la liaison peptidique est également très hautement improbable et cette fois-ci dans le double sens :
- la liaison peptidique est fortement et authentiquement néguentropique, au sens classique du terme. C'est l'hydrolyse des protéines, réaction inverse, qui accroit l'entropie de façon tout à fait mesurable.
- une liaison peptidique concertée est liée à la présence d'un A.R.N. messager dont l'élaboration relève d'autres "intentionnalités".
D'une façon générale, le couplage après rapprochement de deux systèmes est d'une part peu probable et d'autre part créateur de finalité.

2.4.2. Un deuxième aspect "néguentropique", la restriction comportementale.

Le couplage d'une centaine d'acides aminés en chaîne linéaire crée la structure primaire d'une protéine. C'est un phénomène d'accroissement d'entropie qui explique ensuite l'apparition spontanée de structures complémentaires stables dites secondaire, tertiaire et quaternaire. Mais cette stabilité est la cause unique de l'apparition d'une nouvelle fonction, essentiellement enzymatique, parfois structurale, ou plus souvent à la fois structurale et enzymatique. Il est assez facile dans le bilan entropique de fixer par exemple la néguentropie éventuelle de la formation de structure primaire, (disons arbitrairement - - - -) et la formation des autres structures, (par exemple + +) et d'avoir un bilan global égal à - -, et correspondant au gain d'ordre. Il est ainsi possible d'expliquer pourquoi apparaissent des structures nouvelles lorsqu'un couplage improbable a été réalisé mais on ne peut généralement rendre compte a priori de l'apparition de propriétés nouvelles que peut provoquer le couplage.

Considérons maintenant un acide aminé isolé (AA1). Il peut être décrit dans de très nombreux états, surtout si on tient compte de sa situation et de son orientation dans l'espace considéré , avec par exemple et très arbitrairement une entropie de 100. La même explication vaut pour un second acide aminé isolé (AA2). L'ensemble des états possibles du binome AA1 et AA2 isolés sera tout simplement le produit des états possibles de AA1 et AA2, donnant donc une entropie de 200, puisque l'entropie est exprimée en logarithmes. La situation sera tout autre en cas de couplage. Celui-ci limite les états possibles de AA1 pour un état AA2 déterminé et limite inversement les états possibles de AA2 pour un état AA1 déterminé. Les états possibles du couple AA1/AA2 reliés seront exprimés par une entropie très inférieure à 200, par exemple arbitrairement 110 puisque notamment dans l'espace, AA1 et AA2 auront des coordonnées de situation identiques et des coordonnées d'orientation presque totalement couplées.

Si nous considérons n acides aminés isolés, les états microscopiques possibles de l'ensemble des acides aminés isolés les uns des autres donneront une entropie de 100 fois n. Les états possibles des n acides aminés couplés en chaîne seront considérablement réduits en nombre par rapport à ce premier nombre. La réduction sera beaucoup plus importante que pour deux AA car l'orientation de chaque acide aminé de la chaîne deviendra totalement

déterminé par celle des autres. Il y aura donc une forte "néguentropie", se traduisant par une réduction considérable du nombre d'états différents que peut présenter l'ensemble des AA liés entre eux, par rapport à des AA indépendants. Le système ainsi obtenu par couplage d'éléments aura un comportement beaucoup plus déterminé, ce que l'on peut traduire en disant qu'il aura des propriétés nouvelles. Comme nous le soulignerons, il est toujours possible de ramener des propriétés nouvelles à une restriction dans la variation des états, donc à une "néguentropie" (IX).

Au total, un couplage nouveau lié à une symbiose ou une structuration dissipative est lié à des conditions initiales qui ont peu de chance d'apparaître spontanément, du moins en dehors d'un développement prévisible comme le développement embryologique. Une fois amorcés, ces événements rares vont faire apparaître spontanément une forte restriction de la variété comportementale qui est cause de propriétés nouvelles se traduisant également en terme de "néguentropie".

On peut alors remarquer que la mise en évidence de la "néguentropie" dans l'apparition de structures nouvelles par conjonction d'éléments, celle de fonctions nouvelles par restriction comportementale, vient justifier pleinement sur le plan physique comme sur le plan systémique, le primat de la relation sur la substance, ce que nous avions déjà souligné (I-4).

2.5. Les applications à l'Elaboration des connaissances.

En définitive, il n'y a donc rien sur le plan de l'analyse physique qui puisse être opposé aux thèses constructivistes de connaissance apprise, lorsque celles-ci admettent un gain d'ordre à partir de l'activité d'un sujet connaissant au contact d'un environnement. Une telle activité peut tout à fait être décrite dans le cadre de la symbiose ou de la structuration dissipative. Mais cette analyse des aspects physiques du complément d'organisation est beaucoup plus étroitement reliée à l'épistémologie qu'on ne pourrait le penser.

- sur le plan concret, toute connaissance apprise doit s'insérer dans l'organisation cérébrale antérieure selon toutes les règles définies plus haut, respectant notamment le principe d'une néguentropie énergétique et structurale pour que puisse apparaître un gain d'ordre en l'absence d'un organisateur extérieur. De même, doivent être respectées les règles qui expliquent la conciliation des modifications de mémorisation et la conservation de l'identité.

- sur le plan épistémologique, une connaissance nouvelle s'intègre dans le corpus des connaissances antérieures. Dans le cadre le plus habituel de la réaction circulaire, cette intégration se traduit par une modification ponctuelle qui est une précision ou une correction. Dans ce dernier cas, la correction rectifie une extrapolation abusive. Au total, la connaissance nouvelle traduit une diminution des possibles, une diminution de l'indétermination. On retrouve donc le principe néguentropique d'une propriété nouvelle par restriction des variations possibles.

- sur le plan théorique, l'étude de l'évolution des connaissances apprises doit retrouver la distinction entre un progrès rapide, spontané, prévisible au cours du développement ontogénétique initial et une évolution irrégulière, lente, imprévisible au cours des développements collectifs, culturels ou scientifiques. Le développement ontogénétique initial est tout à fait comparable au développement embryologique, à la réserve près que

l'environnement y est moins déterminé. Le développement cognitif collectif est dépendant d'aléas qui le situent sur le même plan que le développement phylogénétique.

- enfin, l'analyse de l'apparition de structures et de propriétés nouvelles par le seul effet du couplage, vient justifier une attitude réductionniste affirmant le primat de la relation sur la substance. Paradoxalement, cette importance accordée à la relation, loin de condamner les totalités complexes, leur donne également une signification originale. L'analyse physique conduit donc à concilier et non plus à opposer les descriptions en éléments et en totalités.

3. Le maintien de l'Identité.

En matière de connaissances apprises, une autre question cruciale se pose, qui est celle de la conservation de l'identité des systèmes apprenant au cours des réactions néguentropiques et de tout développement. Autrement dit, le nouveau-né est-il toujours l'ovocyte initial, l'adulte cultivé est-il toujours le nouveau-né ? Le développement spontané transforme-t-il les systèmes au point qu'ils perdent leur référence ? La question est d'une importance considérable car une perte de référence risquerait de contredire une thèse de l'autonomie.

3.1. La Relativité de l'Identité.

Une première remarque s'impose. Le bon sens et l'analyse systémique se rejoignent pour affirmer que le maintien de l'identité n'est pas synonyme d'immuabilité. Comme nous l'avons vu (I), le primat de la relation sur la substance conduit à accorder un minimum de plasticité à toute structure. Un minimum de conscience stable de soi demeure identique chez un individu, de son *f*ge tendre jusqu'à la vieillesse, en dépit d'une accumulation de données apprises. En revanche, il est manifeste que la substance propre du corps humain est pratiquement renouvelée en quelques mois, sans pour autant que l'identité de l'organisme soit en quoi que ce soit mise en cause.

La microphysique nous révèle que les particules les plus simples présentent des oscillations qui traduisent des changements d'état indissociables d'une permanence structurale. A des niveaux hiérarchiques beaucoup plus élevés, un système autonome doit présenter de nombreux états stationnaires différents pour maintenir un équilibre avec des conditions variées d'environnement. Par définition, les changements d'états sont réversibles et ne mettent pas en cause l'identité de l'organisme.

Inversement, les changement d'état ne traduisent pas véritablement un développement. Un système déterminé complètement par sa constitution présente un catalogue fini d'états stationnaires, tous immédiatement réalisables. D'autres systèmes, plus plastiques, présentent également un catalogue fini d'états stationnaires possibles mais nombre de ces états stationnaires ne sont pas immédiatement réalisés. C'est le rôle du développement d'actualiser secondairement ces états stationnaires; mais alors se pose la question de savoir si les transformations induites qui permettent cette actualisation, sont compatibles avec un maintien d'identité.

3.2. La persistance d'un référentiel et les transformations irréversibles.

La persistance d'un référentiel est évidente sous une forme ou sous une autre lors d'aspects authentiques de développement de tout organisme biologique. Ainsi, potentiellement

du moins, chaque cellule du corps humain contient les informations et les mécanismes nécessaires pour reconstituer l'ovocyte initial. A l'échelon cellulaire, la signification des mécanismes réglant l'organisation interne, demeure strictement identique, de l'ovocyte à l'organisme adulte. Un constat identique peut être fait au niveau de l'organisation neurologique. La disposition anatomique de la plupart des neurones est précise, acquise dès le milieu de la vie embryonnaire et stable, aux lésions près, tout au long de la vie. Les fonctions des neurones individuels sont liées à l'emplacement et à la nature des intermédiaires synaptiques, facteurs également stables.

Les transformations irréversibles sont tout aussi manifestes. On pourrait même suggérer qu'un gain d'ordre n'est réellement effectué que s'il est irréversible. La différenciation cellulaire, à l'origine de la complexité des métazoaires, est très difficilement réversible dans les organismes animaux du moins, dès que le nombre des cellules issues de l'ovocyte atteint seize. Toute l'histoire embryologique est faite d'une succession d'étapes irréversibles. Des processus acquis comme la myélinisation des axones sont définitifs. La question est plus controversée au niveau des boutons synaptiques qui assurent la communication entre les neurones mais en tous cas, l'importance des communications dendritiques augmente sans retour avec la croissance.

Dans ces conditions, on pourrait se demander ce qui l'emporte des données de conservations et de celles de transformations. En réalité, il ne serait pas exact de poser le problème en ces termes du fait de l'organisation hiérarchique et parce que le degré de réversibilité dépend du niveau hiérarchique. Ainsi, les éléments de faible taille, les structures de faible rang hiérarchique sont continuellement renouvelées au cours de l'autopoièse sans que l'organisation globale soit nécessairement modifiée en quoi que ce soit. L'identité de l'organisme entier est alors conservée intégralement. On ne peut cependant pas parler en ce domaine de développement mais plutôt d'autopoièse. Il existe en revanche des transformations irréversibles à des niveaux hiérarchiques élevés et ce sont elles qui spécifient le développement.

3.3. Les Ajustements ponctuels irréversibles.

Les ajustements aux régularités de l'environnement peuvent exiger des modifications structurales ponctuelles. Pour que ces modifications aient une valeur d'ajustement, il faut que l'organisation générale soit conservée puisque cette organisation constitue la référence qui signifie les modifications ponctuelles. Ces modifications étant structurales, sont par définition irréversibles. Il devient alors important de préciser comment ces modifications structurales sont intégralement compatibles avec la conservation d'identité. Deux exemples peuvent être donnés.

3.3.1. Les modifications ponctuelles de mémoire dans un ordinateur.

Il est tout d'abord important de souligner que la zone mémoire d'un ordinateur occupe une place majeure dans l'ensemble structural de l'appareil. Toute la mémorisation au cours du fonctionnement est lié à un changement d'état au niveau de "cases" déterminées constitutionnellement. Ces cases peuvent présenter deux états stationnaires différents, correspondant à deux valeurs conventionnellement dénommées "0" et "1". On remarque alors :

- que la case mémoire elle-même est un élément constitutionnel du système, prévu dans sa construction et stable au cours du fonctionnement.

- que les deux états correspondant aux valeurs "0" et "1" sont également conciliables avec les règles de l'organisation interne du système.

On peut alors définir géographiquement dans l'ordinateur :
- des structures stables, constitutionnelles, y compris les cases mémoires.
- des données plastiques résumées par le contenu des cases mémoires, dont les transformations sont conciliables avec la conservation de l'identité et du référentiel.
On peut décrire de même historiquement :
- une situation initiale o— la case mémoire peut présenter indifféremment les valeurs "0" ou "1" sans qu'il y ait de conséquence sur le fonctionnement interne.
- une situation ultérieure o— un certain nombre de cases mémoire sont stabilisées sur l'une des deux valeurs "0" ou "1".
Il y a donc bien une modification irréversible, au moins pour un temps d'utilisation donné, significative sur le plan du fonctionnement et ne mettant pas en péril l'identité du système.

En pratique, les ordinateurs sont très habituellement conçus pour une remise à zéro des mémoires à chaque fois que le fonctionnement est interrompu et la détermination temporaire d'une case mémoire revient à une stabilisation d'état. Il pourrait très bien en être autrement et la situation serait alors tout à fait comparable au modèle de Changeux et Danchin.

3.3.2. Le Modèle L.S.D. de Changeux et Danchin.

Dans l'état actuel des connaissances, il est possible d'opposer dans le cerveau :
- les éléments stables que constituent les neurones, déterminés dans leur emplacement et dans leurs relations potentielles avec des neurones voisins.
- des éléments plastiques constitués par les connections entre neurones, connections qui peuvent évoluer au cours du développement.

Changeux et Danchin ont émis l'hypothèse que l'interconnection entre deux neurones était initialement labile (L) et qu'ultérieurement, elle pouvait être renforcée (S) ou disparaître (D). La situation est donc très exactement comparable à celle de l'ordinateur au fait près que l'évolution vers les situations S. ou D. paraît peu réversible et présente vraisemblablement des degrés.

Au total, donc, il est très facile de concevoir des transformations ponctuelles irréversibles qui font évoluer un système en permettant des ajustement. Il suffit pour cela que des éléments de plasticité aient été inclus dans l'organisation constitutionnelle. Ainsi apparaît une forme de développement qui est en fait une spécialisation : un meilleur ajustement à une situation particulière se paye d'une transformation irréversible et donc d'une perte du potentiel d'ajustement à d'autres situations.

Le modèle de Changeux et Danchin doit être en quelque sorte généralisé à tous les systèmes capables d'évoluer au contact de l'environnement ou en raison des interactions internes entre éléments, ce qui en fait revient au même :

a) un système totalement rigide ne peut présenter aucune adaptation d'aucune sorte, à la suite d'un vécu interne et externe. Toute transformation se ramène normalement à une altération structurale irréversible qui ne peut guère être que nocive.

b) un système déformable peut bénéficier d'une action hétéronomique qui lui fait acquérir éventuellement un bénéfice comportemental, mais au prix d'une perte d'identité.

c) seul répond au modèle d'un système autonome et améliorable, un système qui comporte initialement une forte part d'indétermination, capable de fonctionner également et correctement quel que soit l'état d'un certain nombre de paramètres. Il en résulte que :
- toutes les liaisons possibles assurant des interactions potentielles doivent être initialement dessinées pour qu'une modification ultérieure soit compatible avec l'organisation interne.
- ces liaisons doivent être initialement indéterminées pour qu'il y ait possibilité de progrès.
- le progrès pérennisé se traduit par une détermination irréversible de la liaison, qu'elle soit supprimée ou au contraire renforcée.

3.4. Les transformations d'étapes.

Toutes les transformations du développement ne peuvent être rapportées à des modifications ponctuelles. Des réorganisations extrêmement importantes peuvent être observées, très habituellement irréversibles. La signification des structures existantes n'en est pas pour autant remise en cause, car le progrès est alors marqué par l'apparition de nouveaux niveaux hiérarchiques. Comme nous l'avons vu à plusieurs reprises, les structures existantes conservent leur identité et leurs particularités lorsqu'elles sont intégrées dans un ensemble élargi. Au lieu de fonctionner dans un environnement variable, elles sont situées en permanence dans l'environnement défini par l'élargissement structural mais leur autonomie n'est pas atteinte. Comme le dit très justement Jean Piaget, la réorganisation que traduit une nouvelle théorie scientifique conduit, en intégrant des éléments nouveaux, à poser de nouvelles questions sur des réponses qui demeurent égales à elles-mêmes.

En pratique, les transformations discontinues lors du développement d'un organisme sont qualifiées d'étapes dans la terminologie piagétienne mais du moins pour les plus importantes, on parle de plus en plus souvent d'une émergence fonctionnelle. Etapes ou émergences traduisent l'apparition d'un niveau hiérarchique supérieur qui est effectivement nouveau mais qui ne remet pas en cause l'identité des éléments qui le constituent. En revanche, il se forme une boucle d'interaction entre les éléments pré-existants et le niveau d'organisation nouvellement apparu. Le processus s'est produit à de nombreuses occasions durant l'histoire de l'Univers, mais de plus, il se trouve en grande partie récapitulé durant le développement ontogénétique :

- le vécu de l'œuf qui vient d'être fécondé et s'est divisé en plusieurs cellules, amorce une différentiation entre cellules. Cette différentiation entraîne une variation dans la façon dont les chaînes d'A.D.N. sont lues dans les différentes cellules. Cette différence de lecture accentue les différenciations cellulaires, fait apparaître les différents feuillets, puis les différents organes jusqu'à la constitution néonatale.

- la formation isolée et probablement aléatoire des anticorps durant la vie embryologique, provoque secondairement une organisation en réseau de ces anticorps. Le réseau une fois formé, régularise la formation des anticorps et les anticorps ainsi formés modifient le réseau.

- le vécu comportemental après la naissance induit une différentiation des conduites innées et favorise un couplage entre éléments de comportements antérieurement indépendants. Il en résulte une action globale sur l'organisation neurologique innée qui est spécifiée en

fonction des comportements. Apparaît une coordination des conduites qui traduit l'émergence de l'intelligence perceptivo-motrice. A son tour, la pratique de l'intelligence perceptivo-motrice intervient fortement sur les schèmes qui sont transformés pour mieux se coordonner entre eux.

- le vécu de l'intelligence perceptivo-motrice favorise la mobilisation des schèmes qui s'assimilent et s'accommodent directement pour effectuer l'intériorisation du comportement, temps essentiel de l'apparition du fonctionnement mental. Un bouclage, caractéristique du fonctionnement mental, s'établit entre les schèmes et les formes de l'activité intériorisée.

- un processus identique marque l'évolution des relations sociales. Le vécu du nourrisson au contact des "autres" favorise l'apparition de l'objet indépendant d'une action particulière, et permanent, même lorsque la perception directe n'est plus possible. Cette notion d'objet permanent et indépendant s'applique fort bien aux personnes et permet les premières individualisation des autres. Ces autres, bien individualisés, permettent d'établir un tissu de relations sociales qui retentit sur les images sociales antérieures. Cette modification des images retentit à son tour sur la dynamique des relations sociales.

On peut remarquer que chaque niveau d'émergence fonctionnelle se conserve lorsqu'une nouvelle émergence apparaît. L'enfant parvenu au niveau du fonctionnement mental demeure régi par les lois du fonctionnement vital et celles du fonctionnement neurologique. Trois points apparaissent tout spécialement riches de conséquences :

- chaque cellule de l'individu achevé conserve strictement la même chaîne A.D.N. que celle de l'œuf initial. Les règles de l'autopoièse métabolique demeurent dans chaque cellule, ce qu'elles étaient dans l'œuf.

- chaque individu conserve ses propres règles de fonctionnement mental au sein du groupe social alors qu'il n'est ce qu'il est qu'en fonction de son appartenance au groupe social.

- il est encore plus important de noter, comme nous le ferrons plus loin, que la connaissance apprise ne modifie en rien les règles du fonctionnement perceptivo-moteur constitutionnel.

Les exemples d'émergence évoqués l'ont été pour illustrer un mécanisme d'émergence que nous pensons universel. On y fera sans doute appel un jour pour expliquer l'émergence de la matière à partir de l'énergie, l'émergence de la vie à partir des interactions entre macromolécules. On pourrait se demander alors comment peuvent se concilier l'émergence de fonctions nouvelles d'une part, la permanence et l'autonomie des éléments pré-existants d'autre part. La réponse est à trouver dans la dégénérescence. Chaque nouveau niveau d'organisation diminue l'indétermination qui marquait le fonctionnement des éléments pré-existants, tout en inscrivant ses propres spécificités de fonctionnement dans cette levée d'indétermination. A son tour, le fonctionnement moins indéterminé modifie et définit le fonctionnement du niveau hiérarchique supérieur nouvellement apparu.

Tous ces processus s'appliquent fort bien à la conscience de soi, garant du maintien de l'identité psychologique, et au maintien de cette référence au cours de la vie :

- la conscience de soi est liée à l'apparition d'un niveau hiérarchique nouveau durant l'exercice cérébral au contact de l'environnement. Cette naissance est liée à un fonctionnement

cérébral qui intègre davantage entre elles, des fonctions neurologiques antérieurement plus indépendantes. La conscience de soi naît par ailleurs parallèlement à la conscience du non-soi, c'est à dire celle de l'environnement physique et social.

- une fois apparue, la conscience de soi persiste et se conserve globalement dans son identité. Cependant, la conscience ne conserve pas la réversibilité complète de ses propres transformations ou acquisitions et en ce sens, elle subit des transformations irréversibles. Nous voyons plus loin que le résultat est plutôt bénéfique.

Il faut remarquer que ces transformations importantes de l'organisation interne, marquées par l'apparition de hiérarchies nouvelles, peuvent s'expliquer totalement par un mécanisme de type L.S.D. Chaque liaison passant de l'état indéterminé à l'état renforcé ou effacé provoque, outre l'action propre, un certain effet de désordre. La multiplication de ces désordres ponctuels provoque à un moment donné un effet de structuration dissipative aboutissant à une refonte étendue des interactions entre éléments.

En conclusion, les développements autonomes quels qu'ils soient, ne sont pas des remises en cause de structures antérieures et encore moins une modification des règles du jeu fondamentales de l'organisation interne. En revanche, ces développements ne s'accompagnent pas seulement de nouveaux niveaux hiérarchiques mais provoquent effectivement des transformations irréversibles; nous allons voir maintenant que cette irréversibilité est positive.

4. L'Equilibre entre le maintien de l'Identité et les compléments irréversibles d'Organisation : les bénéfices respectifs de la Mémoire et de l'Oubli.

Il existe des formes de mémoire réversibles qui associent les avantages de la pérennisation et de la réversibilité. Le type en est la mémoire du souvenir qui précise les circonstances dans lesquelles ont été fixées des données nouvelles. Ces données sont alors fixées dans le cadre de leur usage spécifique. Mais cette forme de mémoire est extrêmement co–teuse dans l'étendue des traces fixées et elle ne peut être que limitée. Par ailleurs, sa généralisation ferait perdre le bénéfice considérable qu'apporte l'oubli.

Pour comprendre ce bénéfice, il faut bien percevoir que le terme d'oubli recouvre en fait deux mécanismes bien distincts :

- l'oubli peut traduire la disparition secondaire de traces mnésiques qui ont été formées mais qui ne sont pas ultérieurement suffisamment renforcées pour être conservées. Cette forme d'oubli n'est pas très bénéfique, et elle est même souvent perturbante.

- mais faute d'un autre terme plus spécifique, on désigne également par le terme d'oubli, la non fixation mnésique d'une part au moins des particularités du vécu. On pourrait parler de "négligence" partielle de données, s'il n'y avait pas un fort risque d'ambigu‹té dans l'emploi de ce terme. Cette forme d'oubli est non seulement obligatoire pour des raisons d'économie de l'information à fixer, mais elle est de plus fortement structurante.

4.1. Le bénéfice de l'Oubli.

C'est la rétention mnésique privilégiée des t*f*tonnements réussis et des gestes efficaces, "l'oubli" des t*f*tonnements négatifs et des gestes inutiles qui dégagent peu à peu une

compétence apprise, dans tous les domaines de l'apprentissage. L'oubli est indissociable de la notion de schème, c'est à dire d'une compétence généralisable à des situations variées :

- l'oubli permet l'élimination des particularités propres à chaque circonstance d'apprentissage. L'oubli devient synonyme de l'abstraction qui forme peu à peu l'essentiel, en gommant ce qui est contingent. Ainsi le schème appris devient indépendant des circonstances diverses qui assurent son élaboration.

- cette indépendance est globalement positive. Abstraction et simplification favorisent une double mobilisation du schème. Celui-ci peut être incorporé dans des ensembles comportementaux complexes, ayant leur propre efficience. Par ailleurs, le schème devient applicable à des objets, à des situations quelconques. En ce sens, le schème se crée par le gommage assuré par l'oubli, en se dégageant du vécu complexe de l'individu.

Un rapprochement intéressant peut être fait entre le rôle de l'oubli et les descriptions qui démontrent l'intervention du sujet dans l'élaboration des significations. Ce point est notamment souligné par E. Andreewsky dans l'étude du langage. L'auteur démontre que l'individu doit constamment intervenir pour lever les ambigu‹tés et les équivoques qui envahissent spontanément le langage oral ou écrit, comme par exemple dans le langage écrit "les fils de coton" et "les fils prodigues". Il nous semble que ce point de vue, extrêmement positif et constamment démontré par l'expérience, doit être perçu dans une perspective diachronique qui fait une large place à l'oubli.

- l'apparition d'ambiguïtés ou d'équivoques témoigne qu'il existe parallèlement des significations immédiates qui sont assimilées sans difficulté, donc sans conscience et qui forment les points d'ancrage permettant de lever ambigu‹té ou équivoque.

- mais ces significations n'ont pas toujours été immédiates. Elles ont été construites antérieurement dans des circonstances où elles étaient beaucoup moins évidentes car elles exposaient également à des équivoques ou des ambigu‹tés.

Les significations univoques sont donc construites progressivement par élimination des ambiguïtés ou des équivoques, du fait de l'oubli. C'est donc la simplification, pratiquement toujours abusive, par élimination de ce qui parait contingent qui permet d'accroître les points d'ancrage permettant l'efficacité d'une analyse de signification. Cet apurement individuel se faisant en milieu d'interactions sociales, acquiert des caractéristiques communes pour les différents agents sociaux. La signification se fixe et tend à devenir universelle. L'oubli, ou encore la négligence du détail est donc un facteur essentiel de l'élaboration cognitive.

4.2. La Mémoire collective, correction de l'Oubli individuel.

Cependant, si la négligence de ce qui est contingent est indispensable à la constitution d'un corpus de significations univoques, elle est également appauvrissante; on retrouve le biais que traduit le réalisme, où le détachement des concepts par rapport aux circonstances de leur création entraîne de multiples effets pervers. La mémoire collective permet de réduire en grande partie cet inconvénient et donc de tirer encore plus d'avantages de la valeur créatrice de l'oubli.

- l'observation par l'adulte, des étapes universelles du développement ontogénétique chez de jeunes enfants, lui permet de "retrouver" la genèse des données détachées d'un contexte particulier, qu'il utilise en ayant oublié les conditions de cette genèse. L'adulte peut ainsi en mieux préciser les significations qu'il utilise.

- la conservation de documents historiques, avant tout sous forme de langage écrit, permet une reconstitution de l'évolution des théories. La simplification abusive que constitue toute théorie est ainsi, en cas de nécessité, très atténuée dans ses conséquences.

Ces exemples sont particulièrement manifestes mais ce sont seulement des exemples d'un phénomène très général. La présence des autres, dans le groupe social, nous permet à tout moment de disposer de références compensant très largement les effets négatifs d'une mémoire sélective et irréversible. Au total, le mélange de mémorisation et d'oubli est indissociable du progrès des connaissances. Il n'est du reste qu'un cas particulier de tout développement irréversible.

Ainsi défini, l'apport considérable de la mémoire collective au développement ontogénétique individuel illustre le bénéfice de l'hologrammorphisme "temporel" que nous évoquerons plus loin (IX-). L'élément que constitue l'individu au sein du groupe social est en partie progressivement structuré et signifié par les influences du groupe. En retour, l'évolution positive de l'individu se reporte sur le groupe. Ainsi s'ouvre la voie d'un progrès quasi spontané et illimité. Reste à préciser les conditions particulières de la fixation mnésique dans l'organisation cérébrale.

5. La Plasticité constitutionnelle et l'adaptation du comportement aux expériences passées.

Comme nous l'avons vu (VI-), l'organisation cérébrale est essentiellement pré-établie par rapport aux relations du vécu et stable au cours de l'existence. L'expérience ne modifie en rien cette organisation et ne porte pas atteinte aux propriétés individuelles des neurones, à la signification locale de leur fonctionnement. En fait, la plasticité cérébrale est essentielle, mais limitée à un domaine unique, celui de l'intensité des relations entre neurones. Toutes les liaisons "possibles" entre neurones sont déterminées par la constitution mais ces liaisons peuvent évoluer vers un renforcement ou au contraire vers une extinction. Ce processus correspond bien au schéma L.S.D. de Changeux, Danchin et Courèges (III-). Une évolution fonctionnelle très importante peut ainsi se manifester sans pour autant que les règles constitutionnelles du fonctionnement soient remises en cause.

5.1. L'Evolution cérébrale post-natale.

On insiste sans doute un peu trop sur l'importance relative de la taille du cerveau humain. Le singe araignée présente un rapport poids du cerveau sur poids total plus élevé que chez l'homme. La baleine présente un cerveau beaucoup plus volumineux que celui de l'homme et fortement plissé. En revanche, le cerveau humain présente la particularité unique de réunir un développement considérable après la naissance et un degré de maturité élevé à la naissance.

- l'augmentation du poids du cerveau après la naissance est négligeable chez la plupart des mammifères, même lorsque, comme chez le rat, le cerveau est très immature à la

naissance. Cette augmentation de poids est en revanche très marquée chez les primates (III-5.1) et elle s'accroit avec l'évolution phylogénétique.

- la maturation nerveuse se poursuit particulièrement longtemps chez l'homme. L'électroencéphalogramme se modifie encore au moins jusqu'à 10-12 ans et l'ontogenèse du sommeil se poursuit jusqu'à 15 ans. Chez le chimpanzé, les modifications équivalentes se stabilisent dès l'ƒge de 2 ou 3 ans.

- pourtant, l'homme fait partie des espèces au développement cérébral précoce durant la vie foetale (214). Par exemple, le temps de conduction pour le réflexe H atteint ses valeurs adultes chez le chaton, trois semaines après la naissance, au moment du début de la marche véritable. Chez l'homme, la valeur adulte est atteinte à la naissance.

L'espèce humaine apparaît donc comme une espèce o— le temps consacré à un développement complémentaire après la naissance, ne se retrouve dans aucune autre espèce (137).

5.2. Le Développement dendritique et ses relations avec l'expérience.

Dès 1926, von Economo proposait de mesurer l'accroissement des connexions interneuronales dans le cortex cérébral en développement, par un coefficient nombre de neurones/matière grise. L'importance du développement dendritique après la naissance a pu ainsi être soulignée. Depuis, les travaux beaucoup plus précis de Schadé et Van Groeningen, Scheibel et Scheibel, ont largement précisé le fait dans l'espèce humaine (094).

La question se pose alors, comme pour la myélinisation, de savoir si le développement dendritique est l'explication de possibilités comportementales nouvelles, ou si au contraire, ce développement traduit les conséquences de l'activité. La réponse n'est pas évidente. L'activité autopoiétique du système nerveux central est très importante et peut fort bien provoquer le développement dendritique. Il paraît bien difficile pour le prouver, de supprimer cette activité autopoiétique car ce serait porter gravement atteinte aux structures neurologiques. De ce fait, et c'est du reste le vrai problème, il est plus important d'observer si le développement dendritique n'est pas modulé qualitativement par les particularités de l'environnement rencontré. Deux ordres de travaux sont d'un intérêt tout particulier en ce domaine.

5.2.1. Le Développement post-natal du Cortex visuel.

Bien que l'interprétation par les auteurs ne fut sans doute pas correcte, les travaux de C. Blakemore et J.D. Pettigrew ont démontré qu'une perturbation sévère des afférences visuelles modifie le développement de l'aire visuelle corticale. Nous avons vu (III-) que l'équipe de M. Imbert a repris ces travaux et en a donné une conclusion un peu différente, après des expériences particulièrement démonstratives. Les auteurs ont montré que le maintien de chatons dans l'obscurité durant six semaines après la naissance, empêchait la maturation fonctionnelle du cortex visuel, maturation terminée normalement à trois semaines. Six heures d'exposition à la lumière après le maintien dans l'obscurité suffisaient pour effectuer un rattrapage spectaculaire de maturation. La maturation n'était pas affectée si le chaton était maintenu totalement immobile durant l'exposition à la lumière. En revanche, une paralysie des muscles oculaires supprimait toute maturation.

On peut en conclure que l'exercice conjoint des deux yeux est indispensable au développement correct du cortex visuel mais des afférences visuelles distribuées aléatoirement sont toutes également bénéfiques; la maturation fonctionnelle est liée à l'exercice oculaire sur l'environnement mais n'intègre pas les particularités d'environnement, contrairement à ce que Blakemore et Pettigrew avaient conclu à partir de leurs expérience. De ce fait, les transformations du cortex visuel relèvent d'un mécanisme à la limite de l'autopoièse et des conditions de la croissance embryologique: c'est l'exercice conjoint des deux yeux sur un même stimulus quelconque qui assure le développement du cortex visuel. Il n'en reste pas moins vrai qu'en l'absence de stimuli, le cortex ne se développe pas, ce qui démontre l'inanité d'une thèse postulant une maturité par une seule dynamique interne, selon les idées de C.L. Morgan.

5.2.2. Les effets de particularités différentes d'environnement.

W.T. Greenough (094) a pu montré un accroissement plus important des arborescences dendritiques du cortex dorsal postérieur chez un rat adulte soumis à un apprentissage intensif de labyrinthes par rapport aux témoins. Mais ce sont les travaux de M.R. Rosenzweig et E.L. Bennett qui sont les plus démonstratifs (17è). Ces auteurs ont comparé les cerveaux de rats élevés, les uns dans un environnement particulièrement stimulant, les autres dans un environnement très appauvri en stimulations. Les différences sont nettes pour le poids et l'épaisseur du cortex, la taille et le nombre des synapses. Certaines différences d'environnement ont pu provoquer des différences mesurables au bout de seulement quatre jours.

Au total, il paraît bien légitime de conclure que, sous l'influence de l'activité et traduisant donc pour une part, une pérennité de l'expérience, le système des prolongements dendritiques des neurones se développe ou régresse, modifiant la transmission locale de l'influx nerveux au travers des synapses. L'effet est fractionné, intégré individuellement pour chaque liaison interneuronale. Le schéma L.S.D. de Changeux et Danchin acquiert alors sa pleine dimension.

Théoriquement, on pourrait considérer que les transformations dendritiques ne font que modifier les graphes locaux des interrelations neuronales. En fait, potentiellement, les modifications dendritiques et synaptiques peuvent avoir des effets beaucoup plus révolutionnaires. Admettons un circuit nerveux complexe qui se dessine au contact d'une situation d'environnement, sans être particulièrement favorisé de façon constitutionnelle et bien davantage lié à l'ensemble des particularités de l'environnement. Toutes les interconnexions neuronales impliquées vont sans doute évoluer également vers un renforcement. Il y a donc amorce d'une organisation qui se superpose à l'organisation constitutionnelle en générant de façon originale, des synchronisations entre neurones. D'une façon générale, l'exercice au contact de l'environnement va donc générer une organisation qui vient se superposer sans pour autant l'annuler, à l'organisation constitutionnelle. Cette organisation reflète simultanément les particularités de l'environnement et le vécu de l'organisme au contact de cet environnement. Cette organisation est donc une candidate toute désignée pour caractériser le fonctionnement mental et la connaissance apprise.

5.3. La Mémorisation et la Remémoration autonomes.

Il reste alors à discuter un dernier point: le développement dendritique qui cristallise l'expérience vécue, représente-t-il passivement les différentes expériences qui viennent

s'inscrire selon un mode instructif, ou bien le sujet régit-il lui-même ce développement en fonction des particularités du milieu. Plusieurs données permettent de conclure sans ambigu‹té en faveur de la seconde proposition, ce qui souligne le caractère positif des actions du système limbique, gérant les expériences.

L'inscription passive de l'expérience vécue est tout simplement impossible. Au mieux et en suivant la distinction établie par Lamarck entre les mémorisations phylogénétiques animales et végétales, on pourrait envisager que le vécu intérieur au contact de l'environnement soit mémorisé. Même cette forme de mémorisation ne peut être envisagée. En terme de quantité d'information, chaque instant du vécu représente déjà une masse d'information à la hauteur de l'information qui pourrait servir à décrire l'organisme dans son entier; dans un ordinateur, chaque case mémoire a la taille du contenu complet du registre central. Par ailleurs, une mémorisation étendue traduirait une plasticité qui aboutirait très vite à une perte d'organisation.

En fait, le système nerveux central est plutôt protégé contre tout effet spontané de mémorisation . C'est peut-être pour cette raison que l'évolution a fait une place aussi importante à la digitalisation qui préserve bien les structures durant la transmission d'information. Mais affirmer que la mémorisation est nécessairement sélective ne renseigne en rien sur les mécanismes de cette sélectivité. Il est cependant évident que la sélectivité ne peut venir du dehors car il ne pourrait y avoir une assimilation immédiate des décisions de sélectivité, dans l'organisation interne. Théoriquement donc, la sélectivité doit venir de l'organisation interne, ce que corrobore de nombreux travaux.

5.3.1. Le blocage de la Mémorisation.

Cela fait maintenant plusieurs dizaines d'années que les chercheurs ont constaté qu'ils pouvaient empêcher toute mémorisation en bloquant l'activité cérébrale durant les quelques heures suivant une acquisition mnésique. L'utilisation de l'actinomycine bloquant toute synthèse protidique a permis de mieux préciser le fait en évitant toute autre agression sur le fonctionnement cérébral. Cette prévention de la mémorisation est à rapprocher de l'amnésie humaine, pouvant porter sur les quelques dizaines de minutes précédant un choc violent sur la tête, entraînant une perte de connaissance. Il est donc évident que la mémorisation est un processus actif, long et d'une durée sans proportion avec celle des événements mémorisés.

5.3.2. La Réminiscence.

C'est le phénomène inverse, mais porteur d'une signification comparable. Lorsqu'un apprentissage incomplet est fait le soir, il apparaît très souvent une authentique amélioration durant la nuit. On peut rapprocher de ces expériences de réminiscence certains aspects des travaux des collaborateurs de M. Imbert, cités plus haut (031): la maturation fonctionnelle du cortex visuel se poursuit durant les douze heures qui suivent l'exposition à la lumière et alors même que les chatons ont été remis dans l'obscurité. Il faut voir dans ces faits, la preuve que le processus de mémorisation se poursuit bien au delà des faits mémorisés et ne saurait être passif.

5.3.3. Les Centres de Mémorisation.

En 1953, l'ablation des deux lobes temporaux chez un patient, pour tenter de guérir son épilepsie, supprima pratiquement toute possibilité de mémorisation ultérieure alors que les

souvenirs déjà acquis étaient conservés. Ce cas célèbre ne s'est pas toujours prêté à une interprétation facile car le patient ne recouvra pas un fonctionnement psychologique pleinement satisfaisant après l'intervention, même en dehors du défaut de mémorisation. En revanche, l'idée d'un centre de mémorisation situé dans les parties du cerveau enlevées au cours de l'intervention fut envisagée. Cette idée fut très largement confirmée par l'observation d'autres patients et surtout des travaux expérimentaux chez l'animal.

Deux structures du système limbique, l'hippocampe et l'amygdale temporale se révélèrent contrôler la mémorisation. Aucune mémorisation ne se produit si ces structures sont inhibées durant un vécu. Selon le schéma de la fonction d'arbitrage dévolue au système limbique que nous avons présenté plus haut (VI-), l'hippocampe et l'amygdale sont des relais sur les voies d'une "appréciation" de l'intérêt d'une révision des conduites à la suite d'un événement. Ces relais "autorisent" alors un processus de mémorisation qui se fait avant tout dans le cortex cérébral, essentiellement dans les aires d'association. La spécificité fonctionnelle de l'hippocampe et de l'amygdale a pu être précisée chez le macaque (12è). L'hippocampe semble permettre la reconnaissance d'une perception antérieurement analysée. L'amygdale semble pérenniser l'association entre plusieurs perceptions distinctes. On peut donc penser que chez l'homme, c'est l'amygdale temporale qui pérennise les liaisons assurant la formation des symboles de tous types.

On peut penser que l'hippocampe et l'amygdale entretiennent des circuits circulaires répétés qui favorisent un développement dendritique spécifique. Les phases de sommeil rapide durant la nuit paraissent les moments privilégiés de la fixation mnésique.

Le mécanisme de la mémorisation humaine est donc assez différent de celui qui assure la fixation mnésique dans l'ordinateur :

- en ce dernier cas, chaque structure élémentaire est précisément indexée. Le repérage par indexation précède une activité concertée, immédiate et spécifique, de modification pérennisée du contenu.

- dans le cas du fonctionnement cérébral, il n'existe probablement pas d'indexation organisée très élaborée mais la possibilité néanmoins d'atteindre n'importe quelle zone fonctionnelle du cerveau par des mises en relation de proche en proche ou par des trames de fréquences spatiales différentes. Tout cela est affaire de conscience, de vécu et non de mémorisation. C'est ensuite la répétition d'un circuit constitué pour répondre aux exigences d'un vécu qui assure la mémorisation lorsqu'elle est autorisée.

5.3.4. La signification de la Mémorisation.

Bien avant toutes ces études sur la mémorisation, J. Piaget avait proposé un modèle tout à fait conforme de la mémoire. Il s'était attaqué aux théories "hypermnésiques" de Freud ou de Bergson et avait bien insisté sur le fait que la mémorisation est limitée, sélective et active, traduisant donc un fonctionnement autonome, en contradiction avec les thèses empiristes. Mais de plus, il avait bien compris que la sélectivité ne traduisait pas un choix parmi les événements dont certains seulement seraient l'objet d'une fixation mnésique. J. Piaget soulignait que les souvenirs ne sont pas mémorisés en tant que tels. Le souvenir apparaît pour Piaget comme un vécu présent modulé par quelques traces mnésiques limitées, donnant à l'activité présente la valeur d'un récit du passé. La démarche est assez comparable à

celle d'un archéologue qui reconstitue aujourd'hui l'architecture et la vie d'une cité à partir d'un nombre très limité d'objets de fouilles.

La trace mnésique est donc une modification très ponctuelle d'une conduite existante et elle est significative par rapport à cette conduite. Elle pourrait aussi (VIII-), être comparée à une donnée qui oriente spécifiquement le fonctionnement d'un algorithme conçu indépendamment de cette donnée. La multiplication de corrections ponctuelles peut rendre nécessaire une réorganisation du système de conduite mais cette réorganisation relève du constat et paradoxalement, elle ne traduit pas elle-même un processus mnésique. On ne peut même pas être certain que le processus de réorganisation se passe en deux temps, celui d'une mise en place puis celui d'une pérennisation. Il est fort possible que la réorganisation soit la traduction directe de la somme des modifications ponctuelles, à la façon d'une structure dissipative.

Cette conception générale de la mémoire est très positive et elle cadre au mieux avec nos connaissances du fonctionnement cérébral. Mais de plus, elle éclaire d'un jour nouveau le mécanisme des connaissances tout court. Ces connaissances non plus ne sont pas inscrites telles quelles dans le cerveau et elles doivent être vécues activement et consciemment dans le présent pour acquérir leurs pleines significations. Une connaissance est un vécu actuel, une façon d'exister, modulée par quelques traces mnésiques. La connaissance est donc indissociable du sujet qui la vit et du vécu de ce sujet. L'arbitrage du système limbique se continue durant l'évocation d'une connaissance.

6. Conclusions.

Au cours de cette approche, nous avons essayé de situer tout développement dans sa réalité physique, considérant les connaissances apprises comme seulement un cas particulier. Nous pouvons alors tirer quelques conclusions générales qui s'appliquent évidemment à la connaissance apprise :

- les transformations positives d'un système, réalisant un complément d'ordre ou d'organisation, sont possibles sans intervention d'un "instructeur" externe. Elles traduisent nécessairement des processus néguentropiques mais la réalité de la néguentropie n'est critiquable ni sur le plan énergétique, ni même sur le plan structural, s'il est pris soin de préciser l'extension du sens que nous accordons au terme d'entropie.

- l'organisme gère lui-même ses transformations internes mais la finalité des transformations doit être recherchée dans une rencontre avec un environnement. Cette rencontre peut être interne à l'organisme, entre deux éléments ou sous-systèmes antérieurement distants. Elle peut être externe, entre un organisme défini et l'ambiance dans laquelle vit cet organisme. La distinction est du reste avant tout un point de vue d'observation ou d'observateur. Le gain d'ordre est en définitive une spécialisation qui accroit la qualité des relations de l'organisme avec un environnement défini par ses régularités.

- ces transformations sont compatibles avec l'organisation interne et ne portent pas atteintes à l'identité de l'organisme; elles traduisent une actualisation particulière de liaisons privilégiées au sein d'un système potentiel constitutionnel de liaisons, beaucoup plus étendu

- les transformations passent obligatoirement par des modifications ponctuelles car c'est ainsi seulement que la référence qui a déterminé les modifications est conservée. La multiplication des modifications ponctuelles aboutit spontanément à des réorganisations qui sont autant d'étapes ou d'émergences. Ces étapes ou émergences se conservent mais de plus, constituent un tremplin pour de nouvelles étapes, de nouvelles émergences. La succession des étapes peut être prévue si la référence d'environnement est définie; elle est imprévisible dans le cas contraire.

- la dynamique du développement est tout à fait conciliable avec deux points de vue déjà présentés :
a) l'assemblage de données pré-existantes antérieurement indépendantes constitue un facteur essentiel de développement. En matière de connaissance ou de comportement, ces données pré-existantes sont des "façons d'exister" constitutionnelles.
b) le gain d'ordre par couplage peut s'expliquer par une diminution de l'indétermination des liaisons existant entre éléments ou sous-systèmes.

Toutes ces précisions doivent s'appliquer au développement des connaissances apprises qui constituent seulement un aspect particulier d'une dynamique universelle de progrès. A ce titre, l'émergence des fonction mentales est à la fois une étape essentielle dans la formation des connaissances et une illustration de la dynamique mise en jeu.

B) L'Emergence des Fonctions Mentales.

L'une des interrogations essentielles de l'épistémologie concerne les rapports entre le fonctionnement neurologique et le fonctionnement mental. L'analyse du fonctionnement neurologique montre qu'il est possible de conduire assez loin l'étude du cerveau en tant que système global. Mais il devient évident que rien dans cette étude n'atteint directement le niveau du fonctionnement mental et donc que la question des relations entre fonctionnement neurologique et fonctionnement mental demeure ouverte. Il serait pourtant essentiel de pouvoir préciser ces relations :
- d'une part, cela est fondamental comme base des conceptions du constructivisme psychologique.
- d'autre part, une approche neurologique associée à l'approche psychologique directe ne peut qu'être bénéfique pour l'étude des processus mentaux.

La comparaison du fonctionnement neurologique et du fonctionnement mental pose notamment le problème de l'opposition entre les thèses dualistes et les thèses monistes sur la nature du corps et de l'esprit. Nous avons vu (IV) que le réalisme et l'idéalisme impliquent une conception dualiste. Inversement, les thèses empiristes et plus récemment certains neurophysiologistes comme J.P. Changeux, tentent, nous semble-t-il, de réduire la représentation mentale à un circuit neurologique défini fonctionnellement sur les seules bases d'une organisation cérébrale constitutionnelle.

J. Piaget a largement éclairé le sujet par son analyse critique du dualisme neuropsychologique et en décrivant les différentes étapes qui séparent le fonctionnement cérébral à la naissance du fonctionnement mental, bien établi durant la deuxième année de

vie. Nous ne pensons pas devoir reprendre ici la critique du dualisme qui impliquerait une confrontation permanente et insoluble entre deux séries causales indépendantes. En revanche, nous devons nous arrêter sur la façon dont Piaget précise la "naissance de l'intelligence".
- en décrivant l'activité de l'enfant durant les premiers mois de vie comme l'exercice de conduites innées, Piaget ramène pratiquement l'activité comportementale initiale au niveau neurologique.
- en décrivant l'intériorisation de l'activité perceptivo-motrice et l'émergence de la fonction symbolique, Piaget comble le fossé apparemment infranchissable qui sépare l'activité comportementale sensori-motrice et l'activité mentale.

Les analyses de Piaget ne sont cependant pas totalement satisfaisantes. Ce dernier a notamment affirmé l'existence des conduites innées sans vraiment les décrire et il a privilégié à l'excès certains comportements comme la succion-déglutition pour expliquer les progrès de l'enfant. Mais plus encore, Piaget n'a absolument pas fait appel aux capacités perceptives innées qu'il ignorait. Il a considéré que la perception "s'apprenait" une première fois au contact de l'objet, puis une seconde fois sur le plan représentatif. Ce faisant, Piaget ne prenait pas en compte les capacités neurologiques d'intégration perceptive dont on connaît aujourd'hui l'importance. Il est donc intéressant de reprendre la question à la lumière de données récentes.

C'est donc de façon quelque peu originale que nous tenterons de rejeter à la fois le dualisme et un monisme réducteur, cherchant à démontrer simultanément l'unité fondamentale du fonctionnement cérébral et l'originalité d'une activité mentale qui ne peut s'expliquer uniquement en terme de fonctionnement neurologique constitutionnel. Le cerveau à la naissance est terminé sur le plan neuro-structural et il est notamment capable de générer immédiatement une image structurée de l'environnement; mais il ne contient rien de ce qu'on peut appeler un concept, un symbole, une représentation de quelque nature que ce soit, car ces notions traduisent la rencontre ultérieure avec l'environnement. Ce paradoxe apparent se trouve résolu par l'association d'une note historique de vécu à la note biologique constitutionnelle. Le fonctionnement neurologique initial traduisant la relation du système avec l'environnement, génère des compléments d'organisation qui aboutissent à l'apparition d'un niveau supérieur de fonctionnement qui est l'activité mentale; cela tout en conservant sa structure initiale. Chez l'individu adulte, coexistent les règles du fonctionnement neurologique constitutionnel qui n'ont été ni effacées, ni même profondément modifiées et celles du fonctionnement mental qui sont apparus à l'usage. L'intégrité du fonctionnement neurologique est indispensable au bon fonctionnement mental mais elle ne suffit pas à l'expliquer car l'activité neurologique au contact de l'environnement a fait naître des règles spécifiques qui se sont superposées aux règles de fonctionnement neurologique.

Cette conception peut paraître irrationnelle aux partisans du dualisme. Mais en fait, l'émergence de l'activité mentale à partir du fonctionnement perceptivo-moteur ne traduit pas une innovation plus importante dans le fonctionnement cérébral que celle qui marque l'organisation neurologique constitutionnelle à partir des seuls constituants initiaux de l'œuf, par une seule dynamique interne et sans qu'il n'y ait le moindre équivalent d'une préforme de l'organisation nerveuse dans l'œuf.

C'est S. Freud qui fut le premier à proposer une explication du psychisme à partir de la biologie et de l'histoire. Mais le schéma biologique sur lequel il s'appuyait était très fruste et les spéculations historiques qu'il introduisit n'ont bénéficié d'aucune validation expérimentale.

Il nous parait donc logique d'attribuer à la conjonction des idées de J.M. Baldwin et d'E. Claparède, la première synthèse cohérente de la biologie et de l'histoire :
- J.M. Baldwin affirmait que les développements phylogénétiques et ontogénétiques ne peuvent s'expliquer sans une participation active des individus.
- E. Claparède faisait de l'intelligence, un prolongement historique de l'organisation neurologique constitutionnelle.
Cette synthèse a été essentiellement effectuée et utilisée par J. Piaget.

Bien que nous soyons totalement convaincu du bien fondé de cette explication de "l'émergence" du mental et de l'absence d'alternative, nous n'avons pas la prétention de pouvoir conduire une démonstration de validité. La multiplication des interrogations sans réponse explique celle des théories proposées pour rendre compte des relations du corps et de l'esprit. Il nous paraît en revanche fondamental d'établir une description de l'émergence mentale qui démontre au moins la cohérence de la thèse.

1. La spécificité du Fonctionnement Mental.

Le point de départ d'une thèse de l'émergence réside dans une recherche des points qui opposent le fonctionnement neurologique constitutionnel et l'activité de pensée. Au travers des analyses de J. Piaget, peut-être mieux précisées par celles d'A. Korzybski, apparaissent certains points de repères.

1.1.La Pensée simple.

L'observation attentive de l'enfant souligne que l'activité mentale n'apparaît pas comme Athêna, sortie toute casquée du cerveau de Zeus. La pensée présente des étapes de développement et il y a beaucoup plus de différences entre l'activité mentale authentique de l'enfant de deux ans et la pensée formalisée de l'adulte, qu'entre l'activité perceptivo-motrice intelligente de l'enfant de douze mois et la pensée de l'enfant de deux ans. Si donc, nous voulons tenter de préciser les particularités de l'activité mentale, il faut dissocier l'étude de la naissance de la pensée et celle de son développement ultérieur. En pratique, l'analyse de l'émergence du mental doit confronter les formes les plus évoluées de l'activité perceptivo-motrice et les formes les plus rudimentaires de la pensée. Deux caractéristiques suffisent alors à rendre compte des différences, l'intériorisation du comportement et la traduction du vécu par le langage.

1.2. L'Intériorisation du Comportement.

Le fonctionnement neurologique constitutionnel traduit le maintien d'un équilibre interne, ajustant les données d'interfaces effectrices et réceptrices. L'architecture des liaisons neuroniques présentes à la naissance dessine essentiellement une voie centripète, des neurones sensoriels aux centres nerveux et une voie centrifuge, de ces centres aux neurones moteurs. Le point de départ de l'activité neurologique est un déséquilibre, normalement produit par une modification des interfaces réceptrices. Le retour à l'équilibre se fait, soit par une accomodation directe des interfaces effectrices, soit beaucoup plus souvent à l'aide d'un bouclage extérieur o— l'action des interfaces effectrices sur l'environnement, corrige les données déséquilibrantes qui avaient modifié les interfaces réceptrices. En pratique, ce schéma s'applique autant au cerveau global vis à vis du milieu ambiant, qu'à une structure neurologique limitée vis à vis de son environnement intra-corporel.

Le fonctionnement mental est caractérisé par la suppression de la composante externe des réactions d'équilibration. Même si les points de départ et de conclusion du fonctionnement mental traduisent une relation avec l'environnement, ce qui appartient en propre au fonctionnement mental est un bouclage totalement interne, qui peut évacuer au moins temporairement l'état des interfaces réceptrices ou effectrices. Le fonctionnement mental est donc un fonctionnement neurologique ordinaire, mais indépendant dans le temps présent, de l'état des interfaces, donc de l'environnement. La seule originalité du fonctionnement mental par rapport au fonctionnement neurologique général est l'intériorité complète. En pratique, il est probable que seuls les étages les plus périphériques des systèmes d'interface sont temporairement placés hors circuit. Le langage intérieur par exemple, fait s–rement appel à des structures juste en aval des systèmes périphériques de l'intégration auditive, et d'autres juste en amont des systèmes de la commande motrice bucco-laryngée.

Retenons néanmoins, que ce mode de fonctionnement neurologique, en isolement des données d'interface, ne peut s'établir que secondairement, à partir d'un fonctionnement antérieur incluant les données d'interface. Le contenu de la pensée est en effet nécessairement celui de l'activité perceptivo-motrice antérieure.

1.3. Le Langage, support arbitraire de l'activité comportementale.

Il est manifeste que l'essentiel de la pensée est un discours intérieur. L'imagerie mentale visuelle est habituellement pauvre et se prête fort mal à une succession d'opérations fortement coordonnées entre elles. Une fois admis le principe d'une activité intériorisée, la spécificité de l'activité mentale devient alors fondamentalement celle du "mot". L'analyse du sens de la pensée se confond avec une discussion sur la nature du discours intérieur et notamment sur la valeur explicative du réalisme, postulant une existence ontologique des concepts. Tout ce que nous avons pu exposer dans notre thèse revient à défendre une réduction du mot à une simple étiquette désignant une activité neurologique d'abstraction. Mettre le réalisme de "nature" en accusation, revient à réduire la spécificité de l'activité mentale, à faire de cette activité la transposition modélisée d'un fonctionnement perceptivo-moteur.

2. Comparaison entre l'organisation neurologique et l'organisation mentale.

Un moyen commode de décrire le fonctionnement d'un système est de considérer qu'il peut être défini par un ensemble d'opérations ou d'algorithmes portant sur un ensemble de données ou éléments significatifs. Cette description s'accorde fort bien aux systèmes experts de tous types mais elle s'applique de façon satisfaisante au fonctionnement cérébral neurologique d'une part, et au fonctionnement mental d'autre part.

2.1. Algorithmes et données du Fonctionnement neurologique.

Si nous considérons le fonctionnement cérébral à la naissance, les opérations sont celles de l'émission et de la réception de signaux, sous forme d'influx nerveux peu définis. La signification des signaux provient essentiellement des neurones qui émettent ou reçoivent les influx nerveux. Ces neurones sont eux-mêmes spécifiés avant tout par leur emplacement dans le cerveau et leurs connections anatomiques.

Cependant, un sens plus spécifique est fourni aux influx nerveux par les neurones d'interface, qu'il s'agisse des neurones sensoriels ou des neurones effecteurs :

- une première signification vient de la spécificité du neurone d'interface. Tel est le cas par exemple d'un cône particulièrement sensible à un photon relié à une longueur d'onde bien déterminée. Tel est le cas également du neurone moteur dont l'effet précis est lié au faisceau musculaire dont il assure la contraction.

- une seconde signification vient de la simultanéité de décharge de nombreux neurones de même spécificité. Ainsi la décharge simultanée de millions de cônes donne naissance à une "image" plus significative que la somme des significations incluses dans les décharges neuronales considérées isolément. De même, la décharge d'un groupement de neurones moteurs donne naissance à un "geste" plus significatif que la somme de chaque contraction d'un faisceau musculaire considéré isolément. Les connaissances récentes sur les mécanismes innés d'intégration perceptive élargissent considérablement le domaine de ces significations neurologiques. L'équivalent de structures perceptives primaires peut se concevoir, résultat de toute l'activité automatique d'intégration de ces mécanismes perceptifs. Ainsi, la notion de ligne droite, certainement au delà de toute détection par un cône isolé, correspond très probablement à une signification spécifique d'un neurone ou d'un groupe de neurones dans les centres cérébraux de la vision.

- une troisième signification vient du moment précis o— se produit une décharge d'un neurone d'interface, traduisant une relation avec l'environnement et enregistrant une variation de cet environnement.

Toute la signification des opérations neuronales repose en fin de compte sur les "données" que représentent les neurones d'interface.

2.2. Algorithmes et données du Fonctionnement mental.

Les opérations mentales sont assez faciles à définir. Ce sont les opérations dites logiques ou logico-mathématiques exprimées notamment par des conjonctions ou adverbes : ou, ou exclusif, et, non, moins, plus, égal, etc.....

Une place particulière doit être faite à l'opération d'implication qui associe une opération sur les données et un constat d'observateur.
- l'implication empirique traduit en fait une liaison obligatoire entre données concrètes,
- l'implication logique traduit une prédiction contraignante du résultat d'opérations, notamment d'opérations logiques.
Ce point est très important car l'implication traduit en quelque sorte à la fois une opération et une réflexion sur l'opération, ce qui est probablement l'aspect le plus original de l'opération mentale.

Les données du fonctionnement mental peuvent être des représentations perceptives directes, notamment visuelles, mais en dehors des sujets sourds de naissance, cette forme de donnée est relativement peu importante et nous avons tenté de montrer pourquoi (V-). En fait, la donnée essentielle du fonctionnement mental est le mot et la correspondance entre pensée et discours intérieur est très forte, du moins chez l'adulte.

2.3. La comparaison des Opérations.

Si on veut comparer le fonctionnement neurologique néonatal et le fonctionnement mental, il faut donc le faire au niveau des opérations et à celui des significations. Or il est facile de montrer que les opérations au niveau de tout système sont réductibles à des groupements d'actions élémentaires. Ainsi les opérations logique "et", "ou", "non", "égal", etc ....caractérisent aussi bien le fonctionnement mental que le fonctionnement électronique d'un ordinateur ou d'un robot automate. Ces opérations logiques décrivent également fort bien les relations interneuronales. Les lois de sommation de la transmission synaptique illustrent tout à fait les opérations "et","ou". De même, les neurones à décharge inhibitrice effectuent l'opération "non". Au total, il n'est pas possible de différencier les opérations du fonctionnement mental de celles du fonctionnement neurologique et c'est au niveau des données ou significations qu'il faut reporter la comparaison.

On peut cependant remarquer que l'opération neurologique de type "et", "ou", "non", etc... est indissociable à l'échelon neurologique de sa réalisation matérielle. Le fonctionnement mental en revanche est une prise de conscience de l'opération et une prise de conscience qui détache progressivement l'opération neurologique de ses caractéristiques concrètes pour n'en retenir que l'implication logique. Ainsi, l'affirmation de J. Piaget faisant de l'implication la caractéristique du fonctionnement mental s'éclaire nettement. De même, est rejointe l'analyse de Paul Valéry qui fait de la conscience une perception conjointe, d'une part de termes correspondants et d'autre part, de la correspondance elle-même et sa valeur (20è).

2.4. La comparaison des Significations.

Tout spécialement sous l'influence du développement de l'informatique et des systèmes experts, on voit resurgir la tentation de supprimer toute nécessité aux significations. C'est oublier que la question a déjà été posée à plusieurs reprises dans l'histoire de la logique et qu'une réponse négative a été donnée. Le conventionnalisme d'H. Poincaré, le formalisme de D. Hilbert revenaient à affirmer que les données choisies au départ étaient relativement contingentes vis à vis d'une formalisation progressive des opérations. Les travaux de Church, Gödel, Tarski ont réduit à rien cette prétentionn en montrant qu'un système d'opérations ne pouvait se valider par lui-même. Dès lors, la validité des opérations devient une validité a posteriori, donc liée aux données sur lesquelles portent ces opérations. Il est donc légitime d'accorder une pleine valeur à tout corpus de significations et la comparaison des significations neurologiques et mentales est ainsi validée. La différence entre significations neurologiques et significations mentales prend alors toute sa valeur dans une comparaison entre fonctionnement neurologique néonatal et fonctionnement mental. Nous avons vu à quoi correspondaient les significations neurologiques, il nous faut encore examiner les significations mentales, et au premier chef, les significations verbales.

Nous suivrons pleinement les conclusions de F. de Saussure affirmant que les mots n'ont pas de sens mais seulement des emplois. Le mot en tant que signifiant est une étiquette auditive quelconque, pour ne pas dire totalement arbitraire, et qui désigne un concept ou signifié. La discussion doit donc porter sur les seuls signifiés.

Le dictionnaire fournit aisément la preuve que l'ensemble des concepts est un système fermé, un concept ne se définissant qu'à l'aide d'autres concepts. L'origine de nombreux concepts ne prête guère à discussion de ce fait, concepts qui se définissent totalement en extension et compréhension par la combinaison de quelques concepts plus élémentaires. Ainsi "combustible" est totalement défini par "peut br–ler". Si le terme de combustion s'est enrichi

en chimie par la connaissance de l'oxygène, cela ne fait que confirmer la définition précise de combustible par l'appel à quelques autres concepts.

Nous avons vu à de nombreuses reprises que les significations quelles qu'elles soient, ont une tendance spontanée à évoluer dans le temps. Une discussion sur la valeur d'un concept doit tenir compte de ce point. Il est évident qu'il est de plus en plus difficile de rattacher une signification à son origine, au fur et à mesure qu'elle évolue. Le point a été très longuement étudié sur le plan phonétique qui est celui des signifiants, beaucoup moins sur celui des concepts, pourtant tout aussi probable. Nous insisterons ailleurs sur l'évolution de la notion d'inconscient (XI-).

De nombreux concepts ont une origine historique repérable. Cela permet de relier cette origine à un processus mental opératoire, réalisant une abstraction à partir d'un ensemble de données concrètes existant antérieurement. Comme nous l'avons vu et comme nous le reverrons en étudiant le discours, A. Korzybski insiste bien sur le fait que les significations abstraites n'ont pas d'existence propre et qu'elles sont toutes le résultat de processus opératoires d'abstraction à partir de données plus concrètes. Ce point de vue nous paraît pleinement justifié. En ce cas, les significations premières qui qualifieraient le fonctionnement mental pourraient être extrêmement réduites en nombre. Du reste, il est hors de question de nier un fonctionnement mental chez les membres de certaines sociétés primitives humaines dont le corpus verbal global ne dépasse pas trois cent mots, de mots dont beaucoup sont manifestement des mots dérivés. Deux ordres de réflexions permettent alors de réduire l'écart entre les significations neurologiques constitutionnelles et les significations mentales.

2.4.1. La position de Gassendi.

Elle est exprimée au mieux dans le tome premier, consacré à la logique, d'une oeuvre posthume publiée en 165è sous le nom de "Syntagma Philosophicum", traité de philosophie. Cette logique commence en ces termes : "Omnis idea ortum ducit a sensibus", autrement dit toute idée provient des sens. Mais Gassendi précise immédiatement que les idées ne sont pas présentes, telles quelles, dans les sens comme dans l'esprit. Elles résultent d'une composition, d'un accroissement ou d'une diminution, ou encore d'une extrapolation. Ainsi, les images sensorielles de l'or et d'une montagne permettent d'évoquer une montagne d'or. C'est parce que Dieu n'est contenu sous aucun préconcept dans les sens que nous sommes réduits à le voir comme un vénérable vieillard.

En apparence, cette position de Gassendi peut ne paraître pas très éloignée de celle de Saint Thomas d'Acquin proclamant " nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu ". Mais pour Saint Thomas, la réflexion sur les données des sens conduit à retrouver les idées universelles, donc les significations qui existent "post rem" dans notre intellect mais "ante rem" dans l'esprit divin. Pour Gassendi en revanche, il est impossible de retrouver des principes premiers car ils n'existent pas, ou de parvenir à des définitions essentielles. Les significations détachées des sens sont donc bien pour Gassendi, comme pour son ami le père Mersenne, réductibles à des constructions de l'esprit.

Il est certainement regrettable qu'en dépit de l'appui de la Compagnie de Jésus, les positions de Gassendi aient été submergées par les positions cartésiennes adverses, car la pensée de Gassendi apparaît aujourd'hui plus moderne que celle de ses adversaires, Descartes, Pascal et Port Royal. Dans le parler d'aujourd'hui, Gassendi pose l'hypothèse de significations

premières réduites à ce que fournissent les sens, puis une construction dérivée pour expliquer toutes les significations mentales.

2.4.2. Les Significations neurologiques apprises.

Si l'hypothèse de Gassendi est par elle-même très positive, elle est encore enrichie par les combinaisons de significations neurologiques apprises, qui se situent au delà des significations innées tout en ne méritant pas le terme de significations mentales :

- c'est le cas par exemple de toutes les données d'espace en trois dimensions qui sont secondaires à la mise en place de la vision binoculaire durant le premier semestre de vie.

- c'est le cas des phonèmes du langage humain, correspondant également à des significations construites durant le premier semestre de vie, à partir d'une activité réflexive sur des significations acoustiques, seules reliées directement aux neurones de l'audition.

Il est peut-être plus important encore d'insister sur les significations apprises qui traduisent l'intelligence perceptivo-motrice. L'objet "vu" par l'oeil et en même temps "manipulé" par la main, acquiert une signification qui dépasse les données neuronales élémentaires sans pourtant acquérir toutes les particularités d'une signification mentale. On peut remarquer que l'organisation perceptivo-motrice à elle seule, traduit la mise en place progressive d'un niveau hiérarchique nouveau, coordonnant des schèmes appris autonomes et nouveaux par rapport à l'organisation neurologique innée.

Ces significations perceptivo-motrices apprises, et nous n'en avons envisagé que quelques unes, font ainsi transition et apportent donc un support concret aux hypothèses de Gassendi, permettant de comprendre plus aisément le passage des données innées des sens aux significations authentiquement mentales. Faut-il alors suivre la thèse d'un "homme neuronal" et considérer qu'aucune différence importante ne vient séparer le fonctionnement cérébral de la naissance et le fonctionnement mental ? Personnellement, nous nous opposons à cette conception qui serait une négation de la valeur créatrice du vécu. De même que l'œuf n'est pas du tout une pré-forme de l'individu achevé, les idées ne sont pas contenues en puissance dans les sens. Les opérations cérébrales sont insuffisantes pour passer de la perception à l'idée, le vécu actif au contact de l'environnement est également indispensable.

3. Les Mécanismes de l'Emergence.

L'activité neurologique à la naissance s'effectue selon le dessin de l'architecture cérébrale, reliant de façon définie les structures neurologiques :
- les liaisons préférentielles traduisent un chemin allant des étages les plus périphériques des interfaces réceptrices à ceux des interfaces effectrices en passant par les aires centrales.
- la finalité de ces liaisons est totalement indépendante des régularités de l'environnement, régularités qui ne sont pas intervenues directement dans le développement cérébral ontogénétique et qui ne peuvent donc marquer l'architecture cérébrale.
- ces liaisons ne sont pas toutes également stables. Beaucoup d'entre elles présentent l'état "labile" du schéma L.S.D.
- du fait de l'organisation fortement hiérarchisée du cerveau et de l'indétermination partielle de nombreuses liaisons, l'état des neurones les plus centraux n'est pas étroitement relié aux conditions d'environnement. Une liaison existe bien, mais elle se fait par l'intermédiaire des

interfaces et d'une succession de neurones intégrateurs. La transmission des influx ne dessine pas une chaîne markovienne. Normalement l'état des neurones d'interface est le seul directement lié aux conditions d'environnement et cela de façon nécessairement temporaire et réversible; l'état des neurones plus centraux est lié seulement à l'état des neurones plus périphériques. Toutes les liaisons entre centre et périphérie sont dégénérées et il y a donc constitutionnement une forte indépendance de l'état des neurones les plus centraux par rapport aux plus périphériques, donc aux interfaces et aux conditions d'environnement.

Mais par ailleurs, l'activité neurologique centrale, appartenant aux zones les plus plastiques, zones dites souvent associatives, et s'établissant au contact de régularités de l'environnement est pérennisée en partie par les mécanismes de mémorisation. Il en résulte l'apparition de liaisons neurologiques centrales stables produites par un fonctionnement dans des conditions identiques répétées, liaisons qui traduisent les réactions de l'organisme au contact de régularités d'environnement. Ces liaisons font "émerger" des circuits préférentiels qui n'étaient pas dessinés dans l'architecture initiale et qui reproduisent indirectement des régularités d'environnement, puisqu'elles traduisent l'activité cérébrale au contact de ces régularités. L'excitation conjointe de deux neurones voisins favorise un développement dendritique et synaptique entre ces neurones et stabilise la liaison interneuronique. De proche en proche, le développement préférentiel de liaisons interneuroniques individuelles fait apparaître des circuits complexes pleinement originaux par rapport à la constitution innée et cristallisant l'activité neurologique au contact des régularités d'environnement. Ce premier temps d'évolution du fonctionnement cérébral est essentiel à considérer :
- il appartient pleinement à l'organisation neurologique constitutionnelle dont il spécifie seulement certaines "façons d'exister", et il s'observe dès lors qu'il y a le moindre processus d'apprentissage. Il constitue en quelque sorte des découpages particuliers et stables dans l'importante indétermination qui marque inititialement l'activité neuronique.
- il appartient à l'émergence du fonctionnement mental, car il en constitue la première étape.

Dans un second temps, ces circuits appris se détachent des structures d'origine et de terminaison. Ils deviennent autonomes, notamment par rapport à l'état des étages périphériques des interfaces. Ils deviennent également mobilisables et capables de foctionner par eux-mêmes, ce qui traduit l'apparition de la pensée.

3.1. Le déroulement de la Pensée.

Sur le plan neurologique, l'activité mentale a donc plusieurs traductions qui sont originales et néanmoins inscrites dans les règles du fonctionnement cérébral constitutionnel (X-):
- inscrites dans la constitution car elles appartiennent pleinement à l'espace continu d'indétermination ou de probabilités associé au fonctionnement neurologique organisé de la naissance
- originale, car elles traduisent une tribu, un découpage particulier parmi les innombrables découpages possibles de ce même espace. Globalement, l'activité mentale est liée à la mise en jeu de circuits originaux autonomes dessinés par des liaisons préférentielles, indépendants des variations actuelles d'interface et pouvant être mis en jeu par eux-mêmes. Ces circuits peuvent dessiner un fonctionnement comportemental complet lorsqu'ils se déroulent globalement sur eux-mêmes, en indépendance de l'état des étages périphériques d'interface. Ainsi apparaît le fonctionnement mental dans son ensemble.

Ces circuits de la pensée sont originaux dans leur structure par rapport à l'organisation neurologique constitutionnelle mais ils apparaissent spontanément par le seul usage. Il n'y a aucun contenu mental dans le cerveau à la naissance mais le simple fonctionnement du cerveau et les effets réfléchis de ce fonctionnement sont suffisants pour faire apparaître l'activité mentale. Aucun processus de maturation interne, indépendant de l'usage, ne doit être invoqué. Inversement, le cerveau à la naissance ne peut contenir aucun "symbole" puisqu'un symbole est une entité à double versant dont l'un répond à un environnement inconnu du cerveau à la naissance.

Sur le plan du contenu, les circuits de pensée appartiennent au corpus initial des façons d'exister perceptivo-motrices mais ils sont néanmoins particulier puisqu'ils reproduisent les régularités d'environnement effectivement rencontrées.

3.2. L'élaboration des "Formes" de la Pensée.

Les "formes" qu'invoque le réalisme de nature n'ont pas nécessairement la signification ontologique que leur attribue le réalisme, mais elles n'en ont pas moins une traduction concrète puisqu'elles constituent les "objets" que manipule la pensée. Si on se place dans une perspective constructiviste, ces formes peuvent être réduites à des circuits neurologiques appris très localisés, reproduisant la distribution des états d'un certain nombre d'interfaces élémentaires devant un stimulus extérieur. Ils donnent donc une "image" fortement stylisée de ces stimulus.

- ils peuvent être substitués à ces stimulus en leur absence, et sont aisément mobilisables et manipulables dans les différentes structures cérébrales comme dans des circuits complexes de pensée. Mobilisables, ces circuits deviennent autonomes, indépendants des structures qui les ont fait naître et acquièrent ainsi une signification propre.

- ces circuits locaux ont donc une double signification. D'une part, ils sont l'équivalent "formel" d'un stimulus extérieur plus ou moins complexe. Mais mobilisables, ils peuvent être déplacer vers de nombreuses structures cérébrales. D'autre part et de ce fait, ils acquièrent la valeur d'une variable qui peut être soumise à toutes les activités opératoires de la pensée.

Ces différentes particularités sont spécialement essentielles lorsqu'elles portent sur le mot:

- en tant que signifiant, celui-ci apparaît réductible à une combinaison spatio-temporelle d'interface, à la fois auditivo-réceptrice et laryngo-effectrice. Le mot reproduit donc une "façon d'exister" perceptivo-motrice incluse dans le corpus neurologique constitutionnel.

- en tant que signifié, le mot est une étiquette arbitraire qui acquière une signification en étant relié à d'autres configurations construites de façon équivalente à partir d'autres zones d'interface et traduisant:
- un schéma perceptif, notamment visuel
- un schéma effecteur, combinant des actions élémentaires
- un schéma mixte, perceptivo-moteur.

En définitive, la thèse de l'émergence mentale rejoint les positions du conceptualisme, mais d'un conceptualisme qui pourrait être qualifié de génétique :

- les concepts, et d'une façon générale les représentations mentales, ont une existence authentique mais uniquement dans, et en fonction de l'activité cérébrale
- ils traduisent un assemblage original et appris de correspondants cérébraux élémentaires des régularités d'environnement effectivement rencontrées.
- ils appartiennent aux façons d'exister perceptivo-motrice du cerveau et décrivent néanmoins des régularités d'environnement.
- ils ont donc une valeur d'interface, de symbole au sens éthymologique du terme, en permettant d'intégrer dans les opérations cérébrales internes, les données d'environnement.

Dans le déroulement de la pensée, comme dans la nature des "objets" manipulés, il est donc possible de décrire de façon tout à fait cohérente un fonctionnement mental, à la fois original et pourtant réductible au seul fonctionnement cérébral. L'histoire, c'est à dire l'intégration réfléchie de l'activité cérébrale durant le vécu vis à vis des régularités d'environnement, résoud ce qui pourrait sembler un paradoxe. Les conséquences sur toute conception épistémologique sont fondamentales.

C) Le Développement des Connaissances

Théorie de l'autonomie et constructivisme génétique se rejoignent pour affirmer que la connaissance n'est pas seulement apprise mais véritablement créée au cours de l'histoire individuelle. De ce fait, une analyse précise des mécanismes de formation des connaissances doit aider à une compréhension de la connaissance elle-même. C'est en refaisant le trajet de la formation d'une connaissance qu'on peut en apprécier au mieux le contenu. Comme le souligne J. Piaget tout au long de son oeuvre, et dès lors que la référence de la connaissance est la cohérence et non la vérité, il devient très important d'accroître cette cohérence en reliant les connaissances acquises à leur genèse historique et aux mécanismes permettant cette genèse. Le découpage hiérarchisé de la connaissance dont nous avons vu qu'il était indispensable, est effectué au mieux s'il suit la voie historique de l'élaboration individuelle et culturelle.

1. Les Mécanismes de formation des Connaissances.

Le point le plus fondamental de l'épistémologie tient à notre avis, au constat que toute connaissance apprise est une modification d'une connaissance antérieure. De proche en proche, toute connaissance apprise est dérivée de connaissances innées.

1.1 Les Connaissances innées.

Un système autonome doit posséder dès sa formation un minimum d'autonomie sinon il serait modifié par les perturbations ambiantes avant d'avoir pu construire une autonomie acquise. Ce minimum d'autonomie constitutionnel est permis par des conduites adaptatives innées. A leur tour, ces conduites comportent nécessairement des composantes d'assimilation de perturbations qui ont valeur de connaissances innées. Ces connaissances sont très importantes chez le bombyx qui développe toute sa vie relationnelle sur trois semaines et n'a guère de temps pour apprendre. Relativement, la part des connaissances innées est beaucoup

plus limitée chez l'homme mais son importance théorique est cependant fondamentale et dépasse de loin les adaptations autonomiques immédiates. Une théorie de l'autonomie conduit à concevoir toute connaissance apprise comme une modulation de connaissances préexistantes. Les premières connaissances apprises ne peuvent donc provenir que de connaissances innées. Piaget l'avait bien compris, qui situait l'exercice des conduites innées comme premier temps du développement cognitif. K. Popper exprime la même idée en affirmant qu'il y a une hypothèse au départ de toute démarche cognitive, ce qui reporte obligatoirement à un point de départ non appris.

La notion d'interface et surtout la connaissance des intégrations perceptives constitutionnelles donnent un sens nouveau au corpus des connaissances constitutionnelles :

- chez le bombyx, les récepteurs de nombreux stimuli d'environnement, simples ou complexes, olfactifs ou visuels, sont directement reliés à des réponses adaptatives. La rencontre de particularités d'environnement met donc en jeu les processus adaptatifs sans qu'il y ait besoin d'un apprentissage préalable. L'apprentissage permet seulement d'améliorer l'efficience comportementale.

- chez l'homme, la situation est très différente et il y a fort peu de liens établis entre récepteurs perceptifs et réponses adaptatives. Il existe malgré tout quelques liens qui mettent en cause l'affirmation d'H.A. Simon selon laquelle le monde de la perception et celui de la motricité s'ignorent totalement à la naissance. Ces liens, bien que limités, permettent les premières relations comportementales sur lesquelles s'établiront tous les progrès ultérieurs. Par ailleurs, le très riche système d'intégration perceptive permet immédiatement de percevoir. Il n'y a pas initialement la connaissance de ce qui est perçu mais la caractérisation figurative de l'objet permet très facilement la reconnaissance des objets rencontrés, prélude à une acquisition de significations.

1.2 La Réaction Circulaire.

Deux mécanismes distincts doivent être envisagés dans le développement cognitif, celui de la formation d'une connaissance nouvelle et celui de la pérennisation. Là o— les conceptions empiristes ou instructivistes mettent en avant l'enregistrement passif des effets d'un stimulus répété, la théorie de l'autonomie postule le mécanisme de la réaction circulaire, décrite primitivement par J.M. Baldwin, reprise par J. Piaget et que nous avons précisée (II-6).

A première vue et dans les descriptions de Baldwin ou de Piaget, la réaction circulaire traduit une relation entre un système et son environnement. En fait la théorie de l'autonomie conduit à envisager plutôt une relation interne au système, entre schèmes d'assimilation et schèmes d'accommodation. La réaction circulaire apparaît alors comme une démarche mentale très générale, s'appliquant à tout raisonnement. Elle s'intègre dans les descriptions d'Hoffstadter des duplications avec variété o— chaque variation nouvelle sur le même thème serait déduite des variations précédentes. Elle respecte même le principe de l'autopoièse. Elle spécifie la conscience. D'une façon générale, la réaction circulaire est le fait unitaire de tout progrès effectué à partir du constat d'échec, ce qui est le seul mécanisme de progrès respectant l'autonomie.

1.3 Les Mécanismes de Progrès.

En l'absence d'influences allonomiques, quelques mécanismes seulement peuvent expliquer un progrès dans le cadre d'une autonomie conservée. Ils se succèdent continuellement les uns aux autres. En effet, les mécanismes de formation de structures nouvelles sont dépendants d'une évolution des structures existantes.

1.3.1. La précision du Graphe.

Toute structure dynamique, tout système autonome présente des imprécisions, des points qui peuvent prendre des valeurs différentes sans que l'identité de la structure ou du système soit mise en cause. Ces variations peuvent être partiellement supprimées, conduisant à une restriction du potentiel d'adaptation mais à une actualisation vis à vis des régularités d'environnement effectivement rencontrées. Le progrès d'un système existant est un compromis, l'adaptation meilleure à un environnement particulier se traduisant par une perte du potentiel adaptatif vis à vis d'un environnement quelconque. Se retrouve donc au niveau de tout système cognitif, le schéma L.S.D. de J.P. Changeux et A. Danchin selon lequel les liaisons initialement faibles, évoluent à l'usage vers le renforcement ou la disparition.

1.3.2. La Duplication des structures avec Variété.

Un système autonome est normalement en perpétuel renouvellement autopoiétique par duplications des éléments structuraux existants. Compte tenu de la dégénérescence, ces duplications se font avec variété. A son tour, la variété des structures élémentaires ainsi créées peut à tout moment aboutir à la formation de configurations nouvelles originales. La variété peut traduire un processus aléatoire ou provenir d'une correction ponctuelle. Toute connaissance est en fait l'un des états stationnaires possibles et locaux d'un système cognitif global. L'activité cognitive restaure continuellement les schémas cognitifs. Ces schémas présentent une structure liée à la réunion organisée d'un certain nombre d'éléments et tolérant des variations. Le sujet qui génère une connaissance peut à tout moment lui appliquer des variations ponctuelles par modification d'un élément.

1.3.3. La Symbiose entre deux structures existantes.

C'est par excellence le mécanisme autonome de conjonction et le vrai facteur de progrès qui ne soit pas inscrit potentiellement dans la constitution de ces structures. Deux systèmes antérieurement indépendants se rencontrent par hasard et s'associent pour un bénéfice mutuel. Dans un premier temps, la conjonction provoque à la fois des effets antagonistes et divergents, des effets agonistes et convergents (017,01è). La précision ultérieure des graphes privilégie les effets agonistes et pérennise la conjonction. Bien entendu, chaque système entré en symbiose conserve son autonomie ultérieure. C'est également le principe de la bisociation.

La symbiose ultérieurement retrouvée par l'analyse cognitive est la source des partitions de système la plus justifiée, l'histoire rejoignant en quelque sorte la géographie. Certains progrès biologiques fondamentaux relèvent, nous venons de le voir, de symbiose : les cellules les plus évoluées des organismes biologiques sont le résultat d'une symbiose pérennisée entre mitochondries et cellules archa‹ques anaérobies. La symbiose vaut tout autant sur le plan cognitif. En matière de connaissance, la confrontation entre deux approches initialement éloignées est une dynamique essentielle de progrès, l'origine habituelle du "cri d'Archimède". Toute la microphysique moderne traduit une symbiose entre les approches antérieures, corpusculaires ou ondulatoires, de la matière. Il faut remarquer que l'étude de la

symbiose peut être centrée sur la conjonction des idées ou la relation entre individus confrontant des idées différentes. Bien des "cris d'Archimède" proviennent d'une rencontre entre individus ayant chacun leur propre vision du monde, leur propre spécialisation, voire même leur propre croyance. Peut être les exemples sont-ils plus difficiles à retrouver parce que les bénéficiaires hésitent bien souvent à reconnaître ce que leurs idées doit à la rencontre avec les idées d'autrui !!

En tout état de cause, la symbiose, ou le couplage, présentent de nombreux aspects sur le plan de la connaissance, avec chaque fois des particularités sur le plan entropique :

1.3.3.1. Le couplage des données. Il débouche sur une définition cognitive par énumération de critères ou multicrucialité. Celle-ci est créatrice de sens lorsqu'elle est effectuée une première fois, ou assimilée pour la première fois par un système, antérieurement na‹f sur le point considéré. L'adjonction de donnée peut parfois être simplement additive si chaque donnée est totalement définie et totalement indépendante des autres. Mais très souvent, la multicrucialité a des effets en retour, favorisant des redéfinitions très globales. Ainsi, quelques données nouvelles dans l'anatomie des différents genres de "poissons" a conduit à redéfinir de façon restrictive ce qu'est un poisson.

1.3.3.2. Le couplage sémantique des mots. Il est toujours néguentropique car un mot est toujours dégénéré et il y a toujours des effets holographiques multiples au couplage des mots. "Le mot isolé s'obscurcit" dit P. Valéry. Nous y reviendrons dans l'analyse du discours mais il est évident que le couplage sémantique est un moyen commode, à la fois très simple et se prêtant aux opérations réversibles, pour faire apparaître des données cognitives nouvelles.

1.3.3.3. Le couplage de symboles numériques. Il y a, nous semble-t-il, une erreur chez H. Simon qui ne distingue pas suffisamment les différents aspects du symbole et de la symbolisation, ayant tendance à appliquer la liaison additive qui ne vaut que pour les symboles numériques.

Le nombre présente deux caractéristiques essentielles :
- le nombre est totalement défini, sans indétermination, au moins dans les opérations faites sur les naturels et refusant la division qui ne tombe pas juste.
- tout résultat d'un couplage de nombres est un nombre.

De ce fait, 6 + è est 14. Il en résulte que le couplage de nombres est fort peu créateur car il ne modifie pas en retour les données et ne crée pas de nouveaux objets. Cependant une suite d'opérations complexes est un peu créatrice car le résultat n'en est pas immédiat.
Ce qui vaut pour le nombre vaut aussi lorsque le nombre est symbolisé par une lettre paramétrée qui ne peut avoir qu'une seule valeur à la fois.

La fonction algébrique f(x) s'éloigne du processus numérique du fait de notre inertie cérébrale et de la complexité éventuelle des opérations. Si nous posons 352 614 x è95 123, nous avons une idée générale du résultat (un très grand nombre). Si en revanche nous cherchons f(x) pour x = 2 et f(x) = sqr(-3x3 + 2x2 + 7x + 2), nous ne savons pas immédiatement si f(x) est défini pour x = 2. De ce fait, poser la fonction est le préalable de la connaissance, et est donc créateur.

Le symbole peut encore servir uniquement de module pour confronter des algorithmes comme dans l'exemple suivant : " Si ax2 + bx + c = 0, alors dans l'espace de définition on a x

= ((-b +/- sqr(b2 - 4ac))/2a". Le couplage est différent du précédent mais il a cependant une valeur créatrice du même type.

1.3.3.4. Le couplage des symboles non numériques. Le couplage des symboles numériques a donc une valeur créatrice variable et généralement limitée. Il peut en être de même avec des symboles non numériques si nous utilisons un symbole pour définir un objet "quelconque". En ce cas, la manipulation revient à de simples transformations de présentations d'algorithme. L'intérêt est de permettre des comparaisons d'algorithme en les mettant sous une forme comparable. La créativité est limitée.

Il en est tout autrement pour les symboles non numériques qui représentent une étiquette remplaçant un objet particulier ou un algorithme. En ce cas, l'articulation symbolique va être marquée par les particularités de l'objet ou de l'algorithme désignés. Toutes les conséquences du couplage vont alors apparaître mais la situation est évidemment exactement celle du discours.

1.3.4. La Structure Dissipative.

Cette notion s'applique parfaitement à l'épistémologie. L'accumulation de représentations mentales ou d'exceptions dans l'application des schèmes existants est source d'une instabilité qui se résout par une structuration nouvelle. La structure ainsi formée présente initialement un aspect de graphe assez flou qui peut ensuite être précisé par transformation des liaisons mal définies. La symbiose n'est du reste qu'un cas limite de structuration dissipative.

La structure dissipative joue un rôle essentiel durant le développement cognitif dont elle explique le caractère discontinu. La succession des étapes du développement cognitif ontogénétique, la succession des théories relèvent de la structure dissipative. L'activité cognitive à un niveau donné accumule peu à peu des contradictions qui finissent par exiger une réorganisation différente des données acquises.

1.3.5. La dissociation.

A la combinaison des schèmes qui renvoie à la bisociation de Koestler, Piaget a immédiatement associé le découpage des schèmes en éléments devenant mobilisables isolément. Le progrès cognitif est effectivement bien souvent lié à un effet de dissociation: la distinction entre le poids et la masse en est un exemple. Theillard de Chardin faisait remarquer aux visiteurs de la Chine qu'il fallait qu'ils se dépêchent de formuler une description de la morphologie et du caractère du chinois: faute de quoi, et avec une expérience accrue, la multiplicité des dissociations au niveau des individus les empêcherait de porter un jugement général. D'une façon générale, le progrès cognitif est autant marqué par la création de stéréotypes que par leur dissociation ultérieure.

Il est du reste possible d'en tirer une conclusion sur la véritable signification du réductionnisme. Celui-ci n'est pas principalement la description d'une totalité par ses parties, mais bien plus le constat que ces parties forment une combinaison particulière dans la totalité rencontrée et qu'elles pourraient former des combinaisons autres. L'aspect de découpage sur lequel nous insisterons, apparaît ainsi comme une démarche cognitive essentielle.

1.3.6. La Pérennisation.

La modification cognitive une fois établie doit être pérennisée et la mémoire doit entrer en jeu. C'est là un aspect autonomique de la mémoire qui est fondamental. La gestalttheorie s'était heurtée au problème de la mémoire et avait tenté d'en minimiser l'importance car elle percevait bien le caractère "instructif" qui marquait les théorie de l'époque concernant la mémoire. En fait cet aspect instructif vient de ce que la mémoire souvenir était privilégiée et mal comprise. En réalité, la mémoire ne fixe nullement le vécu existentiel mais seulement une partie privilégiée de l'activité mentale durant le vécu, essentiellement dans ses résultats et après qu'une décision de la nécessité d'une refonte plus ou moins ponctuelle des systèmes cognitifs ait été prise. Alors que la décision de mémorisation n'est généralement pas consciente, la décision de révision du système de conduite l'est toujours, ce qui explique que la mémorisation n'a lieu qu'au cours de l'activité mentale consciente.

Cette conception autonomique et sélective de la mémorisation est confirmée par toutes les données neurophysiologiques récentes. Contrairement aux conceptions hypermnésiques de Bergson ou de Freud, le cerveau est normalement protégé contre les effets de trace de sa propre activité et c'est seulement lorsqu'il y a constat d'échec des références comportementales antérieures que la mémorisation est mise en jeu. Généralement, le résultat final est seul mémorisé, ce qui explique comme nous le verrons, les connaissances stratégiques, la formation des concepts réalistes et les résistances inconscientes.

2. Le principe Richalet.

Le fait que la référence de la connaissance soit un état particulier de l'écran d'interface entraîne une difficulté particulière en matière d'épistémologie et impose plus encore les processus constructifs et probabilistes. Ce sont en effet les caractéristiques des systèmes d'interface au cours d'un événement extérieur qui constituent la référence obligatoire, première et stable, de toute analyse cognitive. Or l'état d'interface au contact d'un événement extérieur est conjointement marqué par les particularités du système d'interface et celles de l'événement. De ce fait, une même configuration d'excitation d'interface peut correspondre à priori à un grand nombre de couples distincts associant des particularités d'événement extérieur et des particularités subjectives. La connaissance des propriétés du système d'interface est donc indispensable pour déduire, à partir d'un état d'interface, une connaissance des particularités d'environnement. De même, une connaissance de soi ne peut être dérivée du même état d'interface qu'à la condition de connaître indépendamment les particularités d'événement qui expliquent l'état d'interface. Une fluctuation dans les données d'interface ne peut être attribuée par un sujet à l'environnement qu'à la condition d'être certain que lui-même est resté stable pendant le temps d'observation. Inversement, le même sujet ne peut valablement analyser l'un de ses schèmes qu'à la condition d'être certain que l'environnement est demeuré stable durant l'analyse et l'application du schème. C'est là le fait décrit par J. Richalet(non publié) et qui perturbe beaucoup l'élaboration autonome des connaissances apprises.

L'ignorance complète de l'enfant à la naissance vis à vis de soi et de l'environnement explique qu'il ne peut rien déduire de précis des variations de son système d'interface, qu'il est en quelque sorte réduit à un pari sur son propre état et celui de l'environnement. En pratique, comme nous le voyons plus loin, l'enfant n'a pas conscience de cet état de chose et son comportement est considérablement favorisé par la "compensation" décrite par Teuber (202).

Inversement, les mécanismes de compensation accentuent la subjectivité dans l'analyse des données d'interface.

L'état d'ignorance initial de l'enfant n'est évidemment pas stable. Mais le principe Richalet explique que le développement cognitif ne puisse se faire que par étapes, qu'il soit initialement lent et qu'il soit marqué simultanément par une meilleure connaissance du moi et une meilleure connaissance de l'environnement, qui sont dérivées l'une de l'autre.

La première difficulté que doit vaincre l'enfant est celle d'identifier les fluctuations d'interface qui viennent de sa propre action et celles qui viennent de l'environnement. De cette victoire dérive l'isolement du moi par rapport au non moi et donc une situation beaucoup plus favorable pour la poursuite de l'acquisition des connaissances. C'est le passage de la conscience primaire à la conscience d'ordre supérieur.

2.1. Le principe Richalet et l'organisation perceptive constitutionnelle.

En pratique, cette évolution n'est permise que par l'organisation perceptive constitutionnelle qui contrôle les structures d'interface. Ainsi, le mouvement de la tête ou des yeux devrait donner la même impression de changement d'environnement qu'un déplacement extérieur. En fait, une riche innervation reliant les centres perceptifs de la vision et les centres moteurs de la tête et des yeux corrige les variations de vision entraînées par les mouvements du sujet, rendant ainsi plus facilement analysable les déplacements extérieurs (202). Mais alors, ce qui est gagné sur un plan est perdu sur un autre puisqu'est introduite une modification subjective des données d'interface dont le sujet devra prendre ultérieurement conscience pour analyser plus précisément l'environnement.

A la suite des multiples travaux qui ont suivi les premières découvertes de Hubel et Wiesel, il est devenu manifeste que la perception d'environnement qui parvient au cerveau n'est pas liée à un simple signal d'interface mais à un traitement très riche de ce signal. La marque subjective des données d'interface est alors considérablement renforcée et passe tout spécialement inaperçue. Il suffit de quelques mois à l'enfant pour interpréter avec une précision acceptable les données visuelles de déplacement dans l'environnement. En revanche, il a fallu plus de deux millénaires à l'homme pour s'apercevoir que la géométrie euclidienne était une particularité de son organisation perceptive et non une propriété du monde qui l'environne. C'est seulement au XIXème siècle et grâce à Helmholtz que l'homme a vraiment pu affirmer que les couleurs et les sons révélaient des "façons subjectives" de percevoir certaines vibrations de l'environnement.

Cette interdépendance de la connaissance du moi et du non moi est tout aussi nette sur le plan social. La relation avec l'autre est première par rapport à l'identification du moi et de l'autre. C'est ensuite l'élaboration de la connaissance du moi et de l'autre qui permet de tirer davantage parti de la relation et faire progresser encore la connaissance du moi et de l'autre. Sur ce plan, la connaissance des propriétés cérébrales, communes au moi et à l'autre, est particulièrement essentielle.

2.2. Le principe Richalet et les espaces continus de probabilité.

Le principe "Richalet" a un autre intérêt essentiel. Il constitue une marche d'approche essentielle vers une théorie probabiliste de la connaissance apprise (X-). En raison de la clôture organisationnelle, le monde interne du sujet de connaissance et le monde de

l'environnement sont deux mondes distincts qui ont chacun leurs propres règles de comportement et qui s'ignorent initialement. Les effets réciproques d'une rencontre entre ces deux mondes constituent la seule source possible de connaissance, mais cette connaissance doit être totalement élaborée puisqu'elle ne repose pratiquement sur aucune communauté initiale, surtout dans l'espèce humaine. Les systèmes d'interface et l'organisation constitutionnelle du traitement des données d'interface constituent un point de départ obligé. Mais ce point de départ est infirme :
- la connaissance est limitée aux points de rencontre entre l'organisme et l'environnement, ce qui donne un aperçu gravement tronqué de l'organisme comme de l'environnement.
- surtout, les données d'interface constituent un véritable espace quasi continu d'indétermination pour lequel l'organisme ne dispose d'aucune référence pour identifier les "accidents" que provoquent les événements.
Notamment, et c'est là qu'intervient le principe "Richalet", il faut que l'organisme "découpe" dans cet espace d'indétermination, les variations qui proviennent de l'environnement et celles qui relèvent de son propre fait. Faute de références suffisantes, l'organisme est conduit à faire des paris cognitifs et à les valider ou invalider pour construire un système de références.

La situation est tout à fait comparable à celle d'un espace continu de probabilité dont il n'est possible de tirer aucune information avant qu'ait été effectuée une partition, une tribu disent les techniciens de la probabilité. Si les systèmes perceptifs constitutionnels n'imposaient pas une partition contraignante des données de rencontre, les t*f*ches d'élaborations cognitives ne pourraient s'effectuer. Même ainsi, l'hypothèse, le pari, invalidés ou validés par l'usage, demeurent essentiels et constituent la voie unique de la connaissance apprise.

3. Le Sens de la Connaissance apprise.

Nous reviendrons ultérieurement sur ce point mais il nous paraît utile de confronter la dynamique du progrès cognitif et la nature des connaissances apprises. Selon les approches réalistes, les informations qui forment la connaissance apprise préexistent dans l'environnement et le corpus des "idées universelles"; la connaissance apprise traduit une intégration progressive de ces informations. L'explication doit évidemment être toute autre lorsque le réalisme est récusé. La découverte récente des mécanismes constitutionnels d'élaboration perceptive jette un jour nouveau sur cette question, mettant quelque peu en porte à faux les analyses antérieures de J. Piaget.

3.1. La discrétion de l'apprentissage moteur proprement dit.

L'observation du jeune enfant souligne aisément la discrétion des progrès moteurs proprement dits. Passé l'âge d'un an, l'essentiel de l'apprentissage moteur se fait au niveau de la précision gestuelle et tient au fait que l'activité motrice est de mieux en mieux intégrée dans une représentation spatio-temporelle, principalement visuelle.

- quarante ans de pratique auprès des enfants infirmes moteurs cérébraux par lésions cérébrales prénatales ou périnatales nous ont largement démontré que l'évolution intellectuelle pouvait s'effectuer au mieux alors qu'il existait un déficit moteur total, tant au niveau du langage que de la posture ou de l'usage des membres. Les enfants phacoméliques, sans membres depuis la naissance, étudiés par TH. Gouin Decarie présentent en moyenne une acquisition de connaissances légèrement inférieure à la population générale de même âge; la

variance est importante ce qui indique que certains enfants phacoméliques ont un système cognitif global très supérieur à la moyenne de l'*f*ge.

- le coulé gestuel d'un enfant de 10 ou 12 mois passant un petit objet d'une main dans l'autre, n'a rien à envier à la précision de la même activité motrice chez un adulte. Dans son babil, le nourrisson de 10 ou 12 mois prononce spontanément pratiquement tous les phonèmes. C'est l'analyse perceptive correcte de ces phonèmes qui permettra à l'enfant de progresser sur le plan du langage. La compréhension phonétique précède et explique l'expression phonétique.
Dans notre longue expérience au contact des enfants présentant de très sévères incapacités motrices depuis la naissance, il nous a toujours semblé que la réalisation motrice était aisée si les outils périphériques présentaient une compétence minimale et que l'enfant possédait une représentation perceptive du geste à effectuer.

- les progrès gestuels successifs qui sont notés chez l'enfant entre deux et quinze ans sont liés à une meilleure anticipation des données spatio-temporelles.
a) l'enfant de trois ans copie correctement un cercle parce qu'il ne dessine plus de proche en proche sur un secteur très court et qu'il intègre dans la fin de son trait, la situation visuelle du début du trait.
b) l'enfant de cinq ans et demi qui manipule correctement le tracé d'une oblique, y parvient parce qu'il se représente correctement la direction du tracé avant d'avoir commencé à le reproduire.
c) l'enfant de sept-huit ans améliore la qualité de son dessin parce qu'il respecte en outre une proportion de taille pour les différents éléments de l'image à reproduire.
d) l'enfant de dix-douze ans fait de rapides progrès au tennis ou au ski/slalom parce qu'il anticipe ses propres déplacements et ceux d'un objet mobile.
Tous ces exemples sont de portée universelle et le transfert est facile pour toutes les activités motrices, gestuelles avant tout mais même non gestuelles.

En définitive, mise à part la première année, on peut pratiquement affirmer que la connaissance apprise ne concerne pas directement la motricité.

3.2. La Stabilité de la Perception.

Un autre préalable essentiel à toute tentative de précision sur le sens de la connaissance, réside dans la stabilité des mécanismes perceptifs. Le développement cognitif s'effectue au travers d'une perception du monde et pourtant, ce développement ne remet absolument pas en question les mécanismes perceptifs constitutionnels. Ces mécanismes donnent, sinon dès la naissance du moins dès les premiers mois, une "vision" particulière du monde et cette vision n'est en quoi que ce soit modifiée par l'expérience.

Les mécanismes perceptifs présentent une maturation au cours des six premiers mois de la vie mais cette maturation est en quelque sorte une prolongation du développement embryologique qui emprunte fort peu aux particularités de l'environnement rencontré. Le nourrisson doit "voir" avec ses deux yeux durant le premier semestre de la vie pour acquérir l'accommodation à la distance et la vision binoculaire, mais cela a peu affaire avec la nature de ce qu'il voit. Peut-être y a-t-il une adaptation irréversible de l'oreille aux phonèmes effectivement entendus pendant cette période mais tout cela est bien peu de chose sur le plan des connaissances. En tous cas, cette maturation des mécanismes perceptifs semble bien

terminée à l'ƒge de six mois. Ultérieurement et c'est heureux pour la référence que cela constitue, les mécanismes perceptifs ne se modifient guère.

L'aveugle de naissance qui recouvre la vue à trente ans, après une intervention sur cataracte congénitale, voit immédiatement le monde tel qu'il continuera à le voir (0è2). En revanche, il ne sait pas initialement ce qu'il voit et il apprend peu à peu à le savoir. Cela suffirait à démontrer que la connaissance apprise n'est pas une modification de mécanismes perceptifs mais l'attribution de significations aux perceptions.

Le mouvement perçu du soleil et des étoiles est resté le même, avant et après Copernic et Galilée alors même que la signification de ce mouvement apparent n'était plus la même. Perceptivement, un corps en mouvement uniforme est perçu beaucoup plus proche d'un corps en mouvement accéléré que d'un corps au repos, par un observateur qui aurait pourtant parfaitement assimilé la relativité galiléenne.

La permanence des illusions d'optique en dépit des connaissances apprises constitue un argument encore plus concluant. Par définition, l'illusion d'optique traduit la persistance de la déformation perceptive alors même que le sujet a pris conscience de cette déformation. Si le bƒton plongé à moitié dans l'eau "parait" brisé, c'est parce que le sujet le "voit" brisé et "sait" qu'il ne l'est pas. On peut parler de l'illusion de Muller-Leyer parce qu'un sujet a pris une règle pour mesurer un segment entre deux pointes de flèche. Il "sait" que les deux segments ont même longueur et cela ne l'empêche nullement de "voir" plus grand le segment portant aux extrémités des pointes de flèche dirigées vers le segment. Autrement dit, le fait de "savoir" que les segments ont même longueur, ne modifie en rien la perception. Ce serait pourtant la situation de très loin la plus favorable pour faire "évoluer" une perception.

Mais alors, où peut être le progrès de la connaissance s'il n'est ni dans la motricité, ni dans la perception ? La réponse est aisée, le progrès est dans la signification attribuée aux perceptions :
- signification directe dans un premier temps, reliant une configuration perceptive à un schéma moteur, ou confrontant deux configurations perceptives différentes.
- signification secondaire à partir de systèmes opératoires hiérarchisés reliant entre elles les significations directes.

Il faut souligner que la découverte des mécanismes perceptifs constitutionnels permet de comprendre beaucoup mieux la stabilité perceptive. Selon les conceptions de J. Piaget, les mécanismes perceptifs étaient construits après la naissance, une première fois au contact des objets puis ultérieurement dans la représentation. Si les mécanismes perceptifs étaient construits, on voit mal comment ils ne pourraient pas être ensuite révisés. Le caractère constitutionnel en revanche, explique beaucoup mieux la stabilité.

3.3. De la Perception à l'Opération.

Lorsque l'aveugle de naissance "voit" pour la première fois un triangle, il ne sait pas ce qu'il voit. Si on lui fait suivre avec le doigt le contour du triangle, il s'écrit immédiatement "J'ai vu un triangle". Il a "appris" en reliant une configuration perceptive stable à une signification. Il est possible de décrire de la même façon, le développement des significations à partir d'une même configuration perceptive:

- le premier et le plus simple des temps de la connaissance apprise est en fait la reconnaissance perceptive d'un objet, d'un événement. Contrairement à ce que pensait J. Piaget, ce premier temps n'exige même pas l'attribution d'une signification. La reconnaissance de l'odeur maternelle chez le nouveau-né humain apparaît dès les premiers jours, sans signification évidente et certainement sans constitution d'une image maternelle. Nous retrouvons ainsi la distinction probable entre l'action de l'hippocampe qui pérennise la reconnaissance et celle de l'amygdale temporale qui pérennise la signification (129).

- est cependant également très précoce le lien appris entre une perception et une réponse motrice adaptative qui spécifie une signification, ou encore le lien entre deux perceptions qui s'impliquent réciproquement, comme par exemple la vision de la tétine qui implique la présence du biberon tout entier.

- doivent venir ensuite les confrontations entre perceptions. Le nourrisson de cinq ou six mois semble capable de comparer le visage d'un étranger avec les visages des membres de son entourage familial, pour conclure à un statut de non familiarité chez l'étranger.

- le nourrisson de moins de trois ans perçoit les objets comme des totalités irréductibles. J. Piaget l'avait noté sans pour autant pouvoir l'expliquer. La découverte des mécanismes perceptifs constitutionnels répond à cette carence. Les différentes données de l'objet sont intégrées séparément et fournissent une image de synthèse de l'objet en dehors de toute expérience, de toute prise de conscience. Chez le petit enfant de trois ans en revanche, apparaissent l'intégration simultanée du détail qualitatif et de la globalité. L'enfant de trente mois apprend assez facilement les couleurs de jetons uniformes et il ne parvient pas à caractériser la couleur d'une partie d'un objet complexe. Il ne parvient pas à assimiler l'objet simultanément dans sa globalité et son détail. L'enfant de quarante deux mois au contraire, réussit cette approche. La couleur, la taille, la texture, sont intégrées pour elles-mêmes, indépendamment de l'objet ainsi caractérisé.

Il y a là une révolution épistémologique essentielle car une démarche opératoire vient s'associer à la démarche perceptive :
- il y a création de classes d'équivalence pour la couleur
- il y a création de relations pour la taille
- il y a une opération d'inclusion réversible complexe d'un objet dans une classe d'équivalence qui ne résume pas l'objet.

Par la suite du développement cognitif, la place des opérations va devenir croissante alors que l'activité perceptive demeure stable. L'espace euclidien représenté est à la fois un espace de perception et un espace d'opération. Les espaces non-euclidiens, l'espace-temps traité en physique sont des espaces purement opératoires, sans autre support perceptif que des caricatures de l'espace euclidien. Les premières théories scientifiques, comme celles qui fixent une taxinomie, sont encore à forte connotation perceptive. Les théories physiques contemporaines sont totalement opératoires. Même les théories biologiques modernes sont plus opératoires que descriptives, bien que le fait soit souvent masqué par l'appel aux schémas dessinés, très éloignés en fait de la perception des objets d'étude eux-mêmes.

Au cours de cette évolution de la connaissance, l'objet qui est initialement une totalité irréductible, est remplacé peu à peu par une structure reliant par des opérations, les éléments que constituent les données perceptives. Peu à peu, ces données se fractionnent et finissent par perdre toute signification propre, et l'objet se trouve défini du point de vue de la connaissance

comme une structure opératoire. On retrouve alors le point de vue de M. Schlick que nous avons rappelé (I-). L'évolution scientifique en Occident, entre les descriptions qualitatives de totalité au XVIème siècle, et l'envahissement des données numériques depuis le XVIIème siècle, souligne ce passage du perceptif à l'opératoire.

Au total, le développement cognitif traduit un ensemble de corrections et de précisions opératoires portant sur les significations tirées du système constitutionnel d'appréciation perceptive. Ce développement revient à une démarche "d'a-perception" progressive o— les descriptions de l'environnement font de moins en moins référence directes à des perceptions, ce qui laisse évidemment les structures opératoires comme seuls mécanismes descriptifs. Les mécanismes perceptifs humains sont eux-mêmes analysés selon les mêmes méthodes, ce qui permet notamment la mise en évidence des compensations, au sens o— l'entend Teuber(V-). Des règles opératoires communes permettent de décrire à la fois et à partir des mêmes lois, les mécanismes perceptifs humains et les régularités de l'environnement. Il est alors facile de comprendre pourquoi J.Piaget a fait une telle place à l'implication pour décrire un fonctionnement mental qui est effectivement la traduction d'une réflexion opératoire sur les données perceptives.

Il est bien manifeste que les différents niveaux de l'activité cognitive ne s'excluent pas, ni diachroniquement, ni synchroniquement. En particulier, il nous est très difficile à tous de renoncer à tenter une traduction perceptive des connaissances totalement opératoires au niveau des échelles astronomiques ou de la microphysique. Beaucoup de faux problèmes dans ces derniers domaines disparaîtraient si nous comprenions que la traduction perceptive y est sans signification directe.

3.4. Le rôle du Discours.

L'opération sans opérande n'a pas de traduction concrète. Elle peut être conçue, par exemple lorsque nous parlons d'addition numérique ou logique. C'est du reste une propriété essentielle du symbole que de constituer l'élément "quelconque" qui permet d'apprécier le résultat universel d'une opération. Le mot, élément de perception auditive, va jouer de façon particulièrement positive, ce rôle d'opérande neutre :
- il appartient au domaine de la perception auditive et peut donc être "vécu" dans le cadre d'une activité perceptive. En ce sens, il s'intègre aisément dans le fonctionnement neurologique.
- il peut recevoir une signification "quelconque", permettant d'apprécier les effets d'un processus opératoire sur une signification.
Ainsi le mot prolonge une activité vécue sur le plan perceptif, mais permet de se détacher des particularités ou des inerties propres à la traduction perceptive. Ce détachement permet à son tour la poursuite d'une activité purement opératoire, autrement impossible

Ce détachement du mot par rapport aux significations qu'il trraduit présente du reste tous les degrés, ce qui est en particulier indispensable pour permettre la communication inter-individuelle par le langage.

- certains mots sont des étiquettes d'une configuration perceptive. C'est le cas de "Médor" lorsque ce mot désigne notre animal favori.

- le mot "chien" a déjà une signification qui s'est détachée du simple concret et s'est enrichi sur le plan opératoire. Le mot réfléchit l'activité opératoire d'abstraction qui a isolé les

caractères communs de certains objets et a éliminer les autres. Nous pouvons cependant encore entrevoir une forme schématique confuse qui pourrait s'appliquer à la plupart des individus recouverts par le mot chien.

- le mot "fruit" n'a plus aucune signification perceptive par lui-même; on ne voit pas un schéma perceptif traduisant aussi bien la groseille que l'ananas et on ne peut voir sous le mot fruit que des exemples perceptifs exclusifs des autres exemples.

- les mots dits "abstraits" comme liberté, contingence, n'ont plus qu'une signification opératoire. C'est également le cas de tous les termes qui décrivent la mécanique quantique, comme la saveur, le charme, la couleur ou encore le gluon, à la fois particule et élément de cohésion entre particules. Nous voulons sur ce point donner un exemple du discours quantique qui nous paraît particulièrement démonstratif : " Le nuage de particules virtuelles qui enveloppe une particule chargée, fait varier, à courte distance, l'intensité intrinsèque de l'interaction associée à la charge. En électrodynamique quantique, un électron est entouré de photons virtuels, d'électrons virtuels et de positrons virtuels. Comme les photons virtuels sont électriquement neutres, ils ne modifient pas l'amplitude des interactions électromagnétiques. En revanche, les positrons virtuels sont chargés positivement et ils sont attirés par la charge négative de l'électron réel; les électrons virtuels sont repoussés; à des distances supérieures à environ 10-15 mètres, l'interaction intrinsèque produite par l'électron est atténuée par le nuage de positrons virtuels....."(139). Il nous semble que voilà justement ce qui fait que votre fille est muette !!

- dans les cas extrêmes, et surtout dans le langage écrit, le mot est temporairement emprunté pour servir simplement d'opérande. C'est le cas notamment au cours de l'analyse logique, lors de l'utilisation de "x" en algèbre ou du maniement des listes dans le langage LISP.

- le contrôle du déroulement du discours selon les impératifs logiques traduit évidemment le passage à l'implication. Par ailleurs, on peut retrouver dans le langage ce qui existait dans la représentation, c'est à dire une superposition synchrone de significations. Les différents degrés du passage du mot étiquette d'un objet concret à la pratique du raisonnement logique sur lui-même, sont en général conduits simultanément dès lors que les niveaux les plus élevés de transformation ont été atteints et compris. "Ce livre est rouge" est simultanément entendu comme une traduction perceptive, une phrase syntaxiquement et logiquement correcte.

Au total, il est manifeste que la transposition verbale du vécu perceptif accompagne et favorise considérablement le développement de la connaissance apprise, allant d'une modulation opératoire ponctuelle de représentations perceptives, jusqu'aux structures complexes d'opérations totalement a-perceptives.

4. Les Facettes du Progrès cognitif.

La mise en jeu des mécanismes du progrès cognitif peut être envisagée sous trois facettes étroitement imbriquées en pratique.

4.1. Le Développement ontogénétique des Connaissances.

L'organisme dispose à la naissance d'un minimum de conduites adaptatives pour maintenir son autonomie. Ces conduites ont une facette cognitive comportant ce que K. Lorenz a appelé des déterminants perceptifs innés du comportement. Ces déterminants assurent une identification immédiate de certains stimuli, mais libèrent également l'accommodation adaptative reliée constitutionnellement au schéma d'assimilation. Le premier temps de la connaissance apprise est une modulation de ces conduites adaptatives innées, par exercice et par intégration des particularités de l'environnement rencontré. Il n'y a pas d'isolement initial de connaissances portant sur l'assimilation et sur l'accommodation. De ce fait, l'enfant ne peut se représenter ni par rapport au déterminant perceptif, ni par rapport à un environnement et la conscience est adualistique ou primaire, selon la terminologie d'Edelman. Il serait donc gravement abusif de voir un "symbole" dans un déterminant perceptif inné; la valeur comportementale du leurre chez l'oisillon à la naissance est du reste très rapidement perdue.

Cependant, au cours de l'exercice, les réactions circulaires tendent à modifier séparément l'assimilation et l'accommodation. Cela favorise une évolution vers une mobilité et une indépendance des schèmes d'assimilation et des schèmes d'accommodation. S'amorce alors l'ébauche de connaissances particulières à l'environnement et de connaissances propres au moi. Ces connaissances s'organisent spontanément pour aboutir à une représentation indépendante du moi et de l'environnement. La conscience devient dualistique et tous les progrès cognitifs ultérieurs peuvent s'intégrer dans cette distinction moi/non moi. Cette distinction est essentielle pour l'évolution de la connaissance. Elle permet notamment au sujet d'apprécier si les conditions d'environnement sont fixes et d'attribuer alors au moi les variations de données d'interfaces. Elle permet surtout d'établir la situation inverse: maintenir son organisme dans une situation stable pour pouvoir attribuer à l'environnement les variations d'interface et en faire l'analyse.

4.2. La Régularité de l'Ontogenèse cognitive.

Abélard indiquait avec raison que les concepts n'ont d'existence que dans les esprits qui les pensent. Il en est ainsi de toute connaissance qui n'existe que dans l'organisation interne des systèmes connaissants. Tout humain doit donc reconstruire après sa naissance tout le système de connaissance dont il peut disposer. La question se pose alors de savoir si cette construction se fait au gré des rencontres avec l'environnement ou selon une succession d'étapes qui s'impliquent l'une l'autre "comme un enchaînement de théorèmes o— chacun est rendu nécessaire par l'ensemble des précédents sans être contenu d'avance dans les axiomes de départ" selon l'expression de Waddington.

C'est le second point de vue qui est le plus vraisemblable, mais de façon moins déterminée qu'au cours du développement embryologique et avec moins de régularité que ne semblaient l'indiquer les travaux de Piaget. Cela tient aux variations des données culturelles qui ont plus d'influence sur l'ontogenèse des connaissances qu'on ne le pensait. Par ailleurs, l'acquisition des connaissances ne suit pas le chemin de progression à partir de quelques "réflexes innés" comme le pensait Piaget qui a gravement sous-estimé les capacités perceptives constitutionnelles. On peut retenir les points suivants :

4.2.1. La Connaissance Perceptivo-motrice.

La connaissance apprise étant une modulation des connaissances antérieures, l'ontogenèse part nécessairement des données cognitives constitutionnelles qui marquent

profondément toutes les étapes cognitives ultérieures . Ces données, surtout dans l'espèce humaine, ne reflètent pas une identification immédiate de certains objets extérieurs privilégiés mais résident bien davantage dans des mécanismes d'analyse perceptive permettant une assimilation rapide des objets rencontrés.

Ces mécanismes perceptifs très performants permettent de construire un corpus d'objets identifiés. Ces objets sont d'abord "reconnus" lors de présentations successives puis ils sont résumés sous forme de schémas reliant leurs principales caractéristiques perceptives. Ces objets reconnus et identifiés servent de points d'arrivée à des conduites motrices qui peuvent se préciser peu à peu.

Mais les mécanismes perceptifs sont bien trop marqués par la "compensation" pour donner un aperçu de l'environnement qui ne soit pas fortement marqué de subjectivité. Les commandes motrices immédiatement disponibles sont bien trop pauvres pour être satisfaisantes. A la ligne du progrès initial marquée par une exploration meilleure du monde environnant, s'associe donc une ligne de "réflexion" sur les activités perceptives ou motrices, permettant un progrès des mécanismes perceptifs ou moteurs eux-mêmes. Ainsi se dessine le double mouvement d'évolution des stratégies que nous avons décrit :
- l'application des stratégies se fait à un nombre sans cesse accru d'éléments extérieurs
- confrontées entre elles et appliquées à des objets variés, les stratégies sont de mieux en mieux comprises dans leur contenu, ce qui accroit leur efficacité.
Durant cette évolution, il est facile de retrouver le principe Richalet. Une meilleure connaissance de l'environnement favorise l'analyse des stratégies personnelles et ces stratégies mieux connues améliorent la connaissance de l'environnement. L'organisation perceptivo-motrice constitutionnelle n'est donc pas stable au contact de l'environnement, mais évolue spontanément par l'exercice et prépare ainsi les étapes cognitives ultérieures.

4.2.2. La naissance de l'Opération.

C'est la révision et l'enrichissement du niveau perceptivo-moteur qui est le temps précédant obligatoirement le temps opératoire. Les différents schèmes perceptifs, moteurs et perceptivo-moteurs sont confrontés entre eux, selon des opérations spontanées et purement vécues, d'équivalence partielle, d'opposition, de complémentarité. Les premières activités opératoires sont donc totalement inséréees dans l'activité perceptivo-motrice. Peu à peu, ces opérations sont isolées de leur contexte perceptivo-moteur et prises en compte pour elles-mêmes. Elles deviennent alors des schèmes opératoires indépendants et facilement mobilisables.

4.2.3. La formation des systèmes d'opérations.

Les schèmes opératoires devenus mobilisables peuvent être combinés entre eux, formant des systèmes cognitifs opératoires. Ces systèmes sont initialement indissociables du vécu et n'ont pas de portée universelle en eux-mêmes. C'est ce que Piaget appelle une logique concrète, c'est à dire une logique qui n'a pas conscience de son propre fonctionnement et surtout de sa nécessité. Dans un second temps, la pratique de la logique concrète en permet la prise de conscience. Nait alors la formalisation logique et le sentiment de nécessité que cela permet. L'implication logique, contenue en germe dès les premières activités mentales, devient alors pleinement réfléchie. Paradoxalement, et peut-être Piaget n'y a-t-il pas assez insisté, la réflexion sur l'implication logique permet de porter un jugement sur sa validité en fonction de la valeur des données qu'elle manipule. C'est le passage de la scolastique à la

méthode expérimentale qui marque aujourd'hui le terme de l'évolution des mécanismes cognitifs. C'est la révolution profonde de l'approche de la logique qui est marquée par le raisonnement abductif de Pierce. C'est la reconnaissance du fait, comme le souhaite K. Popper, que toute démarche cognitive débute par le choix d'une hypothèse, qui est un véritable pari probabiliste. En définitive, il est important de souligner que les processus de pensée, notamment la logique, n'ont pas d'existence propre, mais traduisent un mode de fonctionnement mental ou cérébral. Korsybski affirmait que les êtres abstraits n'ont pas l'existence mais qu'il "existe" des mécanismes mentaux d'abstraction. On pourrait paraphraser l'auteur et dire que la logique n'a pas l'existence mais qu'il existe un mode "logique" du fonctionnement cérébral.

4.2.4. Les cercles concentriques des domaines cognitifs.

A cette évolution des mécanismes cognitifs, répond un champ d'application qui se développe parallèlement. Le premier temps de la connaissance est à l'échelle humaine des mécanismes perceptivo-moteurs. Par cercles concentriques, le domaine de la connaissance s'étend aux échelles macroscopiques de l'astronomie et aux échelles microscopiques de la chimie et de la physique. Les développements cognitifs récents montrent du reste qu'un bouclage se dessine, les approches microscopiques et macroscopiques se rejoignant. Tout au long de cette évolution, comme nous l'avons précisé plus haut, les aspects opératoires deviennent de plus en plus prédominants, excluant les aspects perceptifs. L'assimilation de telles connaissances suppose évidemment une évolution conjointe des mécanismes cognitifs, de la perception à l'opération.

Il est évident que les différentes étapes cognitives ainsi décrites découlent obligatoirement les unes des autres, selon une ligne de progrès contraignante. En revanche, le contenu concret des connaissances peut beaucoup varier d'un sujet à l'autre, en fonction notamment du milieu rencontré. Beaucoup des stades décrits par Piaget sont dictés par les particularités de la culture occidentale et n'ont pas la régularité que leur accordait leur auteur. Par ailleurs, l'individu ne peut contruire seul l'ontogénèse décrite, qui ne parvient à son terme qu'aidée par une assimilation directe de comportements socio-culturels de l'environnement.

4.3. Le Développement socio-culturel et le Time-Binding selon Korzybski.

Le mécanisme du développement au contact de l'environnement social est identique à celui du développement "narcissique" initial et il prolonge évidemment un état de conscience dualistique o— le partage entre le moi et le non moi est bien établi. L'expérimentation réfléchie que permet la conscience dualistique, permet à son tour un accroissement régulier des connaissances apprises. Mais le bénéfice ne peut dépasser l'expérimentation effectivement réalisée. Cette expérimentation est forcément limitée pour un individu isolé et au cours de sa vie. Le fait essentiel du développement socio-culturel est de dépasser dans le temps et l'espace, et pratiquement sans limitation, le champs des expériences individuelles. Il en résulte ce que Korzybski a dénommé le time-binding : tout individu humain en développement se voit proposé un monde environnant déjà très structuré sur le plan cognitif, par les générations précédentes. Le time-binding ne traduit pas seulement des particularités qui marquent une époque. Beaucoup plus profondément, l'homme n'est lui-même qu'en fonction de son environnement social, non "an organism-as-a-whole" mais "an organism-as-a-whole-in-an-environment", sous entendu physique et social, dit-il dans son testament scientifique. La formation des connaissances chez un individu est bien reprise au zéro du fonctionnement purement physiologique de la naissance mais elle est favorisée, accélérée et conduite plus

loin. Au lieu de réaliser sa propre expérimentation vis à vis de l'environnement physique, l'enfant peut assimiler directement les données de l'environnement social et des productions pérennisées de cet environnement. Il peut directement accéder à des paris probabilistes déjà validés. Plusieurs mécanismes fondamentaux entrent en jeu :

- l'imitation permet à l'enfant d'intégrer directement des stratégies dont il ignore le mécanisme mais dont il constate l'efficacité chez les autres. Cette efficacité est liée au développement ontogénétique des individus imités plus *f*gés qui ont eux-mêmes bénéficié de l'environnement social. Il y a donc un effet de rétroaction positive extrêmement efficace. Cet effet positif s'inscrit pleinement dans le mécanisme holographique que nous avons décrit à plusieurs reprises, des influences du groupe social dans son ensemble sur chaque élément qui le constitue.

- la structure physique ou architecturale des objets fabriqués, des maisons, des villes, proposent des figures géométriques mieux isolables qui sont plus facilement assimilées. La représentation spatio-temporelle de l'environnement s'en trouve facilitée et les étapes de la géométrie sont acquises beaucoup plus rapidement.

- le discours social propose à l'enfant un corpus de significations qui sont à la fois des interrogations et des conclusions. Un nouveau mot présenté à l'enfant le pousse à rechercher à quoi il peut correspondre dans son expérience. Mais elle le conduit aussi à penser qu'il y a un "intérêt" à utiliser la catégorie conceptuelle représentée par le mot.

- la nécessité logique, vécue par l'entourage social, est ainsi directement validée alors que l'expérience individuelle ne pourrait y parvenir. La transitivité, qui nous paraît évidente, est en fait le plus riche des cadeaux fournis par la culture occidentale.

Le "time binding" concilie le fait que tout organisme doit inventer l'essentiel de ses connaissances avec la constatation évidente d'un bénéfice d'environnement socio-culturel considérable.

4.4. Relations sociales et Hologrammorphisme spatio-temporel.

La notion de time-binding est essentielle mais elle est insuffisante pour comprendre la complexité des relations entre l'individu et le groupe social. Tout humain adulte résume en quelque sorte toute la société humaine présente et passée dont il est une illustration particulière. Inversement, la société présente n'est rien d'autre que l'ensemble des individus qui la compose mais elle est néanmoins reliée au passé par l'héritage culturel transmis au travers des individus présents.

Sur le plan des connaissances, l'organisation constitutionnelle n'a probablement rien intégré de l'évolution socio-culturelle humaine. L'individu doit donc apprendre totalement les conduites qui permettent son insertion sociale. Inversement, la société offre à l'individu les occasions d'une formation qui dépasse très largement ce que pourrait apporter une hypothétique expérience strictement individuelle.

Cette approche hologrammorphique nous paraît essentielle pour bien comprendre l'apport exact de la société dans le développement comportemental de l'individu. Elle constitue du reste un juste milieu entre l'individualisme qui minimise l'apport social et l'empirisme qui réduit l'individu au lieu géométrique d'influences sociales. Il faut cependant

remarquer que cette approche qui valorise justement les influences sociales, ne remet absolument pas en cause les différences biologiques constitutionnelles et leurs conséquences sur la formation des connaissances apprises.

4.5. Le Biais de la rencontre entre le Développement socio-culturel et individuel.

Le "time binding" ou l'hologrammorphisme ne comportent pas uniquement des effets positifs et l'apport culturel collectif n'est pas uniquement source d'éléments favorables pour le développement individuel. Il pose le problème d'un environnement cognitif structuré dont l'enfant ou l'individu peu cultivé constatent l'existence sans en connaître les règles et surtout les raisons d'être. C'est donc à eux de faire un ajustement qui est en fait bien souvent erroné puisque manquent les conditions d'un jugement sain. L'erreur peut porter sur une traduction incorrecte de la transcription verbale du système cognitif et Korzybski a tout spécialement insisté sur ce danger. Il est évident que la dégénérescence est à la fois la source des ajustements progressifs en cas d'interprétation initiale erronée et l'origine d'erreurs persistantes. Il y a ainsi le risque qu'un système cognitif survive indéfiniment à son inventeur alors même qu'il ne repose guère sur des expériences conformes aux exigences de l'époque. Faute d'éléments d'appréciation, un tel système peut être accepté comme une référence cognitive absolue par les générations suivantes et c'est sans doute cette acceptation sans preuves qui a fait la fortune du réalisme. Elle explique la persistance de l'analyse des signes du zodiaque durant des millénaires. Elle explique aussi la mode du freudisme, o— les disciples actuels ont retenu les affirmations du maître mais ont oublié ses interrogations. La même déviation explique généralement le succès des idéologies. L'expérimentation poursuivie, les exigences par tout un chacun de connaître et de pouvoir expliquer la genèse des structures cognitives utilisées, les approches cognitives les plus larges possibles sont les moyens de lutter contre ces déviations.

On pourrait penser que cette évolution des connaissances par correction après coup de stratégies initialement non ou mal comprises soit une médiocre méthode d'acquisition des connaissances. C'est en fait la seule méthode possible, compte tenu du respect du principe d'autonomie et des limitations concrètes du fonctionnement cérébral.

CHAPITRE VIII : THEORIE DE L'INFORMATION ET AUTONOMIE BIOLOGIQUE

"Une information n'a d'existence que relativement à une autre, il n'existe pas d'information absolue.....Une information n'existe qu'en fonction du contexte dans lequel elle se situe. Il est donc vain de dichotomiser le réel à l'infini pour l'explorer. Il est nécessaire de mettre en évidence les thèmes, les relations de position qui relient les observables étudiés puisqu'il ne saurait être d'information naturelle qu'holoscopique."

GérardPinson

Résumé : La notion d'information objective, évoquée par les travaux de Shannon et Weaver, intéressante sur le plan d'une étude de la transmission, est insuffisante sur le plan de la signification, surtout lorsque le réalisme de natures est récusé.

1.Définition de l'information.

La définition de l'information par Shannon, comme levée d'incertitude sur la nature d'un événement, doit prendre en compte la nature discontinue ou continue de l'espace de probabilité où s'exerce l'information. La clôture organisationnelle* qui marque un système autonome fait que pour ce système, l'environnement ne peut être pré-découpé et se présente obligatoirement comme un espace continu de probabilité. Le système autonome doit donc assurer lui-même un découpage de l'espace continu de probabilité que constitue l'environnement, avant même de pouvoir utiliser une information. Cette information est alors obligatoirement relative au découpage effectué par le sujet. Cependant si le découpage est nécessaire, il n'est pas suffisant. Il faut encore que l'information soit mobilisable comme une totalité indépendante. Enfin l'information est encore qualifiée par le "regard" particulier que le système autonome porte sur l'environnement, regard qui qualifie les objets découpés. L'information devient ainsi pleinement relative au système qui la manipule.

2.Information liée et information transmise.

En distinguant ces deux types d'information, G.Pinson a introduit une nouvelle approche essentielle.
- l'information liée appartient en propre à l'événement ou à l'objet rencontrés et elle est donc définie indépendamment de l'observateur. Elle n'est pas mesurable et seulement potentielle.
- l'information transmise est l'information utilisable et utilisée, transfert de signification entre deux systèmes ou deux éléments d'un même système, et caractéristique de ce transfert.

La connaissance est la forme particulière d'information transmise qui traduit la relation fonctionnelle entre objet et sujet de connaissance. L'objet peut présenter bien d'autres aspects d'informations transmises.

L'information transmise naît avec la rencontre des systèmes, ne préexiste pas à cette rencontre. L'influence des écrans d'interface est donc essentielle, interface émettrice parfois, interface réceptrice toujours.

3. La nature de l'Information transmise.

L'idéalisme kantien revu par Lange et Helmholtz est une bonne introduction. L'information transmise naît avec la rencontre d'un sujet et d'un objet de connaissance et suppose une assimilation physique des données extérieures. Cette assimilation a ses propres règles, notamment d'interface, qui qualifie l'information naissante.
L'opposition entre assimilation et accommodation est un préalable indispensable, introduit par Piaget et qui définit deux temps de l'adaptation, auxquels correspondent deux types d'information, l'une étant l'identification d'un événement ou d'un objet, et l'autre, la valeur adaptative d'un comportement.

4. L'élaboration dynamique de l'information transmise et le concept de la nature ternaire de l'Information.

P. Demant et G.Pinson ont insisté sur la nature ternaire de l'information, qui inclut :
- une valeur physique du message, reliée arbitrairement à l'information et dont la seule propriété essentielle sur le plan de l'identification est le caractère discret, mobilisable et bien défini.
- une référence spatiale et temporelle concernant la situation de l'information unitaire au sein d'un ensemble spatio-temporel d'informations
- un contexte de règles, éventuellement arbitraires, qui assure une liaison entre identification et signification.
Au contexte explicite d'une information, s'associe le contexte implicite d'un système cognitif complet chez le sujet. Toute information peut être rapportée à une relation, le contexte de règles est un graphe.

La configuration, reliant des données élémentaires, est au cœur de l'information. Ces configurations doivent être conservées quelque part. Un catalogue est donc nécessaire :
- la solution du dictionnaire fermé est celle d'un catalogue fini de configurations. Elle est peu satisfaisante.
- la solution d'un catalogue limité au départ et ouvert aux additions est beaucoup plus positive, habituelle en biologie.
- le développement du catalogue ouvert se fait par une dynamique de transformation des configurations déjà existantes.

5. Le sens de l'Information transmise.

Le réalisme considère que l'information est descriptive d'un objet. Il nous semble que ce point de vue réaliste a été renforcé dans le rapprochement proposé entre information et néguentropie*. Vers les années trente fut discutée une équivalence stricte entre l'information et la diminution d'entropie*. Mais en fait la reprise de l'exemple du démon de Maxwell démontre qu'on ne peut établir une correspondance qualitative ou quantitative équivalente en toutes circonstances. La réaction néguentropique* fondamentale de la vie est celle qui implique la captation du rayonnement solaire par la chlorophylle pour exciter un électron. Or cette réaction ne définit pas strictement une information au moment où elle se produit.

Une information est en fait une donnée modulant le fonctionnement d'un mécanisme pré-existant dans le récepteur. Elle est donc relative au récepteur. De ce fait, et si l'information initiale modifie le récepteur, l'information transmise n'est pas normalement stable, elle peut s'altérer ou s'enrichir.

6. L'Information et les connaissances humaines.

Le dernier point de vue envisagé est celui du passage d'une approche universelle de l'information, commune à tout système, à l'information spécifiquement humaine. La référence fondamentale de l'information humaine est d'abord celle d'une information perceptivo-motrice, pratiquement organisée à la naissance et seule présente initialement. Ce premier système informatif, perceptif et non-verbal, est complet, proposant une "interprétation" pour tout événement. Seule est très pauvre, la transmission à autrui. Le second temps est celui de l'information réfléchie. Certaines des combinaisons formées durant le temps précédent sont pérennisées en tant que telles et deviennent des modèles, des images internes de l'environnement ou du moi.

Le troisième temps est celui du codage de l'information réfléchie, qui devient nécessaire dès que sont précisées des relations entre perceptions distantes. Il se fait en deux étapes :
- mise en place à l'intérieur du cerveau, d'un ensemble de relations bijectives entre une image réfléchie et un comportement moteur communicable, essentiellement par le moyen de l'activité bucco-laryngée et l'émission de schémas sonores.
- mise en place entre individus de conventions qui conduisent à appliquer aussi exactement que possible les même s relations entre une image sonore et l'information transmise réfléchie correspondante.
Le caractère fondamental de l'information transmise est totalement conservé mais au cours des transformations successives, il apparaît un taux élevé d'équivoque* et d'ambiguïté* et il est essentiel d'en tenir compte dans toute théorie de l'information à l'échelle humaine.

Chemin faisant, tant sur le plan biologique, que sur le plan du fonctionnement mental, il est montré que le véritable rôle de l'information n'est pas de définir un comportement mais d'imposer le choix d'un comportement particulier au sein de l'enveloppe de comportements déjà connus et disponibles .

Reprenant les idées de Shannon sur l'information (187), Weaver, en complet accord avec Shannon, a bien insisté sur le fait que ces idées se limitaient aux "problème s techniques" de transmission d'une information existante, sans considérer le "problème sémantique" ni la connaissance effectivement transmise d'un interlocuteur à un autre. Ces auteurs considéraient une théorie de la communication, voire une simple étude de la transmission des messages.

Il n'en reste pas moins que Shannon et Weaver ont paru apporté une caution mathématique à la conception réaliste et naïve d'une information objective. Une telle information existerait "en soi" indépendamment des sujets qui la manipulent, et serait contenue à la fois dans les objets de connaissance et dans le "logos". Or nous avons pu souligner la fragilité de cette conception. Critiquée dès l'antiquité et le haut moyen-âge par les écoles nominalistes, le réalisme a dû sa survie au fait qu'il répond à l'intuition naïve et qu'aucune théorie cohérente n'a pu longtemps lui être opposée. Même l'idéalisme kantien, pourtant bien étayé par de nombreux côtés, présentait trop de faiblesses dans son aspect traditionnel pour triompher du réalisme.

Du point de vue d'une théorie de l'information, les deux acceptions du réalisme se confortent l'une l'autre :
- les objets de connaissance ont des propriétés par eux-mêmes, indépendamment de la connaissance actuelle que peut en prendre un sujet de connaissance. L'information porte sur ces propriétés ontologiques des objets.
- les idées et les mots qui qualifient les objets de connaissance et forment la base de l'information, sont au moins aussi réels que les objets qu'ils qualifient.

Dans une telle conception, l'information objective est parfaitement définie dans sa nature mais rien n'est dit sur les mécanismes qui permettent aux sujets de connaissance, d'acquérir et de manipuler cette information. Si elle est innée, pourquoi le sujet connaissant ne peut-il utiliser immédiatement toute l'information objective dont il dispose ? Comment expliquer les variations de cette information selon l'âge, la culture, l'époque ? Si l'information doit être préalablement assimilée par le sujet avant d'être utilisable, le mécanisme d'assimilation devient aussi important à considérer pour une théorie de l'information que l'information elle-même , présente a priori mais non immédiatement utilisable.

Si l'information objective est récusée et que l'accent est mis sur l'assimilation subjective de la connaissance, les difficultés du réalisme disparaissent mais l'information assimilée est obligatoirement marquée par les mécanismes d'assimilation du sujet, et diffère d'un organisme à l'autre.

1. Définition de l'information.

La définition de l'information, telle qu'on peut la déduire des analyses de Shannon, nous parait demeurer essentielle: une information désigne un événement particulier parmi un ensemble fini d'événements possibles. Ainsi, l'information ne peut être définie que par rapport à un choix, et transforme en certitude, ce qui ne comportait antérieurement qu'une certaine probabilité. Par exemple l'information qu'apporte le fait de retourner une carte d'un jeu habituel transforme en certitude ce qui n'était qu'une probabilité de 1/52Ème.

1.1. Information et probabilités généralisées.

Mais la grande insuffisance de cette définition est de ne pas préciser qu'elle fait suite à un découpage antérieur particulier de l'espace continu des événements, découpage qui a véritablement créé l'information. L'information est une levée d'indétermination qui fait suite à une définition préalable du champ de cette indétermination. L'information est en quelque sorte une réponse à une question préalable. Elle est encore une donnée qui fera fonctionner de façon particulière un algorithme préexistant. Il est possible de constater alors à quel point la définition de Shannon "per se" est dépendante de l'acceptation ou du refus du réalisme de natures, assurant un découpage pré-établi des espaces de probabilités événementiels. Si le réalisme de natures est récusé, il devient indispensable de préciser la nature de l'information lorsque le découpage réaliste préalable n'a pas eu lieu. Autrement dit, quelle serait l'information apportée à un martien qui retournerait une carte d'un jeu, dans l'ignorance totale du contenu d'un jeu de carte ? Quelle est l'information apportée à un individu qui tire un "objet" d'une urne dans l'ignorance totale de ce que contient l'urne ?

En fait, les théories de la probabilité ont largement apporté une réponse à cette interrogation en faisant une distinction fondamentale entre:

- un espace de probabilité hétérogène , discontinu, pré-découpé, où le sujet qui calcule une probabilité connaît le découpage. En épistémologie, l'acceptation du réalisme de natures correspond à cette éventualité.

- un espace de probabilité continu bien qu'hétérogène , qui n'est marqué par aucun découpage contraignant. Il est évident qu'il n'est possible de rien dire, rien calculer dans un tel espace, sans démarche préalable. Or, en raison de la clôture organisationnelle* qui isole le sujet de l'environnement, ce dernier est bien au départ pour l'observateur, un espace continu de probabilité, dont l'hétérogénéité peut être postulée mais non analysée. Bien plus, pour la conscience réfléchie, elle-même initialement close vis à vis du fonctionnement interne de l'organisme auquel elle appartient, la situation est identique; environnement et organisation interne forment donc ensemble pour le sujet de connaissance, un espace continu et hétérogène de probabilité proposé à la réflexion qui cherche à connaître.

Le caractère nécessairement hétérogène de l'environnement nous paraît poser un problème essentiel dans la mesure où il ne nous semble pas que les mathématiciens se soient penchés sur la question. Un ensemble infini au sens de Cantor réunit des éléments qui sont considérés comme tous identiques. Un segment de droite constitue un ensemble continu de points tous identiques. Au contraire, l'environnement est un ensemble non limité d'éléments qui ne sont pas postulés comme identiques et toute formalisation devrait prendre le fait en compte. Mais du point de vue cognitif, le sujet de connaissance ne peut avoir accès à l'analyse de l'hétérogénéité de l'environnement. Il doit donc recouvrir cet environnement d'un découpage qui lui est propre et qui est seul pris en compte. Cette réserve exprimée, il est manifeste que l'environnement est, pour un sujet de connaissance, plus proche d'un espace continu de probabilité, que d'un espace découpé.

Les théoriciens de la probabilité, tout en soulignant qu'il n'était effectivement possible de rien tirer au départ d'un espace continu de probabilité (, ont montré qu'il était néanmoins possible d'y effectuer des partitions, conduisant alors à la pratique classique des probabilités. On peut ainsi isoler dans l'ensemble des sous ensembles de (une "tribu" Par tribu (, on entend une classe de parties de (possédant les propriétés suivantes :
- (contient (et l'ensemble vide,

- (contient encore des parties qui résultent d'un découpage et sur lesquelles il est possible de répartir des probabilités; les opérations de réunion, d'intersection, de complémentarité, peuvent être appliquées à ces parties. Pour deux parties disjointes, la probabilité de la réunion de deux parties A et B est égale à la somme des probabilités de A et de B. Toute la question est alors celle du découpage de (réalisant la tribu (

1.2. Information et découpage.

Le découpage peut être existentiel, réalisé par le déroulement d'événements et ensuite pérennisé: "la mémoire est bien la fonction générale de la matière organisée (071)" selon l'expression de Hering. Se retrouvent ainsi les particules atomiques ou subatomiques au sein du continuum d'espace/temps et apparues peu après le big bang, ou encore le système A.D.N. de synthèse des protéines. Ce découpage pourrait être qualifié d'objectif si nous oubliions pour un temps qu'il a été "découvert" historiquement pour ne pas dire inventé. En fait, ce découpage existentiel ne peut être que postulé et il doit être associé à un découpage "modèle" qui est notre fait et dont nous supposons qu'il est équivalent au découpage existentiel; une validation secondaire est alors nécessaire pour assurer le bien fondé de l'équivalence, qui demeure au mieux "vraisemblable".

Le découpage peut être épistémologique, effectué par un sujet de connaissance au sein de l'espace (qu'il veut connaître. M. Mugur-Schachter a largement développé cette application des conceptions modernes des théories de la probabilité à l'approche cognitive (135), retrouvant du reste les analyses de R. Vallée(208,209). Le découpage prend la valeur d'un opérateur particulier et à ce découpage, s'associe un autre opérateur qui traduit un "regard" particulier sur le monde, regard qualifiant les objets découpés, en leur attribuant un "aspect". Nous serions tenté d'ajouter aux analyses de M. Mugur-Schachter que s'il est légitime de distinguer dans l'analyse, les opérateurs de découpage et ceux du regard, il faut accorder la plus grande attention au fait que ces deux opérateurs peuvent être fortement reliés entre eux et interdépendants. Mais, reliés ou non, si les opérateurs de découpage et de regard étaient adoptés arbitrairement par un observateur, ils auraient aussi peu de chance d'apporter des effets cognitifs positifs que les signes du zodiaque de prédire l'avenir.

Entre ces deux possibilités, il y a une voie de passage qui est en fait pratiquement obligatoire à l'élaboration de connaissance. Dans cette voie, l'observateur (est doté constitutionnellement, existentiellement, d'un système de découpage d'(, associé à un système de regard défini, les deux systèmes étant reliés et interdépendants. Cela permet la genèse immédiate d'informations approximatives. Dans le cas de l'observateur humain, un tel découpage est effectivement réalisé par les interfaces élémentaires et les organisations perceptives constitutionnelles placées en aval de ces interfaces. Parallèlement, un regard est déterminé par quelques liaisons contraignantes entre configurations perceptives et réponses adaptatives, les déterminants innés du comportement de K. Lorenz. Les résultats de sa propre activité au contact de (, signifiée par le découpage et le regard constitutionnel, conduisent alors le sujet à élaborer en complément, un découpage et un regard épistémologiques. Le découpage nouveau n'est pas choisi arbitrairement mais progressivement dégagé de la pratique du découpage constitutionnel. Cette façon de faire est la seule capable de fournir une information réfléchie efficace.

Il faut encore souligner qu'il peut y avoir une certaine ambiguïté* sur le terme découpage. Prenons comme exemple de découpage, la reproduction d'un tableau de maître sur laquelle s'inscriraient des traits dessinant des morceaux de puzzle. Un tel découpage n'a

pratiquement aucune valeur cognitive. Il est indispensable que chaque élément cognitif, chaque morceau du puzzle soient empiriquement ou perceptivement isolables et manipulables, pour être transférés d'un système à un autre, confrontés à d'autres éléments cognitifs. La conception ternaire de l'information, que nous abordons plus loin, démontre que seul un élément mobilisable peut recevoir une qualification d'information.

1.3. Information et regroupement.

Cependant, si le découpage est essentiel et indispensable à l'information, il n'est pas suffisant. Si le découpage est grossier au sein d'un espace continu, l'information disponible sera très limitée. Si le découpage est très fin, l'objet découpé risque de n'avoir guère de signification par lui-même . Or nous avons vu et nous ne devons jamais oublié, que l'abandon de la notion de substance conduit à tout signifier par la relation. Aux opérateurs de découpage doivent donc s'associer des opérateurs d'assemblage des objets découpés faisant naître des informations nouvelles. Cependant, il est essentiel de souligner que les opérateurs d'assemblages sont originaux et ne doivent pas être considérés comme de simples opérateurs inverses des opérateurs de découpage. Sur ce plan, le terme de regroupement que nous utiliserons souvent par commodité ne doit pas porter à équivoque. Le découpage étant propre au sujet, le "regroupement" d'éléments découpés ne reconstitue pas un graphe pré-existant mais établit une configuration originale.

Les distinctions entre le niveau constitutionnel et le niveau épistémologique que nous venons de préciser à propos du découpage, s'appliquent intégralement à l'assemblage. Notamment, la mémorisation créatrice de l'objet organisé associe découpage et assemblage. Sur le plan épistémologique, le découpage optimum devrait être conduit jusqu'au niveau d'éléments qui n'ont guère comme propriété que d'exister ou de ne dégager que quelques bits d'information dans les meilleurs cas d'observation. Dès lors, le regroupement de tels éléments par assemblage est très porteur de signification et génère des informations complémentaires.

Mais par ailleurs, nous avons vu (V-) que la perception humaine s'effectuait au travers de canaux superposés ayant chacun un niveau de définition propre, une fréquence spatiale* particulière, le tout dessinant des maillages de différentes finesses. Nous verrons plus loin (IX-) que cette superposition des maillages est d'un apport considérable pour l'analyse épistémologique. Dès lors, le découpage et le regroupement doivent s'envisager à plusieurs échelles superposées et sont indissociables: un découpage selon une fréquence spatiale* faible traduit le regroupement d'éléments définis par un découpage selon une fréquence spatiale* élevée. Ainsi, la caméra de télévision découpe une scène extérieure en pixels dont chacun n'est porteur que d'une information très limitée. L'observateur humain signifie la scène reproduite sur son écran de télévision en découpant le contenu de l'écran et en regroupant de nombreux pixels pour former des images d'objet significatives; le découpage significatif de l'écran correspond à des regroupements locaux de pixels.

1.4. Information et subjectivité.

Il devient alors évident que l'information est fondamentalement subjective:

- l'information unitaire postulée au sein de systèmes existants est totalement relative à ces systèmes. Elle est "isolée" par les systèmes et se ramène à une donnée faisant fonctionner un algorithme des systèmes; elle est totalement définie par rapport à cet algorithme.

- l'information cognitive fournie par les systèmes constitutionnels de découpage est exactement de même type. De plus, cette information traduit un découpage au sein du système connaisseur lui-même , dans son système d'interface. Le découpage traduit simultanément et de façon équivalente, un fractionnement du continuum d'environnement et un fractionnement du système d'interface; l'information porte donc simultanément sur le moi et sur l'environnement. Le regroupement de données élémentaires d'interface, tel que le réalisent les systèmes perceptifs constitutionnels accentuent encore ce caractère subjectif. N'oublions pas que "nous pouvons observer et voir ce qui se passe dans notre tête, et que nous ne pouvons observer ni voir rien d'autre. Le ciel étoilé que nous fait connaître la sensation visuelle est à l'intérieur de nous. Le ciel étoilé auquel nous croyons est inféré(181)." Ce qui vaut pour la perception visuelle vaut pour toute information d'origine constitutionnelle mais en pratique également pour toute information quelle qu'elle soit.

- l'information résultant du découpage/assemblage épistémologique est doublement subjective. Elle repose sur le découpage et l'assemblage d'origine constitutionnelle dont elle ne se dégage jamais totalement. Elle résulte d'une validation *a posteriori* des paris cognitifs pris par le sujet.

Il est très important de réviser le time-binding* (109) de Korzybski en fonction de cette dernière analyse: l'évolution culturelle ajoute au découpage et au regroupement constitutionnels, le bénéfice de découpages et regroupements validés globalement par les générations précédentes. Ces découpages et regroupements sont extrêmement positifs même s'ils contiennent des erreurs, par rapport aux seuls efforts de découpage ou regroupement dont serait capable l'individu laissé à ses seules expériences. Ainsi peut s'élaborer un regard sur le monde, beaucoup plus efficace.

Par ailleurs, les aspects probabilistes liés aux analyses de Shannon se retrouvent, bien que sous un aspect un peu différent. Il y a certes des aspects de probabilités traditionnelles dans la connaissance mais il s'y ajoute la probabilité d'effectuer un découpage ou un regroupement effectivement "utiles" au sein de Ω. Les deux aspects probabilistes se rejoignent dans les activités "stratégiques" : ce sont les informations probabilistes traditionnelles qui orientent le choix d'une stratégie mais celle-ci constitue elle-même un pari d'efficience cognitive.

En définitive, l'information désigne bien un événement particulier parmi un ensemble fini d'événements possibles, mais ces événements révèlent l'action d'opérateurs de découpage et de regroupement qui ont agi préalablement au sein d'Ω, découpage et regroupement arbitraires en soi, particuliers au sujet de connaissance, et dont l'intérêt doit être démontré par une validation ultérieure. A ce découpage/regroupement doit être associé un "regard" particulier de l'observateur pour qualifier les "objets" résultants. Toute utilisation de l'information doit donc faire référence au "regard" particulier qui a généré cette information par découpage et formation d'une tribu*, puis par assemblage des éléments découpés. Il nous semble cependant que dans la pratique, il nous faut surtout trouver dans cette approche théorique de l'information, une protection contre des extrapolations abusives. Sauf dans les cas particuliers du début du développement cognitif et à l'inverse dans la recherche théorique à la pointe du progrès épistémologique, la thèse d'une information bien définie dans un espace de probabilité pré-découpé et pré-organisé est approximativement acceptable. Cependant, la relativité de l'information à un découpage préalable de l'espace continu Ω

doit rester présente. C'est le cas dans les analyses de Pinson distinguant l'information liée et l'information transmise, et qui sont une approche d'une même réalité cognitive sous un angle légèrement différent, plus directement en rapport avec les préoccupations de l'épistémologie.

2.Information liée et Information transmise.

G. Pinson a proposé de distinguer deux formes d'informations, qu'il dénomme l'information liée et l'information transmise. Cela permet de ne pas totalement rejeter tout aspect de réalisme, tout en résolvant les questions soulevées par le réalisme traditionnel. Il y a en effet une confusion sur la nature de l'information, qui correspond en fait à une double réalité:

- l'information peut traduire un échange significatif entre deux systèmes dont l'un devient capable de réagir en fonction des propriétés de l'autre, et réciproquement. C'est ce que G. Pinson appelle l'information transmise. La nécessité de la mobilité de l'information devient en ce cas évidente.

- l'information peut décrire les arrangements internes d'un système, précisant à la fois la nature des éléments irréductibles, les relations structurales permanentes entre ces éléments et toutes les interactions variables dans le temps entre éléments et sous-systèmes. C'est ce que G. Pinson appelle l'information liée.

2.1. L'Information liée.

C 'est l'information supposée qui appartiendrait en propre à l'événement ou à l'objet rencontrés ; elle est donc définie indépendamment de tout observateur. Elle correspond assez bien à l'information objective du réalisme et aux propriétés nouménales de Kant. Mais ce type d'information est inanalysable et intransmissible, donc immédiatement inutilisable, puisqu'elle est conçue en indépendance du découpage d'un espace continu. L'information liée est donc continue dans toutes les dimensions de l'espace et du temps, et incommensurable aussi bien qu'inqualifiable. Elle est essentiellement virtuelle, simplement postulée, mythique, limitée en quelque sorte à l'affirmation que le réel est qualifiable dans ses régularités. Elle traduit avant tout une potentialité.

Si nous avons bien compris les analyses de G. Pinson, il nous semble que l'auteur considère l'information liée comme une "forme" qui pourrait être éprouvée de façon immédiate par un observateur intérieur; le caractère récursif de la conscience, "on pense que l'on pense...", en ferait le type même de l'observateur intérieur. Nous ne pouvons suivre G. Pinson sur ce plan. La conscience est une fenêtre étroite qui regarde "du dehors" et un à un, certains aspects ponctuels du fonctionnement cérébral immédiatement antérieur, à la façon dont l'unité centrale de traitement d'un ordinateur peut explorer la valeur présente d'une case mémoire signifiée antérieurement. La conscience est donc un observateur extérieur, condamnée elle aussi à construire un "modèle" du moi, à partir d'informations transmises qui sont seules à lui parvenir. L'observateur intérieur est donc obligatoirement mythique et l'information liée l'est aussi. Paul Valéry a bien décrit cette inconsistance de l'observateur interne en insistant sur le fait que la conscience est réductible à un fonctionnement (208).

Le recours à une information liée n'a donc pas d'intérêt direct en ce sens que cette information est essentiellement inaccessible. Tout au plus, l'information transmise, seule

connaissable, permet-elle de construire un modèle approximatif de l'information liée. Cependant, la notion d'information liée est intéressante en ce qu'elle définit l'enveloppe potentielle de toute l'information qui pourrait théoriquement être extraite d'un système. Cela permet de préciser les restrictions qui caractérisent en contraste les particularités de l'information transmise.

2.2. L'Information transmise.

C'est l'information utilisable et utilisée. Elle est un transfert de signification entre deux systèmes ou deux éléments d'un même système, ce qui implique qu'elle est mobilisable et significative pourl e système émetteur ou objet de connaissance, comme pour le système récepteur ou sujet de connaissance. Elle est bien définie, discrète, mais peut s'étendre dans plus d'une dimension d'espace. Elle ne préexiste pas et doit être élaborée par un système à partir d'une information liée
, par découpage et mobilisation. Il faut y ajouter cette propriété fondamentale que ne mentionne pas G. Pinson, qui est d'être spécifique à la fois d'un type d'émetteur et d'un type de récepteur, de caractériser la rencontre entre émetteur et récepteur. Il est remarquable que ces particularités sont à la fois implicites et "oubliées" dans toutes les théories analysant une information dite "objective".

Une théorie de l'information est en fait nécessairement une théorie de l'information transmise mais elle doit comprendre une explication du passage de l'information liée à l'information transmise.

2.3. Information transmise et Connaissance.

Avant d'analyser ce passage, une remarque essentielle s'impose. Le fait que l'information transmise n'ait pas d'existence première et qu'elle soit spécifique d'un émetteur et d'un récepteur, a une conséquence essentielle en épistémologie. L'information qui traduit la connaissance d'un objet de connaissance par un sujet est spécifique d'une relation fonctionnelle entre le sujet et l'objet. Cette information est donc habituellement différente de celle qui peut apparaître au niveau de l'objet en dehors de la relation de connaissance avec le sujet, notamment dans le fonctionnement interne. Ainsi l'information génétique contenue dans une chaîne d'A.D.N. n'est pas la même pour un pion de la machinerie intra-cellulaire qui entre en relation avec cette chaîne et pour l'expérimentateur biologiste. La différence d'information est particulièrement évidente au niveau des phénomènes quantiques et peut rendre compte de descriptions qui surprennent. Le quark, particule sub-atomique, se résume pour le physicien, aux résultats des expériences qui ont mis ce quark en évidence; cela n'exclut nullement une information de nature différente caractérisant les relations du quark avec d'autres particules en dehors de ces expériences, cela pour autant que le quark ait une existence. Le fait est encore plus évident en psychologie. Les informations que nous pouvons rassembler sur un individu, résument les relations directes et indirectes que nous avons eu avec lui; ces informations ont en fait peu à voir avec les informations concernant le fonctionnement interne de cet individu ou même les relations qu'il a pu avoir avec d'autres individus et que nous pouvons totalement ignorer. La distinction entre information liée et information transmise souligne à quel point, il est vain de définir la quantité d'information que représente un système. Il est tout aussi vain de penser que l'information que nous pouvons effectivement accumuler sur un objet, résume toutes les informations transmises qui peuvent provenir de cet objet.

On est donc conduit à une distinction essentielle entre deux types d'information transmise :

- l'information transmise qui apparaît dans la relation entre deux systèmes, deux éléments d'un même système, le tout extérieur au sujet qui observe et qui connaît. Cette information transmise est postulée, généralement inaccessible directement par le sujet connaisseur. Ce sujet peut tout au plus construire un modèle des systèmes observés, définir une information transmise dans la relation entre les systèmes modélisés et décider d'une équivalence des informations transmises ainsi définies avec des informations transmises réelles.

- l'information transmise qui apparaît dans la relation entre un sujet et un objet de connaissance, pour le sujet de connaissance. C'est cette information transmise qui est seule prise en compte dans l'analyse épistémologique.

Cette distinction revient à opposer l'information transmise existant entre systèmes extérieurs et la connaissance qu'un sujet peut avoir de cette information. Dans la pratique de l'analyse épistémologique, il n'est pas indispensable de toujours rappeler la distinction entre ces deux aspects de l'information transmise, et nous ne le ferrons qu'en cas de risque de confusion.

2.4. La Naissance de l'Information transmise.

L'étude de l'origine de l'information, qui se confond bien souvent avec la pédagogie a toujours été un problème central de la Philosophie. Mais très longtemps, toutes les hypothèses proposées reposaient sur l'acceptation du réalisme de natures. L'information "existait" dans l'environnement et devait simplement être recueillie. C'est l'idéalisme kantien qui introduisit pour la première fois une approche nouvelle. Alternative cohérente au réalisme, elle acceptait implicitement l'opposition entre l'information liée et l'information transmise dans une distinction entre noumène et phénomène ; les objets ont bien une réalité en eux-mêmes, nouménale, mais cette réalité est inaccessible et n'est donc pas source immédiate d'une information définie. L'information utilisable est restreinte à l'apparence phénoménale des objets, ce qui revient à dire, en termes plus systémiques, qu'elle est réduite aux effets perceptifs de l'objet de connaissance sur un sujet de connaissance. L'information phénoménale est synonyme de l'information transmise. Par ailleurs, selon Kant, les connaissances particulières propres à un objet proviennent de l'application de processus subjectifs universels, caractérisant l'esprit *a priori*, avant toute expérience sensible. Du moins si on se limite aux aspects cognitifs, l'information transmise est alors créée par le sujet de connaissance ; le "cogito" constatatif de Descartes devient le "cogito" constitutif de Kant. Ce dernier aurait donc accueilli avec faveur les analyses de R. Vallée et M. Mugur-Schachter traduisant en termes plus modernes l'activité constitutive du cogito constitutif kantien.

En tenant compte de tous les progrès qui ont marqué la réflexion humaine depuis Kant, un certain nombre de points peuvent être précisés, permettant de mieux définir les particularités de l'information transmise, de sa naissance comme de ses propriétés.

2.4.1. **L'influence des écrans d'Interface**.

La notion même de "signal" défini séparément de l'objet ou de l'événement qu'il signifie, suppose un écran d'interface, soit au niveau du seul récepteur, soit aux deux niveaux de l'émetteur et du récepteur. L'élaboration de l'information transmise consiste alors en un

codage d'une information liée pour la rendre significative et utilisable. Ce codage impose un découpage qui isole les éléments, et un regard particulier.

2.4.1.1. **L'interface émettrice**. Cette élaboration peut être le fait d'un système émetteur, rédigeant un "message" reproduisant certaines de ses particularités d'état ou de structure. Pour que l'information soit fidèle, il ne faut pas que l'émission du message entraîne elle-même une modification d'état ou de structure de l'émetteur. Il y a évidemment une limite à cette conservation de l'émetteur, limite exprimée notamment par le principe d'incertitude d'Heisenberg.

Cependant, une fois découpé, rendu mobilisable et émis, le message acquiert pour le récepteur, une valeur d'événement. Il est très rare que le message ait exactement la même signification pour le récepteur et pour l'émetteur. C'est le cas de la transmission d'une chaîne d'A.D.N. à partir d'un virus ou au cours de la transmission sexuée. Beaucoup plus souvent, il existe un certain écart de signification entre émetteur et récepteur, ce qui est source de dégénérescence (X-). C'est la situation du langage entre deux interlocuteurs. Enfin, ce qui parait un message à l'émetteur, peut être immédiatement dénué de significations pour d'autres récepteurs. C'est le cas notamment d'un message en langue étrangère et inconnue.

Dans la plupart des cas, le message doit donc être "assimilé" pour acquérir une signification propre au récepteur. La situation n'est donc pas fondamentalement différente de celle d'une assimilation directe à partir d'un événement brut.

2.4.1.2. **L'interface réceptrice**. Tout message, tout signal, toute information externe ne sont significatifs pour un système qu'au travers des modifications de l'écran d'interface qu'ils produisent. Il n'est pas possible de concevoir une information transmise et une connaissance qui ne soient pas relatives à une interface réceptrice. Pour le récepteur, le système actif, créateur de l'information transmise utilisable, est nécessairement l'organisme récepteur lui-même . Cette création ne peut être neutre. Elle est nécessairement marquée par les mécanismes mis en jeu par l'organisme récepteur lorsqu'il dérive une information transmise à partir de ce qui est initialement une information liée du message. Ce faisant, le système récepteur génère véritablement une information qui est une partie intégrante de lui-même , dans les particularités constitutionnelles et existentielles des systèmes d'interface. Selon l'expression de Paul Valéry, l'information "...n'est pas une entrée ou introduction de quelque chose extérieure, mais une intervention, c'est à dire une transformation interne permise par une modification externe, une variation dans l'état d'un système clos qui forme relais par rapport à un système séparé(208)". De ce fait, toute information transmise est nécessairement subjective et tout autant caractéristique des propriétés du système sujet de connaissance que de l'objet connu. L'information transmise traduit donc une rencontre "avec" un événement, "pour" ce système.

3. La nature de l'Information transmise.

L'idéalisme kantien est une bonne introduction. Il suppose implicitement la naissance de l'information transmise au cours de la encontre avec l'objet, par la dynamique du sujet. Implicitement aussi, l'information apparaît qualifier la rencontre elle-même plus qu'elle ne qualifie l'objet de connaissance. Comme le fait remarquer Heisenberg, l'homme a compris que la connaissance de la nature est en réalité une connaissance des effets de la nature sur lui-même .

En revanche, l'appel kantien à l'à priorisme dans l'activité de l'entendement pose beaucoup plus de problèmes. Le schéma devient difficilement généralisable à des organismes connaissant, autres que l'homme. L'acceptation *a priori* des propriétés subjectives assurant la connaissance est une démarche aussi arbitraire que celle du réalisme de natures acceptant *a priori* l'existence des idées. Cependant, il est aujourd'hui manifeste que les critiques formulées par Piaget à l'égard de l'idéalisme kantien ne sont pas aussi solidement établies qu'il le paraissait il y a une trentaine d'années. Si la formulation kantienne initiale est manifestement insuffisante, l'idée que dans sa nature, l'information transmise traduit des propriétés du système sujet de connaissance, mérite d'être très soigneusement explorée, dans le sens formulé par Helmholtz et F.A. Lange: l'a priori est confondu avec l'inné, l'espace et le temps sont des lois de l'organisation neuropsychologique innée de la perception, l'analyse de la nature de l'information se confond avec l'organisation biologique.

3.1. Le Sens de l'Apparence.

Mais pour aller plus loin dans l'analyse, il est important de revenir sur ce qui se cache sous le terme d'apparence de l'objet, postulé par l'idéalisme kantien. Démocrite supposait que toute connaissance sensible impliquait un contact physique avec l'objet. La notion même d'une information transmise élaborée par le sujet impose ce point de vue. Les mécanismes qui élaborent l'information étant internes au sujet, il faut bien que les données sur lesquelles s'effectue cette élaboration soient mises au contact de ces mécanismes. Nous savons aujourd'hui que l'objection faite par Aristote à Démocrite concernant la vision, ne vaut pas, que les "simulacres" d'Epicure correspondent à une réalité, que les photons émis par l'objet visible, assurent un contact physique tout aussi intense que celui d'une aiguille piquant la peau. La genèse de l'information transmise suppose donc une assimilation physique préalable des données extérieures. Cette assimilation a ses propres règles qui qualifie l'information naissante.

3.2. L'opposition entre Assimilation et Accommodation.

Une définition subjective de l'information conduit à se rapporter aux comportements des systèmes connaissant. Apparaît alors la dichotomie fondamentale introduite par J. Piaget qui recouvre l'opposition de l'assimilation et de l'accommodation. Se plaçant dans une perspective résolument utilitaire, Piaget oriente les relations d'un organisme et de son environnement vers une adaptation, ou autrement dit vers une rééquilibration des échanges entre organisme et environnement, après une perturbation dans l'environnement. Piaget souligne qu'il faut distinguer deux composantes dans l'adaptation.

L'organisme, dit-il est un cycle de processus qui s'engendrent les uns les autres; c'est du reste une définition avant la lettre de l'autopoièse*. Appelons a, b, c, … dit-il, les éléments de ce cycle interne et x, y, z…., des éléments du milieu ambiant. Le cycle des réactions peut s'écrire ainsi :

(a + x) ---> b; (b + y) ---> c; (c + z) ---> a, etc....

"Le rapport qui unit les éléments organisés internes a, b, c, aux éléments de milieu x, y, z, est donc une relation d'assimilation, c'est à dire que le fonctionnement de l'organisme ne détruit pas, mais conserve le cycle d'organisation et coordonne les données du milieu de

manière à les incorporer à ce cycle."

Supposons maintenant, dit Piaget, que dans le milieu, une variation se produise qui transforme x
en x'.. Ou bien l'organisme ne s'adapte pas et il y a rupture du cycle, ou bien il y a adaptation, ce qui signifie que le cycle organisé s'est modifié en se refermant sur lui-même :

(a + x)' ---> b'; (b' + y) ---> c; (c + z) ---> a, etc....

"Nous appelons accommodation, la transformation de b en b' qui traduit le résultat des pressions exercées par le milieu et qui rétablit un équilibre."

L'ensemble du processus, dit Piaget, peut consister en réactions chimiques lorsque l'organisme ingère des substances x ou x', qu'il transformera en substances b ou b', faisant partie de sa structure, soit en transformations physiques quelconques, soit enfin, en particulier, en comportements sensori-moteurs lorsqu'un cycle de mouvements corporels a, combinés avec des mouvements extérieurs x ou x' aboutissent à un résultat b ou b' entrant lui-même dans le cycle d'organisation.

"La définition s'applique aussi bien à l'intelligence elle-même qui est une assimilation dans la mesure où elle incorpore à ses cadres tout le donné de l'expérience. Que l'intelligence soit perceptivo-motrice en organisant des actes, ou qu'elle soit représentative en pensant ou construisant des formes intérieures, elle assimile les objets extérieurs au sujet. Mais la vie mentale est aussi accommodation au milieu ambiant car l'assimilation ne peut être pure et l'intelligence doit modifier les processus antérieurs existant pour les ajuster aux nouvelles données."

Ce schéma essentiel est universel. Il porte simultanément sur les aspects concrets et sur les informations qui permettent la mise en place des conduites. Mais la description piagétienne est d'abord un point de vue d'observateur et elle serait quelque peu artificielle du point de vue de l'information, si les cycles qui marquent l'assimilation et l'accommodation étaient confondus ou se suivaient de façon obligatoire. En pratique, nous avons vu que les systèmes autonomes performants comportaient des structures différentes pour l'identification des perturbations et les réponses aux perturbations. En ce sens, assimilation et accommodation apparaissent bien concrètement distincts. Mais plus encore, la qualité de l'adaptation exige si possible que l'identification soit définitivement établie avant que la réponse ne soit élaborée. La séparation du temps d'assimilation et du temps d'accommodation devient alors complète.

Ces données s'appliquent à l'information et il faut donc distinguer deux temps informatifs, celui de l'identification ou reconnaissance, celui de la signification ou valeur adaptative. Ces deux temps peuvent être confondus dans les aspects rudimentaires de l'adaptation mais ils sont effectivement distincts dans les formes évoluées de la connaissance.

3.2.1. **L'Information d'Assimilation**.

Un objet qui se présente dans le champ perceptif peut être identifié par référence à lui-même , c'est à dire simplement "reconnu". Il peut aussi être identifié par l'affirmation d'une équivalence avec d'autres objets connus. Dans l'un ou l'autre cas, les critères qui assurent l'identification définissent des particularités ou des indices mais ne permettent pas ipso facto

l'attribution de propriétés ou de significations. Nous pouvons reconnaître avec aisance un visage, sans pour autant être capable de préciser comment nous l'avons reconnu, mais plus encore, sans accorder une signification comportementale à la personne qui porte ce visage. La reconnaissance du visage de la mère est acquise dès les premières semaines de la vie alors que le conflit que présente l'enfant de trois ou quatre ans vient d'une signification encore très floue de ce que sa mère peut représenter pour lui.

3.2.2. **L'Information d'accommodation.**

Dans une perspective phénoménale, la signification d'un objet est liée aux démarches comportementales que le sujet doit effectué pour demeurer en état d'équilibre au contact de cet objet. La "signification" d'une bactérie pour tous les organismes biologiques qu'elle infecte, réside dans les anticorps capables de neutraliser cette bactérie. Seul le bactériologiste dépasse ce niveau de signification, mais prise individuellement, la bactérie n'est guère pour lui plus qu'un modèle. Piaget résume sous le nom d'accommodation, la capacité de monter une conduite adaptative signifiante au contact d'un objet. Signification devient connaissance réflexive de l'accommodation.

3.2.3. **L'Indépendance des Informations d'Assimilation et d'Accommodation.**

L'exemple de la réponse à une infestation par une bactérie souligne bien l'indépendance au moins relative entre identification et signification. Dans un premier temps de la réponse immunitaire, 'organisme "reconnaît" la présence d'une bactérie et d'une bactérie insolite ou dénuée de qualités propres immédiatement détectables. Ce temps d'identification semble bien lié à la seule présence de la bactérie et non à ses effets agressifs. Par la suite, il n'y a pas véritablement enrichissement du processus d'identification et l'organisme est probablement incapable d'établir par lui-même une signification de la bactérie en la reliant à la pathologie qu'elle provoque. En revanche, il y a élaboration indépendante d'une signification, par découverte de l'anticorps neutralisant.

L'information transmise est donc une information d'identification d'une part, une information de signification d'autre part. L'assimilation d'identification et l'accommodation de signification relèvent de mécanismes spécifiques propres au système créateur d'information transmise, et jouent un rôle fondamental dans la définition de cette information.

3.2.4. **La nature de l'Information d'Identification**.

Les conduites d'identification reposent d'une façon très générale sur l'existence des structures d'interface. Aux particularités du système d'interface, telles que nous les avons analysées (V-)correspondent les particularités de l'information transmise d'identification. L'information transmise d'identification est qualifiée essentiellement par les lois propres au système d'interface qui génère l'information. Par ailleurs, le mécanisme même d'une identification par modification d'interface explique que l'identification puisse se faire sans le moindre début de signification.

3.2.5.**La nature de l'Information de Signification**.

L'acquisition d'une signification ne peut reposer sur des critères objectifs. Dans sa nature comme dans son appréciation, la signification est utilitaire et propre au système qui la

génère. La référence de la signification ne réside pas dans les particularités de l'événement mais dans celles de la réponse comportementale efficace du système face à l'événement. Les particularités qui définissent une bactérie pour le système qu'elle agresse, sont ses effets pathologiques mais plus encore, les particularités de l'anticorps qui se montre capables de neutraliser la bactérie. Dans la signification également, l'unité d'information transmise se rapporte à un élément fonctionnel du système, mais dans un corpus de réponses, distinct du corpus d'identification.

4.L'élaboration dynamique de l'Information transmise et le Concept de la nature ternaire de l'Information.

La décharge d'un neurone produisant un bit unique et isolé d'information, est isolément pratiquement sans valeur. Ce point rejoint totalement les analyses de P. Demant et G. Pinson sur la nature ternaire de l'information. Pour ces auteurs que nous suivons totalement sur ce plan, toute information renvoie à une triple nature :
- une valeur physique dont la seule propriété essentielle sur le plan de l'identification est le caractère discret, bien défini et se prêtant à la mobilisation. Toute valeur physique peut porter toute information d'identification. En revanche, cette valeur physique a un sens beaucoup plus spécifique sur le plan de la signification.
- une référence spatiale et temporelle concernant la situation de l'information unitaire au sein d'un ensemble d'informations de même nature disposées dans un champ de n dimensions. Cette référence spatio-temporelle est évidemment à rapprocher des opérateurs de découpage et d'assemblage définissant et isolant les objets à la source de l'information.
- un contexte de règles, éventuellement arbitraires, qui assure notamment une liaison entre identification et signification et correspond au "regard" de l'observateur. Ces règles qui spécifient l'information, supposent sa mobilisation. Appliquer ou vérifier une règle portant sur un élément, c'est assimiler cet élément, le comparer à une référence ou à d'autres informations.

Les conséquences de cette conception de l'information sont multiples et rejoignent les résultats de l'analyse de l'information générée à partir d'un espace de probabilité continu ou quasi continu :
- si le découpage a été poussé très loin, l'élément isolé a une valeur physique mais a rarement une valeur informationnelle importante par lui-même . C'est alors en général la distribution spatio-temporelle de plusieurs éléments qui est créatrice d'information, distribution résultant d'opérateurs de groupement ou assemblage.
- une information n'a de valeur qu'en fonction de son contexte spatio-temporel, c'est à dire qu'elle est relative aux opérateurs de découpage et de groupement qui l'ont générée.
- l'information n'a de valeur qu'en relation avec une référence, celle-ci pouvant être un système global d'information imposant un "regard"; cela exige une mobilisation.

4.1. Une optimisation de la Théorie ternaire.

P. Demant était un ingénieur, G. Pinson est un physicien. La théorie ternaire de l'information a donc été décrite en dehors de soucis précis de psychologie ou même d'épistémologie. Il nous semble donc que quelques précisions sont souhaitables.

4.1.1. **Contexte implicite et Contexte explicite**.

Le contexte spatio-temporel évoque un contexte informatif sur un plan encore plus général. Toute information prend sa signification en fonction du corpus informatif global de l'émetteur et/ou du récepteur. Le résultat paradoxal est que l'utilisateur est le plus souvent conduit, pour analyser une information, à définir préalablement un corpus informatif plus restreint dont les caractéristiques spatio-temporelles forment un échantillon. Par exemple, l'information obtenue en sortant une boule d'une urne sera très différente selon que l'utilisateur admet que l'urne ne contient que des boules rouges et noires en quantité équivalente ou s'il ignore tout du contenu de l'urne. Le tirage d'une carte d'un jeu de cartes habituel n'apporte environ sept bits d'information qu'à la condition que l'utilisateur connaisse le jeu de cartes habituel et qu'il s'agisse bien d'un jeu de cartes habituel. Ainsi, le contexte de toute information est un contexte global de tout le corpus informatif, le plus souvent fractionné en un contexte explicite réduit mais évoquant un contexte implicite beaucoup plus étendu. Se retrouve l'opposition entre l'espace continu de probabilité et une partie découpée de cet espace.

4.1.2. **La Relation, référence de base**.

Il nous paraît également possible de définir une référence implicite et une référence explicite de l'information. La référence explicite de l'urne à boules rouges et noires peut être l'élection d'un nouveau membre dans un club très fermé. La référence explicite du jeu de cartes est l'ensemble des activités ludiques que permettent ce jeu. Mais ces références limitées sont elles-mêmes incluses dans des références implicites plus étendues et très habituellement hiérarchisées. L'élection au club fait elle-même référence à tout un tissu social. Le contexte le plus global est celui de l'ensemble des relations de l'émetteur et ou du récepteur avec leur environnement. Dans cette approche comme dans beaucoup d'autres, l'information apparaît caractériser essentiellement une relation subjective.

Ces propositions d'une extension des analyses de P. Demant et G. Pinson ne nous paraît rien supprimer de leur intérêt, et permet en revanche de souligner la similitude de ces analyses avec une approche probabiliste de l'information.

4.2. L'Exemple de l'Information génétique.

L'acquisition d'un sens par confrontation de données ponctuelles disposées dans l'espace et le temps est manifeste lors de l'élaboration des perceptions à partir des éléments ponctuels que constituent les décharges de neurones sensoriels (V-). Le mécanisme est néanmoins encore insuffisamment connu pour qu'on puisse y trouver un modèle général de l'intégration des distributions spatiales. L'analyse de l'information génétique (III-) est plus simple et fournit un exemple tout à fait suggestif o- se rejoignent tous les aspects décrits, tant dans la conception ternaire de l'information que dans l'approche probabiliste.

4.2.1. **La Genèse de l'Information génétique**.

L'unité d'information y est constituée par un nucléotide, ester phosphorique d'un nucléoside. Le nucléoside est formé par la liaison entre un sucre, ribose pour l'A.R.N. ou désoxyribose pour l'A.D.N., et une base purique ou pyrimidique. Comme il y a deux bases puriques possibles et deux bases pyrimidiques possibles, il y a 4 nucléotides A.R.N. différents et 4 nucléotides A.D.N.

Pris isolément, le nucléotide peut avoir une fonction propre, notamment sous forme cyclique, mais sa valeur informationnelle sur le plan génétique est nulle. Le sens apparaît lorsque se forme une séquence de trois nucléotides, par liaison chimique entre le radical phosphorique d'un nucléotide et le sucre d'un autre nucléotide. Il existe pour ces séquences de trois éléments une correspondance avec l'un des vingt acides aminés qui constituent les protéines, correspondance dégénérée puisque plusieurs séquences différentes d'A.D.N. ou d'A.R.N. peuvent correspondre au même acide aminé.

Le sens d'une séquence de trois nucléotides demeure limité puisqu'il spécifie simplement un acide aminé. En revanche, la liaison en chaîne de plusieurs séquences spécifie une suite d'acides aminés caractéristique d'un gène. Normalement, une séquence d'A.D.N. donne naissance à une séquence d'A.R.N. lui correspondant point à point, et c'est cette séquence d'A.R.N. qui établit une séquence d'acides aminés en informant une machinerie cellulaire. La chaîne d'acides aminés une fois constituée, prend spontanément une configuration tridimensionnelle stable et cette configuration suffit à attribuer une fonction enzymatique à la chaîne. Ainsi, le sens d'un nucléotide particulier ou celui d'un "mot" de trois nucléotides dépendent essentiellement de leur emplacement dans une chaîne séquentielle.

Ces processus sont très généraux en biologie et se retrouvent dans les systèmes artificiels. L'information de luminance concernant un point d'un écran de télévision a une valeur informative qui dépend fondamentalement de son emplacement sur l'écran. La valeur d'une lettre de l'alphabet dépend de son emplacement dans une phrase.

La lecture de l'information transmise se fait très habituellement de façon linéaire et séquentielle. Ce caractère est lié aux propriétés fonctionnelles du récepteur autant qu'à la distribution de l'information elle-même . Cette distribution n'est pas elle-même obligatoirement séquentielle. Le contexte explicite n'est même pas nécessairement ordonné dans l'espace. Un gène n'a une action définie qu'en fonction de l'ensemble des gènes avec lesquels il est associé sans que la séquence des gènes sur la chaîne d'A.D.N. n'intervienne nécessairement. Korsybski, dans une analyse du langage, montre que le mot est une "fonction paramétrée" qui n'acquiert sa pleine signification qu'au sein du discours entier, avec très habituellement la nécessité de récurrence. En un mot, si l'information transmise est habituellement lue de façon séquentielle, elle peut être distribuée de façon holographique, comme l'information liée. Ce fait accentue encore la dépendance de l'information ponctuelle par rapport à son contexte spatio-temporel.

4.2.2.**Information génétique et variations synchroniques d'information.**

Un grand intérêt de l'exemple génétique de l'information est d'y constater que l'information ne peut être considérée comme une valeur stable et indépendante des mécanismes qui l'utilisent. Si l'on tente de définir une information précise dans une chaîne d'A.D.N., cette information est principalement établie par la succession des nucléotides et paraît mesurable en première approche. En fait, cette mesure n'a pas de signification absolue comme l'ont montré un certain nombre de travaux récents :

- un segment d'A.D.N. peut, à un instant donné, être lisible ou au contraire bloqué vis à vis d'une lecture. Ce blocage peut porter sur une longue distance, au moins un gène, témoignant qu'à un instant donné, il existe dans une chaîne d'A.D.N., des gènes actifs et des gènes inactivés. Le blocage peut porter sur des portions courtes, expliquant le mécanisme de l'épissure qui saute la lecture de courts segments pour reconstituer différents A.R.N. à partir

d'un même segment d'A.D.N. Ainsi s'explique qu'un segment relativement court d'A.D.N. puisse générer les A.R.N. de quelques milliards d'anticorps différents.

- un segment d'A.R.N. peut être "édité", c'est à dire qu'une correction intervient sur la lecture des lettres A.D.N.; le segment d'A.R.N. qui naît est alors différent de ce que laissait supposer le segment A.D.N.

- un même gène peut avoir une action précise très différente selon l'organisme dans lequel il se trouve. Un même gène du chromosome Y assure, semble-t-il, la morphologie mâle de l'oiseau à partir d'un embryon indifférencié, et la morphologie mâle très différente du mammifère.

Il s'introduit ainsi une certaine dégénérescence (X-) puisqu'une même chaîne d'A.D.N. peut donner naissance à plusieurs A.R.N. différents ou à des morphologies différentes. Or, c'est le vécu antérieur de l'organisme, modifiant l'environnement de l'A.D.N. qui provoque un effet en retour et qui explique les différences de lecture ou d'effet. C'est donc l'information initiale qui est responsable de sa propre transformation ultérieure. Ainsi s'explique du reste qu'une même chaîne A.D.N. puisse gérer le développement initial de l'œuf, les différentiations cellulaires ultérieures et le fonctionnement d'une cellule spécialisée dans l'organisme achevé, comme un neurone.

4.2.3.**Information génétique et variations diachroniques d'information**.

Beaucoup plus intéressantes encore sont les variations diachroniques de l'information génétique au cours du développement. Il n'y a aucune comparaison possible, ni quantitative ni qualitative entre l'information contenue dans la chaîne d'A.D.N. de l'œuf et celle dont témoigne l'organisme développé ultérieurement à partir de cette seule information. Cela traduit une variation diachronique :

4.2.3.1. **L'information originelle**. Au départ, l'information caractéristique est une succession de nucléotides dont la seule signification est une succession d'acides aminés. Lorsque la chaîned'A.D.N. permet la mise en jeu de la machinerie cellulaire, l'information lue assure le renouvellement des constituants cellulaires.

- l'information contenue dans la chaîne d'A.D.N. a la valeur informative qu'on lui attribue, uniquement pour la machinerie cellulaire qui forme la chaîne d'acides aminés.

- l'information traduisant l'activité enzymatique d'une protéine n'était absolument pas présente en tant que telle dans la chaîne initiale. L'information initiale de trois nucléotides caractérisait un acide aminé sans décrire pour autant ses propriétés. Or, ce sont les propriétés de chaque acide aminé qui déterminent l'angle qu'il forme avec ses voisins, et donc la configuration tridimensionnelle finale de la chaîne. Il y a donc au cours de la lecture de la chaîne d'A.D.N. une transformation qualitative et quantitative de l'information. Cette transformation de l'information se poursuit tout au long de la différentiation cellulaire et du développement embryologique. On en a une démonstration particulièrement éclairante lorsqu'on sait qu'un gène unique, dit homéobox, détermine chez l'insecte, l'évolution d'un segment corporel vers la formation d'une aile bien constituée, ou d'une patte bien constituée, sans aucunement contenir une information d'aile ou de patte.

4.2.3.2. **L'évolution de l'information**. C'est un biais dans la lecture de l'information, provoqué par une modification du milieu cellulaire en réponse au vécu, qui provoque une multiplication de cellules pratiquement identiques, au moins chez les mammifères. Au nombre de cellules près, l'information liée de l'embryon aux premiers stades est encore presque identique à celle de l'œuf initial.

La différence de situation des cellules les unes par rapport aux autres ou un fractionnement différent de la substance initiale de 'œuf induit des lectures de l'A.D.N. différentes d'une cellule à l'autre, provoquant la formation d'un organisme associant des cellules différenciées. Le processus commence à être bien établi. La chaîned'A.D.N. est faite d'une succession de segments qui peuvent être ouverts ou fermés à la lecture. Ce sont les particularités de l'environnement qui déterminent les segments ouverts ou fermés. On peut ainsi définir une information initiale disponible, liée à la composition du milieu initial de l'œuf. Les transformations d'environnement dues aux premiers développements libèrent des produitsq ui ferment la lecture de certains des segments d'A.D.N. préalablement ouverts, et en ouvrent d'autres parmi ceux qui étaient préalablement fermés. L'information disponible est donc partiellement modifiée dans chaque cellule. Mais cette modification suffit à différencier l'activité de l'A.D.N. de chacune des cellules, ce qui aboutit à former des cellules différenciées. Il y a véritablement genèse d'une nouvelle information liée. Ensuite, les différences cellulaires élémentaires provoquent un jeu d'interactions différenciées qui multiplient à l'infini les différences entre cellules. Aucune comparaison n'est plus possible entre l'organisme entier et l'œuf qui lui a donné naissance.

Dans une perspective diachronique, l'information génétique évolue donc considérablement. Le processus est beaucoup plus général qu'on ne pourrait le penser et se reproduit à chaque fois qu'une structuration nouvelle apparaît sous l'action d'algorithmes mis en jeu par une information initiale. Il serait très abusif de dire que le point sur l'écran de télévision contient une partie de l'information contenue dans l'image finale. L'information initiale a servi au mécanisme de balayage électronique pour générer l'image et celle-ci fait apparaître une information nouvelle. Un point d'écran totalement défini à l'instant t par sa luminosité, sa couleur, son emplacement, peut générer aussi bien l'image d'un paysage que celle d'une speakerine. En définitive, la biologie ouvre à l'idée de portée apparemment universelle qu'une information utilisée pour moduler un mécanisme préexistant, se transforme spontanément sur le plan quantitatif et qualitatif.

4.2.4**. L'action de restriction comportementale de l'information génétique.**

L'analyse de l'information génétique montre que la chaîne d'A.D.N. n'apprend pas à la machinerie cellulaire comment faire une liaison peptidique pour former des protéines. Même si la présence d'un A.R.N. messager quelconque, dérivé d'un segment d'A.D.N. quelconque, est probablement indispensable à la liaison peptitidique, ce n'est pas là que réside sa portée informationnelle fondamentale. L'essentiel de l'information génétique n'est pas de permettre une liaison peptidique quelconque mais bien d'imposer une liaison peptidique particulière. L'information ainsi donnée est considérable. Si nous considérons unechaîne protidique relativement courte d'environ 50 acides aminés, un segment d'A.D.N. imposera une chaîne particulière parmi les 20^{50} chaînes différentes possibles. Il est donc cohérent de considérer d'une part, une machinerie cellulaire qui sait effectuer n'importe quelle liaison peptidique entre deux des vingt acides aminés, et d'autre part, une information génétique dont le sens est de restreindre les possibilités de la machinerie à une liaison particulière parmi les liaisons

possibles. La biologie ouvre donc également à l'idée qu'une information agit en restreignant la variété des comportements exprimés.

4.3. La construction des Structures Informationnelles.

La nature ternaire de l'information conduit à opposer un nombre limité de types distincts d'éléments informatiques unitaires de faible valeur et des combinaisons de ces éléments, en nombre quasi infini et à valeur informative beaucoup plus grande. Mais la question se pose de l'origine de ces combinaisons. Pour conserver leur valeur informative, ces combinaisons ne peuvent être spontanées. Ainsi, en matière de programme génétique, la liaison entre deux nucléotides est hautement endergonique et n'a heureusement pratiquement aucune chance de se produire spontanément. Mais du même coup, l'apparition d'une combinaison est encore plus difficile à expliquer.

Un double problème se pose alors, celui de l'origine des combinaisons mais aussi celui de leur utilisation. Si le nombre des éléments constitutifs différents d'une combinaison s'élève, le nombre des combinaisons possibles s'accroît beaucoup plus vite. La genèse des combinaisons devient vite complexe et l'essai effectif de toutes les combinaisons possibles pour assurer une structure informative ne peut être envisagé.

4.3.1. **La solution du Dictionnaire fermé**.

Une solution possible serait celle de l'existence d'un catalogue constitutionnel et fini de combinaisons utiles, offrant modèle ou référence pour l'activité d'une machinerie. Toute l'information utilisable par un système serait définie avec la formation du système et le seul temps utilitaire d'information serait une stricte sélection. Chacune des combinaisons du catalogue pourrait être reproduite indéfiniment par duplication pour l'usage. Il s'agirait en quelque sorte d'un espace de probabilité parfaitement discontinu, associant découpages et groupement à plusieurs niveaux hiérarchiques mais à opérateurs stables dans le temps.

Cela ne fait cependant que repousser l'explication ontogénétique par le renvoi à une construction phylogénétique antérieure du catalogue, réglant découpages et groupements. Par ailleurs, un catalogue inné pose lui-même problème :
- s'il est limité en variété, sa mise en place est aisé mais il risque de se révéler insuffisant pour une analyse cognitive efficace.
- s'il est très étendu pour couvrir toutes les éventualités d'adaptation, sa mise en place est inutilement complexe; la plupart des combinaisons, ne correspondant pas à une occasion comportementale, sont inutiles.

Nous retrouvons donc les problème s étudiés dans le cadre du mode sélectif d'acquisition des connaissances (VI-).

4.3.2. **Le Catalogue ouvert**.

La solution, régulièrement constatée dans les organismes biologiques, est celle d'un catalogue constitutionnel de combinaisons limité, mais qui peut s'enrichir par intégration de combinaisons nouvelles :
- acquises au contact de l'environnement effectivement rencontré et donc spécifiques de cet environnement.
- dérivées par modifications ponctuelles de configurations innées ou de configurations acquises antérieurement.

Cela suppose donc que les opérateurs de découpage et de groupement évoluent dans le temps.

Par ailleurs, cet enrichissement du catalogue ne se limite pas à une dynamique individuelle. Si un catalogue individuel ainsi enrichi est dupliqué, une lignée phylogénétique peut donner naissance à des combinaisons nouvelles nombreuses et complexes que l'expérience d'un seul individu n'aurait su permettre.

4.3.3. **Le développement du Catalogue ouvert**.

Le point de départ de l'enrichissement comporte nécessairement un catalogue pré-existant puisque toute nouvelle combinaison se conçoit uniquement comme une modification d'une combinaison existante. Tout système utilisant l'information doit donc disposer d'un catalogue élémentaire constitutionnel. Soit d'emblée, soit par construction apprise, ce catalogue est généralement fortement structuré par emboîtements hiérarchisés, et en fonction de nombreux critères distincts. L'emploi du catalogue est ainsi grandement facilité (IX-).

Devant toute rencontre d'un événement, les combinaisons existant dans le catalogue sont essayées pour identification et signification. Les essais ne sont probablement pas organisés de façon purement séquentielle mais orientés par celles des particularités de l'événement qui sont immédiatement identifiées et signifiées, autrement dit par une assimilation du connu existant au sein de l'inconnu. Si l'ajustement entre l'événement et les combinaisons qui paraissent lui correspondre apparaît insuffisant aux yeux du récepteur, les combinaisons sont ponctuellement modifiées jusqu'à obtenir le taux d'ajustement souhaité. La combinaison modifiée peut être pérennisée et intégrée au catalogue existant. C'est la réaction circulaire qui apparaît.

Comme Piaget l'a souligné, ce mécanisme ne se limite pas à la simple adjonction d'une combinaison nouvelle au catalogue. La modification de cette combinaison implique un processus d'analyse qui aboutit à une meilleure connaissance de sa construction, avec trois résultats :
- la combinaison étant partie intégrante du récepteur, son analyse aboutit à un complément d'information sur soi. Le développement du catalogue est à la fois un progrès dans la connaissance de l'environnement et celle du moi, ce qui se traduit par une évolution récursive du "regard".
- les combinaisons analysées sont plus facilement dissociées en leurs constituants, combinées à d'autres, mobilisées, ce qui permet de nouveaux découpages et groupements, plus efficaces que les anciens.
- la structuration du catalogue peut être optimisée au fur et à mesure de son enrichissement.
Ces notions ont été évoquées dans l'approche du développement cognitif(VII-), et soulignent que l'information dont dispose un individu évolue spontanément vers l'enrichissement.

5. Le Sens de l'Information transmise.

Le réalisme considère que l'information est descriptive d'un objet. Il nous semble que ce point de vue réaliste a été renforcé par la façon dont information et néguentropie* ont été rapprochées selon un principe d'équivalence. On pourrait penser inversement qu'un réalisme accepté implicitement a dicté le rapprochement rigide entre information et néguentropie.

5.1. Information transmise et Néguentropie*.

C'est vers les années trente que fut proposée une équivalence entre l'information et la diminution d'entropie. Il est de fait qu'à la suite de l'interprétation de la seconde loi de la thermodynamique par Boltzmann, le gain d'entropie fut considéré non seulement comme une tendance spontanée mais aussi comme une évolution vers un plus grand désordre. L'évolution inverse du désordre vers l'ordre, néguentropique*, devait donc exiger des instructions, c'est à dire de l'information.

5.1.1. **Le Démon de Maxwell**.

Maxwell avait déjà proposé une relation approximative entre l'information et l'entropie. Il envisageait une enceinte contenant des molécules, les unes rapides et les autres lentes. Un orifice très étroit fait communiquer cette enceinte avec une autre initialement vide. Les molécules rapides et lentes vont traverser l'orifice de façon aléatoire et se répartir également entre les deux enceintes. Maxwell supposa alors la présence d'un "démon" au niveau de l'orifice qui pouvait apprécier la vitesse des molécules et qui disposait d'un clapet pour ouvrir ou fermer l'orifice de communication. Ce démon décidait de laisser passer dans un seul sens, les seules molécules rapides au travers de l'orifice. Plus ou moins vite, l'une des enceintes contiendra uniquement des molécules lentes, la seconde uniquement des molécules rapides. Le résultat final est apparemment une création d'ordre, et correspond certainement à une diminution d'entropie.

En 1929, Silzard remarqua que le démon mettait en jeu une information pour distinguer les molécules rapides des molécules lentes et que l'information utilisée était équivalente à la diminution d'entropie. Cela fut le point de départ d'une mise en correspondance directe entre la quantité d'information contenue dans un système et l'entropie de ce système. Il fut même calculé qu'il fallait 10^{23} bits d'information pour réduire l'entropie d'un système d'une calorie par mole de gaz et par degré. Il semblait donc possible de donner une définition objective de l'information.

En fait, le calcul n'est valable que pour l'expérience supposée :

- si le démon est remplacé par un dispositif de mesure réel, même en admettant un rendement idéal, on s'aperçoit que ce dispositif doit consommer de l'énergie, notamment pour être réarmé à chaque fois qu'il a détecté une molécule rapide. Il a pu être calculé que cette consommation d'énergie se traduit par un gain d'entropie exactement égal en situation idéale à la diminution d'entropie obtenue (014).L'ensemble du dispositif est donc idéalement stable sur le plan entropique et il ne peut plus être fait de correspondance entre l'information et la néguentropie.

- les calculs effectués révèlent effectivement la valeur énergétique optimale, c'est à dire la plus faible possible, pour obtenir un bit d'information mais cela ne vaut que pour l'expérience considérée. C'est du reste l'opinion émise par L. Brillouin dans un ouvrage particulièrement remarquable (027).

Au total, il y a bien une relation entre l'information et la diminution d'entropie* mais il n'y a guère de sens à établir une même correspondance quantitative en toutes circonstances.

5.1.2. **Néguentropie* et Chlorophylle**.

L. Brillouin donne de nombreux exemples pour montrer que la relation entre l'information et la néguentropie n'est pas quantitativement définie de façon universelle ou stable. Nous voudrions proposer un autre exemple, plus directement en rapport avec le fonctionnement biologique. La réaction néguentropique fondamentale de la vie est celle qui implique la captation du rayonnement solaire par la chlorophylle pour exciter un électron. Cette réaction n'implique aucune information au moment où elle se produit, si ce n'est la présence effective du rayonnement. Or beaucoup d'autres éléments informatifs sont présents, qu'il faut donc rechercher en amont et en aval de la réaction chlorophyllienne.

- en amont, il s'agit évidemment de la synthèse de la chlorophylle. Or cette synthèse peut être obtenue de différentes façons avec des bilans entropiques variés. Par ailleurs, la chlorophylle n'est pas consommée dans la captation du rayonnement. Une même molécule de chlorophylle peut exciter un nombre indéterminé d'électrons, ce qui rend impossible une correspondance quantitative entre l'information que traduit la molécule de chlorophylle et la diminution d'entropie qui peut en résulter.

- en aval, la néguentropie* produite dépend essentiellement de la présence au contact de la chlorophylle, d'acide adénosinediphosphorique (ADP) et d'un radical phosphorique. Si ces corps sont présents, la néguentropie* produite est maximale; elle est généralement nulle dans le cas contraire. La liaison entre une molécule d'ADP et un radical phosphorique est très néguentropique, mais son utilisation ultérieure traduit un bilan entropique variable. Le gain d'ordre est très important si la réaction sert à une liaison peptidique qui est la base de l'ordre biologique. Le gain d'ordre est beaucoup plus limité si la réaction est utilisée pour synthétiser du glucose à partir de gaz carbonique et d'eau. En ce cas, le bilan entropique dépend de la façon dont l'énergie contenue dans la molécule de glucose est ensuite utilisée.

En définitive, il apparaît bien une liaison qualitative entre la diminution d'entropie, l'information et le gain d'ordre mais cette liaison ne saurait être quantitativement universelle. Elle en fait toujours reliée à l'émetteur d'information et au récepteur d'information. L'analyse physique rejoint donc l'analyse épistémologique pour invalider la notion d'information définie objectivement.

5.2. L'Information relative.

L'analyse physique aussi bien que le rejet du réalisme strict oblige donc à ouvrir la question du sens de l'information. L'analyse d'un programme d'ordinateur offre une possibilité d'explication en révélant une constitution double :
- des algorithmes dont le fonctionnement est défini mais dont le résultat dépend de paramètres variables.
- des données ou variables orientant le fonctionnement des algorithmes vers un résultat particulier.
Ainsi, se retrouve sur un plan très concret, ce que nous a suggéré plus haut une réflexion sur la nature de l'information.

C'est donc ce point qui nous parait caractériser au mieux une information existante : donnée pouvant moduler de façon spécifique le déroulement d'un algorithme pré-existant. On pourrait arguer d'un autre aspect de l'information, celui d'une description des algorithmes. Il s'agirait alors d'une illusion car l'information se ramènerait encore à des données modulant le fonctionnement d'algorithmes primaires dont le résultat serait justement la genèse des algorithmes considérés.

Une information est donc une donnée modulant le fonctionnement d'un mécanisme pré-existant dans le récepteur. Elle est donc relative au récepteur.
Ce point de vue issu du fonctionnement des ordinateurs est généralisable. Un mécanisme biologique connu, celui du développement embryologique, semble bien le prouver. La chaîne d'A.D.N. se réduit à un ensemble de données statiques, sans valeur informative propre, mais capable de moduler très précisément toute une machinerie enzymatique pré-existante. Comme nous venons de le voir, le fait que le résultat de la genèse puisse être le renouvellement ou l'extension de cette machinerie ne modifie en rien l'analyse. Il y a donc bien concordance entre l'approche théorique, l'approche informatique et l'approche biologique pour attribuer son sens profond à toute information.

Nous pouvons encore remarquer que dans un système allonomique, régi par le mode instructif (VI-) de fonctionnement, la nature physique de l'information est distincte du système; c'est le cas pour l'ordinateur qui nous a servi d'exemple. Au contraire dans un système autonome, régi par le mode sélectif, l'information et le système sont de même nature, l'information est partie intégrante du système. La relativité au système est encore plus nette.

Ces points de vue sont manifestement généralisables à tout système cognitif et notamment à la connaissance humaine. L'information est une donnée venant moduler un mécanisme existant préalablement et indépendamment de l'information considérée. Une date d'histoire n'a de signification que par rapport à une chronologie établie antérieurement. Cependant, comme nous le voyons plus loin, les connaissances humaines s'inscrivent dans une succession d'étapes qui rendent moins visibles la distinction entre donnée et algorithme.

Cette véritable redéfinition de l'information devrait avoir des conséquences théoriques importantes :

- l'information transmise apparaît bien sous forme concrète, indépendante et identifiable, et se prête au traitement d'analyse de la transmission correspondant aux travaux de Shannon. Ce n'est pas seulement la partie "données" d'un programme en langage pascal, c'est aussi une chaîne d'A.D.N., les instructions écrites transmises à un architecte, un projet de budget national. Les réflexions théoriques que nous avons faites sur la nécessité de découpage et de groupement, la relativité à un "regard particulier" ne contredisent en rien la réalité du troisième monde* de K. Popper, et la forme cristallisée de ces informations.

- mais le contenu d'information fait obligatoirement référence aux algorithmes, processus, systèmes actifs auxquels l'information est destinée. Une même structure physique aura une valeur d'information différente selon le système auquel elle est destinée et n'aura de valeur d'information qu'en fonction de cette destination.

- fonctionnellement, l'information est indissociable du résultat de l'action des systèmes qu'elle met en jeu. Or ce résultat est "ouvert" puisqu'il dépend de la durée d'activité du système et de l'environnement sur lequel agit le système. L'information, souvent définissable statiquement, s'intègre dynamiquement sur le plan fonctionnel dans une suite d'événements qui est très habituellement créatrice d'information liée, et peut être créatrice d'information transmise.

Dans des conditions favorables comme celles du développement embryologique ou du développement cognitif ontogénétique humain, ces créations peuvent être considérables et

elles sont prédictibles dans la mesure ou l'environnement est lui aussi défini. Cela devient alors une question de principe d'affirmer si oui ou non, le système original contenait toute l'information transmise nécessaire à son évolution ultérieure.

5.3. L'action comportementale restrictive de l'information.

Nous pouvons rapprocher cette description de l'information et le mode sélectif d'apprentissage (VI-) qui s'applique évidemment à la transmission de l'information. Celle-ci n'apparaît pas alors comme une instruction définissant une action et l'imposant, mais comme une donnée permettant la sélection d'une action déjà définie au sein de l'organisme. En quelque sorte, l'organisme autonome qui reçoit une information était déjà capable potentiellement au moins, d'effectuer un nombre considérable de comportements possibles et l'information réduira cette variété de possibles à une seule action.

On peut remarquer qu'une telle approche rejoint totalement les descriptions de Shannon si le message n'est pas considéré pour lui-même mais en fonction d'un émetteur ou d'un récepteur. Considérons un joueur de poker qui a quatre cartes en main et qui doit en tirer une cinquième. Ce tirage fournit environ 5 bits et demi d'information et peut être décrit sous cette forme. Mais en pratique la signification du tirage est d'orienter le joueur vers un comportement particulier parmi les différents comportements possibles, selon que lacinquième carte le laisse avec deux paires, lui fournit un brelan, complète un full ou un carré. L'information restreint donc bien l'enveloppe des comportements attendus.

En définitive, l'exploration biologique de l'information conduit à plusieurs conclusions :
- elle est tout à fait en accord avec la notion théorique qui veut que l'information dépende d'un découpage préalable d'un espace continu de probabilité.
- elle confirme le bien fondé de la distinction entre l'information liée et l'information transmise, celui de la nature ternaire de l'information.
- elle souligne que l'information ne peut caractériser indépendamment un sujet ou un objet que de façon hypothétique et secondaire, qu'elle traduit en fait avant tout la relation entre le sujet et l'objet.
- elle montre que l'information est essentiellement une donnée capable d'orienter dans un sens défini, le fonctionnement d'un algorithme, d'une machinerie pré-existante au sein du récepteur, assurant une restriction des expressions comportementales.
- elle conduit à envisager systématiquement les effets de la mise enjeu des algorithmes auxquels sont adjoints les informations.
- elle marque la distinction fondamentale entre :

a) un corpus informationnel constitutionnel, point de départ obligé

b) un gain d'information par extension de ce corpus aux circonstances et surtout aux régularités d'environnement effectivement rencontrées.

5.4. La Variation de l'Information transmise.

L'une des conséquences essentielles de l'introduction de la notion d'information transmise et de ses propriétés, est un constat de la variation possible et même habituelle de l'information au cours de son utilisation, à la fois en termes de quantité d'information et de signification. Si l'information est utilisée dans le cadre de processus entropiques, il se produit une perte d'information transmise. Ainsi, la "mort" d'un organisme se traduit par la disparition de toute l'information transmise qu'il contenait. Inversement, les processus néguentropiques accroissent très souvent la quantité d'information. Par ailleurs, ces processus modifient

généralement la signification de l'information chaque fois que des structurations nouvelles apparaissent. Il est donc tout à fait vain de comptabiliser une information en début et fin d'un processus, il est cohérent de voir s'accroître l'information ou de voir apparaître des changements de signification. Le fait, évident nous l'avons vu au niveau de l'information génétique, nous semble tout à fait généralisable.

C'est encore la relativité de l'information qui explique ce phénomène qui peut paraître à première vue surprenant. Si l'information contenue dans un message et agissant sur des algorithmes, modifie la structure de l'organisme et par là même les algorithmes, la signification de l'information se trouve modifiée du même coup.
Ainsi, dans le cas de l'information génétique, le message de l'A.D.N. évolue en raison même des lectures précédentes.

5.5. Les actions récursives sur l'information initiale.

Ces différentes réflexions sur le sens de l'information devrait nous permettre de donner une réponse à une question insoluble dans le cadre traditionnel de l'information descriptive et objective: comment l'information très limitée contenue dans l'œuf initial peut-elle aboutir presque toujours à un résultat prédictible qui ne peut être décrit qu'avec une quantité d'information sans commune mesure avec celle contenue dans l'œuf initial ?

Une première remarque s'impose. Si l'information issue de l'environnement est un ensemble de données modulant un algorithme, cette information se trouve obligatoirement confrontée aux transformations effectuées sur l'environnement par l'activité de l'algorithme. Alors que dans une conception descriptive de l'information, il y aurait une correspondance entre l'information initiale et les transformations de l'environnement, cela n'a plus lieu d'être systématique en cas d'informations fonctionnelles. Le message "Larguez les bombes" ne décrit nullement les effets destructeurs des bombes. Par ailleurs, comme nous l'avons vu à propos de l'activité de la chlorophylle, un système bien défini sur le plan de l'information initiale produit une transformation de l'environnement et donc une information descriptive ou fonctionnelle, variable et proportionnelle au temps.

Considérons maintenant ce qui va se passer si l'environnement est confiné dans l'espace ou contient une quantité limitée du substrat sur lequel agit l'algorithme. L'action prolongée de l'algorithme va tôt ou tard modifier la constitution de l'environnement. Supposons maintenant que l'information initiale dépende de l'environnement : la mise en jeu de l'algorithme modulé par l'information produit des effets qui modifient cette information.

Remarquons alors que ce processus universel s'applique fort bien à une boucle de rétro-action négative. Une information adressée à une machine produit un effet sur l'environnement qui revient à agir sur l'information initiale en la modifiant. Mais dans le cas simple et classique de la boucle de régulation, cette modification de l'information s'auto-compense et le résultat final est l'addition au signal d'entrée de petites oscillations qui ne modifient pas profondément ce signal. De même , en cas de rétro-action positive, il survient une explosion finale au cours de laquelle le problème de l'information et de ses transformations est négligeable. Mais nous avons vu (II-) que l'intérêt devait se porter sur des boucles de rétro-action modulables par des effets extérieurs complémentaires. En ce cas, la situation devient beaucoup plus complexe. Un facteur agissant sur cette boucle ouverte de rétro-action fixe l'activité du processus à un niveau variable, déterminant un état stationnaire de non équilibre. A une modification de ce facteur va correspondre un changement d'état

stationnaire. Il suffit alors d'envisager ce qui va se passer si la boucle de rétro-action ouverte est sensible à l'environnement et notamment aux modifications de l'environnement provoquées par la mise en jeu d'un algorithme modulé par une information initiale. Une suite illimitée d'états stationnaires différents peut s'en suivre. Mais si nous considérons maintenant les effets cumulés de cette succession d'états stationnaires sur l'environnement, le résultat peut être d'une richesse et d'une nature sans commune mesure avec l'information initiale.

Remarquons que cet enrichissement peut apparaître prédéterminé aux yeux de l'observateur, et pourtant non inscrit dans le système initial. C'est la stricte définition conjointe de l'information initiale et de l'environnement qui explique une évolution prévisible. Mais pour se convaincre qu'il y a bien nouveauté, envisageons un démon à l'intérieur du système, qui soit charger de rechercher l'état stationnaire optimal, compte tenu de la nature de l'environnement. Ce démon présenterait une suite de décisions qui lui paraîtraient non markoviennes puisqu'il ne pourrait prendre chacune des décisions qu'après analyse des conséquences de la décision précédente. Ce démon assurerait pourtant correctement le développement embryologique sans aucun plan initial, " par un enchaînement de décisions où chacune est rendue nécessaire par l'ensemble des précédentes sans être contenue d'avance dans un plan initial".

Bien que nous n'ayons pas la compétence nécessaire pour définir les différentes quantités d'information en jeu, il parait bien difficile de nier un gain d'information au cours du développement embryologique. C'est même impossible sur le plan de l'information liée ou descriptive qui a pu s'accroître dans d'énormes proportions. Mais nous ne pensons pas qu'on puisse dire que l'information transmise est restée stable. L'affirmer conduirait également à nier un gain d'information transmise au cours du développement cognitif ontogénétique. N'oublions pas en effet que la théorie de l'autonomie récuse l'intégration d'informations extérieures et limite à la sélection, donc à la meilleure information du sujet par lui-même , tout le gain cognitif. Il deviendrait même difficile d'affirmer un gain d'information transmise dans le progrès scientifique et culturel qui relève d'une dynamique identique à celle du développement embryologique.

Le mécanisme du développement embryologique est en effet celui-là même qui traduit le processus universel de réflexion sur l'action dans la réaction circulaire et ensuite de mémorisation. Le vécu agi par le système entraîne une modification des conditions d'environnement dans un espace confiné et de ce fait, l'ajustement du déroulement des algorithmes aux conditions d'environnement n'est plus optimal. Survient alors un processus d'assimilation de ce changement de conditions. L'accommodation s'ensuit et elle s'effectue en modifiant de façon durable certaines des variables réglant le jeu des algorithmes et permettant une nouvelle optimisation. C'est le principe même de la réflexion et de la mémorisation dans un système autonome.

Il y a là un effet de récursivité de l'information sur elle-même, à la fois essentiel et en même temps totalement négligé dans les théories classiques de l'information. On peut alors souligner la tendance à une modification de l'information initiale chaque fois qu'un algorithme assimile les effets de sa propre action. Mais il y a plus car il y a également un gain d'information : l'effet accumulé de l'algorithme sur un environnement défini n'était pas inscrit dans le corpus initial d'information et vient donc s'ajouter à l'information initiale.

Concernant la chaîne d'A.D.N. elle-même , l'effet essentiel est une modification de l'information initiale lorsqu'on considère le système support d'information proprement dit. Des portions d'A.D.N. fermées initialement à la lecture s'ouvrent et d'autres portions préalablement ouvertes, se ferment. Dans l'environnement de la chaîne A.D.N. en revanche, l'effet principal est celui d'une accumulation d'effets différenciés et donc d'information liée: l'action des algorithmes modifiés vient s'ajouter aux transformations antérieures. Ce schéma est universel et s'applique totalement au développement cognitif ontogénétique ou à l'évolution des cultures.

5.6. Information et théorie sélective.

Si la récursivité et la prise en compte des effets de l'information agissante modifient profondément la notion même d'information, il nous semble qu'un autre point devrait tout autant bouleverser les conceptions classiques, et c'est celui du mode sélectif de formation des connaissance, seul conciliable avec une théorie de l'autonomie.

Le schéma classique considère l'existence d'une information objective présente dans l'environnement et le gain d'information que traduisent les connaissances apprises est réduit à l'assimilation par l'organisme d'une information qui préexistait dans le milieu. Or nous refusons totalement cette description qui invoque le mode instructif de formation des connaissances. Nous récusons tout autant l'idée d'un complément d'information qui serait introduit sous forme de bruit. La seule description possible est alors celle de la création d'une information transmise obtenue en générant une nouvelle "façon d'exister" par mise en relation nouvelle d'éléments constitutionnels. L'auto-organisation renvoie donc au mode sélectif d'acquisition des connaissance et à la création d'information transmise. C'est encore la même notion d'une information qui s'accroît en se nourrissant à partir d'elle-même .

5.7. Information descriptive et information fonctionnelle.

De nombreux éléments ont conduit à accorder une valeur descriptive à l'information. Il est de fait qu'un texte écrit rapportant les lettres de bases puriques ou pyrimidiques du gène de l'insuline est descriptif. Mais inversement, l'information concrète du même segment d'A.D.N. est une information fonctionnelle et non descriptive pour la machinerie cellulaire. Il nous semble qu'il y a eu très souvent une confusion entre l'information descriptive et l'information fonctionnelle. Lorsque vers les années cinquante, Dancoff, Quastler et Morowitz (005) ont tenté de calculer l'information contenue dans une cellule, il s'agissait d'une information descriptive permettant par exemple de souligner les différences entre deux cellules, mais ne donnant pas évidemment le moyen de construire ces cellules. Des estimations de la quantité d'information, allant selon le mode d'approche et la précision de 10^5 à 10^{28} démontrent bien ce caractère purement descriptif.

Pour éviter des confusions dangereuses, il est donc important de préciser l'emploi de l'information transmise :
- l'information fonctionnelle qui module un comportement dans la relation entre un système et son environnement ou entre deux systèmes.
- l'information descriptive qui spécifie un objet de connaissance pour un sujet de connaissance, sans but fonctionnel immédiat. Elle peut être une méta-information lorsqu'elle est en fait la description d'une information fonctionnelle comme dans le cas de l'analyse cognitive de l'A.D.N.

Cette dichotomie doit cependant conserver un aspect utilitaire. L'information descriptive n'est pas objective. Elle est caractéristique du sujet de connaissance, "à la mesure de l'homme et à son seul usage". La description est un processus dynamique, se déroulant dans le temps, vécue par le sujet. Nous avons souligné déjà que nous acceptions les conclusions de Reichenbach postulant une théorie fonctionnelle de la connaissance. Piaget insiste sur le fait qu'une description est un modèle intérieur vécu par le sujet. L'information descriptive est donc en fait une forme particulière d'information fonctionnelle, permettant et reflétant l'activité mentale intériorisée, et indissociable des comportements qu'elle permet.

6. L'Information et les Connaissances humaines.

Nous avons tenté une analyse théorique de l'information en respectant conjointement plusieurs points de vue qui ne s'allient pas forcément :
- une approche théorique conforme à une théorie généralisée des probabilités, considérant un espace continu dont l'étude impose des opérateurs de découpage délimitant une tribu*, des opérateurs de groupement définissant des configurations, et un regard particulier qualifiant l'objet découpé.
- une approche biologique qui tienne compte de l'action dynamique de l'information au sein des organismes.
- une approche épistémologique o- l'information alimente un système de connaissances apprises, propres à un sujet.

Il nous reste à assurer le passage allant d'une approche universelle de l'information, théoriquement applicable à tout système, à l'information spécifiquement humaine. Il ne nous semble pas que l'appel au logos puisse éclairer ce passage, bien au contraire. A moins d'une adhésion *a priori* au réalisme philosophique, le logos paraît conventionnel et second. Il se réduit au simple étiquetage de mécanismes plus profonds et cela vaut tout autant pour l'information(XII).

6.1. L'Information perceptivo-motrice.

La référence fondamentale et initiale de l'information humaine est celle d'une information perceptivo-motrice, dont le recueil est pratiquement organisé à la naissance et qui est seule présente initialement. Un événement, un objet font naître au niveau de l'interface sensorielle une information transmise, sous forme discrète. Des mécanismes perceptifs innés combinent ces éléments discrets selon des critères et des fréquences spatiales différentes, faisant naître une valeur informative. Le catalogue inné de conduites permet d'associer de façon automatique et contraignante une signification à une combinaison d'identification, ce dont découle un comportement. L'information transmise à ce stade est particulière au système perceptif et ne peut être transférée en tant que telle à d'autres régions cérébrales, à plus forte raison communiquée à un système extérieur. Cette information est par ailleurs totalement dépendante de la présence de l'événement ou de l'objet qui l'ont fait naître.

Pour mieux réfuter le rôle d'un logos premier, il est important de préciser que le premier système informatif, perceptif et non-verbal, est complet, proposant une "interprétation" pour tout événement. Seule est très réduite la possibilité de la transmission de l'information à autrui.

-il y a un point de départ informatif constitutionnel, surtout marqué par des mécanismes élaborant des configurations de grande valeur informative à partir des données ponctuelles des neurones sensoriels (V-). Le point de départ perceptivo-moteur est l'élément nécessaire et suffisant des développements ultérieurs.

- le gain d'information porte initialement sur les seules relations sujets-objets et lorsque le comportement en réponse n'a pas procuré le résultat attendu, faisant naître une activité "consciente". Il en résulte des tentatives de réinterprétation plus ou moins ponctuelles. De ces relations adaptatives établies après essai, sont déduites des constructions marquées par l'individualisation d'informations particulières aux objets et d'informations particulières au sujet. De là naît la distinction acquise entre le moi et le monde. La conscience, primitivement adualistique, oppose secondairement ce qui est le moi et ce qui est le non-moi.

Terminons cette approche de l'information perceptivo-motrice par deux remarques:

- en décrivant l'information perceptivo-motrice, nous restons en accord avec les conceptions probabilistes théoriques concernant un espace continu de probabilité. Toute information perceptivo-motrice traduit un découpage préalable du continuum spatio-temporel par le système d'interface et est relative à ce découpage. A ce découpage, font suite nécessairement des opérations conjointes de découpage et de groupement au sein du système d'interface, pour construire des images faciles à reconnaître et à signifier.

- l'adulte que nous sommes ne vit pas l'information perceptivo-motrice comme le nourrisson qui est limité à cette seule information. En ce sens, et pour être rigoureux, nous devrions en tant qu'adultes, considérer les premières informations perceptivo-motrices que nous accordons au nourrisson comme postulées ou inférées. Nous devrions alors les confronter aux informations concernant un modèle élaboré du fonctionnement infantile.

6.2. L'Information réfléchie.

Le second temps informatif est celui de l'information réfléchie. Certaines des combinaisons formées durant le temps précédent sont pérennisées en tant que telles et deviennent des modèles, des images internes de l'environnement ou du moi. Ces images sont stables, permanentes dit Piaget, indépendantes de la présence des objets et des événements qui les ont fait naître, indépendantes et reconstructibles au sein des structures cérébrales. Elles peuvent être mobilisées d'une région cérébrale à une autre, permettant une réflexion des relations du système avec son environnement. Ce sont les schèmes piagétiens d'assimilation. Les schémas de signification ou accommodation évoluent parallèlement et leur application aux images internes traduit le comportement intériorisé.

Avec l'information réfléchie et l'intériorisation de l'activité cérébrale, s'ouvre une possibilité infinie de combinaisons, en toute indépendance des particularités du milieu. Toutes les "hypothèses" deviennent donc possibles. De ce fait, l'information reçue de l'extérieur n'est pas nécessaire pour faire fonctionner l'imagination et ce n'est pas son rôle . L'information extérieure agit en restreignant progressivement les capacités de l'imaginaire vers les hypothèses les plus efficaces et en corrigeant les extrapolations abusives.
Le côté restrictif de l'information est donc tout aussi net dans le fonctionnement mental que dans le fonctionnement biologique. Par ailleurs, la vérification empirique des hypothèses permet l'accession à une gestion de meilleure en meilleure de ces hypothèses, aboutissant à

une élaboration a priori d'hypothèses plus cohérentes et donc plus vraisemblables, au travers d'une formation à la logique.

L'information réfléchie traduit au maximum un "regard" particulier puisque l'expérience propre à chacun joue un rôle aussi important que la constitution initiale, plus ou moins universelle. Mais en pratique, le fait social atténue considérablement la spécificité individuelle du regard. L'essentiel des informations réfléchies ne proviennent pas d'un regard individuel mais sont "empruntées" aux systèmes sociaux qui ont assuré des découpages/groupements préalables, dont les effets ont été pérennisés. L'enfant doit cependant nous l'avons vu (VII-) assimiler véritablement les informations sociales au travers de son propre système de découpage/groupement. Il en résulte une adéquation seulement progressive entre découpage/groupement individuel et découpage/groupement collectif.

6.3. L'Information codée ou symbolique.

Le troisième temps évolutif de l'information est celui du codage de l'information réfléchie, codage qui se fait en deux étapes :

- la première étape est la mise en place à l'intérieur du cerveau, d'un ensemble de relations bijectives entre une image perceptive réfléchie, souvent visuelle et une image auditive pouvant générer un comportement moteur communicable, essentiellement par le moyen de l'activité bucco-laryngée et l'émission de schémas sonores.

- la seconde étape est la mise en place entre individus de conventions qui conduisent à appliquer aussi exactement que possible les même s relations entre une image sonore et l'information transmise réfléchie qui a été mise en correspondante.

Ainsi, le caractère fondamental, premier, de l'information transmise est totalement conservé. Mais conjointement, il y a passage d'une information correspondant strictement au schéma théorique du découpage/groupement préalable, à une situation qui pourrait être décrite aussi bien dans le cadre de l'acceptation du réalisme de natures que dans celui du refus, si le lien entre l'étiquette sonore et l'image perceptive est "oublié" ou négligé. C'est seulement dans les situations extrêmes que ce refus et cette acceptation conduisent à des écarts d'appréciation :
- c'est le cas à la pointe de la recherche scientifique où les découpages existants se montrent insuffisants, où il faut "inventer de nouvelles questions vis à vis des réponses existantes" (156), ce qu'évidemment le réalisme ne peut pas expliquer.
- c'est encore le cas lorsqu'un individu dérive séquentiellement des informations les unes à partir des autres. Il est bien évident qu'au cours des transformations successives d'information, la moindre erreur initiale provoque un taux croissant d'équivoque* et d'ambiguïté et qu'il est essentiel d'en tenir compte dans toute théorie de l'information à l'échelle humaine. Cela rend notamment obligatoire l'étude de la notion de dégénérescence lors de la transmission des messages (X).

CHAPITRE IX : AUTONOMIE ET HIERARCHIE

"L'analyse du biologiste ne réduit pas le complexe à des éléments plus simples mais il découvre à chaque niveau de sa réduction un nouveau monde de complexité auquel il se trouve confronté. Le neurone apparaît comme un système biologique autonome avec sa machinerie interne, ses circuits métaboliques qui relèvent de la même logique d'organisation spécifique propre à toute unité de système vivant. Toute unité systémique vivante doit, en effet être considérée, à quelque niveau d'organisation qu'on l'observe, dans son statut de stationnarité de non équilibre qui, pour se maintenir, doit activement lutter contre la désorganisation thermodynamique qui la menace.

Jacques Paillard

Résumé : A) Emboîtement et Autonomie.

L'emboîtement des structures apparaît un fait général et non artificiel, mais contrairement à ce que semblait penser Claude Bernard, emboîtement et autonomie sont théoriquement et concrètement compatibles pour les éléments de tous niveaux. Cela peut être dénommé principe de subsidiarité.
Le Holon d'A. Koestler est la première en date des formulations systématiques d'emboîtement. On peut lui reprocher un aspect essentiellement géographique, sans grande référence diachronique.
L'Hologrammorphisme invoque la multiplicité simultanée et surtout le fait que chaque point de l'hologramme traduit la rencontre de deux informations. Il en résulte que chaque point de l'hologramme reflète le système entier et en revanche, que le système entier n'est rien d'autre que l'ensemble des points, le tout en interaction permanente.
La Hiérarchie selon P. Auger a l'immense avantage de distinguer l'emboîtement des structures et les interrelations définissant des états.

4. La Structure et les Etats stationnaires.

La structure est le noyau stable d'un système, constant tout au long de l'observation. La notion d'état doit surtout s'appliquer à l'état stationnaire de non équilibre qui marque une stabilité temporaire et mesurable d'un système. Pour une large part, l'observateur décide ce qui est structure et ce qui est état stationnaire. Les effets de l'emboîtement des structures sont simples, (complexité structurale de Linschitz), les effets de l'emboîtement des états sont extrêmement complexes car les interactions entre éléments de tous niveaux sont importants même si le couplage physique est lâche, les finalités se superposent et l'environnement relativement constant d'un élément diminue son entropie. Le système hiérarchisé est quasi-décomposable puisque chaque élément continue à pouvoir fonctionner par lui-même, mais l'émergence de propriétés nouvelles est liée à l'emboîtement.

B) Autonomie, Hiérarchie et Fait Social.

Les principes exposés, notamment l'hologrammorphisme, s'appliquent particulièrement bien aux relations de l'individu et du groupe social auquel il appartient.

C) Emboitements et Systèmes Cognitifs

2. Hiérarchie et Taxinomie.

Le fait cognitif isolé n'a pratiquement pas de valeur et le système cognitif est donc la règle. La classification emboîtée est une évolution cognitive spontanée, elle s'installe et se précise au cours des âges culturels.
- les classifications implicites d'Aristote traduisent un aspect élémentaire mais qui a permis tous les perfectionnements ultérieures.
- la classification linnéenne est encore d'inspiration très réaliste et Linné refuse notamment la classe vide.
- le passage de "l'essence" a priori aux données d'expérimentation marque l'abandon du réalisme. La classification résume les connaissances et dessine un programme de recherche; elle devient prééminente par rapport à l'élément. Les classes vides se multiplient, l'élément se résume à la case qu'il occupe. C'est la situation actuelle de la mécanique quantique.
- la taxinomie numérique ou statistique a l'avantage d'affirmer que la définition des cases est provisoire.

Hologrammorphisme et Multicrucialité : la multicrucialité de G. Pinson traduit la définition d'une classe par la convergence de plusieurs critères. L'hologrammorphisme et la multicrucialité donnent vie aux classifications qui sont organisées et prˆtes à s'enrichir, détachées des impératifs de vérité ou de certitude. La multicrucialité assure conjointement la définition d'une case et la démonstration de sa cohérence.

3. Systèmes cognitifs et multiplication des canaux perceptifs.

Il y a une multicrucialité vécue et fondamentale qui passe souvent inaperçue et qui est essentielle, c'est la concordance entre plusieurs canaux perceptifs qui fournissent une même conclusion. Cette multicrucialité est sans nul doute l'explication de la prégnance du réel.

4. Faits et Théories.

La thèse de Duhem-Quine affirme que la théorie n'est rien d'autre que le point d'équilibre entre tous les faits qui se rapportent à la théorie. Ce point de vue est très valable mais incomplet car inversement, le fait scientifique traduit l'application implicite de la théorie. L'équilibre réciproque définit la cohérence de la théorie. On comprend que cet équilibre soit très provisoire.

Le principe de Réfutabilité de K. Popper se déduit de l'hologrammorphisme. La théorie scientifique est celle qui se limite à la cohérence holographique. La théorie métaphysique est celle qui inclut les coups de pouce pour privilégier un point de vue choisi a priori. L'analyse popperienne a cependant ses limites.

5. Globalisme et Réductionnisme.

Les analyses précédentes rendent conciliables un réductionnisme au niveau des structures et un globalisme au niveau des états. Globalisme et réductionnisme sont donc plus complémentaires qu'opposés. Cependant, il est extrêmement fréquent que les interactions équilibrées s'installent spontanément entre des éléments qui ont été rapprochés et donc que ce rapprochement suffise à créer une organisation cognitive.

6. Le sens de la Logique.

La logique a pour but unique de favoriser l'analyse de la cohérence interne d'une explication possible. Elle est indispensable pour gérer l'organisation hiérarchique de la connaissance.

A) Emboîtement et Autonomie.

Au début de son livre, "La logique du Vivant", F. Jacob oppose deux attitudes historiques dans l'approche de la biologie :
- la première attitude que l'auteur qualifie d'intégriste ou d'évolutionniste, refuse de considérer qu'un tout soit réductible à la somme de ses parties. A tous les niveaux, l'intégration donne aux systèmes des propriétés que n'ont pas leurs éléments.
- la seconde attitude, qualifiée de tomiste ou réductionniste, tente d'expliquer le tout par les seules propriétés des parties.

S'il y a bien une opposition radicale entre ces deux attitudes, on doit cependant reconnaître que toutes deux décrivent continuellement un tout et des parties. La réalité de l'emboîtement est acceptée unanimement, même si les relations entre tout et parties sont envisagées différemment. En pratique, la moindre approche d'une description biologique démontre l'existence d'emboîtements à plusieurs niveaux. Les cellules des organismes sont décrits à partir de plusieurs constituants et certains de ces constituants peuvent être réduits à une association de quelques protéines. Inversement, les cellules forment des tissus ou des organes qui sont eux mêmes reliés entre eux pour constituer les différents systèmes de l'organisme entier. Enfin la dynamique des populations souligne la nécessité d'intégrer l'individu dans un groupe pour en comprendre le comportement.

En fait, la biologie ne fournit qu'un exemple particulier de la disposition emboîtée à de multiples niveaux, qui a un caractère universel que l'on retrouve dans tous les domaines :

- au niveau physico-chimique, pourtant le plus élémentaire, les molécules apparaissent faites d'atomes, eux-mêmes formés de particules sub-atomiques, électrons, protons ou neutrons. Une structuration interne, combinaison de quarks, est utilisée pour décrire protons et neutrons.
- au niveau des organisations sociales humaines un tant soit peu complexes, on observe très habituellement plusieurs niveaux d'emboîtement. Même les hiérarchies animales révèlent souvent des rangs intermédiaires.

On pourrait se demander s'il n'y a pas parfois un certain biais dans la description généralisée en emboîtements successifs, qui pourrait s'expliquer par des exigences de facilité de description ou encore par projection d'un point de vue anthropomorphique. En fait, l'indépendance habituelle des parties une fois séparées d'un ensemble, témoigne très généralement du bien fondé des descriptions d'emboîtement. De nombreuses expériences valident la réalité d'emboîtements qui pourraient ne pas être évidents à première vue, en démontrant effectivement que l'élément conserve son individualité alors même qu'il est extrait d'un ensemble plus large :

- l'atome peut être extrait d'une molécule et utilisé pour former une nouvelle molécule différente; il conserve toutes ses propriétés durant ce transfert.
- des protéines catalytiques peuvent être prélevées dans un organisme, transposées dans un autre o- elles conservent intégralement leur action.
- des portions d'A.D.N. correspondant à un gène peuvent être prélevées dans la chaîne globale d'un organisme, transposées sur la chaîne d'A.D.N. d'un organisme différent et conserver leurs actions et leur spécificité.

Bien d'autres exemples pourraient être invoqués et la disposition emboîtée apparaît bien réelle et universelle. Il est donc légitime d'en faire le point de départ d'une réflexion épistémologique.

Confronté à l'autonomie, l'emboîtement des structures provoque manifestement une interrogation. Un élément emboîté dans un ensemble peut-il demeurer autonome ? S'il n'en n'est pas ainsi, l'emboîtement étant général, l'autonomie serait reportée à l'Univers et perdrait tout sens concret. Inversement, le fait que tout élément puisse conserver son autonomie au sein d'un ensemble plus large n'apparaît pas évident. Claude Bernard, nous l'avons vu, était très ambigu sur ce point lorsqu'il a créé la notion d'autonomie biologique.

L'exemple de la mitochondrie que nous avons déjà mentionné, illustre cependant de façon tout à fait satisfaisante une conciliation entre emboîtement et autonomie. Il nous révèle

que l'élément d'une cellule peut présenter une indépendance comportementale comparable à celle d'organismes beaucoup plus complexes. Un autre exemple est celui de l'atome, élément universel de toute matière. L'autonomie de l'atome n'est pas démontrée uniquement par la permanence des propriétés en cas de transfert d'une molécule à une autre. W. Heisenberg fait remarquer qu'aucun système planétaire ne retournerait à sa configuration initiale après une collision avec un autre système du même genre. C'est pourtant ce que fait régulièrement l'atome. En outre, cet exemple aide à comprendre le fait majeur de l'autonomie: il ne réside pas dans l'originalité des lois mais dans une application de lois éventuellement universelles en indépendance de l'environnement. Le retour de l'atome à un équilibre planétaire s'explique aisément par des principes d'entropie, mais en relative indépendance de l'entropie de l'environnement.

Un dernier exemple que nous avons également déjà cité est celui du lichen. Il est doublement évocateur :

- l'algue, élément chlorophyllien, et le champignon assimilant les minéraux du sol, gardent totalement leur autonomie au sein du lichen, se reproduisant notamment de façon indépendante.
- le lichen montre que toute symbiose est assimilable à un emboîtement, même si un des constituants n'est pas contenu dans l'autre. Si deux systèmes A et B suffisent à constituer une entité, il est possible de décrire A et B comme les éléments de (A+B).

Cependant, tous ces exemples n'ont pas valeur de démonstration et la mise en évidence d'explication est indispensable à une bonne compréhension des rapports entre emboîtement et autonomie.

1. Le Holon d'A. Koestler.

Nous avons déjà évoqué (II) le holon décrit par A. Koestler qui s'inspirait des travaux d'H.A. Simon. Ces auteurs ont inauguré, à notre avis, un courant de pensée qui s'est ensuite largement développé. Nous verrons cependant qu'on peut reprocher une description avant tout "géographique" ou géométrique, laissant quelque peu dans l'obscurité les dimensions "historiques" ou diachroniques.

2. L'Hologrammorphisme.

En 1947, D. Gabor décrivit un mode de reproduction photographique qui enregistrerait non seulement l'intensité du rayon lumineux mais également sa phase, sous forme d'interférences entre deux rayonnements voisins. L'utilisation de la lumière cohérente du laser permit à Leith et Upatnieks de réaliser en 1962 les premiers hologrammes de qualité. Un hologramme ne donne pas une reproduction immédiate de l'objet enregistré et se présente comme un regroupement informe de bandes et de spirales, du reste très fines et visibles seulement au microscope. En revanche, il est possible d'obtenir une reproduction virtuelle en trois dimensions de l'objets lorsque l'hologramme est intercalé sur le chemin d'une émission de lumière identique à celle qui avait été utilisée pour l'enregistrement. L'hologramme présente deux particularités fondamentales, la multiplicité simultanée et la combinaison des informations.

2.1. La Multiplicité simultanée.

C'est une propriété partagée par tous les objets fractals. Si on brise un hologramme en plusieurs morceaux, chaque morceau reconstitue une reproduction complète de l'objet enregistré et non l'une de ses parties. Seule la définition de l'image est modifiée, étant évidemment de moins bonne qualité. Cette propriété a été à l'origine de l'hologrammorphisme, conception retenant que dans un ensemble organisé d'une certaine façon, tout élément "contient la totalité des informations concernant chaque élément de l'ensemble". Cette affirmation ne tient pas compte de la diminution de définition et il serait plus juste de dire que chaque élément porte des informations concernant tous les autres éléments. Il faudrait ajouter que ces informations portent d'une part sur les éléments pris un à un et d'autre part sur l'ensemble dans sa globalité. On pourrait encore dire que l'information fournie par un élément dépend des autres éléments, rapprochant l'hologrammorphisme du principe de non-séparabilité de la mécanique quantique.

Mais il est essentiel de remarquer que l'élément reproduit un aspect du tout parce que le tout est intervenu dans la formation de l'élément. Cela est directement vrai sur le plan physique dans le cas de l'holographie, et doit s'exprimer différemment, comme nous le verrons plus loin, dans les systèmes hiérarchiques en général.

2.2. L'Interférence de deux figures de diffraction.

C'est la cohérence entre deux canaux d'information distincts qui fait toute la valeur informative de l'hologramme. Chaque point est une interférence entre deux diffractions, une rencontre de corrélation entre deux informations sur un même point d'objet.

C'est peu après les réalisations concrètes de Leith et Upatnieks que K. Pribram et C. Longuet-Higgins soulignèrent l'analogie qui pouvait exister entre l'holographie et le fonctionnement cérébral. Il faut bien reconnaître que les résultats obtenus au niveau de l'analyse du fonctionnement cérébral apparaissent aujourd'hui assez maigres. En revanche, l'analogie fut reprise par G. Pinson dans le domaine de la connaissance avec un bénéfice beaucoup plus net. L'auteur reprend le fait que chaque point d'information donné par un hologramme est lié à la rencontre de deux canaux d'information distincts sur un même sujet. La base en est la "multicrucialité", indiquant que les faits isolés n'ont guère de significations et que la validité cognitive repose sur la cohérence existant entre plusieurs points de vue distincts sur une même réalité. Le principe est très proche de ce que les auteurs anglo-saxons appellent la thèse de Duhem-Quine mais G. Pinson en donne ainsi la véritable justification. Cependant, si les conceptions de G. Pinson apparaissent précieuses sur le plan épistémologiques, elles n'apportent pas d'éclaircissement direct sur la dynamique des systèmes emboîtés.

3. La Hiérarchie selon P. Auger

P. Auger présente une théorie des systèmes qu'il dénomme indifféremment hiérarchisés ou à plusieurs niveaux d'organisation. Il aurait pu aussi bien parler de systèmes emboîtés. Il décrit un système hiérarchisé comme un ensemble d'éléments formant des groupes, eux-mêmes rassemblés en groupes de groupes et ainsi de suite :
- chacun des niveaux correspond à des échelles d'espace, de temps et d'énergie différentes.
- les niveaux plus microscopiques correspondent à des échelles d'espace plus petites, à des échelles de temps plus courtes et à des échelles d'énergie plus grandes.
- les éléments ont des tailles plus petites que les groupes auxquels ils appartiennent.

- les phénomènes concernant les groupes sont plus lents que ceux concernant les éléments et les énergies d'interaction entre éléments sont plus grandes que les énergies d'interaction entre groupes.

Cette distribution emboîtée concerne les aspects structuraux et les changements d'état. Chaque élément peut présenter plusieurs états et l'ensemble des états des éléments d'un niveau définit un groupe d'état. Aux groupes de groupes de structures correspondent des groupes de groupes d'état. Par ailleurs, à chaque niveau, le couplage d'états intragroupes est beaucoup plus fort que le couplage intergroupe. Il faut encore considérer que les groupes isolés présentent des trajectoires de changement d'états, convergentes autour d'au moins un point singulier. Cela signifie que pour chaque groupe isolé, il existe au moins un point stationnaire stable, un cycle limite stable, une spirale convergente ou un centre.

Faisant l'analyse thermodynamique d'un tel système où les changements d'états sont d'autant plus rapides et fréquents que le niveau est plus microscopique, P. Auger montre qu'il est possible de décrire des équilibres thermodynamiques globaux où chaque élément ou groupe participe à l'équilibration générale, mais où également l'équilibration générale retentit sur l'état de chaque élément et de chaque groupe aux différents niveaux. Au cours de cette analyse, P. Auger introduit cette notion qui nous parait essentielle : en situation de couplage, les variations d'états d'un groupe sont différentes des variations du groupe en situation isolée. Plus encore, le nombre de complexions correspondant à un groupe isolé est différent du nombre de complexions correspondant au même groupe en situation couplée.

- il nous semble que ce dernier nombre est plus élevé que le précédent si le groupe isolé est effectivement placé dans un environnement défini et constant.
- il nous parait en revanche certain que le nombre de complexions possibles pour un groupe au sein d'un ensemble hiérarchisé est plus faible que le nombre total des complexions définissables en faisant varier systématiquement l'environnement.

P. Auger montre la cohérence de cette analyse sur le plan thermo-dynamique et propose une application à des systèmes réels. Il donne l'exemple écologique d'un écosystème animal, l'exemple d'une cinétique bio-chimique cellulaire, l'exemple économique confrontant les niveaux sectoriel, régional, national et international. Ces analyses de P. Auger nous paraissent extrêmement intéressantes. Elles sont peut-être plus descriptives qu'explicatives sur le plan épistémologique mais elle apportent, nous semble-t-il, une caution thermodynamique à nos propres analyses.

4. La Structure et les états stationnaires.

Nous avons été conduit à une description proche de celle de P. Auger mais en nous concentrant sur les aspects cognitifs, sans trop nous préoccuper des aspects thermodynamiques. Idéalement, négligeant notamment l'irréversibilité du vieillissement, tout système durable qui se prête à une analyse, présente pour un observateur une structure et des états. La structure évoque les éléments stables, les états traduisent les variations. En pratique, la distinction entre structure et états est plus complexe qu'on ne pourrait le penser.

4.1. Définition de l'état stationnaire de non équilibre.

Il existe dans tout système réel des fluctuations réversibles par variation de certains paramètres traduisant une succession de changements d'état. Un état est la traduction de la

condition du système à un instant t. Cet état est défini par les valeurs des paramètres variables du système, à ce même instant t. Par définition, tous les changements d'état sont réversibles car autrement, ils finiraient par entraîner des biais structuraux.

Parmi les changements d'état, les plus nombreux traduisent des fluctuations très brèves qui sont peu discernables, mal analysables et donc sans intérêt cognitif. Ils sont le plus souvent postulés pour marquer une continuité dans les transitions entre des états plus identifiables. Il existe inversement des fluctuations beaucoup durables traduisant des points stationnaires de non équilibre ou des équivalents, comme par exemple des variations cycliques de faible amplitude autour d'un point virtuel. Il s'agit de situations réversibles à distance de l'équilibre, marquées non par l'absence de toute variation des paramètres variables macroscopiques mais par une variation quasi-uniforme de ces paramètres dans le temps. A. Katchalsky et P.F. Curran définissent un état stationnaire, de façon un peu trop stricte à notre avis comme un état à distance de l'équilibre o- toutes les propriétés du système sont indépendantes du temps. Le flux d'échanges avec l'environnement est alors constant et équilibré. En pratique, la variation des paramètres n'est jamais uniforme mais oscille entre des limites étroites. Pour simplifier, nous définirons ces différentes situations sous le nom commun d'état stationnaire, ou même d'état, ne faisant référence qu'aux états stationnaires dans la suite de notre étude.

Cette notion d'état stationnaire est à la fois triviale et souvent mal comprise, ce qui nous conduit à préciser quelques exemples :

- le type même de l'état stationnaire, simplifié au maximum, est celui de l'interrupteur qui tout en conservant une même structure, peut présenter l'état ouvert ou l'état fermé, et cela avec une durée indéfinie. L'interrupteur dynamique que constitue le "flip-flop" est beaucoup plus proche de l'état stationnaire défini par la thermodynamique. Un flip-flop est constitué par deux éléments électroniques A et B en série. La tension aux bornes est, de façon durable, maximale pour l'un des éléments et minimale pour l'autre. A la suite d'une impulsion extérieure, la tension aux bornes peut être par exemple minimale pour A et maximale pour B, ou bien l'inverse. Le point de jonction entre les deux unités peut donc demeurer de façon stable à une tension élevée ou à une tension basse. L'ensemble constitue un système métastable ou à bascule, avec deux états stationnaires possibles. L'augmentation d'entropie, liée au passage du courant électrique est constante dans le temps, et elle est sensiblement égale pour les deux états.

Le flip-flop est l'élément unitaire essentiel de tout ordinateur, aussi bien pour l'unité centrale que pour les mémoires. La multiplication de flip-flops au sein d'une même structure conduit à décrire de multiples états stationnaires pour cette structure. Ainsi une unité centrale de traitement d'information constituée par 32 flip-flops disposés en parallèle présente environ 4 milliards d'états stationnaires différents qui peuvent tous recevoir une signification.

- les systèmes métastables sont tout aussi importants dans les organismes vivants. L'enzyme, régulateur biochimique par excellence, présente généralement deux configurations distinctes dans l'espace correspondant à un état stationnaire actif et un état non actif. De même, un segment de chaîne A.D.N. peut se trouver dans l'état stationnaire "lisible" et il est alors à l'origine de synthèses protidiques. Il peut être dans l'état stationnaire "illisible" et demeurer inactif. Comme dans l'ordinateur, la conjonction de nombreux enzymes en état actif ou inactif se traduit par une multiplicité des états stationnaires globaux des ensembles enzymatiques. Le fait vaut tout autant pour la lisibilité d'une chaîne A.D.N. globale.

L'application du principe d'autonomie à une telle analyse de l'état stationnaire conduit à admettre que les systèmes autonomes adoptent spontanément l'état stationnaire global qui minimise les fluctuations internes provoquées par l'action de leur environnement. Il n'y a donc pas comme l'indique P. Auger au moins un point stationnaire à considérer dans une structure hiérarchique, mais de très nombreux points, chacun d'entre eux permettant une relation optimale avec un type d'environnement. Remarquons alors que la durée d'un même point stationnaire n'est pas liée seulement aux particularités du niveau de structure hiérarchique mais également aux conditions d'environnement.

4.2. Définition de la Structure.

L'introduction de la notion d'état stationnaire complique la notion de structure. Des données paramétriques stables peuvent traduire un arrangement permanent non modifiable ou une même stationnarité tout au long de l'observation. En dynamique des systèmes, il est donc préférable de relativiser la notion de structure et de la relier à l'observation. La structure est alors définie par l'ensemble des données paramétriques stables tout au long de l'observation. Cette structure inclut généralement une frontière qui assure son repérage par l'observateur mais assure également une clôture physique et organisationnelle. La frontière physique peut manquer lorsqu'il existe un champ d'attraction maintenant les éléments en voisinage. Les structures présentent une disposition emboîtée, chaque niveau étant défini de façon identique par la stabilité pour un observateur et par une discontinuité repérable. Une telle définition cognitive de la structure est indépendante de tout présupposé réaliste. Elle reste ouverte à une révision ultérieure si des moyens d'observations nouveaux révèlent des fluctuations là où les observateurs antérieurs croyaient noter une stabilité.

4.3. L'influence de la Décision de l'Observateur sur la distinction entre Structure et Etat stationnaire.

Comme nous le voyons, le contour d'une définition de structure est relatif et lié non seulement à l'observation, mais également à l'observateur.

- l'observateur peut se limiter volontairement à l'étude d'un seul état stationnaire et il en fait ainsi une structure.
- inversement, l'observateur peut admettre que ce qu'il a considéré comme une structure, peut devenir un mélange de données de structure et de données d'état pour un champ d'observation différent dans le temps ou l'espace.

4.4. Les effets de la Hiérarchie sur les Structures.

Par définition, les éléments structuraux demeurent bien individualisés, ne serait-ce que par le fait d'une clôture qui permet un fonctionnement autopoiétique. Plusieurs éléments de même rang demeurent juxtaposés. Ils peuvent indifféremment présenter entre eux des relations spatiales stables ou variables. Ainsi les neurones conservent un même emplacement dans les centres nerveux alors que les éléments figurés du sang sont déplacés par la circulation.

Les éléments structuraux demeurent autonomes au sein d'une structure de rang supérieur. Cela suppose donc qu'ils adoptent en permanence l'état stationnaire optimal en regard de leur environnement qui est constitué par l'ensemble des éléments de même rang à l'intérieur de la frontière délimitant la structure de rang supérieur.

4.5. Les effets de la Hiérarchie sur les Etats stationnaires.

Ils sont beaucoup plus complexes puisque chaque élément, à tous les niveaux hiérarchiques, doit se trouver dans l'état stationnaire optimal qui permet la meilleure relation avec l'environnement, c'est à dire avec l'ensemble des éléments de la structure de rang supérieur. Il en résulte trois conséquences fondamentales :
- en dépit d'un couplage physique assez lâche, les interactions entre éléments sont extrêmement importantes.
- chaque niveau d'organisation est marqué par une finalité propre, différente de la finalité du niveau plus microscopique et du niveau plus macroscopique.
- le passage à une organisation hiérarchique d'un ensemble d'éléments disjoints mais rapprochés, se traduit par un accroissement d'entropie et se produit donc spontanément.
- inversement, l'inclusion de nombreux éléments dans une structure est un phénomène peu probable et revient donc à une diminution d'entropie. Tout naturellement cette néguentropie s'accompagne de l'émergence de propriétés.

Il est essentiel de reprendre ces différents points.

4.5.1. **Les interactions entre éléments de tous niveaux sont extrêmement importantes.** C'est le principe d'autonomie qui explique la forte interaction entre états stationnaires en dépit d'un couplage physique lâche. En permanence, un élément autonome recherche l'état stationnaire optimal en regard de son environnement. Cette optimalité se traduit par une réduction au mieux des oscillations internes et une stabilisation des flux d'échanges avec l'extérieur. Toute modification d'état stationnaire dans un élément provoque une modification des flux d'échanges, donc une modification d'environnement pour tous les éléments proches. L'état stationnaire intrastructural global est fonction de l'état stationnaire de chaque élément intrastructural. Mais l'état de chaque élément dépend de celui de tous les autres éléments, y compris l'état global du système considéré. L'état global de la structure entière est donc la résultante des états de ses éléments et inversement retentit sur l'état de chaque élément. Un état stationnaire pour l'organisme entier exige une stationnarité pour chaque élément, à chaque niveau structural. Le moindre déséquilibre homéostatique exige une réorganisation de la stationnarité à tous les niveaux d'organisation. Alors que les éléments structuraux sont anatomiquement juxtaposés, les différents états stationnaires des éléments et de chaque niveau structural résultent d'influences superposées. Il est par ailleurs évident que cette superposition franchit aisément les frontières qui définissent les différents niveaux hiérarchiques. Cette opposition de la juxtaposition et de la superposition rejoint alors la distinction que faisait Linschitz (121) entre complexité structurale et complexité fonctionnelle, en y adjoignant le caractère holographique.

En définitive et indépendamment du niveau de couplage physique, il existe donc une forte dépendance entre les états des différents éléments d'un système autonome hiérarchisé. A une condition particulière d'environnement, doit répondre un état stationnaire particulier de l'organisme. Mais cet état stationnaire est lui-même un point fixe endogène traduisant une convergence de toutes les interactions d'états entre les éléments de l'organisme à tous les niveaux. Ce point fixe est celui qui optimise les états stationnaires de tous les éléments à tous les niveaux. Le résultat global est que l'état d'un élément est déterminé par l'état du tout, l'état du tout est déterminé par l'état de chaque élément.

Les interactions entre états stationnaires montrent donc le bien fondé de l'hologrammorphisme. Ce dernier processus est difficilement compréhensible sur le plan structural en dehors du cas très particulier de l'hologramme authentique o-, comme nous l'avons dit, la formation de l'élément se fait à partir de l'image du tout. Un processus équivalent s'applique en revanche très aisément dans les systèmes hiérarchiques habituels au niveau des états stationnaires. Chaque élément est dans un état stationnaire qui dépend de l'état stationnaire de tous les éléments structuraux de l'organisme, à tous les niveaux. En ce sens, il peut être dit que l'état stationnaire de tout élément est le reflet de l'état stationnaire du système global. A l'inverse, l'état stationnaire d'une structure est celui qui d'une part constitue un point stationnaire pour toutes les interactions d'état intrastructurales et d'autre part, contribue à former un point stationnaire pour la structure de rang supérieur. Nous voyons plus loin comment la construction du discours illustre bien le processus.

Il faut remarquer qu'une analyse centrée sur les interactions entre états stationnaires s'éloigne quelque peu des descriptions de P. Auger. S'il est bien évident que les transitions doivent s'effectuer d'autant plus rapidement qu'elles se situent à un plan plus microscopique, en revanche le maintien dans un même état stationnaire n'obéit pas à la même règle. Un élément microscopique peut demeurer très longtemps dans le même état stationnaire si son environnement demeure stable. Ainsi, certaines régions de la chaîne d'A.D.N., éléments microscopiques à l'échelle de l'organisme entier, peuvent demeurer un temps indéfini dans un état inactivé.

4.5.2. **La superposition des finalités**. Claude Bernard a refusé les finalités premières ou transcendantes et il a, au contraire justifié les finalités particulières, démontrant qu'il était bien difficile de s'en passer dans l'explication physiologique. Or les finalités particulières des systèmes autonomes peuvent être toutes rattachées à un principe d'homéostasie. Un système autonome agit avant tout pour optimiser son fonctionnement vis à vis des conditions d'environnements. Il le fait par l'adoption de l'état stationnaire optimal en regard des conditions d'environnement. La distribution emboîtée conduit à des précisions sur la nature des finalités particulières.

En revanche, nous ne sommes guère tenté de suivre le point de vue de Kant, repris récemment par F. Bonsack (023) et qui voit dans la finalité, le fonctionnement d'un élément en réponse à un tout qui constituerait la référence de finalité. Cela revient à effectuer un découpage privilégié dans l'espace continu de l'environnement et à accorder une valeur objective à ce découpage, expliquant par exemple le fonctionnement du neurone par une finalité établie uniquement au niveau du cerveau entier. Une telle description nous parait arbitraire et inutile car il nous semble que le neurone peut très bien n'obéir qu'à sa propre finalité et ce faisant, participer néanmoins à une activité organisée du cerveau entier. Mais considérer une finalité immanente pour le neurone conduit obligatoirement à envisager autant de finalités distinctes qu'il y a de niveaux hiérarchiques dans une entité analysée, et à introduire un principe de superposition des finalités.

Une modification de l'environnement correctement analysée par l'interface d'un système élémentaire est transmise à l'intérieur du système. Cela provoque la recherche d'un nouvel état stationnaire rétablissant un flux d'échanges optimal entre le système et son environnement, en l'occurrence une structure de rang supérieur. Un tel processus permet de définir une finalité interne du système, assurant son homéostasie; cela, que du point de vue de l'observateur, le système soit considéré comme élément d'une entité plus large, ou comme une totalité.

Le même système peut être considéré du dehors. En ce cas, une modification de l'environnement excite le système et le nouveau flux d'échanges qui en résulte peut être considéré comme une réponse à l'excitant. Un comportement spécifique est ainsi déclenché par un signal spécifique, et utilisé par l'environnement, en l'occurrence la structure de rang supérieur. Il en découle une finalité externe par rapport au système et donc, selon le principe du holon d'A. Koestler, tout système présente une finalité interne et une finalité externe qui se superposent.

Si on accepte le principe d'autonomie, la recherche de l'état stationnaire optimal en regard des conditions d'environnement résume comportement et finalités. Or, dans un système emboîté comportant des éléments très disparates, il n'y a aucune raison pour qu'un même état stationnaire soit optimal pour un élément, lorsque des mêmes conditions d'environnement sont situées, soit au contact immédiat de l'élément, soit à l'extérieur de l'une quelconque des frontières structurales :

- dans le premier cas, la relation entre état stationnaire et conditions d'environnement est directe.

- dans le second cas, elle est indirecte, le système élémentaire devant se trouver dans un état qui participe à la stationnarité de l'organisme entier vis à vis de la condition d'environnement considérée. La dynamique d'homéostasie est centrée sur les interactions avec les systèmes élémentaires voisins et non sur la condition de l'environnement extérieur au système global. La fixation de gaz carbonique et d'oxygène sur un globule rouge dans un capillaire est lié à la pression partielle de ces gaz dans les tissus voisins et non dans l'air ambiant. Inversement, la finalité globale de la circulation sanguine est bien réglée par les pressions partielles de l'air ambiant.

Il est donc manifeste qu'à chaque niveau d'organisation, correspond une finalité différente de celle des autres niveaux. Les finalités aux différents niveaux peuvent être en contradiction ou en concordance. Nous avons fait remarquer ailleurs (202) que le facteur temps devait jouer un rôle important sur les relations entre finalités :

- si l'emboîtement est récent, il y a des chances que se dessine un antagonisme entre les éléments autonomes et l'organisme qui contient ces éléments. C'est le cas habituel des emboîtement sociaux o- les antagonismes exigent généralement des manifestations d'autorité. Le fait est particulièrement net dans les hiérarchies animales. La hiérarchie est la stationnarité qui équilibre les forces antagonistes agressives mais le renouvellement constant des individus entretient la nécessité poursuivie d'une affirmation d'autorité de la part des individus qui détiennent cette autorité.

- si l'emboîtement est ancien, il y a des chances pour que se soit dégagée une certaine concordance entre finalités, faisant disparaître les forces antagonistes et l'expression nécessaire d'une autorité. Le principe de subsidiarité est alors pleinement respecté.

Sur le plan cognitif, il est surtout important d'insister sur la différence de finalité lorsqu'on passe d'un niveau d'organisation à un autre. L'idéologie traduit l'excès d'autorité des conceptions globales et de leur finalité, sur les données ponctuelles et leur finalité. Cela ne peut guère se justifier.

4.5.3**. La diminution "d'entropie".** Il y a un point connexe aux interactions entre états stationnaires dont l'importance est probablement encore plus grande. Un système présente un corpus constitutionnel de complexions ou états stationnaires possibles, permettant une homéostasie vis à vis d'un grand nombre d'environnement différents. Cette enveloppe s'explique par la nature de la structure, et par l'obligation de réversibilité des états stationnaires.

Si le système est isolé et placé dans un grand nombre d'environnements différents variant de façon aléatoire, tous les états stationnaires "possibles" auront une chance de se manifester et le comportement apparaîtra variable ; il sera même indéterminé si l'observateur est incapable d'analyser les causes des variations observées. Si au contraire, le système est placé dans un environnement parfaitement stable, il se placera rapidement dans l'état stationnaire optimum du point de vue de l'homéostasie. Il y restera ensuite indéfiniment. Il apparaîtra doté d'un comportement unique et précis, ce qui supprime tout sens au comportement.

La situation créée par la hiérarchisation est intermédiaire. La structure de rang supérieur représente pour un élément, un environnement fortement particularisé. Le nombre d'états stationnaires différents présentés par cet élément au sein de la structure sera donc fortement réduit par rapport à l'enveloppe des états "possibles" mais une variété persistera. Le comportement sera donc spécifié, ce qui marquera l'apparition de propriétés nouvelles. D'une façon générale et quelle qu'en soit la forme, toute symbiose reliant de façon permanente deux éléments A et B, est une source potentielle de propriétés nouvelles. L'émergence de la matière, de la vie, de la conscience, de l'organisation sociale peuvent ainsi s'expliquer par la simple conjonction durable d'éléments. L'organisation de la conscience notamment peut s'expliquer par le seul exercice d'un système cérébral complexe en symbiose avec des particularités d'environnement physiques et sociales.

Nous nous permettons d'utiliser le terme d'entropie pour qualifier l'enveloppe des états stationnaires ou équivalents possibles même si tous les états stationnaires isolables ne sont pas considérés comme équivalents du point de vue comportemental. Nous voyons alors que l'emboîtement est source de néguentropie et même pourrait-on aller jusqu'à dire que l'emboîtement est la source unique de néguentropie. Il peut paraître à première vue paradoxal d'affirmer que l'apparition de propriétés est liée à une réduction de l'enveloppe comportementale. En fait, une fois le principe admis, on s'aperçoit qu'il est toujours possible de présenter les choses ainsi :

- un gène considéré isolément peut avoir des actions extrêmement variées et même contradictoire. Il a pu être démontré qu'un même gène chez une souris mâle de race A pouvait avoir un rôle facilitateur ou inhibiteur sur l'apparition d'un bec de lièvre dans la descendance selon que l'accouplement se faisait avec une souris femelle de race A ou de race B. Considéré isolément, le gène de la souris mâle A n'a pas d'action définie sur le bec de lièvre. C'est l'association au gène femelle qui crée véritablement une influence sur la survenue d'un bec de lièvre. L'ensemble des gènes d'un organisme spécifie donc l'action de chacun des gènes.

- le collagène, protéine de structure par excellence, présente des conformations très variables selon les conditions physico-chimiques de son environnement. Les propriétés essentielles présentées par le collagène dans un organisme vivant sont donc véritablement "créées" par la particularité et la fixité d'un certain nombre de paramètres physico-chimiques de cet organisme.

les protéines enzymatiques assurent toute la dynamique chimique intra-cellulaire. Or toute protéine enzymatique est totalement réductible à une succession en chaîne d'acides aminés. Il existe une vingtaine d'acides aminés qui acquièrent une action potentielle particulière en s'insérant dans l'une des dizaines de milliers de protéines différentes. C'est donc bien l'insertion d'un acide aminé dans une chaîne protéinique particulière qui explique l'émergence de ses propriétés au sein de la protéine. En interagissant entre eux, les différents acides aminés imposent à la chaîne protéinique globale, une configuration tridimentionnelle qui suffit à faire apparaître la fonction enzymatique.

- la dynamique biochimique intra-cellulaire ne diffère pas des réactions chimiques générales. Elle est pourtant responsable de l'apparition de la vie. L'émergence de la vie s'explique totalement par la mise en relation d'un certain nombre de corps chimiques dont les propriétés sont liées à leur situation dans l'ensemble cellulaire.

- un neurone isolé sait seulement présenter une succession de décharges spontanées anarchiques qui n'ont aucune valeur comportementale. C'est pourtant l'association de 162 tels neurones formant le ganglion d'un ascaris qui expliquent totalement les possibilités neuro-comportementales de l'animal, en régulant les décharges de chaque neurone.
Les analyses neurophysiologiques modernes ont montré que les propriétés de sélectivité orientationnelle de neurones des aires visuelles corticales pouvaient s'expliquer par les influences inhibitrices venus d'autres neurones corticaux et spécifiant donc les propriétés des premiers.

- depuis Gustave Lebon, les psychologues s'interrogent sur le comportement souvent aberrant des individus au sein d'une foule. L'agglomération sociale favorise l'émergence d'un état d'esprit commun qui n'est que l'une des facettes des dispositions mentales de l'individu isolé. La particularité du comportement de foule est bien lié à l'inclusion de l'individu dans un ensemble social. L'individu isolé a un comportement imprévisible et varié. Le regroupement en foule crée la condition déterminante de l'apparition d'une facette comportementale particulière.

- le discours est peut-être le meilleur exemple de l'émergence de propriétés par l'inclusion dans un système hiérarchisé. C'est la combinaison fixée de plusieurs composants acoustiques qui créée le phonème. Isolés, ces composants ne se prêterait pas à l'articulation. C'est donc la combinaison qui crée les conditions de l'articulation. Le phonème pris isolément n'est pratiquement porteur d'aucune information sémantique parce qu'il peut les porter toutes. Pourtant, le mot est totalement réductible à un ensemble de phonèmes. C'est donc bien l'insertion du phonème au sein du mot qui lui confère une propriété sémantique. De même, l'apprentissage d'un langage s'obtient en accordant une signification unique à une combinaison phonétique qui, a priori, pouvait avoir un sens quelconque.

Le mot isolé a très généralement un sens beaucoup moins précis que celui qu'il acquiert au sein d'un discours. C'est donc l'insertion dans le discours qui développe la valeur sémantique d'un mot. Mais inversement, le discours est réductible à un assemblage de mots. Le sens du discours est donc bien créé par le rapprochement de mots dont la valeur sémantique à l'état isolé était réduite. Nous reprendrons longuement ce point essentiel dans l'analyse du discours (XII-A-2).

En définitive, il est très facile de relier l'apparition de propriétés nouvelles aux restrictions comportementales que provoque l'emboîtement, donc à la "néguentropie". Nous verrons du reste plus loin que l'emboîtement ou la symbiose constituent le premier pas vers une amélioration croissante dans le temps de propriétés nouvelles. Par ailleurs, l'émergence de propriétés nouvelles comme conséquence d'une néguentropie est tout à fait en accord avec le point de vue souvent avancé qui fait de tout progrès comportemental, une spécialisation associée à une réduction du potentiel comportemental global.

4.5.4. **L'hologrammorphisme temporel**. On peut remarquer qu'une plaque holographique est le résultat d'une "histoire". Elle est née de l'enregistrement holographique d'un objet. Au cours de cet enregistrement, chaque point de l'hologramme a été construit à partir de la totalité de l'objet. Il n'y a donc pas à s'étonner si ensuite un point de l'hologramme est une "image" de l'objet entier. Il apparaît donc un fait essentiel, fortement sous-estimé par H. Simon ou A. Koestler, à savoir que dans un ensemble hiérarchisé, la structure même d'un élément peut être déterminée par l'ensemble du système.

On pourrait faire remarquer que le fait est très particulier à l'hologramme mais cela n'est pas absolument exact. L'autopoiŠse est là pour nous rappeler que l'élément, au moins lors de son renouvellement, est une production du système entier. Mais surtout, la pérennisation du vécu, entraînant une modification structurale irréversible de l'élément, constitue une donnée encore plus importante. Comme nous le verrons, la modification structurale de l'élément constitue la mémorisation qui est une propriété fondamentale des systèmes autonomes performants. En ce cas, la structure de l'élément reflète bien en partie le vécu du système global. Mais inversement, cette modification structurale de l'élément modifie la structure et le fonctionnement du système global. Si le processus de mémorisation est contrôlé et que seules les transformations intéressantes sont pérennisées, le bénéfice peut être considérable.

5. Le Bénéfice de l'Emboîtement.

Dans les nombreux exemples que nous venons de citer, apparaissent conjointement l'universalité, et de l'emboîtement et de ses avantages. Il nous paraît important de revenir sur ces avantages en distinguant le bénéfice de l'hétérogénéité, celui du couplage, pour préciser ensuite ce qu'apporte l'emboîtement hiérarchique proprement dit.

5.1. Le Bénéfice de l'Hétérogénéité.

Le bénéfice de l'hétérogénéité est considérable. Un élément organique n'assure généralement qu'une régulation. Les perturbations d'environnement sont extrêmement complexes. Seule une combinaison d'éléments assurant chacun une régulation particulière peut assurer une bonne homéostasie. Il est cependant évident que l'accumulation d'éléments assurant chacun une fonction propre complique très vite la gestion interne. Nous verrons plus loin que la disposition hiérarchique permet de tirer partie de la multiplicité des sous-systèmes sans en payer les inconvénients.

5.2. Le Bénéfice du Couplage.

Il nous semble cependant que le bénéfice de l'hétérogénéité ne s'arrête pas à la simple additivité de fonctions élémentaires. Dans un article demeuré célŠbre à très juste titre, A.

Rosenbluth, N. Wiener et J. Bigelow ont proposé une théorie des objets "intentionnels". Ils ont fondé la cybernétique en reliant l'intentionnalité aux boucles de rétroaction négative. Ce point de vue, rappelons-le, nous parait criticable. La moindre oscillation, y compris celle du proton, traduit une rétroaction négative. L'univers n'existe qu'en fonction de rétroactions négatives. Un Univers dépourvu de rétroactions négatives mais avec rétroactions positives exploserait immédiatement. Un Univers sans rétroactions serait ou totalement stable, ou totalement anarchique, sans aucune loi physique descriptible. La notion de rétroaction négative n'est donc pas aussi spécifique qu'il parait des comportements intentionnels, et ceux-ci doivent donc être caractérisés autrement.

Considérons maintenant un pendule constitué par une boule de plomb de cinquante kilos fixée à un fil et trouée de part en part sur un diamètre de cinq centimŠtres. Tout déplacement de la boule par rapport à son point d'équilibre fait apparaître une rétroaction négative et le comportement du pendule est non intentionnel. Considérons également un petit bateau sans barreur et dont la voilure est établie de telle façon que toute modification de vent entraîne un changement de cap en rétroaction positive, tout au moins dans un petit secteur angulaire. Le comportement du bateau est également fortuit. Plaçons maintenant le pendule sur le bateau en enfilant l'extrémité de la barre dans la boule de plomb. Nous avons créé un objet à comportement "intentionnel". En effet tout déplacement angulaire du bateau fait naître temporairement une déviation de la boule qui agit sur le gouvernail en rétroaction négative. Dans la pratique de cet exemple, l'effet de rétroaction négative serait faible mais il y a là un modèle qui a été effectivement utilisé. Pour les besoins de l'acrobatie et du combat aérien, on cherchait à construire des avions très maniables mais ils étaient malheureusement profondément instables. Pour les besoins de confort de passagers, on cherchait à construire des avions très stables mais ils étaient malheureusement peu maniables. La solution a été de partir d'un avion très instable et très maniable, donc à forte rétroaction positive sur le plan aérodynamique, couplé à un enregistreur de l'instabilité permettant rétroaction négative vis à vis des comportements déviants de l'avion.

Le cas du petit bateau et de l'avion sont certainement généralisables. Il nous semble que l'organisation physico-chimique du vivant abonde d'exemples d'une "intentionnalité" à rétroaction, par simple couplage d'objets sans intentionnalité. Il y a là ce qu'on peut appeler création d'un complément d'ordre. C'est donc le couplage entre deux objets antérieurement indépendants, forme minimale de la hiérarchie, qui crée l'intentionnalité. Il est facile de montrer qu'un couplage supplémentaire suffit à faire gagner un cran dans la qualité d'intentionnalité. On arrive donc à la remarque de Pierre de Latil, faite avec trente ans de retard sur ses premières analyses : la base de l'organisation interne d'un système doté d'intention n'est pas la rétroaction négative mais une boucle de rétroaction ouverte à des effets négatifs ou positifs variables, provenant habituellement d'une autre boucle de rétroaction.

Faisons maintenant l'analyse de l'ensemble petit bateau/pendule. Cet ensemble traduit un système hiérarchisé car il forme une totalité et qu'il comporte deux sous-systèmes qui sont couplés mais qui peuvent être conçus indépendamment de l'ensemble. Par ailleurs, ni le pendule, ni le bateau ne peuvent être qualifiés eux-mêmes de structures irréductibles et au contraire, apparaissent comme des combinaisons d'éléments. Nous voyons donc que l'analyse du bénéfice de l'hétérogénéité comme celui du couplage orientent vers la hiérarchie.

5.3. L'approche de H.A. Simon

C'est ainsi, qu'en 1962, H.A. Simon a pu souligné le bénéfice considérable de l'emboîtement hiérarchique. Il l'a fait dans un article intitulé "The architecture of Complexity", notamment au travers d'une parabole, reprise ensuite et quelque peu modifiée par A. Koestler dans "The Ghost in the Machine":

" Il était une fois en Suisse deux horlogers, nommés Bios et Mekhos, qui fabriquaient des montres très précieuses. Leurs noms paraissent peut-être bizarres : c'est que leurs papas savaient un peu de grec et aimaient beaucoup les devinettes. L'un et l'autre vendaient fort aisément leurs montres et pourtant, alors que Bios s'enrichissait, Mekhos besognait péniblement : un beau jour il dut fermer boutique et chercher un emploi chez son concurrent. On s'interrogea longtemps sur cette histoire et pour finir, on en trouva l'explication qui est surprenante et très simple.

Les montres de nos deux Suisses comportaient environ mille pièces chacune, mais pour les assembler, ils avaient des méthodes très différentes. Mekhos les montait une à une, comme s'il faisait une mosaïque, si bien qu'à chaque fois qu'on le dérangeait dans son travail, la montre qu'il avait commencée se défaisait entièrement et ensuite il fallait tout reprendre au début. Bios, au contraire, avait imaginé de fabriquer ses montres en construisant d'abord des sous-ensembles d'une dizaine de pièces solidement arrangées en unités indépendantes. Dix sous-ensembles pouvaient se monter en un sous-système supérieur, et dix sous-systèmes faisaient une montre. Cette méthode avait deux immenses avantages.

En premier lieu, en cas d'interruption, quand Bios devait reposer la montre commencée, celle-ci ne se décomposait nullement en parcelles ; au lieu de tout recommencer, l'horloger n'avait qu'à rassembler le sous-ensemble sur lequel il travaillait avant ; de sorte qu'au pire (si on le dérangeait au moment où il avait presque fini le montage du sous-ensemble) il lui fallait recommencer neuf opérations de montage et, au mieux, aucune. Et il serait facile de montrer mathématiquement que si une montre comporte un millier de pièces et qu'en moyenne il se produit une interruption sur cent opérations de montage il faudra à Mekhos quatre mille fois plus de temps qu'à Bios pour fabriquer la montre : onze ans au lieu d'un jour. Or, si à des pièces mécaniques nous substituons des amino-acides, des molécules de protéine, des organites et ainsi de suite, le rapport devient astronomique ; certains calculs montrent que toute la durée de la planète ne suffirait pas à produire une amibe, à moins que la Terre ne se convertisse à la méthode Bios en procédant hiérarchiquement de sous-ensembles simples en sous-ensembles complexes. H. Simon conclut : "Des systèmes complexes évolueront beaucoup plus rapidement à partir de systèmes simples s'il y a des formes intermédiaires stables. Les formes complexes qui en résulteront alors seront hiérarchiques. Il suffit de retourner le raisonnement pour expliquer la prédominance des hiérarchies dans les systèmes complexes que la nature nous présente. Parmi les formes complexes possibles, ce sont les hiérarchies qui ont le temps d'évoluer."

Un autre avantage de la méthode de Bios c'est, bien sûr, que le produit fini sera incomparablement plus résistant et beaucoup plus facile à entretenir, à réparer, que la fragile mécanique de Mekhos. Nous ignorons quelles formes de vie ont pu évoluer sur d'autres planètes, mais nous pouvons être assurés que partout la vie doit être organisée hiérarchiquement."

Nous avons cité ce passage entier en raison de sa richesse explicite et sa valeur fondatrice sur l'importance de la hiérarchie. Les exigences de la gestion interne de l'hétérogénéité rendent la hiérarchie nécessaire. Le bénéfice de l'hétérogénéité est implicite dans le texte, celui du couplage beaucoup moins évident et la notion de l'autonomie des

"formes intermédiaires stables" au sein de la totalité n'est même pas évoquée. Il nous semble qu'H.A. Simon a été principalement inspiré par les hiérarchies des programmes informatiques et qu'il a de ce fait passer sous silence quelques points essentiels de la hiérarchie des organismes vivants. Nous ne savons pas s'il nous faut critiquer l'architecture de complexité d'H.A. Simon et en proposer une autre ou s'il nous suffit d'extrapoler. Tout tient à la valeur de ce que l'auteur appelle, selon la traduction de J.L. Le Moigne, une "quasi-décomposabilité". Si cela signifie que l'idéal du système hiérarchique est la "décomposabilité" totale, nous nous portons complètement en faux contre cette affirmation, car nous pensons que les liaisons lâches entre éléments font toute la qualité des systèmes hiérarchisés vivants.

5.3.1. **Les rapports de la Hiérarchie et de l'Autonomie.** Nous sommes tentés de reprocher à H.A. Simon d'avoir négligé les rapports de la hiérarchie et de l'autonomie. L'autopoièse par exemple est une raison supplémentaire de privilégier l'emboîtement. Ce qui vaut pour Bios créant une montre vaudrait évidemment encore plus pour un horloger reconstituant en permanence des éléments de montre ayant un espoir de vie court par rapport à la survie de la montre. Dans le cas de l'organisme vivant, il est de plus indispensable que l'architecture du système global tolère que le nombre d'éléments de même type ne soit pas critique ; ainsi la destruction d'un élément ne paralyse pas le fonctionnement de l'organisme. Il faut de même que l'organisme tolère un nombre d'éléments très supérieur au nécessaire pour préparer toute duplication.

5.3.2. **L'apparition et l'intégration des Formes intermédiaires**. La parabole d'H.A. Simon souligne bien que les sous-ensembles doivent être "arrangés en unités indépendantes". Cela ne traduit pas seulement une identité structurale mais aussi un fonctionnement propre. La survie des "formes intermédiaires stables" à l'état isolé s'impose puisque ces formes ont historiquement précédé les formes complexes dont elles constituent un élément. H.A. Simon ne semble pas avoir perçu que les formes intermédiaires devaient avoir une finalité propre pour survivre indépendamment des formes complexes ultérieures.

Dans le cas de la montre de la parabole, il n'apparaît explicitement aucune finalité pour les sous-ensembles, autre que la finalité d'être une partie de montre. Chronologiquement, la finalité de la montre devrait donc être première par rapport à la finalité des sous-ensembles et on ne voit pas comment ces sous-ensembles pourraient apparaître indépendamment du projet de montre. Il peut en être dit tout autant des relations entre une sous-routine et un programme informatique complet. Il en est tout autrement si on se rapporte à l'évolution de la vie, comme le fait H.A. Simon. En affirmant l'existence de formes intermédiaires stables, l'auteur ne paraît pas se soucier d'expliquer pourquoi et comment ces formes ont pu apparaître, et apparaître le plus souvent avant l'organisme dont elles formeront par la suite un élément. H. Simon n'aborde même pas la possibilité d'une finalité propre des sous-ensembles, ce que fait davantage A. Koestler dans sa description du holon à tête de Janus.

Le schéma trop simplifié d'H.A. Simon ne cadre donc ni avec l'ontogenèse, ni la phylogenèse des systèmes vivants.

- si un sous-ensemble n'a pas de finalité propre, il ne peut apparaître que dans le projet de l'organisme global. Ce qui reviendrait à dire que la conception de l'organisme complexe et sa finalité précède celle du sous-ensemble. H.A. Simon lui-même trouverait cette explication d'une finalité transcendante et prédictive inacceptable.

- une autre hypothèse, proposée du reste par G. Chauvet, est celle d'une organisation hiérarchique qui s'établit secondairement au sein d'un organisme pré-existant non hiérarchisé. Si une telle éventualité n'est pas impossible et peut expliquer certaines hiérarchies, elle ne nous semble pas généralisable car il faudrait expliquer comment et pourquoi s'est réalisé l'organisme non hiérarchisé pré-existant. Nous avons vu que le rapprochement des éléments d'un organisme vivant est le temps le plus fortement néguentropique et le moins probable.

La seule solution raisonnable, peut-être présentée implicitement par A. Koestler, est celle d'une finalité propre pour chaque holon. Celui-ci est une totalité ayant sa propre finalité, lui permettant à un moment donné, une existence indépendante. Mais le holon constitue également un sous-ensemble d'une structure plus large qui présente elle-même sa propre finalité. L'emboîtement reproduit donc à la fois "l'ontogenèse embryologique" et "la phylogenèse de l'évolution", qui se sont effectuées par des étapes successives dérivées des étapes précédentes mais en indépendance des étapes ultérieures.

Il nous semble que l'exigence d'une finalité propre pour toute forme intermédiaire stable explique beaucoup mieux qu'un appel au hasard, la différence de durée entre l'ontogenèse et la phylogenèse d'un même organisme. Trois milliards d'années ont été nécessaires pour réaliser l'emboîtement des formes intermédiaires du poussin durant la phylogenèse alors que le même emboîtement pouvait se réaliser en trois semaines comme en témoigne l'ontogenèse. Il n'y a pas plus de fil directeur préalable dans l'ontogenèse que dans la phylogenèse mais l'ontogenèse n'exige pas que les formes intermédiaires aient une finalité propre.

En définitive, il est beaucoup plus facile d'expliquer l'emboîtement si on considère qu'une forme complexe résulte d'une émergence par réunion de formes intermédiaires ayant eu un vécu propre, justifié ou permis par une finalité particulière. En fait, cette émergence s'effectue en plusieurs temps et l'emboîtement se confond avec la symbiose :

- le premier temps de l'émergence est la rencontre, initialement réversible, entre deux systèmes ; rencontre qui peut présenter les aspects topologiques d'inclusion ou de voisinage.

- le second temps est l'évolution comportementales des deux systèmes qui s'adaptent progressivement de mieux en mieux l'un à l'autre. Selon la terminologie d'E. Bernard-Weil, les relations entre les deux systèmes comportent des éléments agonistes et des éléments antagonistes. La promiscuité vécue se traduit par un renforcement des états stationnaires agonistes et une extinction des états stationnaires antagonistes. La variété comportementale des deux systèmes est alors réduite, entraînant une spécialisation qui est source de propriétés nouvelles.

- le troisième temps est marqué par l'irréversibilité de l'emboîtement ou de la symbiose.

5.3.3. **Les propriétés nouvelles au delà de l'additivité**. H.A. Simon ne précise même pas si les propriétés de la montre se résument à la simple somme des propriétés des sous-ensembles ou si l'assemblage des sous-ensembles a fait apparaître des propriétés complémentaires. Or, nous l'avons vu plus haut, c'est une caractéristique très habituelle du couplage de faire apparaître de nouvelles propriétés qui ne pouvaient être déduite de l'examen des systèmes isolés. Il est donc indispensable de prendre en compte dans le bénéfice de l'emboîtement, cette apparition de propriétés liées au couplage. Aussi faibles soient-elles, les

liaisons entre sous-ensembles sont donc l'un des faits essentiels de l'emboîtement. H.A. Simon paraît pourtant négliger l'importance de ces liaisons lorsqu'il écrit " Le couplage horizontal lâche entre les éléments d'un système hiérarchique permet à chacun d'opérer dynamiquement en indépendance du détail des autres ; seules les entrées qu'il exige et les sorties qu'il produit sont significatives pour les aspects plus globaux du comportement du système. En termes de programmation, il est permis d'améliorer le système en modifiant une des sous-routines à condition que les entrées et les sorties de la sous-routine ne soient pas modifiées." Dans ce texte, H.A. Simon, inspiré par la seule programmation hiérarchisée, néglige complètement les aspects hologrammorphiques et ce que nous décrirons plus loin sous le terme de dégénérescence, pourtant essentiels au vécu de tous les organismes vivants, à tous les niveaux d'organisation : les sous-routines sont normalement plastiques et les opérations qu'elles effectuent peuvent être modifiées par le fonctionnement global du système ou des influences de voisinage. Il aurait été donc plus juste de dire :
- l'élément d'un système hiérarchique peut fonctionner par lui-même, quels que soient les autres éléments.
- le fonctionnement d'un élément est normalement modulé à chaque instant par le fonctionnement des autres éléments.

Le système hiérarchisé doit donc être quasi décomposable puisque les liaisons lâches entre éléments sont l'explication de propriétés que n'avaient pas les parties considérées isolément. C'est donc bien l'emboîtement, mais un emboîtement vécu, qui permet l'émergence de propriétés nouvelles et la hiérarchie est une dimension essentielle des systèmes complexes. Encore faut-il prendre systématiquement en compte tous les effets de couplage entre sous-systèmes et constater que hiérarchie, hologrammorphisme et dégénérescence sont indissociables. Le phénomène est très général, il est le cri d'Archimède du savant et tout naturellement, il marque profondément l'organisation des connaissances apprises. D'une façon générale, toutes les particularités ou propriétés de l'emboîtement se retrouvent dans les systèmes cognitifs.

5.3.4**. L'ouverture vers les réajustements structuraux**. Un autre facteur et non des moindres, du bénéfice de l'emboîtement est lié aux effets de la mémorisation. Le vécu du système global peut conduire à une modification structurale contrôlée des éléments, qui apporte un bénéfice aux capacités comportementales du système global. Au cours de ce processus, l'identité ou le référentiel du système global sont conservés lorsque la modification structurale est "décidée" par ce système, et que la transformation ne rompt pas l'autonomie de l'élément au sein du système. L'emboîtement permet donc des modifications locales plus facilement assimilables par l'organisation interne générale. La hiérarchie permet donc d'associer le bénéfice des transformations à celui du maintien de l'identité.

5.3.5. **Le renouvellement des éléments**. La transformation ponctuelle d'un élément peut aller jusqu'à son remplacement complet. Si le nombre des éléments d'un type donné au sein d'une structure globale, n'est pas critique, chaque élément peut naître, vivre et mourir sans que l'organisation interne soit par trop perturbée. De proche en proche et à leur propre rythme, ce sont tous les éléments d'une structure globale qui peuvent être renouvelés, sans grande perturbation de l'organisation interne. L'emboîtement permet donc l'autopoièse.

B) Autonomie, Hiérarchie et Fait Social.

S'il est un domaine où cette analyse conjointe de l'autonomie et de la hiérarchie est absolument essentiel, c'est bien celui des relations entre l'individu et le groupe social. Par simplification, nous n'envisagerons même pas le fait, essentiel mais sociologique plus qu'épistémologique, de l'emboîtement des structures sociales de différents niveaux, mais seulement l'homme au sein du groupe.

L'idéologie totalitaire a tenté de définir une réalité sociale en quelque sorte première par rapport à l'individu, ce qui conduit inéluctablement à une forte limitation de l'autonomie individuelle. Inversement, les tendances individualistes tendent à limiter en pratique et/ou en théorie, l'apport de la réalité sociale à l'individu. Il nous semble que l'approche hologrammorphique est le meilleur moyen de situer correctement l'individu en face du groupe social:

- à un instant donné, la société n'a pas d'autre réalité que celle du rassemblement des individus qui la composent. Mais le rapprochement des individus a fait naître un système de relations interindividuelles qui sont créatrices de propriétés nouvelles, dépassant l'individu. Certaines de ces relations sont plus durables que les individus et peuvent leur survivre, soit sous forme concrète comme le monument ou le livre, soit sous forme abstraite par transmission d'information d'un individu instruit à un individu naïf.

- l'individu conserve son autonomie totale au sein du groupe social et pourtant en très grande partie, il n'est ce qu'il est qu'en raison de son système de relations sociales.

- par sa pérennité et par sa diversité, l'organisation sociale dépasse les limitations qui seraient le fait obligatoire de l'individu isolé. L'individu en société acquiert donc une dimension nouvelle par rapport à sa réalité biologique, et cela se traduit par une plus grande autonomie individuelle.

Il y a là un point de départ que nous avons eu l'occasion de développer ailleurs (204), qui porte simultanément sur les plans cognitifs et moraux et que nous ne pouvons pas développer ici. Il nous paraissait cependant essentiel de souligner que l'homme demeure au sein de la société, le sujet biologique qu'il est constitutionnellement mais que seul l'intégration dans le groupe social permet la réalisation complémentaire du fonctionnement mental. Descartes n'aurait jamais pu dire "Cogito" si son environnement social ne lui avait pas appris ce mot. Il peut bien sembler y avoir à première vue une opposition entre la finalité interne de l'individu (affirmation du moi) et sa finalité externe (comme membre du groupe social) mais l'individu lui-même conserve la possibilité d'harmoniser au mieux ces deux finalités et il est le seul à pouvoir le faire; comme nous le disons ailleurs (204), cela nous parait la base même de la morale.

Ce rappel des rapports de l'individu et du groupe social n'a dans cette thèse, qu'une valeur d'aparté. Elle nous parait hors de l'analyse épistémologique, mais il nous semblait impossible d'analyser les emboîtements de systèmes sans y faire référence.

C) Emboîtements et Systèmes Cognitifs.

Dans "The Ghost in the Machine", A. Koestler fait précéder le chapitre où il définit l'emboîtement et le holon par un chapitre où il traite de la chaîne des mots et de l'arbre du langage. Il témoigne ainsi d'une application directe de sa conception des emboîtements au domaine cognitif. Effectivement, nombreux sont les domaines de l'Epistémologie o- la notion d'emboîtement tient une place essentielle.

1. Le Fait cognitif isolé et les Systèmes cognitifs.

Si on demande à un non-spécialiste de l'épistémologie d'exprimer un fait cognitif isolé et irréductible, il pensera certainement pouvoir le faire aisément. Il pourra par exemple désigner un livre sur la table et dira "Ce livre est rouge". Moyennant quoi, il définira en fait un point arbitrairement découpé dans un graphe extrêmement complexe, et il effectuera implicitement des groupements d'éléments.

a) sur le plan de l'analyse grammaticale, la phrase fait référence à une organisation hiérarchisée définissant l'adjectif démonstratif, le nom commun et l'adjectif qualificatif.

b) l'emboîtement est moins évident mais tout aussi réel sur le plan sémantique.

- le démonstratif "Ce" indique un objet identifié, contenu dans un contenant. Il exprime que l'objet est unique, en opposition à une collection.
- l'adjectif "rouge" traduit l'appel à une description qualitative, au choix de la couleur parmi les qualités utilisables, à une définition du rouge qui est essentiellement relative à la définition des autres couleurs.
- le nom commun "livre" traduit une classe d'objets concrets dans le système fortement hiérarchisé et en grande partie arbitraire, qui classe les objets concrets.
- le livre considéré comme une entité globale, est défini par le groupement de plusieurs caractéristiques : couverture, pages, écriture, etc

Il est en fait difficile de définir un fait cognitif isolé irréductible. Il ne peut que traduire une configuration particulière d'interface. Cette configuration ne peut être décrite car sa description ferait appel à un système descriptif emboîté, opposant par exemple l'ouïe et la vision, fractionnant les différentes données auditives ou visuelles. La configuration ne peut donc être que vécue et identifiée par le lien avec une réponse d'accommodation. Le véritable fait cognitif isolé est donc très rare :

- il correspond aux déterminants perceptifs innés du comportement.
- il correspond également aux quelques reconnaissances apprises d'objets ou de situations chez le tout jeune nourrisson, lorsque celui-ci reconnaît un objet, sans conscience des raisons qui lui permettent de reconnaître.

La manipulation de faits cognitifs isolés présentent de très grands inconvénients :

- dès que le nombre d'objets ou de situations identifiés dépasse quelques dizaines, une manipulation directe du répertoire devient très lourde. Or, à titre d'exemple, et il ne s'agit que d'une faible partie du répertoire cognitif global, G. Miller indique qu'un adolescent de dix sept ans identifie sans trop de difficultés plusieurs dizaines de milliers d'entités verbales différentes (130).
- chaque objet ou situation identifiés nécessitent une analyse particulière. Devant un objet ou une situation nouvelles, aucun bénéfice ne peut être tiré des analyses cognitives antérieures.

Or nous avons souligné l'importance essentielle du dépistage de l'insolite, association de connu et d'inconnu.

Tout spécialement dans l'espèce humaine, il y a donc construction d'un système cognitif appris, lié à l'exercice des connaissances innées ou apprises une à une, mais se substituant rapidement et totalement aux modes initiaux de connaissance. J. Piaget a montré que cette évolution s'effectue chez le jeune enfant et inclut presque immédiatement des emboîtements résultant de découpages et groupements :

- il y a fractionnement du champ perceptif global dont le premier temps est l'identification de l'objet indépendant et permanent au sein d'un continuum. Le fractionnement est subjectif et utilitaire. Le continuum d'environnement est ultérieurement fractionné en dimensions d'espace et de temps.

- le repérage d'un objet ou d'une situation se font très vite par la réunion d'un certain nombre d'indices. Le groupement des indices est subjectif et utilitaire. Les indices traduisent l'application à l'objet de schèmes perceptifs universels. Ce qui est vrai pour les objets l'est aussi pour ces schèmes. Au fur et à mesure qu'ils se multiplient, leur gestion nécessite une organisation emboîtée à plusieurs niveaux.

- la pratique des indices permet de les grouper en fonction de la catégorie à laquelle ils appartiennent. Il y a là encore le début d'une organisation emboîtée.

2. Hiérarchie et Taxinomie.

S. Körner (110) souligne que les hommes utilisent constamment trois méthodes d'organisation lorsqu'ils appréhendent le monde :
- la différentiation de l'expérience en objets particuliers avec leurs qualités.
- la distinction entre les objets globaux et leurs parties.
- la formation et la distinction entre classes d'objets.
Comme nous venons de le voir, la première méthode citée conditionne les deux suivantes et S. Körner rejoint ainsi J. Piaget. L'expérience montre que la seconde et la troisième méthode évoluent très rapidement vers des emboîtements à plusieurs niveaux :
- la description des parties d'un objet se fait par une subdivision complémentaire.
- la confrontation des différentes classes d'objets oriente vers des groupements partiels dessinant des arborescences.

La classification emboîtée traduit donc une évolution spontanée de la connaissance apprise. Si la taxinomie parait marquée plus particulièrement le XVIIIème siècle, ce n'est pas à notre avis par une prédominance de la classification à cette époque mais par un aspect particulier de cette classification au cours d'une évolution historique. M. Foucault (068) repousse les débuts de la taxinomie au XVIIème siècle mais il relie la classification à l'approche particulière de l'Histoire Naturelle. Nous penserions personnellement que la taxinomie de l'histoire naturelle traduit un aspect un peu particulier du phénomène très général, indispensable, de la classification. Ce que dégage l'histoire des classifications est une prise de conscience que la classification porte au moins autant sur les connaissances que sur les choses, et qu'elle traduit des opérations subjectives de découpage et de groupement au sein du continuum environnemental.

2.1. Les Classifications implicites d'Aristote.

A.J. Cain (034) fait remonter les premières classifications scientifiques à Aristote, soulignant le lien avec l'invention de la logique. Il y a effectivement des préoccupations scientifiques chez Aristote qui insiste sur la nécessité d'examiner de nombreux spécimens pour rejeter les caractéristiques individuelles sans intérêt. Cependant, la classification d'Aristote est marquée par deux points essentiels :
- l'emboîtement est seulement implicite et doit être recherché dans l'ensemble de l'oeuvre. Le pigeon est bien un vertébré à sang rouge opposé aux invertébrés, ovipare opposé aux vivipares, à œuf parfait opposé aux œufs imparfaits des poissons, oiseau opposé aux serpents et amphibien, du groupe pigeons/colombes opposé aux autres groupes d'oiseaux. Mais ces constations sont dispersées, Aristote n'ayant pas établi une classification à proprement parler.
- le but d'Aristote est de définir les essences existantes. C'est pourquoi le genre est l'élément de désignation essentiel, l'espèce comme son nom l'indique traduisant déjà une particularité entre individus de même essence.

Aux classifications d'Aristote répond l'intérêt très relatif que les auteurs grecs attribuaient à un découpage de l'environnement.

Les données d'Aristote furent seules utilisées jusqu'au XVIIème siècle. Cependant, Aldovrandi au XVIème siècle marque un véritable tournant. L'esprit de systématique est beaucoup plus accentué que chez Aristote bien qu'il soit excessif de faire d'Aldovrandi le père de la taxinomie. F. Jacob (093) remarque que les animaux fabuleux décrits par Aldovrandi associent des caractères empruntés à des genres différents, par exemple le poulain à face d'homme ou l'enfant à tête de grenouille. Cela suppose une organisation taxinomique des critères de description. A la suite de Césalpin, la préoccupation de rester attaché aux essences, utilisant les seuls critères en rapport avec "l'âme végétative" et la "génération", n'en demeure pas moins essentielle à l'époque.

2.2. La Classification linnéenne.

C'est sans doute l'accumulation considérable de nouvelles données qui devait inciter à une révision profonde du principe des classifications. Léonard de Vinci ouvrit les portes de l'homologie en soulignant une comparaison de distribution des os entre l'homme et le cheval. L'exploration de terres nouvelles révélait de multiples espèces nouvelles et diminuait l'intérêt pour les êtres monstrueux. Le microscope, notamment sous l'oeil de Malpighi et de Hooke, fournissait une dimension nouvelle d'observation. M. Foucault (068) fait remonter les principes modernes de classification à l'Histoire Naturelle des Quadrupèdes, publiée par Jonson en 1657. En fait, nombreux furent les auteurs qui préparèrent et permirent les travaux de Linné, et l'apparition d'une classification renouvelée :
- le contexte anecdotique est progressivement supprimé ainsi que tout l'environnement historique, ce qui renforce l'aspect explicite de la classification.
- l'observation permet de dépasser les critères de "structure visible".
- l'emboîtement est systématiquement introduit et prend le pas sur l'objet à classer, lorsque les différents genres sont eux-mêmes classés.

Linné est l'héritier de ce mouvement. Sa rigueur d'esprit le conduit à un changement de plan dans la taxinomie lorsque pour la première fois, il fait apparaître des "cases vides". Sa classification des genres le conduit à créer 5776 cases théoriques de genres dont certaines ne

correspondent pas à des genres connus. Par ailleurs, Linné se dégage de l'obligation d'être "naturel" pour définir l'ordre ou la classe.

La classification linéenne marque donc une véritable transition. Dessinant des cases a priori, vides ou pleines, construites à partir de principes généraux, véritables lois cognitives générales, la classification linéenne porte davantage sur la connaissance des objets que sur les objets eux-mêmes. Par ailleurs, cette classification traduit véritablement un découpage emboîté du continuum d'environnement, découpage associé au regroupement d'éléments caractéristiques pour définir les classes. En revanche, Linnée demeure profondément réaliste, pensant retrouver un principe de découpage divin dans le meilleur des mondes possibles postulé par Leibnitz.

2.3. Le passage de l'Essence aux données d'expérimentation.

Linné était persuadé d'avoir reconstitué un "ordre divin". Cette préoccupation disparaît totalement un demi siècle plus tard dans la théorie des classifications effectuée par Candolle. Il n'y a plus chez cet auteur d'appel à ce qui pourrait être une "essence", mais en revanche, une insistance sur les caractères utilitaires des classifications qui permettent :
- de résumer des données de plus en plus nombreuses et complexes,
- de faire apparaître des similitudes, permettant notamment des remplacements d'une substance extraite par une autre.

A l'analyse théorique de Candolle, répond en 1869 la réalisation pratique de la classification des éléments chimiques par Mendeleev. Contrairement à ses affirmations, Mendeleev n'est pas le premier à avoir défini des classes vides dans une classification. Linné l'avait fait avant lui dans la classification des espèces vivantes, Newlands, Odling et J.L. Meyer dans la classification des éléments chimiques. En revanche, Mendeleev est probablement le premier à avoir perçu la valeur conceptuelle de ces cases vides pour l'épistémologie et la recherche. Pour Mendeleev lui-même, sa classification a un double intérêt :

2.3.1. **La Classification récapitule les Connaissances**. Elle met de l'ordre dans des données qui se multiplient très rapidement.

a) le nombre d'éléments chimiques connus est passé de 12 avant 1700, à 33 en 1800 et plus de 70 à l'époque de Mendeleev. A moins d'être purement descriptive, la chimie doit établir une classification emboîtée des propriétés des divers éléments.

b) il faut rajouter toutes les données d'expérimentation dont Mendeleev a pu profiter, sans l'avouer. En 1808, J. Dalton a introduit la notion de poids atomique ou équivalent pour désigner la masse d'un élément qui peut se combiner à une même quantité d'hydrogène. L'hypothèse de Prout voyant dans tout corps simple un multiple de l'hydrogène a joué un grand rôle dans l'évolution de la chimie théorique. Döbereiner établit qu'un certain nombre d'éléments ont un poids "équivalent" qui est la moyenne arithmétique de deux éléments dotés de propriétés comparables. Newlands en 1865 énonce la loi des octaves en montrant que les poids atomiques d'éléments de même propriétés sont séparés par huit points ou par un multiple de huit. Toutes ces données se retrouvent implicitement dans la table de Mendeleev.

2.3.2. **La Classification dessine un programme de recherche**. Elle doit permettre de développer les connaissances, devant servir de tremplin pour expliquer le pourquoi de la classification elle-même. Mendeleev a été capable de définir précisément par avance et par le seul usage de sa table, les propriétés du gallium ; le gallium fut découvert six ans plus tard, mais il faut bien le reconnaître, en toute indépendance de la table de Mendeleev. En revanche, il est très vraisemblable que l'analyse de Mendeleev a favorisé la distinction ultérieure entre le numéro atomique d'un élément et son poids atomique, retrouvant l'hypothèse de Prout.

Il manque cependant un point crucial aux analyses épistémologiques de Mendeleev. Celui-ci n'a pas perçu que les corps simples tels qu'il les concevait, traduisaient des "objets" de connaissance créés par l'analyse scientifique et qui ne se trouvaient pas dans les découpages de l'environnement effectués avant le développement de la théorie atomique. C'était en quelque sorte par hasard que "l'or" ou "le cuivre" de pépites natives correspondaient totalement à certains corps simples de la table. Ainsi était déjà ébauchée la révolution épistémologique qui se précisera dans la mécanique quantique.

En définitive, on peut affirmer que la table de Mendeleev est une systématisation des connaissances de l'époque, au moins autant qu'une classification d'éléments concrets. Mendeleev marque donc un temps essentiel dans cette prise de conscience progressive qui transforme un ordre des "essences" en une organisation cognitive.

2.4. La prééminence de la Classification sur l'élément.

Nombre des corps simples de la classification de Mendeleev ne sont pas présents dans la nature sous forme native. Ils peuvent cependant être isolés par réaction chimique et apparaître alors comme une réalité concrète. Cela est vrai tout autant pour les corps connus avant la classification que pour les corps ignorés. Avec la classification des particules sub-atomiques, un pas de plus est franchi vers le primat de la classe sur l'objet :

- une "particule" sub-atomique traduit avant tout le résultat d'une expérience, et même d'une expérience qui est une interaction entre l'environnement et "un observateur", lui-même partie de la situation expérimentale. En tant que telle, la particule n'est pas pré-conçue et retrouvée par l'expérimentation. Ce sont les résultats d'expériences antérieures qui suggèrent un découpage particulier de l'environnement et qui conduisent à envisager l'existence de cette particule, qualifiée conjointement par le "regard" des expérimentateurs dirait M. Mugur-Schachter. C'est donc l'expérimentation qui isole la particule comme objet possible, et qui la qualifie.

- nombre d'expériences exigent deux images complémentaires et exclusives l'une de l'autre, corpusculaire ou ondulatoire. L'image ondulatoire est décrite par une fonction de probabilité qui, selon l'expression d'Heisenberg, "introduit quelque chose se situant au milieu entre l'idée d'un phénomène et ce phénomène lui-même, une étrange sorte de réalité physique à égale distance entre la possibilité et la réalité".

Or, de très nombreuses variétés de particules sub-atomiques ont été décrites, plus de 200 types durant les dernières décennies. Ces particules se confondent avec des cases de classification. Des tables peuvent être formées, dessinant des cases à l'intersection de plusieurs critères, par exemple le spin, la charge et la nature des quarks ou antiquarks constitutifs. De telles tables en dessinant des cases vides, ont permis de prévoir la possibilité

d'apparition au cours d'expériences de ce qui fut appelé avant leur mise en évidence, méson η ou baryon ω. Des expériences ultérieures confirmèrent l'existence de ces "particules".

Il est bien évident qu'au cours des expériences, la case de la table de classification a une "réalité" plus accessible que celle des particules elles- mêmes.

2.5. La Taxinomie numérique ou statistique.

Dès le XVIIIème siècle apparut un conflit entre les partisans de classifications traduisant un ordre "naturel" et ceux qui favorisaient les systèmes "artificiels", choisissant librement les critères de classification. En 1763, la publication de "Famille des Plantes" par le botaniste français M. Adanson, est manifestement un système artificiel mais l'auteur introduit une innovation complémentaire, associant une appréciation quantitative aux critères choisis. Adanson était peut-être influencé par les critiques de la causalité faites par Hume, "Les essais philosophiques sur l'entendement humains" ayant été traduit dix ans plus tôt. Quoiqu'il en soit, Adanson s'efforce d'évaluer quantitativement les ressemblances et différences, substituant des nombres confrontables aux évaluations subjectives d'appartenance.

Adanson ne fut pas suivi et il est de fait que son mode de classification ne présentait guère d'intérêt pratique ou théorique en taxinomie botanique. Aujourd'hui, la persistance de difficultés de classification insolubles avec les taxinomies habituelles, la possibilité d'effectuer beaucoup plus facilement de nombreux calculs par ordinateur, provoque un regain d'intérêt pour les taxinomies numériques comme en font preuve de nombreuses publications dans la revue "Taxon".

Mais la classification numérique ne se limite pas aux espèces vivantes. Elle a pris notamment un grand développement dans l'étude des aptitudes mentales humaines et dans la classification des traits de personnalités. Le principe en est de confronter de multiples données de façon différentes pour établir des similitudes quantifiées, très généralement exprimées sous forme de corrélations. Ces corrélations sont confrontées entre elles pour tenter de les expliquer à l'aide de variations sur un nombre très limité d'axes différents. Ces axes constituent une dimension descriptive et plusieurs dimensions peuvent être utilisées pour former une table de classification. Ainsi R.B. Cattell décrit la variance des personnalités dans la population générale, à partir d'une vingtaine de traits d'origines qui sont des axes définis par des corrélations observées entre des regroupements portant sur les 3000 à 5000 mots servant à décrire une personnalité. C'est donc une étude préalable des relations entre données qui définit les critères permettant le classement (annexe D).

Cette évolution de la taxinomie est fondamentale. Elle suggère implicitement que la classification quelle qu'elle soit, traduit un découpage voulu par l'expérimentateur, non seulement utilitaire mais contingent puisque d'autres découpages pourraient être proposés. La classification reflète une "manière de voir" l'environnement de la part du chercheur. Cette manière de voir crée véritablement les objets de connaissance par un découpage subjectif, conçu dans un but strictement utilitaire, recherchant le plus probable.

2.6. Hologrammorphisme et Multicrucialité.

Il devient évident au cours de l'analyse factorielle que l'observation des faits y est antérieure à la définition des dimensions permettant le classement. Mais ce qui apparaît alors explicitement, est implicite et omniprésent dans toute classification. Aristote pensait que

l'opposition entre vivipare et ovipare traduisait un ordre divin. En fait, elle constituait une donnée d'observation, recueillie indépendamment de toute idée classificatrice, mais dans un passé culturel tellement lointain qu'Aristote ne pouvait pas en percevoir le caractère empirique. Cette opposition empirique du vivipare et de l'ovipare avait été le résultat d'une démarche culturelle complexe, isolant une différence dans le mode de reproduction entre deux êtres vivants parce qu'une certaine homologie avait été reconnue antérieurement entre tous les animaux. Comme l'a dit C.F. von Weizsäcker, "La Nature a précédé l'homme mais l'homme a précédé les sciences de la Nature". L'observation naïve de la Nature conduit à isoler des traits de description qui permettent les premières classifications, elles-mêmes sources des perfectionnement ultérieurs.

Ce constat doit nous permettre de préciser les liens très particuliers qui unissent un système hiérarchique de classification et les objets du classement, cela en accord avec les analyses de G. Pinson :

2.6.1. **La Structure et l'état stationnaire dans une classification**. Il est possible de retrouver dans une classification, l'équivalent de la distinction entre structure et état stationnaire qui marque tout système :

- la structure globale correspond à la distribution spatiale de la classification, organisant l'emplacement des cases. La structure d'une case est l'ensemble des éléments de définition qui ne font l'objet d'aucun désaccord entre différents observateurs et qui paraissent nécessaires à tous. Cette structure est fondamentalement relative aux manières de voir des observateurs, découpant l'espace continu de l'environnement.

- l'état stationnaire d'une case traduit le complément de définition produit par la classification. Il est lié à l'introduction d'éléments de définition qui pouvaient paraître contingents à certains observateurs au moins. L'état de la classification globale traduit les principes qu'établissent la conjonction des cases.

On peut donc prévoir que toute classification va présenter une organisation holographique o- le sens d'une case est spécifié en partie par son appartenance à la table complète, par les différences avec les autres cases et o- la table elle-même a un sens dicté par la conjonction des cases. La table est le point fixe qui traduit l'équilibre le plus probable entre les principes généraux qui ont présidé au découpage et les données empiriques recueillies sur les éléments contenus dans toutes les cases.

2.6.2. **Les relations entre un élément d'une classification et une table taxinomique entière sont de nature holographique**. Création utilitaire de l'esprit humain, la classification cognitive est construite pour favoriser une utilisation optimale. Chaque élément d'une classification, qu'il s'agisse de la case contenante ou de l'objet concret contenu, participe à l'élaboration du système de classification. Chaque élément exprime donc, pour l'information qui le caractérise, la structure de l'ensemble auquel il appartient : chaque élément reflète implicitement ou explicitement l'existence des autres. Le reflet est seulement implicite dans l'opposition entre "Vivipare" et "Ovipare" car celle-ci existe seulement dans l'esprit d'Aristote et de ses contemporains. Le reflet est explicite lorsque la définition du méson π est avant tout une référence à la définition du méson ρ dans un octuplet de mésons.

Cette relation traduit l'hologrammorphisme où, au travers d'une hiérarchie à un nombre de niveaux indéterminé, chaque élément doit être considéré comme un reflet de la totalité,

mais où la totalité est définie entièrement par les éléments qui la composent. Le lien qui existe entre le méson π et l'octuplet des mésons appartient à un ensemble qui définit également le lien existant entre l'octuplet des mésons et la table des particules sub-atomiques, mais également aussi le lien qui existe entre le méson π et la table des particules sub-atomiques, entre le méson π et les conceptions générales de la mécanique quantique.

Dans tout système cognitif, à l'organisation hiérarchique structurale et en arborescence qui "juxtapose" des cases différentes, s'associent des interactions provenant de tous les éléments ou structures hiérarchiques du système cognitif dans son entier. Ces interactions ont des effets qui se "superposent". Elles stabilisent en quelque sorte chaque case, dans un "état" particulier parmi tous les états possibles de la case considérée. Ce faisant, la signification de la case est précisée. Inversement, ce sont les significations de chaque case qui spécifient le système cognitif et le processus de classification.

2.6.3. **Les Classifications ne traduisent pas nécessairement des discontinuités du Réel.** Les dimensions qui définissent les différents niveaux d'organisation cognitive sont subjectives et utilitaires. Elles ne reflètent pas nécessairement des discontinuités du réel. Elles sont inspirées par les discontinuités des systèmes neurologiques impliqués dans la connaissance, mais probablement plus encore par les activités cognitives antérieures, notamment les discontinuités établies antérieurement et dont l'expérience a justifié la révision. Que les partitions de la connaissance relèvent d'une définition de domaines scientifiques distincts ou de hiérarchies taxinomiques, elles traduisent des abstractions subjectives et ne correspondent pas nécessairement à une partition justifiée du réel(□). Au mieux, on peut considérer que le réel, fondamentalement discontinu, se prête à de multiples partitions et que l'activité cognitive traduit un choix subjectif de partitions qui paraissent utiles. Les systèmes de partition doivent donc être considérés comme ouverts, relatifs et provisoires. La dégénérescence que nous étudions plus loin, marque fondamentalement toutes les données cognitives. Si cette dégénérescence condamne l'espoir de certitude et relativise toute connaissance, elle peut cependant être en partie corrigée grâce à la souplesse même des systèmes cognitifs, permettant aisément toutes les révisions de classification souhaitables.

La hiérarchisation des données cognitives trouve sa finalité dans les modes du fonctionnement mental. Le caractère "borné" de la rationalité humaine, lié aux contraintes du fonctionnement cérébral, explique qu'il ne soit pas possible de relier directement et de façon optimale, chaque fait élémentaire de connaissance et le système cognitif global qui donne sa signification à ce fait. Le cerveau ne peut confronter simultanément tous les détails du système cognitif qu'il a construit, et tirer parti de cette confrontation. Il est donc indispensable que se superposent et s'emboîtent des organisations caractérisées chacune par un niveau particulier de définition, du plus précis au plus général. A un niveau de définition donné, chaque regroupement de données plus élémentaires constitue une unité et peut être manipulé comme telle. Inversement, en cas de besoin, le même regroupement demeure dissociable en données élémentaires, traitable elles-mêmes comme des unités. C'est cette dynamique à mailles de différentes tailles que l'informatique a redécouvert récemment en décrivant les "réseaux neuronaux".

2.6.4. **La Multicrucialité est la seule source de validité scientifique**. C'est dans la superposition des significations élémentaires ou "multicrucialité" qu'il faut rechercher simultanément la définition d'un élément et tous les critères de validité scientifique. Un critère physique descriptif et un nombre limité de superpositions sur une même case classificatrice sont très généralement suffisants pour permettre de préciser la signification des objets ou

événements qu'elle contient. Lorsqu'un beaucoup plus grand nombre de superpositions a lieu et qu'il y a concordance entre les significations, apparaît une "cohérence" d'ensemble qui valide chaque signification particulière. Cette cohérence, conforme aux analyses de K. Popper que nous voyons plus loin, est le seul critère de validité possible si le réalisme et ses critères formels de vérité sont niés ou, pour le moins, "mis entre parenthèse".

Ainsi, l'organisation hiérarchique subjective est bien la condition de tout système cognitif mais cette organisation ne se limite pas au dessin d'arborescence. Elle est le siège d'un très riche tissu d'interactions spécifiant chaque point de diagramme, selon la dynamique de l'hologrammorphisme. Chaque point devient le reflet implicite de tous les autres et du diagramme dans son entier. Nous retrouverons plus loin les mêmes interactions reliant faits et théories mais nous voudrions insister auparavant sur le caractère "naturel" de la multicrucialité.

2.7. Les catégorisations normatives.

Tout au long de cette analyse des classifications, nous n'avons envisagé que des classifications empiriques, résultats d'expériences antérieures. Nous avons complètement négligé les catégorisations normatives, effectuées par rapport à des principes normatifs établis indépendamment des expériences. En fait, c'est le problème même de la nature des normes qui se trouvent posées. Si ces normes sont définies comme des structures premières, il y a un retour au réalisme des idées, les normes ne nous paraissant qu'un cas particulier d'idées; nous avons tenté de montrer que ce réalisme des idées ne s'imposait pas. Si en revanche, les normes sont élaborées à partir d'expériences individuelles, le processus est en fait voisin de l'élaboration des classifications empiriques et ne mérite pas une approche particulière. Tout au plus doit-on envisager une catégorisation qui s'effectue par la confrontation de deux ou plusieurs séries d'expériences établies indépendamment.

3. Système Cognitif et multiplication des canaux perceptifs.

Nous n'en prenons pas toujours conscience mais nous utilisons très fréquemment plusieurs canaux perceptifs sur un même objet ou un même événement pour valider notre analyse. Nous avons insisté à plusieurs reprises sur la conjonction de la vision des deux yeux pour générer le sens de la profondeur. Dans le même ordre d'idées, J.G. Wishart a démontré qu'un nourrisson localisait la source d'un son dans le noir par conjonction binaurale (025). Mais le fait des conjonctions perceptives est très général Une grande valise de cinq kilos paraît habituellement plus légère qu'un bloc de métal de trois kilos. L'appréciation empirique d'une densité est plus immédiate que celle du poids. L'utilisation des données perceptives superposées, kinesthésiques, tactiles et visuelles, est plus spontanée que l'utilisation isolée des données kinesthésiques. M. Bekoff et M. C. Wells (011) ont pu mesurer le bénéfice d'une superposition des informations perceptives dans une observation du coyote à la recherche d'une proie. Dans les mêmes conditions expérimentales, l'animal met en moyenne 30,1 secondes pour atteindre sa proie s'il dispose de la vue, de l'ouie et de l'odorat, 34,5 secondes s'il dispose de la vue et de l'odorat, 43,7 secondes s'il dispose de la vue et de l'ouïe, 46 secondes avec la vue uniquement, 72,7 secondes avec l'odorat seulement et 208,8 secondes avec la seule ouïe.

Bien que non quantifiée, l'expérience d'Aronson et Rosenbloom, relatée par T.G.R. Bower, est également très suggestive. Les auteurs ont placé un nourrisson de trois semaines,

enfermé dans une enceinte transparente isolée acoustiquement et qui permet à l'enfant de regarder sa mère au travers des parois. Une retransmission stéréophonique localise la source apparente de la voix de la mère loin de son lieu normal d'émission. Les auteurs notent que le nourrisson est très perturbé, ce qui suggère qu'en temps normal, il associe la voix de sa mère à la vision qu'il en a et qu'il utilise cette concordance pour construire l'image maternelle.

Mais les analyses neurophysiologiques modernes ont révélé une superposition des informations à l'intérieur d'un même champ perceptif. Comme nous l'avons vu (V-B-3) la couleur, la taille, la forme, le déplacement sont analysés séparément et coordonnés dans un deuxième temps. Mieux encore, la forme est analysée simultanément par six ou sept canaux ayant chacun une définition ou fréquence spatiale propre. Un canal de faible fréquence spatiale et de champ large fournit une perception globale qui permet de localiser les données d'un canal à fréquence spatiale élevée et à champ étroit. Mais il est hautement probable qu'il y a également superposition d'informations et que la concordance entre les données des différents canaux joue un rôle déterminant pour affirmer la "réalité" des objets perçus. S'il en est bien ainsi, la multicrucialité devient un aspect fondamental de l'analyse perceptive. La confrontation de canaux qualitativement différent permet une multicrucialité qualitative. La confrontation de canaux de différentes définitions, réalisant des maillages de différentes ouvertures, introduit une multicrucialité hiérarchique, peut-être encore plus significative.

Le principe de la multicrucialité est peut-être alors le résultat de "l'abstraction réfléchissante" du sujet sur ses propres mécanismes perceptivo-cognitifs. Il serait difficile de trouver une meilleure validation du principe de multicrucialité.

4. Faits et Théories.

Un bel exemple de validité par multicrucialité réside dans la similitude de l'organisation qui relie les cases d'une classification à un ensemble taxinomique, et l'organisation qui relie les fait d'observation ou d'expérience à la théorie. Cela ne devrait pas trop étonner car une classification traduit généralement l'application d'une théorie et toute théorie est décrite en partie par des classifications.

4.1. L'Hologrammorphisme de la Théorie.

4.1.1. **La Thèse de Duhem-Quine.** P. Duhem avait fort bien compris certains rapports existant entre le fait et la théorie, postulant que la théorie n'est autre que l'équilibre de non contradiction entre tous les faits qui relèvent du champ d'application de cette théorie. Il y avait là pour le moins une attitude prudente, tout à fait satisfaisante pour les adversaires du réalisme mais également acceptable comme hypothèse minimale dans le cadre d'une doctrine réaliste. En France, la réputation de Duhem, chrétien militant et conservateur sur le plan politique, a presque complètement occulté son oeuvre théorique. Dans les pays anglo-saxons au contraire, les analyses de P. Duhem ont reçu une pleine consécration. Le nom de thèse de Duhem-Quine est attribué à l'attitude qui considère qu'un fait isolé n'a aucune portée théorique, qu'il en acquiert seulement lorsqu'il est inséré au sein d'un large système d'affirmations et d'hypothèses. Toute révision de cet ensemble, quel que soit la zone du système concerné, entraîne des effets sur chaque fait et sur l'ensemble. Il y a manifestement description holographique avant la lettre.

4.1.2. **La relation inverse entre la Théorie et le Fait**. Cependant, Duhem n'avait pas perçu que le fait scientifique est lui-même déterminé par l'application implicite de la théorie. L'observation et à plus forte raison l'expérimentation, ne sont pas immédiates. Ce sont des interprétations de données d'interface ou d'observations antérieures, à la lumière d'une théorie. Ainsi, le même mouvement apparent du soleil peut être analysé comme un déplacement autour de la terre ou comme l'effet apparent d'une rotation de la terre. Les conflits persistants entre théories opposées sont liés à la possibilité d'expliquer les mêmes événements de multiples façons, chacune conforme à une théorie différente.

Dans le même ordre d'idée d'une relation entre le tout et les parties au sein d'une théorie, Hertz avait bien perçu que la cohérence de la théorie newtonienne venait d'une description à partir de concepts, d'espace, de temps, de force, eux-mêmes définis à partir de la théorie. Au total, toute théorie entre encore plus aisément dans le schéma de l'hologrammorphisme que ne le prévoyaient Duhem et Quine :

- les faits qui permettent d'établir la théorie sont des données d'observation ou d'expérimentation décrites dans le cadre de cette même théorie ou pour le moins à partir d'une théorie proche.

- chaque fait isolé se prête à une grande fluctuation de significations, ou, ce qui revient au même, à un grand nombre d'interprétation. Guillaume de Baskerville, dans "Le nom de la Rose", remarque avec à propos que le seul rapprochement de quelques faits suffit à réduire le nombre d'interprétations cohérentes pouvant expliquer chacun des faits. Une théorie est le point d'équilibre qui permet d'attribuer à chaque donnée connue une interprétation commune et conforme.

- cet accord entre tous les faits appartenant au champ d'une théorie, constitue le seul critère de validité pour cette théorie. C'est donc bien l'ensemble des faits conformes qui définit la théorie. Une théorie est donc provisoire et ouverte puisqu'elle doit pouvoir expliquer toute donnée nouvelle dans le champ de la théorie, mais elle peut à tout moment rencontrer une donnée qui l'infirme et détruit donc sa raison d'être. Le principe de multicrucialité explique que toute prévision conforme à la théorie, renforce sa validité et ce succès de la prévision est le seul moyen de validation. Toute donnée non conforme aux prévisions déséquilibre la théorie et doit conduire à la recherche d'un nouveau point stationnaire, expliquant simultanément toutes les anciennes données et la donnée nouvelle. Ce nouveau point stationnaire peut être précisé par la seule réflexion mais le principe de multicrucialité bien compris impose une confirmation ultérieure par la conformité de nouvelles prévisions.

4.1.3. **Théorie et Système cognitif global**. La théorie est elle-même incluse dans le contexte de son application et l'ensemble forme également un système holographique. Une théorie ne peut donc a priori être valide dans un contexte qui n'existait pas au moment de l'élaboration de la théorie. Les changements profonds entraînés par les découvertes de terres nouvelles au XVIème siècle ont eu un impact profond sur les systèmes théoriques existant antérieurement.

Une comparaison peut être faite avec le point de vue des mathématiciens constructivistes qui estiment qu'une loi mathématique ne vaut que pour le domaine d'application dans lequel elle a été définie. Une loi ne peut alors être considérée comme valable a priori pour des objets extérieurs qui ne lui ont pas été confrontés, notamment parce qu'ils sont insuffisamment définis. A. Korzybski et R. Apéry se rejoignent pour montrer les

inutiles contradictions et paradoxes qui peuvent apparaître dans le maniement du concept d'infini ou d'ensemble infini, appliqué à des collections d'éléments qui ne sont pas tous identifiés.

La théorie précise la rencontre de l'homme et de l'environnement. Son niveau de correspondance avec le réel demeure hypothétique et ouvert car il dépend constamment de la vérification des prévisions concernant de nouvelles rencontres. En ce sens, le contenu d'une théorie est donc bien relié à la réalité. Cette liaison est absolument essentielle puisque, par ailleurs, l'action humaine réfléchie sur elle-même est déterminante dans la mise en place d'une théorie. La cohérence qui fait tout l'intérêt d'une théorie doit être établie et ne s'impose pas d'elle-même. C'est l'homme qui choisit les expériences cruciales pouvant confirmer ou infirmer la théorie. C'est l'homme qui rapproche les résultats de faits expérimentaux ou d'observation pour définir le domaine d'une théorie. C'est un traitement logico-mathématique humain qui dégage la cohérence interne de la théorie. C'est l'homme qui décide, ce qui n'est pas toujours évident, s'il y a correspondance suffisante entre prévision et résultat expérimental. On peut remarquer à ce propos, le rôle récent du traitement statistique des résultats expérimentaux. Jusqu'au XXème siècle, le savant était obligé de faire un choix, conservant les vérifications qui validaient une théorie proposée, éliminant les expériences contradictoires. L'analyse des travaux de Ptolémée ou de Mendel est très suggestive sur ce point. Aujourd'hui, l'analyse statistique des résultats permet plus d'objectivité dans le choix.

4.1.4**. La Structure et l'état stationnaire au niveau de la Théorie**. La distinction entre structure et état stationnaire présente donc également une équivalence au niveau de la théorie et on pourrait la proposer ainsi, de façon peut-être caricaturale :

Les données structurales sont celles qui permettent une description de la théorie indépendamment des faits, et une description des faits indépendamment de la théorie.
- la structure globale d'une théorie est le graphe qui relie entre elles les différentes conséquences de la théorie, décrites indépendamment des faits.
- localement, la structure des faits expliqués par la théorie traduit les données de ces faits qui ne prêtent à aucune contestation de la part de différents observateurs ayant éventuellement des conceptions théoriques différentes.

Les données d'état sont celles qui relèvent des interactions entre théorie et faits.
- localement, l'état stationnaire d'un fait correspond au complément de sens apporté aux données structurales par la théorie.
- globalement, l'état de la théorie marque les interactions obligatoires entre cette théorie et le système cognitif général auquel elle appartient.

4.2. Le principe de Réfutabilité de K. Popper.

Avant même les analyses de G. Bachelard ou de T. Kuhn, K. Popper a été le premier à proposer une inversion des valeurs qui résoud les problŠmes posés par l'induction, base essentielle de toute théorie scientifique. Avant K. Popper, les auteurs concevaient la difficulté d'affirmer la vérité d'une théorie puisque tous les domaines d'application de la théorie n'avaient pas été vérifiés. K. Popper a suggéré que cette vérification complète était non seulement impossible mais de plus inutile. L'important n'est pas de démontrer la vérité d'une théorie ; du fait même de l'impossibilité pratique, cela devient un non sens. L'intérêt d'une théorie est d'être une proposition accessible à l'expérimentation et qui rend compte de façon satisfaisante des résultats observés. Une multiplication minimale des expériences est

indispensable mais l'important n'est pas de répéter à l'infini les expériences dans des circonstances variées pour démontrer la vérité ou même l'universalité de la théorie. Il est bien plus aisé et intéressant de définir à partir de la théorie, des conditions expérimentales dont le résultat pourrait invalider la théorie s'il n'était pas conforme à la prévision. Une théorie est intéressante lorsqu'elle est construite de telle façon qu'elle définit des expériences pouvant permettre de la réfuter. C'est le principe de réfutabilité.

Un tel schéma présente des conséquences épistémologiques essentielles :
- toute notion de vérité disparaît puisqu'aucune vérité ne peut être démontrée telle.
- l'intérêt d'une théorie est dans sa cohérence, comme optimum provisoire d'explication des faits colligés.
- toute théorie peut être rattachée à une probabilité de donner satisfaction, dans la répétabilité des expériences ou la prédiction d'une application.
- toute théorie est condamnée à être un jour invalidée mais cette invalidation conduit à définir une nouvelle théorie expliquant "un peu mieux" les faits, étant donc "un peu plus" probable.

Il nous semble qu'il y a une très bonne concordance entre la description hologrammorphique d'une théorie et le principe de réfutabilité de K. Popper. C'est, nous semble-t-il, l'organisation holographique qui explique que les interactions entre les faits et la théorie puissent conduire à opposer une théorie scientifique réfutable et une théorie métaphysique non réfutable.

4.2.1. **La Théorie scientifique**. La théorie scientifique réfutable résulte d'un état stationnaire traduisant un niveau optimal de cohérence, à la fois interne et externe. La cohérence interne traduit la conformité de tous les faits impliqués directement dans l'élaboration de la théorie ou qui lui sont soumis ultérieurement. La cohérence externe est double :

- elle traduit tout d'abord l'accord de la théorie vis à vis d'autres théories ayant normalement des domaines différents mais permettant des recoupements. Il faut insister à ce propos sur l'interdépendance circulaire des diverses disciplines scientifiques, telle que la souligne Piaget. A priori, le contrôle de cohérence d'une théorie suppose par extension un accord constaté avec tous les domaines de la connaissance.

- elle traduit ensuite un mode de relation avec le domaine d'application, tel qu'il soit possible de définir les expériences ayant un pouvoir de confirmation complémentaire ou de réfutation. En ce sens, les théories de la nature de la lumière qui ont conduit à l'expérience de Michelson-Morley étaient bien des théories scientifiques utiles, même si le résultat a démontré qu'elles étaient fausses. De même, les expériences récentes de non-séparabilité auraient pu révéler que les théories de la mécanique quantique devaient être révisées, ce qui démontre le caractère scientifique de la théorie quantique. Par principe, la théorie demeure ouverte à tous les faits quels qu'il soient et l'accent premier porte sur la concordance entre ces multiples faits. Par là même, n'importe quel fait nouveau contradictoire, même dans une discipline scientifique apparemment éloignée, suffit à rompre une stationnarité et à réfuter la théorie. Une théorie bien construite et de constitution holographique, est donc à tout moment réfutable par une donnée d'observation contradictoire. La réfutabilité traduit une théorie holographique.

4.2.2. **La Théorie métaphysique**. La théorie métaphysique organise les faits autour d'un principe privilégié a priori. La plupart du temps, les faits invoqués à l'appui de la

théorie sont délibérément choisis par le théoricien, anecdotiques et limités ; le contact avec la plupart des disciplines scientifiques est réduit ou contrôlé. La plasticité des faits, leur caractère dégénéré, permettent assez aisément une cohérence interne restreinte, au sein de la théorie. En cas de contradiction, il est possible d'immuniser la théorie contre la réfutation par l'adjonction de conventions supplémentaires ou plus simplement, en redéfinissant quelques données pour retrouver une cohérence générale. La théorie est donc indépendante des faits qu'elle explique et des théories formulées dans d'autres domaines. La résistance de la théorie est donc beaucoup plus forte vis à vis de faits apparemment contradictoires. Elle est "immunisée" vis à vis des contradictions. Inversement, l'adhésion à la théorie ne peut être que de principe. K. Popper présentait les théories psychanalytiques et marxistes comme exemple de théories non scientifiques car non réfutables. L'avenir lui a largement donné raison.

4.2.3**. Les limites de l'analyse popperienne**. Nous pensons cependant que les analyses de K. Popper ne peuvent que gagner à considérer qu'il n'est pas toujours facile de différencier une théorie réfutable et une théorie métaphysique. Une révision des faits peut se révéler indispensable dans l'établissement d'une théorie. L'application du principe poperrien à la lettre conduirait à considérer Mendeleev comme un métaphysicien lorsqu'il a fait passer le poids atomique de l'uranium, de 119 à 238 parce que la case 119 n'était pas disponible sur sa table. En fait, une telle correction n'est pas interdite a priori. Il faut reconnaître que cette correction purement conceptuelle n'apportait aucune validation complémentaire aux hypothèses de Mendeleev et même en amoindrissait temporairement la cohérence. De nouveaux critères superposés aux critères existants et cohérents avec eux, ont été indispensables pour gommer l'effet néfaste d'un stratagème sur l'élément uranium, pour confirmer la valeur de la table entière et la place 238 de l'uranium. Les ajustements internes ultérieurs ne sont donc pas forcément condamnables mais à la condition de reconnaître que loin de renforcer la validité de cohérence, ils la diminuent dans un premier temps.

5. Globalisme et Réductionnisme.

Deux attitudes opposées, nous l'avons vu, ont marqué l'analyse de tout objet de connaissance :

- l'attitude réductionniste ou tomiste qui a un double aspect, concret et épistémologique. D'une part, les entités sont décrites par leurs constituants, selon une progression de divisions de plus en plus fines. D'autre part, le fait de connaissance isolé ou la théorie restreinte et appliquée sont privilégiés par rapport aux théories générales.

- l'attitude globaliste ou structuraliste qui présente également un double aspect. D'une part les structures primaires, irréductibles a priori, sont privilégiées. D'autre part, les théories très générales sont favorisées par rapport aux faits isolés qui apparaissent comme des anecdotes et simples cas d'application particulière des théories.

D'une façon générale, l'attitude réductionniste a été plus positive dans l'accumulation des connaissances mais sans nulle doute parce qu'elle s'accompagne toujours d'un minimum de point de vue globaliste. Il n'empêche qu'une théorie de la connaissance se doit de chercher l'origine du conflit entre globalisme et réductionnisme, et tenter de le résoudre.

A. Koestler affirme la supériorité des arborescences à multiples niveaux, et en fait un tertium par rapport à l'attitude globaliste ou holiste et à la simple opposition entre tout et

parties. En fait, il ne justifie pas pleinement son jugement et on pourrait lui rétorquer qu'une opposition entre tout et parties revient à isoler une bifurcation d'arborescence. Les analyses de Koestler et de Simon peuvent être conduites, nous l'avons vu, bien au delà d'une simple multiplication des bifurcations et peuvent permettre de résoudre le conflit du réductionnisme et du globalisme. Il faut considérer pour cela que l'état de "quasi-décomposabilité" décrit par Simon, loin d'être péjoratif par rapport à un état de décomposabilité totale, explique la véritable richesse des systèmes hiérarchiques.

Si le conflit entre réductionnisme et globalisme a pu s'éterniser, c'est bien parce que les deux parties défendaient des thèses associant qualités et défauts:

- la description d'un organisme par division en éléments est aisée, précise et ne porte guère à discussion. Le réductionnisme est donc commode. Il est indispensable pour expliquer qu'un élément conserve ses propriétés lorsqu'il est extrait d'un système et replacé dans un autre. Le réductionnisme intègre aisément l'autonomie des éléments et notamment leur renouvellement autopoiétique ou toute autre genèse. Le réductionnsme est en revanche incapable d'expliquer pourquoi les propriétés des éléments ne peuvent suffire à préciser les propriétés des systèmes globaux.

- le globalisme rend difficile et conjecturale la description des systèmes globaux, ne propose aucun mécanisme créateur des structures irréductibles qu'il postule. En revanche, il est le seul à intégrer l'émergence dans un tout, de propriétés qui n'étaient pas mises en évidence dans les parties.

5.1. La juxtaposition des structures et la superposition des états.

La distinction entre structure et états stationnaires permet de résoudre le conflit :

- le réductionnisme correspond au point de vue structural. Les éléments d'un système sont structurellement juxtaposés. Ils sont donc réellement isolables et autonomes. Cependant ces éléments présentent des propriétés qui peuvent être dépendantes d'un état, variées avec lui et qui n'apparaissent donc pas aisément dans une description structurale ou une description qui néglige les interactions avec l'environnement.

- le globalisme correspond au point de vue des états. Les interactions de tous les éléments et de toutes les sous-structures se superposent pour définir l'état stationnaire de chaque élément et de chaque groupement d'éléments. L'environnement d'un élément étant relativement constant au sein du système, la variation des états est contrôlée et surtout limitée, ce qui fait émerger des propriétés nouvelles.

Ainsi, la conjonction d'une juxtaposition anatomique ou structurale et d'une superposition fonctionnelle des interactions permet d'expliquer l'émergence de propriétés dans les systèmes complexes, alors même que ces propriétés ne sont observées ni dans les éléments ni dans des sous-systèmes. Il devient possible d'accepter une contradiction apparente :

- le fonctionnement des éléments ne peut expliquer les propriétés émergentes comme l'autopoiŠse, la nature de la vie, la nature de l'esprit lorsque ces éléments sont étudiés en situation isolée ou dans des systèmes simples.

- néanmoins, ces mêmes propriétés émergentes sont explicables par ces seuls éléments lorsque ceux-ci sont effectivement regroupés dans un système complexe emboité, et que ce système a eu le temps d'une histoire individuelle autonome pour que s'atténuent d'éventuels antagonismes internes.

5.2. Sujet, Globalisme et Réductionnisme.

Au tout début de notre travail, nous avons affirmé l'authenticité des sujets et il est bien évident que cela correspond pleinement à la théorie de l'autonomie. Mais nous avons parallèlement rejeté la notion de substance, globaliste et irréductible, qui pour Aristote, spécifie et explique le sujet. On pourrait en conclure que le sujet est irréductible. La résolution du conflit entre réductionnisme et globalisme permet de revoir ce qui explique et caractérise le sujet, acceptant sa réductibilité et rejetant définitivement la notion de substance.

Ce sont les particularités d'autonomie qui définissent un sujet et les notions de systèmes autonomes et de sujets se superposent complètement. Le système autonome étant réductible au rassemblement de ses éléments, cela vaut tout autant pour le sujet. Ce qui caractérise la dynamique et les propriétés du sujet est donc l'organisation interne, l'ensemble des interactions entre éléments lorsque ceux-ci sont rapprochés les uns des autres. Les propriétés comportementales d'un système autonome et donc d'un sujet ne sont rien d'autres que des boucles de fonctionnement dont une partie est extérieure au système. En ce sens, le sujet apparaît également comme une totalité puisque l'organisation interne est un processus éminemment global, et que l'éloignement, la séparation des éléments font disparaître les propriétés de sujet.

En définitive, le sujet représente bien les aspects associés de réductionnisme et de globalisme. La notion de substance perd alors toute nécessité et n'apporte aucun élément supplémentaire de description. La relation, entre éléments ou entre système et environnement, occupe la place laissée libre par la carence de la substance.

6. La Logique et l'organisation hiérarchique des connaissances.

Le platonisme, surtout celui de l'Eglise au Moyen-Age, voyait dans la pratique logique, la seule source d'émergence de vérités nouvelles. Comme Aristote l'avait fait après Platon, Saint Thomas d'Acquin combattit cette tendance et soumit partiellement le raisonnement aux données sensibles. Implicitement, Descartes substitua une "méthode" de jugement au formalisme. Il fallut cependant attendre le XXème siècle pour que soit proposé un caractère purement tautologique du raisonnement. Il nous semble que le refus de toute norme ou essence ontologiques que nous assumons pleinement revient à une affirmation du caractère tautologique de la logique. Mais si le raisonnement est purement tautologique, on peut s'interroger sur sa nécessité. L'existence d'une organisation hiérarchique complexe serait à elle seule, une justification de la logique, même tautologique.

Le nombre des données incluses dans le moindre système cognitif, la nécessité de prendre en compte les interactions entre données, rend impossible au fonctionnement cérébral une vue à la fois globale et ponctuelle du système. L'organisation fortement emboîtée est le seul moyen qui permette une exploitation. Mais si des règles d'emboîtement sont mémorisées, elles doivent réactualiser constamment l'organisation cognitive. Ce que nous savons des processus de mémorisation permet d'affirmer que les prémisses ne sont pas mémorisées en

tant que telles et doivent être reconstruites à chaque utilisation à partir de traces mnésiques. Il en est évidemment de même des conclusions. Pour toutes ces raisons, dès que la complexité s'accroît, des règles d'usage deviennent indispensables; elles correspondent à la logique. La logique devient un mode d'emploi, un guide touristique indispensable pour trouver ou retrouver son chemin dans un système cognitif hiérarchisé et construit empiriquement. La logique d'Aristote n'a pas créé de connaissances nouvelles mais a permis de tirer plus facilement les généralisations des connaissances acquises et déjà incluses dans les prémisses. La logique ne fournit pas immédiatement tous les théorèmes qui peuvent être déduits d'un axiome mais elle permet de préciser si un théorŠme est relié correctement à un axiome. On comprend alors que la logique puisse être à la fois tautologique et très efficace. Par ailleurs, la logique, outil d'exploration d'un système cognitif, prend les caractères propres à ce système. La logique est ainsi normalement bivalente dans une approche strictement réaliste. Elle pourrait être bivalente ou multivalente dans une conception épistémologique plus fonctionnelle.

Descartes avait sans doute perçu ces véritables significations de la logique comme en fait foi la citation suivante, retrouvée par J.B. Grize : " La logique, ses syllogismes et la plupart de ses autres instruments servent plutôt à expliquer à autrui les choses que l'on sait, ou même, comme Lulle, à parler sans jugement de celles que l'on ignore, qu'à les apprendre."

En fait, nous ne pensons pas que la logique se réduise à un usage tautologique. Un autre aspect positif de la logique, déjà décrit par Saint Thomas d'Acquin est de "proposer" des liaisons nouvelles entre concepts, dont le caractère cohérent ou contradictoire sur le plan de la logique est connu. La logique ne permet aucunement d'affirmer qu'une liaison logiquement correcte correspond à des données d'environnement, qu'une liaison illogique est irréelle, mais elle permet de créer l'hypothèse, d'en préciser la validité logique et d'en faire le point de départ de la vérification ultérieure. Le véritable usage de la logique devrait sans doute être celui que décrit Peirce au travers de la rétroduction et de l'abduction, c'est à dire l'élaboration et l'évaluation d'une hypothèse "vraisemblable" pour expliquer un "fait surprenant". Mais même ainsi, c'est encore l'organisation hiérarchisée et complexe de la connaissance qui permet et nécessite une logique pour mettre en place une hypothèse.

7. Connaissance individuelle et connaissance collective.

La théorie de l'autonomie biologique et le constructivisme se rejoignent pour faire de la connaissance apprise, un processus parfaitement concevable à l'échelon individuel. Cela est largement démontré par les apprentissages animaux sans modèle ni pédagogue. Le développement cognitif ontogénétique de l'enfant durant le premier semestre de vie traduit une dynamique strictement individuel, l'environnement social n'étant guère différencié de l'environnement physique pour le tout jeune nourrisson.

Théoriquement, on pourrait tenter de concevoir ce qui adviendrait si l'individu survivait isolément de tout contact social. Au minimum, on observerait l'évolution constatée par Harlow chez les jeunes singes isolés (III-7). Mais il faut bien percevoir que dans cette dernière expérience, le développement social demeure dans le domaine de l'initiative individuelle. L'absence de pairs se traduit avant tout par l'absence d'occasions d'exercices. La présence de pairs agit essentiellement comme une donnée d'environnement permettant le jeu de réactions circulaires, certes sociales, mais néanmoins entièrement vécues à titre individuel par chacun des jeunes singes.

En fait, chez un individu humain, le déficit par rapport à un développement normal irait beaucoup plus loin. C'est tout le système cognitif de cet individu isolé qui ne pourrait pas dépasser ce qui parviendrait du champ de ses propres expériences, des réactions circulaires qu'il aurait pu lui-même réaliser. Le résultat serait extrêmement faible par rapport au système cognitif normalement acquis par l'individu socialisé. La pérennité du groupe social et de la culture au delà du renouvellement des individus entretient un système cognitif qui dérive des expériences accumulées de tous les membres du groupe, mais aussi celles des générations successives. L'enfant se voit ainsi proposé une manière de voir l'environnement beaucoup plus "vraisemblable". Le résultat est évidemment sans commune mesure avec ce que pourrait construire un individu maintenu en isolement. Les enfants-loup sont un exemple très approché car ces enfants ont certainement bénéficié d'une relation sociale initiale dans leur petite enfance, et oubliée par la suite.

Mais la dynamique de l'acquisition des connaissances étant individuelle, il se pose donc le problème d'intégrer un système de connaissance "étrangères" dans un système personnel. La théorie de l'autonomie donne un sens particulier à cette intégration active en affirmant la double réalité des systèmes cognitifs individuels et d'un système cognitif collectif. Ce dernier système n'est rien d'autre que le résultat des confrontations entre systèmes cognitifs individuel, la noosphŠre de Theihard de Chardin, le troisième monde de K. Popper, mais il dépasse dans sa réalité et sa richesse, chaque système individuel. Inversement, chaque système individuel ne peut s'enrichir au contact de ce système collectif qu'en conservant son fonctionnement autonome. Les effets cognitifs sociaux doivent donc être considérés comme des modulations de systèmes individuels. La leçon à tirer de ce schéma sur le plan pédagogique est essentielle (annexe A).

CONCLUSION: Multicrucialité perceptive et objet cognitif.

L'emboîtement et la hiérarchie, même acceptés dans leur réalité et leur importance pourraient paraître relativement éloignés de notre recherche, tant du constructivisme que des conséquences de mécanismes perceptifs constitutionnels. En fait, il n'en est rien et notamment la multicrucialité est une notion essentielle pour comprendre l'organisation perceptive et comment celle-ci génère les objets cognitifs.

Remarquons tout d'abord que le concept de multicrucialité renvoie obligatoirement à l'emboîtement et à la hiérarchie. La combinaison significative de "critères" supposent que ceux-ci appartiennent à un ensemble qui les contient à titre d'élément et qui puisse assurer leur confrontation. Qu'il s'agisse d'une relation directe ou au travers de la multicrucialité, la disposition emboîtée apparaît alors au cœur de l'activité perceptive qui génère la connaissance.

Sur le plan neurophysiologique, la donnée perceptive est un arrangement construit à partir des éléments que constituent les états de chaque neurone sensoriel. La neuro-anatomie des voies visuelles par exemple confirme que cet arrangement se fait en étages hiérarchisés depuis la rétine jusqu'aux aires corticales spécialisées, au travers des relais dans le tronc cérébral et l'aire striée. Le fait qu'il y ait des circuits ré-entrants n'empêche pas cette

hiérarchisation et son rôle déterminant dans une intégration perceptive qui s'effectue par étapes, à plusieurs niveaux.

C'est par ailleurs la confrontation multicruciale des données perceptives des deux yeux ou des deux oreilles qui définit presque totalement la troisième dimension de l'espace. Cette confrontation existentielle nécessite l'organisation constitutionnelle hiérarchisée des mécanismes perceptifs au niveau de chaque oeil ou de chaque oreille. Cette organisation permet seule de passer du fonctionnement initial indépendant, à l'intégration d'une activité synchrone générant le sens de la profondeur, d'abord dans une construction propre à chaque expérience perceptive, puis de façon permanente par une transformation structurale. Dans les cas pathologiques o- cette organisation hiérarchisée est altérée, sujet monophtalme par exemple, c'est encore la confrontation multicruciale d'objets paraissant de déplacer selon des règles propres à chacun d'eux, qui peut donner un certain sens de la profondeur.

Mais c'est de loin le point de vue épistémologique qui est le plus important. Si un objet supposé réel est qualifié par un certain nombre de particularités perceptives, c'est qu'en fait il traduit une corrélation originale multicruciale entre les configurations fournies individuellement par chacun des canaux perceptifs. Plaçons nous successivement pour mieux le comprendre, sur le plan de l'identification et reconnaissance perceptive, puis sur celui d'une signification comportementale.

- sur le plan de l'identification, l'objet réel supposé est totalement réductible à une corrélation multicruciale originale de configurations de tous les canaux perceptifs concernés. Ces canaux perceptifs sont construits avant la naissance, en indépendance d'une relation avec l'environnement, même s'ils sont perfectionnés épigénétiquement par l'usage. Les configurations des canaux ne reproduisent pas l'objet supposé mais traduisent l'état des différents neurones sensoriels en présence d'une hétérogénéité locale de l'environnement. Ce qui est perçu est donc uniquement un ensemble de points générés par des différences de phase à la manière d'un hologramme, mais dans une situation o- aucun technicien ne pourrait reprendre l'hologramme pour reconstituer à volonté l'objet source. La perception est donc totalement construite sur des corrélations, comme le point irrégulier de l'hologramme. La connaissance authentique de l'environnement se réduit à l'existence certaine d'une hétérogénéité locale et sa capacité à générer les corrélations perceptives.

La comparaison avec l'hologramme doit être poussée très loin. Il y a ni plus ni moins de correspondance entre l'objet perçu et l'accident d'environnement qui lui donne naissance, qu'entre la plaque d'hologramme vue à nu et l'objet extérieur qui y est inscrit.

Il est par ailleurs pratiquement certain que la corrélation entre canaux perceptifs va au delà de ce qui est nécessaire pour définir pleinement l'accident d'espace temps et sa représentation perceptive. Le supplément, par sa cohérence, produit une surdétermination qui nous donne l'impression d'un réel ayant une signification en soi, indépendante de notre activité perceptive. C'est cette forte prégnance qui explique que nous ayons tant de réticence à admettre que la forme géométrique de l'objet perçu puisse être une projection subjective, au même titre que la couleur par exemple.

- sur le plan de la signification comportementale, l'objet perçu n'est signifié qu'à partir de la conduite comportementale qui permet une réponse adaptative efficace au même titre que la signification d'un anticorps est réductible à l'antigène qu'il neutralise.

Au total, l'objet perçu et sa signification sont bien provoqués par un événement extérieur mais pour le reste, ils sont totalement qualifiés en termes de "façons particulières d'exister" de l'organisme, elles-mêmes définies par l'état instantané de sous systèmes subjectifs relativement indépendants les uns des autres. La situation est donc strictement identique à celles des classifications de la mécanique quantique : l'objet perçu et supposé réel est totalement réductible à une case d'intersection dans un système de classification conjuguant les états possibles des canaux perceptifs.

Par rapport au schéma piagétien, l'activité cérébrale dès le plus jeune âge, comme tout au long de la vie, est donc immédiatement beaucoup plus significative mais en raison de sa propre nature constitutionnelle, de son vécu autopoiétique en face de l'environnement, et non par un enregistrement passif ou une imitation de propriétés extérieures. Le reproche voilé de réalisme qu'Ernst von Glaserfeld adresse à Piaget (221), nous parait alors assez justifié.

Les conséquences épistémologiques de cette situation, ne se limitent pas à l'activité perceptive elle-même mais envahissent tout le système cognitif.

- c'est en termes de confrontations entre "façons d'exister" que se fait la reconnaissance d'un objet inféré, c'est à dire l'équivalence probabiliste entre une façon d'exister schématisée et pérennisée, et l'ensemble des cohérences provoquées par le retour supposé d'un accident d'environnement.

- c'est en termes de confrontations entre "façons d'exister élémentaires" communes à plusieurs perceptions que s'édifient les ressemblances partielles qui sont à l'origine de toutes les classifications conceptuelles par abstractions sélectives.

- c'est une abstraction réfléchissante sur le fonctionnement des différents canaux perceptifs qui permet de définir les principales catégories permettant la description et la classification des objets cognitifs, et leur report sur la classification et la description des objets extérieurs inférés.

En définitive, c'est l'application d'une définition implicite par multicrucialité et l'existence des canaux constitutionnels d'organisation perceptive qui forment l'épine dorsale des systèmes cognitifs premiers o- la référence perceptive est essentielle. C'est l'appel explicite à la multicrucialité et le dépassement des canaux perceptifs qui marquent les aspects les plus évolués des systèmes cognitifs strictement opératoires et détachés de la perception.

) Inversement, il est très difficile d'éliminer une correspondance possible d'une taxinomie avec des discontinuités plus "réelles" que ne l'aurait voulu l'analyse épistémologique. L'histoire des sciences peut mettre en évidence de soi-disant "intuitions géniales", l'avenir ayant accordé à une classification, plus de signification qu'elle n'aurait dû en avoir sur le seul plan cognitif. La précision de la phylogenèse a valorisé certains points au moins de la classification que Linné avait établi tout en s'opposant au transformisme. La table de Mendeleev révélait à l'insu de son auteur, le nombre atomique des éléments.

CHAPITRE X : DEGENERESCENCE, PLASTICITE ET VARIATION

By degeneracy I mean that, in general, given a particular threshold condition, there must be more than one way of satisfactorily recognising a given input signal.

Gerald M. Edelman

"Comme cela est commun qu'un mot clair quand on l'emploie, est obscur quand on le pèse."

Paul Valéry

Résumé : A) **Le concept de Dégénérescence** :Il est important d'expliquer pourquoi la connaissance apprise s'établit lentement, progressivement, imparfaitement. Dans le cadre d'une théorie de l'autonomie, l'explication réside aisément dans la dégénérescence qui marque obligatoirement la communication entre le sujet et l'environnement. Par dégénérescence, il faut entendre que l'analyse d'un événement extérieur, qui ne peut se faire qu'au travers du système d'interface est nécessairement incomplète et déformée. Il en résulte l'absence de communication bijective entre l'émission d'un signal et sa réception, non par un effet de bruit mais par un effet de restriction de l'information transmise.
L'organisme dispose de nombreux moyens pour atténuer cette dégénérescence, ce qui est la traduction de la connaissance apprise. Le fait le plus essentiel est de pouvoir modifier une réponse initiale à une perturbation, ce qui revient à dire qu'en face d'un même événement aléatoire, l'organisme dispose de plusieurs réponses possibles, qu'en cas d'échec, il peut essayer une nouvelle réponse sans certitude de réussite. Ainsi, la probabilité apparaît au cœur même de la dynamique cognitive. Edelman a également appelé dégénérescence le fait qu'il existe plusieurs façons, au même seuil, de répondre à une perturbation, ce qui favorise la découverte de conduites efficaces. Encore faut-il que les systèmes disposent constitutionnellement d'une forme de plasticité où les transformations acquises ne modifient pas l'identité. Une autopoièse marquée par l'introduction d'une variété dans le renouvellement des constituants traduit à la fois une approximation adaptative et une facilitation. La biologie offre de très nombreux exemples de l'approximation comportementale.
Il apparaît en définitive que la dégénérescence dans la communication avec l'environnement peut être progressivement diminuée et que, hors les facteurs de délais, le résultat final peut égaler ou surpasser le bénéfice d'une communication non dégénérée. La confrontation des notions d'interface et de dégénérescence est essentielle car l'existence d'une interface, universelle, est à elle seule source de dégénérescence. Inversement, c'est grâce à la dégénérescence qu'une communication peut exister entre des systèmes de nature différente. Mais les interfaces introduisent très habituellement un découpage de l'information transmise, ce qui donne des aspects particuliers à la dégénérescence.

B) **Indétermination, Dégénérescence, Plasticité et Connaissance humaine** : Une réflexion sur la seule nature de la connaissance, cristallisant une rencontre entre un sujet et un objet, rejoint les données de l'analyse systémique de toute rencontre et démontre la présence très habituelle de la dégénérescence sur le plan épistémologique. C'est manifestement le constructivisme psychologique qui intègre le mieux la notion de dégénérescence. Le mécanisme de la réaction circulaire* est celui-là même d'une première rencontre sujet/objet obligatoirement fortement dégénérée, suivie d'une réduction progressive de la dégénérescence.

La Dégénérescence et le développement cognitif ontogénétique : depuis l'exercice des déterminants innés du comportement jusqu'à la pratique d'un discours complètement détaché de l'environnement, la dégénérescence est omniprésente, marquée à chaque étape par des aspects particuliers. La dégénérescence explique que le discours, détaché de l'environnement, peut être créateur d'un sens propre, un sens qui peut être cohérent et traduire un "possible", mais un sens qui n'est pas nécessairement relié au réel, un sens qui peut correspondre à des classes logiques vides.

La Dégénérescence fonctionnelle lors du déroulement de l'activité mentale : la dégénérescence apparaît au cœur de plusieurs caractéristiques essentielles de l'activité mentale. L'appel à l'heuristique de stratégies dont H. Simon a montré la nécessité implique la dégénérescence :
- synchroniquement, l'appel à une stratégie dans une situation donnée traduit un lien obligatoirement approximatif avec la situation.
- diachroniquement, les stratégies ont obligatoirement une histoire marquée par un progrès à la fois dans l'application à des situations de plus en plus diverses, et dans l'analyse interne de son fonctionnement.
- la dégénérescence explique les deux temps successifs de la bisociation* décrite par A. Koestler.
- l'indétermination partielle permet et justifie la distribution fractale de la connaissance, marquée par l'association nécessaire de plusieurs niveaux de description, les champs de description précise contenant un plus grand nombre des informations disponibles, mais couvrant nécessairement une étendue plus réduite.
- l'indétermination partielle est nécessaire à l'intégration du hasard dans la description des phénomènes.
- une conclusion identique peut être faite en ce qui concerne la pensée dite complexe.

Le Bilan de la Dégénérescence et de l'Indétermination dans la Connaissance humaine : L'analyse des processus cognitifs souligne une accumulation en cascade de processus de dégénérescence qui détache l'hétérogénéité locale de l'environnement et l'objet inféré, de sa description par le discours. Le contrôle expérimental s'impose donc pour apprécier la portée cognitive du discours qui n'est qu'un scénario supposé fonctionnellement équivalent au réel, sans pour autant lui être isomorphe. Mais du même coup, le contrôle expérimental élimine pratiquement tous les effets négatifs de la dégénérescence. De ce fait, un bilan de la dégénérescence est pratiquement purement positif, puisque celle-ci est indispensable à la connaissance apprise et qu'il y a toujours ouverture à un progrès ou à une correction.

C**) Dégénérescence, Plasticité et Stratégies** : La dégénérescence est au cœur de l'activité cognitive par approche stratégique puisque celle-ci consiste dans l'appel à des heuristiques non connues dans leurs détails, comportant une part indéterminée traduisant une plasticité, et choisies pour des raisons incomplètement déterminées.
Les stratégies ne sauraient ni être toutes innées, ni formées à partir de rien. L'explication la plus raisonnable est celle de quelques stratégies plastiques innées, qui, par modifications ponctuelles ou par combinaisons, donnent naissance à des stratégies nouvelles. Cette évolution se fait d'une part vers une analyse microscopique de plus en plus fine de l'environnement comme des stratégies, d'autre part des combinaisons de plus en plus élaborées portant sur les stratégies et la représentation de l'Univers dans sa totalité.

D) **Dégénérescence, Indétermination et Probabilité** : C'est la dégénérescence qui explique le caractère conjectural ou probabiliste de toute connaissance. L'insuffisance des informations reçues de l'environnement oblige à compléter les modèles, à titre de pari évidemment. Par ailleurs, les paris réussis qui améliorent la connaissance sont issus des expériences passées et ne peuvent avoir avec certitude pour le présent. La probabilité est encore au cœur de l'appel aux stratégies. Un parallèle doit être fait entre le découpage préalable que constitue le système perceptivo-sensoriel et la nécessité du découpage que prévoit la théorie des probabilités au sein d'un espace continu. Le caractère conjectural de la connaissance doit conduire à remplacer l'objet supposé réel par l'objet cognitif, comme point fixe de l'activité cognitive. La prise de conscience progressive du caractère probabiliste de la connaissance marque l'évolution des sciences et la révolution épistémologique de l'Ecole de Copenhague.

Une des interrogations fondamentales de l'épistémologie concerne le degré de correspondance qui peut exister entre un événement ou un objet, et la connaissance qu'un sujet peut en avoir. Cette interrogation peut elle-même être fractionnée en plusieurs questions :

- la correspondance est-elle établie a priori ou construite après la rencontre avec l'évÈnement ou l'objet ?
- la correspondance est-elle totale, seulement précise ou même approximative, probabiliste à des degrés divers ?
- la correspondance est-elle stable ou évolue-t-elle dans le temps ?

Ces interrogations doivent être confrontées à une donnée d'expérience manifeste qui est la lenteur du développement cognitif chez l'enfant comme dans les civilisations. Nous

avons vu les difficultés des thèses de maturation interne comme celle de C.L. Morgan, et l'inanité d'une explication de la lenteur du développement cognitif par la myélinisation progressive. Par ailleurs, il est probable que la constitution cérébrale n'a guère changé depuis trente mille ans au moins et que l'environnement physique ne s'est pas modifié durant ce laps de temps. Or les connaissances socio-culturelles sont en révision régulière et il n'est guère possible d'y voir seulement une adaptation renouvelée à des conditions sociales changeantes. Le développement socio-culturel présente donc une très forte inertie qui doit être expliquée. A l'analyse, il apparaît que la plupart des réponses données par les différentes conceptions épistémologiques aux questions posées plus haut sont relatives :

L'explication empiriste

L'empirisme postule une connaissance construite, déduite des instructions issues des événements mais par modulation d'éléments comportementaux innés. Par ailleurs, les lois de conditionnement expriment une dynamique de généralisation ou de concentration, invoquant implicitement une approximation initiale dans les liens entre stimulus et réponse, avant un renforcement ultérieur. Cependant, si la lenteur du progrès peut à première vue sembler être ainsi aisément expliquée, il n'en est rien si on pousse l'analyse. Le "sillon progressivement creusé" que postule l'empirisme, témoigne d'un mode totalement instructif de connaissance, ce qui exige notamment un "pédagogue" dans l'environnement. Il serait absurde de placer ce pédagogue dans l'environnement physique mais il n'est guère plus cohérent de le situer dans la société. Comment les premiers pédagogues ont-ils été générés et comment progressent-ils eux-mêmes ? L'empirisme a le seul intérêt de fixer les conditions d'un développement instructif sur lesquelles nous reviendrons. Par ailleurs, l'empirisme est contradictoire avec la notion même d'autonomie.

L'explication réaliste

Aucune conception réaliste ne suppose une correspondance immédiate avec une représentation cognitive pour tout événement et tout objet. La connaissance s'établit par référence à des "formes" ou "idées générales", présentes à priori dans l'entendement et l'environnement mais en quelque sorte sous un aspect camouflé et déformé. La correspondance entre un objet et la connaissance qu'on peut en avoir par application d'idées générales, doit donc être construite et ne peut être que partielle. Il devrait en résulter notamment le constat que cette correspondance ne peut être bijective : un même objet peut donner lieu à plusieurs modèles cognitifs distincts, un même modèle peut s'appliquer à plusieurs objets distincts.

L'explication logique du développement dans le cadre du réalisme est alors la solution proposée par Platon et qui est celle de la maïeutique. D'une certaine façon, la réduction phénoménologique en est une version moderne où l'action du sujet lui-même est davantage mise en valeur que celle d'un maître. De telles explications ne valent évidemment que si une importance majeure est accordée à un réalisme des espèces naturelles que nous nous sommes au contraire efforcé de récuser.

L'explication autonomiste

L'application de la théorie de l'autonomie se traduit par une position originale et également relative. La pré-existence de l'objet dans ses propriétés n'est pas postulée au même titre que dans l'empirisme ou le réalisme. La relation de connaissance débute avec une

rencontre entre le sujet et l'objet de connaissance. Le respect de l'homéostasie exige une identification d'une perturbation aussi exactement que possible et avant même que l'organisme ait été fortement déséquilibré. Cette identification peut correspondre à l'assimilation immédiate d'un "déterminant perceptif inné" et c'est une question de vocabulaire d'accepter ou de refuser le qualificatif de connaissance innée pour cette assimilation. Il est par ailleurs évident que la correspondance entre un déterminant perceptif inné et un objet ou un événement de l'environnement ne peut être bijective. Le catalogue des déterminants innés est fermé alors que celui des événements es ouvert.

Mais dans l'espèce humaine, l'essentiel des connaissances est appris, construit après une rencontre effective avec une cause de perturbation. Le principe d'autonomie accorde une place prépondérante au système qui apprend. Dans la démarche apprise, il ne peut alors y avoir de correspondance précise et immédiate entre un événement et la connaissance de cet événement. Il n'existe par définition aucun modèle antérieur préalable d'un événement extérieur dans l'organisation interne du système. Mais de plus, la clôture organisationnelle empêche la relation intime entre les mécanismes assimilateurs internes et l'événement extérieur, relation qui serait seule capable d'optimiser l'assimilation. L'interface intervient, perturbant et limitant les effets de la rencontre de l'organisme et de l'événement. On est donc conduit à envisager une correspondance au moins initialement très approximative entre un objet postulé et la connaissance qu'on peut en avoir, ce qui n'est pas sans poser de nombreux problèmes sur lesquels nous reviendrons.

Par ailleurs, nous avons vu (V-A) que l'autonomie imposait une ouverture contrôlée et donc la transmission des informations au travers de structures d'interface, tant à l'émission qu'à la réception. Or les interfaces altèrent obligatoirement les informations qu'elles transmettent. De ce fait, la connaissance optimale immédiate est impossible. Les messages transmis doivent être complétés et ils ne peuvent l'être qu'à titre de conjecture. Il en résulte une grande lenteur de progrès, tant dans le développement individuel que collectif. Il est essentiel d'analyser plus en détail cette élaboration progressive de la connaissance.

A) **Le Concept de Dégénérescence**.

Il est possible de concevoir une communication idéale entre systèmes qui permettrait à un organisme de connaître immédiatement et totalement un événement qui lui est extérieur. Mais les conditions de cette communication sont justement opposées à l'autonomie. Elles supposent un "pédagogue" qui définirait totalement le message, y compris en prévoyant comment ce message pourrait être assimilé par le récepteur, et tous les effets de ce message sur le récepteur ; la réception serait alors pleinement contraignante, donc passive. L'exemple type de cette communication idéale est l'introduction dans un ordinateur, d'un programme conçu pour lui. *A contrario*, toute autre communication ne peut être qu'imparfaite, notamment lorsque l'émetteur et/ou le récepteur sont des systèmes autonomes, seul cas qui nous intéresse. On peut alors exprimer cette imperfection obligée de la communication sous le nom de dégénérescence et considérer qu'a priori, toute communication pour un système autonome est dégénérée.

En physique, la dégénérescence traduit le fait que plusieurs états quantiques stationnaires peuvent correspondre à un même niveau d'énergie dans un atome et ne peuvent

être aisément identifiés les uns par rapport aux autres. En conséquence, la connaissance de l'état quantique d'un atome est partiellement indéterminée et c'est cette indétermination que traduit le terme de dégénérescence. En biologie, un code dégénéré est un code où une traduction identique est obtenue à partir de plusieurs antécédents distincts. Une vingtaine d'acides aminés différents forment toutes les protéines, et les chaînes d'A.D.N. ou d'A.R.N. représentent le code qui marquent l'ordre de succession des acides aminés dans une protéine. Il existe 64 codons différents, tous utilisés, pour coder la vingtaine d'acides aminés et la signification "fin de chaine". La signification d'un codon est précise mais inversement, un même acide aminé semble exprimable par plusieurs codons différents. Le lien acide aminé/codon n'est pas bijectif et de ce fait, le code génétique est dit dégénéré.

En généralisant ces définitions, on peut rapporter à la dégénérescence, toutes les insuffisances, toutes les altérations systématiques qui ne permettent pas une correspondance parfaite, donc bijective, entre la "forme" communiquée par un émetteur et la forme assimilée par un récepteur, qui relèvent des mécanismes de transmission et non de bruits aléatoires.

1. La Dégénérescence dans la fonction perceptive.

Si d'un point de vue théorique, la communication entre l'environnement et le sujet de connaissance est obligatoirement dégénérée, il est intéressant d'en préciser les raisons. La première raison et la plus fondamentale pour la connaissance humaine, tient au fonctionnement du neurone sensoriel, voie de passage obligée et fonctionnant en tout ou rien. Tout événement quel qu'il soit ne provoque qu'un bit d'information par unité de temps, l'existence ou l'absence d'une réponse univoque du neurone. Aucune "forme" spatiale de l'environnement ne peut ainsi être conservée et il y a donc bien dégénérescence.

Comme nous l'avons vu (V-B), tous les neurones sensoriels ne sont pas équivalents et ne réagissent pas de façon identique, soit en raison de leur emplacement, soit en raison d'une sensibilité spécifique à une forme particulière d'énergie. L'information potentielle transmise par un événement est alors considérablement supérieure à un bit par unité de temps. En revanche, il ne peut y avoir une coordination spontanée, une confrontation entre deux neurones de sensibilité ou d'emplacements différents. Il faut à l'intérieur du sujet récepteur, des mécanismes qui coordonnent les données des différents neurones. Par définition, cette coordination ne peut être que déterminée a priori, constitutionnellement, en indépendance des propriétés des événements. Cette coordination ne peut donc être parfaite, totale et elle est spécifiquement marquée par les mécanismes qui l'assurent. Ces mécanismes ont donc obligatoirement leur part propre dans les "formes" qu'ils élaborent, et ces formes sont biaisées. Au total, il y a donc deux sources distinctes et importantes de dégénérescence dans l'analyse perceptive. Il est alors important de faire la théorie de la dégénérescence ainsi apparue.

2. La Dégénérescence généralisée.

La dégénérescence ne traduit pas l'altération physique d'un message comme par le bruit, mais l'altération de la communication; le résultat, l'absence de bijection dans la communication, est cependant identique. Sur le plan pratique, et malgré des différences essentielles que nous voyons plus loin, la dégénérescence s'exprime comme le bruit par l'ambigu‹té et l'équivoque :

- ambigu‹té parce qu'un même événement peut faire naître des formes différentes selon les conditions de la rencontre, la constitution du sujet, et même selon les variations d'état d'un même sujet.
- équivoque parce que plusieurs événements différents peuvent provoquer une forme identique chez le récepteur.

C'est essentiellement sous ces conséquences d'ambigu‹té et d'équivoque que doit être étudiée la dégénérescence.

Ces conséquences admises, la dégénérescence doit son importance au fait qu'elle marque toute rencontre, toute communication entre systèmes, en dehors d'une communication parfaitement instructive. De plus, un message, un signal ne conduisent à envisager la dégénérescence que s'ils ont un minimum de complexité; dès lors, ils se présentent eux-mêmes comme des systèmes. L'identification d'un signal n'est qu'un cas particulier de la transmission d'information qui peut apparaître dans toute relation d'un système autonome avec son environnement.

2.1. ***La généralisation de la Dégénérescence à toute rencontre entre systèmes***.

Nous avons vu (VIII-5) qu'il faut éviter de voir l'information sous un jour descriptif, et relever surtout sa valeur d'induction d'un comportement particulier. Selon les perspectives de la théorie de l'autonomie, ce qui est en jeu dans une rencontre est l'optimisation de la relation pouvant exister entre deux ou plusieurs systèmes venus en voisinage. Chaque système va s'efforcer de maintenir la meilleure stationnarité possible en dépit de l'effet perturbateur provoqué par le voisinage des autres systèmes. Si l'ajustement parait se faire du premier coup, la relation n'est pas cognitive et la notion de dégénérescence n'intervient pas pour l'observateur. Mais nous avons vu à plusieurs reprises l'importance d'une relation cognitive construite. Idéalement, cette relation est construite au moins en partie après une rencontre événementielle et implique des processus décisionnels de la part de l'un et/ou l'autre système. La relation cognitive doit être aussi rapidement efficace que possible, doit éviter les tâtonnements tactiques ou aléatoires et limiter les déquilibrations successives. Dans une telle situation, l'importance de la dégénérescence apparaît immédiatement et la diminution acquise de la dégénérescence est la référence d'une connaissance apprise.

Considérons le cas simplifié de la rencontre entre deux systèmes A et B, modifiant l'équilibre interne de A. Pour que A puisse effectuer directement les transformations internes qui le rééquilibrent, la relation entre A et B devient une situation de communication où des informations sur les effets du voisinage de B doivent être assimilées par A. Mais le monde interne de A, le monde de B et l'environnement sont étrangers les uns aux autres et il n'y a aucune possibilité pour A d'assurer immédiatement une correspondance exacte entre une de ses "manières d'exister" et les effets produits par le voisinage du système B. Par ailleurs, les informations liées à la présence du système B n'ont pas de signification immédiate pour A et l'assimilation doit s'étendre dans le temps. Le principe de dégénérescence conduit à affirmer qu'il n'est ni possible ni nécessaire que le système A analyse parfaitement toutes les informations liées au voisinage du système B pour établir une relation satisfaisante avec B et retrouver son équilibre. Cet état d'équilibre étant "apprécié" par le système A, lui-même et vis à vis de lui-même, s'introduit par ailleurs un principe de décision.

2.2. ***Dégénérescence, Redondance et Bruit***.

Cette analyse doit aider à comprendre les différences existant entre dégénérescence, redondance et bruit. La redondance entre deux formes traduit l'affirmation d'une similitude totale, fonctionnelle et morphologique entre ces formes, tandis que la dégénérescence traduit une dissemblance partielle entre un signal à l'émission et la façon dont il est assimilé, pouvant prêtée à confusion. Cette dissemblance peut être fonctionnelle et/ou morphologique.
- la ressemblance morphologique exprime qu'il est possible de décrire un certain nombre de correspondances formelles entre deux signaux, sans préjuger d'une ressemblance fonctionnelle.
- la ressemblance fonctionnelle exprime le fait que deux signaux peuvent avoir une correspondance fonctionnelle, totale ou partielle, sans préjuger de la similitude morphologique.
La dégénérescence conduit ainsi à dissocier l'isofonctionnel et l'isomorphique, alors que la redondance n'impose pas cette dissociation.

Beaucoup plus importante est la comparaison de la dégénérescence et du bruit, tout au moins du bruit défini dans ses seuls aspects parasitaires ou déformants(II-6). Dans les deux cas, il y a perturbation dans la transmission complète et correcte des informations préalablement définies au cours d'une relation. Dans les deux cas, la comparaison des informations émises et des informations reçues révèle des données semblables et des données différentes. En revanche, sur le plan fonctionnel, ces données différentes n'ont pas la même signification en cas de bruit ou en cas de dégénérescence :
- en cas de bruit parasite, les données différentes sont quelconques, variables et sans signification par elles-mêmes.
- en cas de dégénérescence, les données différentes sont précises, définies, significatives. Même si elles sont négligées dans une relation particulière, elles contiennent donc une information complémentaire potentielle, éventuellement utilisable au cours d'une autre relation.
En pratique, il est bien évident que bruit et dégénérescence peuvent être tous deux présents au cours d'une même transmission d'information entre deux systèmes.

Les conséquences du bruit parasite et de la dégénérescence sont assez proches lorsque sont étudiés les moyens d'assurer une transmission optimale d'un message issu d'une rencontre.
- dans les deux cas, la transmission correcte ne peut avoir lieu que si le système récepteur pose l'hypothèse d'une erreur ou d'une insuffisance dans la communication.
- dans les deux cas, cette condition nécessaire est aussi suffisante : la transmission peut très habituellement être améliorée jusqu'au niveau de qualité souhaité par le récepteur et/ou l'émetteur.
En revanche, les procédés pour obtenir une amélioration diffèrent. En cas de bruit, priment l'analyse de la cohérence interne du message grâce à la redondance, une confrontation renouvelée entre le message émis et le message reçu. En cas de dégénérescence, prime la variation systématique de certaines données de la rencontre.

Le bruit parasite et la dégénérescence ont encore des conséquences très différentes s'il s'agit de transmettre une information suffisante pour permettre une relation adaptée entre deux systèmes :
- le bruit a uniquement des effets négatifs
- la dégénérescence facilite une relation immédiate, tout en laissant ouverte les possibilités d'améliorations ultérieures. Nous verrons que ces améliorations peuvent conduire à la genèse quasi ex nihilo, des objets de connaissance.

3. **Les compensations subjectives de la Dégénérescence**.

On pourrait concevoir que l'information transmise, en dépit de la dégénérescence, soit suffisante pour assurer un comportement efficace. Par définition, la chance est intervenue, introduisant un premier aspect de probabilité et de risques d'erreurs ultérieures dans la connaissance. Certains organismes très simples sont soumis à cet aspect chanceux, conduisant immédiatement à la réussite ou à l'échec définitif. Il y a alors une limitation des réponses adaptatives aux conduites innées et il n'y a aucune place pour la connaissance apprise.

Une réponse adaptative efficace immédiate peut évidemment également se produire dans des organismes plus complexes, avec le même aspect de probabilité. Ce succès par hasard, provoque en fait une désinformation puisque la réalité de la dégénérescence passe totalement inaperçue et que cela risque d'altérer les assimilations ultérieures de perturbations. Nous négligerons le cas où, par impatience et inattention, toute l'information résultant de la communication dégénérée n'est pas assimilée immédiatement, mais seulement après un ou plusieurs échecs. Cette situation est fréquente en pratique mais elle ne joue pas un rôle majeur dans la constitution de la connaissance apprise et favorise seulement les habitudes. Nous nous concentrerons donc sur les seuls cas où il y a un échec adaptatif en dépit de l'utilisation optimale de l'information transmise par une communication dégénérée. Certains mécanismes permettent à l'initiative du sujet une diminution des conséquences néfastes de la dégénérescence.

3.1**. *Des essais aléatoires à la réaction circulaire.***

La mouche qui essaie de passer au travers d'une vitre, la poule qui se laisse arrêter par un grillage de quelques mètres ouvert aux extrémités, nous paraissent plutôt ridicules. Pourtant ces comportement très élémentaires témoignent déjà de tous les facteurs essentiels qui permettent la diminution de la dégénérescence :

a) plusieurs réponses, pour ne pas dire de très nombreuses réponses différentes sont possibles devant un même événement. C'est la condition sine qua non de l'autonomie comme l'ont souligné Paul Valéry et Pierre Vendryès.

b) le constat d'échec conduit à essayer "autre chose". L'aspect en est particulièrement rudimentaire et non réfléchi dans les exemples cités plus haut, mais sans cette tentative systématique de modification comportementale, la dégénérescence demeurerait ce qu'elle était initialement.

En pratique, dans les organismes plus complexes, le constat d'échec conduit à un comportement plus élaboré auquel on pourrait donner le nom de projet chaque fois qu'il y a une réflexion comportementale sur l'échec.
- les données provenant de la transmission dégénérée d'information sont complétées à titre de pari, de conjecture, par d'autres données.
- cela aboutit à un modèle comportemental nouveau qui est essayé.
- qu'il y ait alors échec ou réussite, la dégénérescence diminue puisque le pari est validé au moins provisoirement, ou que le constat d'un nouvel échec constitue une information supplémentaire.

Le processus peut se renouveler sur un nombre indéfini de boucles, n'étant arrêté que par le succès, le découragement, la fatigue ou le désintérêt. La pérennisation du résultat obtenu traduit une connaissance apprise.

c) implicitement, toute nouvelle tentative de réponse implique qu'elle pourrait échouer également. Aux notions de dégénérescence et de réaction circulaire, est associée nécessairement la notion de pari :

- il y a un pari implicite chaque fois qu'une modification ponctuelle de la réponse adaptative initiale est effectuée, pari que la modification sera efficace, pari que le complément d'information introduit est valide. Il s'agit bien d'un pari puisque, par définition, il n'existe pas de raisons a priori permettant de prévoir un succÈs et que l'information transmise* initialement a été, par définition, totalement utilisée pour établir la première réponse.
- il y a un pari lorsque la réaction circulaire* est arrêtée parce qu'un succès semble obtenu. C'est en effet l'organisme lui-même qui décide que la réponse adaptative a fourni un retour satisfaisant à l'équilibre ou qu'il est sans grande conséquence de ne pas trouver de réponse efficace.
- il y aura encore un pari dans l'utilisation inductive ultérieure du modèle forgé et pérennisé puisque les conditions existentielles ne seront jamais exactement les mêmes.

Autrement dit, l'autonomie implique nécessairement la dégénérescence dans la communication entre systèmes, et la dégénérescence conduit obligatoirement à une approche probabiliste de la communication dans les systèmes autonomes, communication entre systèmes ou communication avec l'environnement. Nous pensons que toutes ces particularités comportementales, exprimées au cours de la réaction circulaire, sont l'explication essentielle de l'aspect probabiliste de toute connaissance.

3.2. *La Dégénérescence selon G. Edelman .*

G. Edelman a repris en 1977 (053), le terme de dégénérescence pour définir une particularité fondamentale du comportement des êtres vivants, et par là même de la connaissance : même pour un seuil d'efficience donné, il y a plus d'une façon d'interpréter correctement un signal extérieur. C'est en somme la version subjective du constat objectif de Paul Valéry et de Pierre Vendryès noté plus haut. Le choix d'Edelman pour le terme de dégénérescence traduit une extension certaine par rapport à la définition de code dégénéré et il prête malheureusement à confusion, utilisant une notion à connotation péjorative pour décrire un mécanisme fondamentalement positif. En fait, l'emploi du terme de dégénérescence est correct puisqu'il y a bien ambigu‹té et équivoque dans la relation entre signal et réponse, une indétermination entre réponse et résultat adaptatif. Mais il est associé simultanément une possibilité de compensation des effets de dégénérescence au sens strict du terme. Il nous semble impossible de négliger les travaux d'Edelman et il faut bien reconnaître qu'il est difficile d'exprimer autrement que lui, le caractère d'indétermination partielle dans la relation adaptative à toute perturbation incomplètement analysable par nature.

La définition exacte de la dégénérescence telle que la donne Edelman est la suivante : "Par dégénérescence, je veux dire en général, qu'à un seuil donné, il y a plus d'une façon de reconnaître positivement un signal d'entrée donné." Par ailleurs, Edelman adoptant le point de vue du mode "sélectif" de fonctionnement (VI-A-1), la reconnaissance d'un signal revient à lui attribuer une correspondance avec "une façon d'exister" du système. La dégénérescence selon Edelman revient à affirmer qu'il y a plus d'une façon de répondre à un signal donné.

Pour justifier l'intérêt de la dégénérescence, Edelman, prenant l'exemple de l'identification perceptive neuronale, montre que la dégénérescence traduit une situation intermédiaire entre deux extrêmes, :
- considérons qu'un seul groupe de neurones puisse reconnaître un signal donné et que le point de vue "sélectif" soit strictement respecté, le nombre des signaux reconnaissables sera très limité.
- considérons maintenant que tous les groupes de neurones puissent reconnaître n'importe quel signal. Toute possibilité de distinction entre deux signaux sera perdue.
"Seule la dégénérescence peut réconcilier la spécificité de reconnaissance et l'étendue du catalogue de reconnaissance."

3.2.1. ***Dégénérescence d'Edelman, Assimilation et Accomodation.*** La distinction entre le temps d'assimilation et le temps d'accommodation que nous analysons par ailleurs (VIII-3), conduit à envisager une dégénérescence dans l'identification d'un signal d'une part, et dans sa signification adaptative d'autre part. Dans le premier cas, la dégénérescence s'interprète ainsi :

- un seuil de précision étant défini, un événement qui apparaîtrait unique dans ses particularités pour un observateur idéal peut recevoir des interprétations différentes de la part de plusieurs organismes ou plusieurs canaux perceptifs différents.
- inversement, une même interprétation peut être accordée à des événements qui paraîtraient qualitativement distincts pour un observateur idéal.

Dans le second cas qui est celui de la signification dans le cadre d'une optique utilitaire, l'interprétation correcte d'un événement traduit la possibilité d'effectuer une réponse adaptative satisfaisante à la suite du signal. La notion de dégénérescence peut alors être généralisée ainsi, en faisant appel comme G. Edelman lui-même, au point de vue sélectif :
- il existe plusieurs "manières d'être" distinctes dans un système, qui peuvent constituer une réponse adaptative satisfaisante à un seuil défini, en face d'une même situation.
- il existe plusieurs situations distinctes où une même "manière d'être" peut constituer une réponse adaptative satisfaisante à un même seuil.

3.2.2. ***Dégénérescence d'Edelman, structure et états.*** Tout système, nous y avons insisté, est caractérisé par une structure et par les différents états stationnaires qu'il présente. La dégénérescence peut porter sur les aspects de structure et/ou d'états.

La dégénérescence structurale est marquée par le fait que tous les éléments constitutifs d'un système ne sont pas pris en compte lors des relations de ce système. Par certains côtés, cette affirmation est triviale. Spencer l'exprimait en disant qu'un objet est "inconnaissable" bien qu'on puisse en affirmer l'existence et en définir le domaine. En fait, il faut considérer deux aspects distincts :
- seule une partie d'un système entre en contact avec l'environnement au cours d'une relation quelle qu'elle soit. Nous pourrions appeler éléments de surface les éléments d'un système qui peuvent entrer éventuellement en relation extérieure.
- la dégénérescence structurale traduit alors une restriction supplémentaire et le fait qu'au cours d'une relation particulière, seule une partie des éléments de surface entrent en relation et que cette partie varie pour un même système selon les conditions de la rencontre.

La dégénérescence d'état est marquée par le fait qu'une confrontation entre deux systèmes s'effectue alors que l'un et l'autre de ces systèmes sont dans un état stationnaire particulier au moment de la rencontre. Les autres états possibles de ces systèmes demeurent

étrangers à la rencontre. Un même système dans un état autre pourrait paraître un système différent.

En définitive, la communication qui résulte de la rencontre entre deux systèmes A et B dans des circonstances données est dégénérée parce qu'une partie seulement des éléments de surface entre en contact et/ou parce que les circonstances confrontent les deux systèmes dans un seul état stationnaire pour chacun d'eux.

3.2.3. ***La Dégénérescence D'Edelman et la Théorie de la Sélection dégénérée de groupes dans le cerveau.*** Edelman décrit la dégénérescence dans le cadre très particulier d'une organisation hiérarchique du système nerveux central. Il considère que la base des reconnaissances de signaux dans le système nerveux est la distribution spatio-temporelle de pointes et de potentiels gradués issus d'un groupe de neurones et reconnus par un autre groupe. Ces groupes sont distribués hiérarchiquement et un groupe de neurones hiérarchiquement supérieur, dit R de R, peut reconnaître la configuration liée à l'émission simultanée de plusieurs groupes R.

Cette conception de fonctionnement du système nerveux n'est pas gratuite. Elle correspond assez exactement aux théories actuelles sur les perceptions olfactives et gustatives (V-C-1). Elle fait appel aux analyses de Mountcastle encore nouvelles à l'époque et très largement admises aujourd'hui, des microcolonnes reliées hiérarchiquement en minicolonnes. Elle intègre la notion d'interfaces sensorielles dont le fonctionnement est profondément marqué de dégénérescence et de sélectivité. Néanmoins, cette conception est un cas particulier, très simplificateur. La façon dont sont effectuées genèse et reconnaissance des distributions spatio-temporelles de pointes et de potentiels gradués n'est pas prise en compte. En un mot, Edelman envisage la communication entre des systèmes qui ont des interfaces et des organisations internes accordant la même signification aux signaux émis et reçus.

Au total, quel que soit le nom donné au processus, la multiplicité des relations efficaces entre événements et réponses adaptatives est un fait essentiel qui vient compléter et favoriser considérablement la mise en jeu d'une réaction circulaire. Plus les relations efficaces sont nombreuses, plus grandes sont les chances d'en isoler une. Mais le bénéfice ne s'arrête pas là. En effet, un lien d'efficacité pérennisé entre un événement supposé et une réponse adaptée constitue un tremplin de progrès. La répétition de la liaison encore partiellement dégénérée, produira inéluctablement un échec le jour où l'événement réel ne correspondra pas suffisamment à l'événement supposé. Une nouvelle réaction circulaire devra être élaborée et sera toujours favorisée par un nombre de réponses efficaces plus réduit mais encore élevé; les modèles d'événements seront différenciés et les mécanismes d'analyse mieux connus. Le résultat sera une nouvelle diminution de la dégénérescence au sens strict du terme. Le processus pourra ensuite se répéter à nouveau, permettant un nouveau progrès.

3.3. ***L'Indétermination constitutionnelle, clef de la plasticité.***

Beaucoup de descriptions en biologie impliquent une plasticité sans qu'il soit pris conscience de ce qu'implique cette plasticité. La mémorisation, le progrès, le développement sont synonymes de modifications structurales. La théorie de l'autonomie biologique conduit à affirmer que ces modifications structurales ne remettent pas en cause l'identité du système modifié et son intégrité fonctionnelle. La plasticité dans un système autonome présente donc des exigences précises qui pourraient être résumées par deux données qui sont en fait fortement reliées :

- les modifications à venir doivent être prévues de quelque façon dans la constitution initiale pour qu'elles ne remettent pas en cause l'organisation interne fondamentale.
- le système doit fonctionner correctement, et selon des règles générales communes, avant et après la modification apprise.
Cela pourrait être qualifié d'une dégénérescence comportementale initiale, o— des réponses approximatives et multiples peuvent être appliquées à un même événement.

Nous voudrions préciser cette notion à la fois essentielle et complexe qui doit respecter deux exigences qui paraissent contradictoires :
- la conservation de l'identité et des références d'organisation du système autonome.
- une transformation structurale assurant le progrès.
Il nous semble que cette contradiction ne peut être levée que par une diminution d'une indétermination initiale. Il faut que l'emplacement de toutes les liaisons futures soit préinscrit sous forme potentielle mais qu'initialement le système fonctionne indifféremment, que la liaison soit actualisée ou non. Une autre explication possible est que l'état actuel d'un élément constitutionnellement bistable soit initialement sans conséquence sur le fonctionnement interne du système. Le schéma L.S.D. de Changeux et Danchin, l'état des cases mémoires labiles d'un ordinateur à l'achat, sont des exemples probants de ces données essentielles et nous semblent confirmer l'importance de cette notion de dessin préalable de toutes les liaisons futures, de tous les chemins futurs aurait dit P. Valéry.

3.4. L'introduction de la variété dans la duplication.

Dans "Gödel, Escher et Bach", D. Hofstadter insiste longuement sur les compositions célèbres, mathématiques, picturales ou musicales, obtenues par la répétition d'un même thème dans lequel sont introduites des variations. La composition acquiert une valeur et une originalité du fait même de cette répétition. Il est très important de souligner :
- que le thème doit être initialement conçu sous une forme qui permet l'introduction de variations sans pourtant qu'il perde son identité. On retrouve alors la dégénérescence avec la permanence d'un certain nombre de données pour que le thème puisse être identifié, mais également d'autres données qui puissent varier pour introduire une authentique nouveauté sans pour autant que le thème soit perdu.
- que la description du thème lui-même revient à négliger les différentes valeurs prises par les données contingentes
- que la valeur effective accordée à une donnée contingente au cours d'une variation spécifie cette variation et a une forte signification dans l'esthétique de l'oeuvre finale.

Il est essentiel de noter, et D. Hofstadter n'y manque pas, que la même disposition se retrouve dans la formation des organismes biologiques, qu'elle y joue un rôle essentiel dans le développement, l'adaptation phylogénétique et ontogénétique à l'environnement, donc dans une diminution de la dégénérescence au sens strict.

En définitive, un système autonome doit posséder et possède effectivement de nombreux mécanismes qui lui permettent une autonomie accrue vis à vis des milieux effectivement rencontrés. Cela à la fois par sa constitution initiale et par intégration des résultats positifs du vécu. La conséquence est une évolution de la dégénérescence au sens strict vers une décroissance progressive.

4. **Les aspects diachroniques de la Dégénérescence**.

La caractéristique fondamentale de la dégénérescence est qu'elle ne saurait longtemps restée égale à elle-même lorsqu'une même situation de rencontre entre deux systèmes se poursuit ou se renouvelle :

- le système récepteur présentant constamment des variations internes d'ajustement, il lui faut prendre conscience de ces variations pour différencier la variation liée à des modifications de l'environnement. Mais inversement comme nous l'avons vu avec le principe Richalet, c'est la confrontation avec un insolite qui permet à un système de mieux analyser ses variations internes. Il existe donc spontanément un bouclage au cours du vécu, toute rencontre favorisant pour le système une connaissance de soi. Ce bouclage provoque une réduction progressive de la dégénérescence des messages extérieurs puisque les effets de la dégénérescence perceptive deviennent en partie analysables.

- de même, la multiplication des rencontres permet une meilleure connaissance globale d'un système B ou plus généralement des régularités d'environnement. A son tour, cette connaissance permet de mieux préciser les informations caractérisant les aspects particuliers des rencontres ultérieures.

Mais si la dégénérescence varie, se pose alors la question de préciser ce qui détermine le seuil d'acceptation d'une communication dégénérée, notamment au cours d'une première rencontre. La réponse est évidente : le seuil est déterminé subjectivement par le système récepteur et/ou le système émetteur, à partir de critères d'utilité et dans un processus de décision à risques ou de probabilité subjective. Cela conduit à distinguer schématiquement les effets principaux d'une première rencontre entre deux systèmes et des rencontres ultérieures.

Lors d'une première rencontre entre deux systèmes, la dégénérescence est obligatoirement maximale et la communication se limite au nombre minimum des indices nécessaires à l'équilibration globale. L'important est en fait dans l'influence de cette première rencontre sur l'évolution ultérieure des relations.

- si la rencontre initiale n'a aucune influence sur l'avenir de la relation entre les deux systèmes considérés, la dégénérescence demeure à son niveau d'origine.
- si au contraire, la première rencontre initie une situation poursuivie de voisinage, ou commence à dessiner un objet de connaissance, la dégénérescence diminuera spontanément par la suite.

L'anecdote isolée est un bon exemple de la rencontre sans lendemain. La dégénérescence y est maximale, ce qui explique la très médiocre valeur cognitive propre de l'anecdote. En revanche, l'anecdote peut ouvrir la possibilité d'une bisociation au sens d'A. Koestler; la rencontre est alors riche de développements ultérieurs. La réaction circulaire, base de tout apprentissage, marque en revanche une diminution progressive de la dégénérescence.

Cette analyse diachronique de la dégénérescence explique au mieux la qualité des symbioses, le développement et l'orthogenèse spontanés, et même l'ontogenèse des objets de connaissance.

- si deux systèmes demeurent en symbiose, leur connaissance réciproque s'améliore spontanément, ce qui aboutit à une atténuation des effets antagonistes et un renforcement des effets agonistes.

- la symbiose n'est qu'un cas particulier d'une situation initialement conflictuelle lors d'une relation poursuivie entre deux systèmes ou de façon plus générale, entre un système et son environnement. Dans ce dernier cas, l'observateur retient surtout le progrès spontané dans l'autonomie du système vis à vis de l'environnement. On parle alors plutôt de développement lorsqu'il s'agit d'un système individuel, d'orthogenèse en cas de lignée phylogénétique. Comme y a longuement insister J. Piaget, le développement et l'orthogenèse n'ont donc nul besoin d'être expliqués par l'action d'un démiurge ou de processus transcendants. Ils résultent de la diminution spontanée de la dégénérescence dans les relations poursuivies d'un système autonome avec l'environnement.

- par exemple, dans la perception organisée d'un monde dépourvu objets définis, ce qui est la situation du nouveau-né, les premières relations dégénérées de l'organisme avec l'environnement vont détacher de façon probabiliste et par répétition, un certain nombre d'indices ; la conjonction de ces indices va générer les premiers "objets" de la connaissance.

5. **L'Approximation dans le Fonctionnement biologique**.

De très nombreux exemples démontrent à la fois la réalité de la dégénérescence et des mécanismes qui peuvent l'atténuer.

5.1. ***L'exemple du cytochrome C.***

Le cytochrome C est présent dans de très nombreux organismes végétaux ou animaux car il est indispensable à l'utilisation de l'oxygène dans la production énergétique. C'est un des enzymes qui ont été le plus étudiés dans leur structure et nombre des données acquises sont généralisables à tous les enzymes. Le cytochrome C est constitué par une chaîne d'une centaine d'acides aminés. D'une part un cytochrome C prélevé dans l'organisme appartenant à une espèce biologique précise est actif dans les organismes d'autres espèces. D'autre part, seuls une quarantaine d'acides aminés sont identiques pour tous les cytochromes C de toutes les espèces étudiées. Inversement, la totalité des acides aminés du cytochrome C sont identiques dans une même espèce.

Lorsqu'on considère le cytochrome du point de vue de son action enzymatique et de sa finalité externe, on retrouve la conformation générale globalement identique pour tous les cytochromes et liée à la chaîne d'une centaine d'acides aminés; on trouve d'autre part la quarantaine d'acides aminés caractéristiques de tout cytochrome. En revanche, la nature des autres acides aminés parait une contingence, au moins en partie. Nous pensons que cette contingence est relative et que toutes les variations des acides aminés n'aboutissent pas à un enzyme fonctionnel. Nous penserions plutôt que la variation de l'un des acides aminés de la chaîne doit être compensée par une autre variation dans les acides aminés non essentiels.

Lorsque l'organisation interne du cytochrome est envisagée, le caractère contingent dans la distribution des acides aminés disparaît. D'une part, les acides aminés sont tous identiques dans une même espèce. D'autre part, les acides aminés particuliers à l'espèce sont déterminants pour établir la configuration spatiale globale responsable de l'action enzymatique.

Il y a donc bien dégénérescence structurale puisque la fonction enzymatique "cytochrome C" peut être obtenue par des protéines de configurations partiellement

différentes, que deux cytochrome C d'espèces différentes présentent des éléments communs et des éléments différents. En revanche, la totalité des acides aminés sont nécessaires et significatifs pour caractériser un cytochrome C particulier. L'information s'accroît et la dégénérescence diminue lorsqu'on passe du plan de finalité externe au plan de finalité interne qui est l'arrangement en enzyme fonctionnel.

Il devient aujourd'hui à la mode d'insister sur le mélange d'ordre et de chaos qui caractérisent les systèmes complexes. L'exemple du cytochrome C peut être repris pour préciser la différence qui peut exister entre "le mélange d'ordre et de chaos" d'une part, la dégénérescence d'autre part. Il est vrai que 40 acides aminés sur une centaine traduisent l'ordre et définissent fondamentalement la fonction du cytochrome C mais il serait faux de caractériser par le chaos les acides aminés restants puisqu'ils sont strictement définis pour une même espèce.

5.2. ***L'exemple de l'A.D.N. dans les organismes complexes***.

Dans le cas du cytochrome C, qui est aussi celui de nombreux autres enzymes, rien n'est connu aujourd'hui des conséquences fonctionnelles de la dégénérescence. La situation est toute autre dans le cas de la lecture des chaînes d'A.D.N. Le fait que tous les maillons des chaînes d'A.D.N. des organismes complexes soient porteurs ou non d'une information génétique est actuellement l'objet de controverses et nous n'y insisterons pas. Il parait en tous cas certain que dans l'espèce humaine et pour le sexe féminin, un seul chromosome X soit fonctionnel dans une cellule donnée. Il y a là manifestement un bel exemple d'indétermination.

Mais nous voudrions surtout insister sur un autre point. L'A.D.N. contenu dans le germe d'un organisme métazoaire, est exactement identique à l'A.D.N. de chacune des cellules différenciées de l'organisme achevé. Or, dans tous les cas, cette chaîne d'A.D.N. règle spécifiquement l'autopoièse cellulaire. Une même information globale se traduit donc par des actions en partie différentes. L'explication de ce paradoxe apparent réside dans un processus de dégénérescence : l'information contenue dans une chaîne d'A.D.N. n'est pas univoque et dépend des particularités d'environnement ; seule une partie de la chaîne A.D.N. significative est lue dans un environnement particulier. Ce sont les caractéristiques du milieu qui déterminent les régions de la chaine d'A.D.N. qui sont lues et celles qui sont négligées. Autrement dit, la lecture de la chaîne d'A.D.N. dépend fondamentalement de l'ambiance dans laquelle elle est lue. La signification d'une chaîne d'A.D.N. est donc variable selon l'environnement. Deux chaînes d'A.D.N. présentant des différences inertes lors de la lecture seront considérées comme équivalentes. Une même chaîne A.D.N. sera considérée comme différente si elle est lue dans deux ambiances distinctes. La dégénérescence est donc manifeste et a une traduction fonctionnelle fondamentale.

5.3***. La plasticité synaptique***.

La grande majorité des auteurs situent la plasticité des systèmes nerveux centraux dans les caractères de la trame synaptique. L'observation révèle indiscutablement un développement dendritique et synaptique très important après la naissance, l'effet étant au maximum dans l'espèce humaine. Ce développement, surtout lorsqu'il est analysé dans un contexte d'autonomie, doit répondre à trois conditions en apparence contradictoires :

- le système nerveux central doit être fonctionnel avant même que le développement dendritique et synaptique soit effectué, pour qu'une autonomie comportementale minimale soit présente à la naissance.
- le développement dendritique et synaptique ultérieur ne doit pas remettre en cause l'organisation initiale pour que l'organisme conserve son individualité et son identité.
- le développement dendritique et synaptique doit apporter des précisions qui accroissent l'autonomie vis à vis de l'environnement rencontré puisqu'il résume la plasticité des centres nerveux.

Le schéma L.S.D. de J.P. Changeux et A. Danchin répond à cette triple exigence, tout en démontrant un effet de dégénérescence. Ce schéma déjà décrit (III-4), revient à associer :
- une trame constitutionnelle dessinant toutes les liaisons dendritiques et synaptiques possibles
- une précision ultérieure de cette trame selon l'état L., S. ou D. de chaque synapse.
Autrement dit, dans un premier temps ou une première approche, l'état L.S.D. est relativement indifférent aux aspects premiers et fondamentaux du fonctionnement cérébral. La dégénérescence est donc manifeste. Mais, et le point est essentiel, cette dégénérescence constitue la réserve de plasticité indispensable qui permettra les développements comportementaux ultérieurs, en raison de régularités d'environnement effectivement rencontrées, cela en préservant l'identité. Ce véritable compromis dans l'équilibre comportemental est à la base de toutes les différentiations individuelles, comme du développement individuel de l'autonomie.

5.4. *La reproduction sexuée*.

La reproduction sexuée assure la formation d'un nouvel individu par fusion de deux gamÈtes issus de deux parents. Elle est apparue probablement il y a un peu plus d'un milliard d'années. Introduisant une variation contrôlée dans la succession des générations, elle a permis une grande diversité des espèces et une accélération de l'orthogenèse dans l'évolution des espèces.

Le programme génétique contenu dans un gamète est équivalent dans sa conformation générale à celui de l'un ou l'autre des organismes parentaux mais il n'existe qu'à un exemplaire alors qu'il est doublé dans chacun des organismes parentaux. L'alignement des différents gènes, la longueur totale du programme sont strictement identiques au niveau des gamètes et des moitiés de programme dans les organismes parentaux. Cette identité est fondamentale puisqu'elle permet seule la fusion de deux gamètes issus de deux parents. Un certain nombre de données sont donc strictement équivalentes chez les deux gamètes fusionnés et les organismes parentaux.

En revanche, l'action de certains gènes peut être différente entre chaque moitié du programme des organismes parentaux. Cette différence est essentielle puisqu'elle introduit une variation qui a joué un rôle important dans l'adaptation à des environnements variés et dans l'évolution des espèces. Cette variation ne se conçoit qu'en fonction d'un minimum de dégénérescence dans la signification de chaque gène. Il y a bien une variation équilibrée au cours de la reproduction puisque le gamète contient obligatoirement un exemplaire de chaque gène, issu de façon quasi aléatoire de l'une ou l'autre moitié du programme génétique parental. Mais le résultat n'est positif qu'en raison d'un programme global qui peut intégrer l'un ou l'autre de plusieurs gènes différents à un même emplacement.

On retrouve bien entre les différents œufs, la composition par répétition d'un même thème avec variation. La comparaison est encore plus exacte si on considère la génétique des

populations et non pas seulement la génétique des individus. Dans la population globale d'individus de même espÈce, chaque individu traduit une variation sur le thème de l'espèce. Le point de vue d'Aristote est très voisin, qui faisait de l'espèce une variation sur le thème du genre.

5.5. ***La variation des anticorps***.

On estime au milliard le nombre d'anticorps différents que pourrait former un même individu. Inversement tous ces anticorps variés ont une conformation pratiquement identique. Il y a dans tout anticorps une association :
- de données identiques pour tous les anticorps d'un même individu et même pour tous les anticorps de nombreuses espèces distinctes voisines. Ces données identiques caractérisent la conformation générale de tout anticorps. Elles sont indispensables au bon fonctionnement de l'immunité, notamment de la dynamique du réseau immunitaire.
- de données identiques pour tous les anticorps d'un même individu mais différentes d'un individu à l'autre, même dans la même espèce. Ces différences sont essentielles pour assurer une action distincte des anticorps vis à vis du "soi" ou d'un organisme étranger.
- de données différentes d'un anticorps à l'autre chez un même individu, différences qui expliquent la spécificité d'action d'un anticorps, et du reste également son action tout court.

La multiplication des anticorps traduit bien la reproduction d'un même thÈme avec variations. Par ailleurs, tous les anticorps possibles sont définis à la naissance. Toute connaissance immunitaire traduit l'actualisation d'un anticorps prédéfini.

5.6. ***Les données éthologiques***.

Un exemple des plus probants de la dégénérescence et de ses effets dans l'élaboration des connaissances peut être trouvé au niveaux des déterminants innés de la perception.

L'école d'éthologie objectiviste a montré que de nombreux animaux réagissaient spécifiquement à des configurations perceptives qu'ils n'avaient jamais rencontrées auparavant. Ils ont démontré l'importance comportementale considérable de ces configurations et les ont dénommés déterminants perceptifs innés du comportement. Ces configurations ont de nombreux effets et notamment :
- elles permettent une reconnaissance entre individus de même espèce, ce qui joue pour une relation entre parents et petits, ainsi que lors des accouplements.
- elles permettent la fixation affective de l'empreinte et le développement de l'attachement entre petits et parents.
- elles peuvent jouer un rôle dans toutes les conduites élaborées, par exemple la construction d'un nid chez l'oiseau.

La dégénérescence y est manifeste et obligatoire puisque des objets assez différents provoquent une même réponse adaptative :
- un objet mobile quelconque agité devant un petit d'une espèce d'oiseaux coureurs débute aisément l'attachement affectif normalement réservé à la mère.
- un carton noir découpé, copiant très approximativement un faucon planant, provoque des manifestations de peur extrême chez un poussin nouvellement éclos, réalisant un effet de "leurre". De même, un carton découpé représentant une tête de mouette avec un ou deux caractères spécifique provoque une attitude d'attente alimentaire chez une jeune mouette nouvellement éclose.

Mais si les leurres démontrent la réalité de la dégénérescence, il est important d'en comprendre le pourquoi. L'alternative proposée par Edelman et présentée plus haut fournit la réponse.
- considérons que la configuration perceptive soit très strictement définie et que l'identification soit fortement sélective. La moindre variété dans le signal empêcherait l'identification. Or il existe obligatoirement une variation génétique à l'intérieur de l'espèce. La valeur comportementale des configurations serait très affaiblie.
- considérons maintenant que tout signal soit efficace, la configuration perceptive étant fort peu définie. N'importe quel événement provoquerait une réponse et là encore, la valeur comportementale des configurations deviendrait pratiquement nulle.
La dégénérescence qui traduit une situation intermédiaire est bien optimale.

D'une façon générale, les éthologistes contemporains insistent sur l'association de composantes innées et de modulations apprises dans les conduites animales. Ce mélange est absolument synonyme d'une dégénérescence. Prenons le cas particulier d'un petit oiseau des grandes plaines américaines qui a été au centre de controverses entre l'inné et l'acquis depuis près d'un siècle. Cet oiseau fait son nid presque exclusivement avec le crin de queue de cheval. Or ce crin n'est apparu qu'à la fin du siècle dernier avec l'arrivée du fil de fer barbelé sur la prairie. Les empiristes en ont conclu à un comportement entièrement acquis. En fait, l'observation des oiseaux incubés artificiellement et hors de modèles sociaux démontre l'importance des composantes génétiques dans la construction du nid. La contradiction apparente disparaît si on considère une propension innée à utiliser le matériel présentant le plus faible rapport section/longueur. Il se trouve alors que le crin de cheval correspond au mieux à cet idéal et qu'il est spontanément toujours préféré. Dans d'autres environnement, un autre matériel optimal pour le rapport section/longueur serait également choisi de manière préférentiel par les mêmes oiseaux. La dégénérescence traduit la plasticité des éléments innés de comportement qui favorise considérablement une adaptation précise.

Mais de plus, dans tous les cas cités, la dégénérescence initiale diminue rapidement à l'usage. Les leurres approximatifs perdent rapidement de leur efficacité et le comportement se concentre sur l'objet effectivement rencontré. L'oiseau cherche activement le crin avant de se contenter d'un autre matériau. Le flou initial a donc favorisé une première fixation comportementale mais n'a pas empêché une grande précision ultérieure.

Les exemples de dégénérescence, d'approximation comportementale, de plasticité, de duplication avec variété sont donc très nombreux en biologie. Il est important de souligner les bénéfices.
- c'est parce que la nature de certains acides aminés dans le cytochrome C est indifférente qu'il peut supporter sans dommage un certain nombre de mutations, inévitables au cours de la répétition innombrable des duplications.
- c'est parce qu'une partie seulement de la chaîne d'A.D.N. est lue à un instant et un lieu donné dans un organisme complexe, qu'une même chaîne d'A.D.N., dupliquée une seule fois, peut générer un organisme métazoaire complexe.
- c'est parce que le fonctionnement initial est indifférent à l'état L.S.D. des synapses qu'un certain degré d'autonomie existe dès la naissance et que l'adaptation sélective à l'environnement est ensuite possible, cela sans perturbation irréversible du fonctionnement interne.

Qu'on parle de dégénérescence ou d'indétermination initiale partielle, le fait que toutes les données d'un élément ou d'un système ne soient pas initialement ou définitivement précisées, a des conséquences essentielles :
- cela seul permet une adaptation à un environnement différent ou pour l'élément, à un état stationnaire* différent du même système.
- cela seul ouvre la voie à un complément d'organisation.

6. **Dégénérescence et Interface**.

Les exemples que nous avons rapportés ne font pas que souligner l'existence de la dégénérescence en biologie, ils en démontrent la portée fonctionnelle. La dégénérescence s'inclut bien dans un processus général concernant la dynamique des relations entre systèmes. Mais de plus, il apparaît manifeste dans tous les exemples cités que l'information qui transite est très souvent découpée, discrète, faite de l'assemblage d'éléments bien individualisés. Si les perceptions paraissent globales, il ne faut pas oublier qu'elles sont synthétisées à partir des excitations neuronales individuelles. Voyons donc les conséquences d'une digitalisation de l'information sur la réduction apprise de la dégénérescence. La dégénérescence prend ainsi deux aspects :

- il est possible d'insister sur l'absence de bijection en affirmant qu'à un ensemble d'informations venues d'un système B correspond plusieurs interprétations dans un système A et réciproquement qu'une même interprétation en A peut être donnée à plusieurs messages différents émis par le système A. Ainsi apparaissent l'ambigu‹té et l'équivoque décrites par Shannon dans sa théorie de la communication.

- il est possible d'insister sur le caractère de correspondance partielle en affirmant qu'il y a dans deux messages distincts et de même caractère physique, des éléments isolables communs aux deux messages et d'autres éléments également isolables qui sont spécifiques de l'un ou l'autre message.

Si l'information est découpée, les deux expressions sont équivalentes et interchangeables. Considérons alors un ensemble défini d'indices individualisés constituant une information complexe découpée. De très nombreux sous-ensembles d'indices peuvent être décrits, comportant un nombre d'indices inférieur au nombre total. Si l'adaptation est possible à partir d'un nombre limité d'indices, de nombreux sous-ensembles différents peuvent également conduire à une adaptation satisfaisante. On peut éliminer la situation o— un seul sous-ensemble serait efficace en toutes circonstances car ce sous-ensemble résumerait l'information et les autres indices auraient alors tout simplement valeur de bruit. Derrière cet aspect de l'information se trouvent des avantages considérables :

a) même dans une situation précise, de nombreux sous-ensembles différents peuvent également être significatifs. Or il est beaucoup plus facile de décrypter un message s'il y a de nombreuses façons également efficaces de le lire. La dégénérescence décrite par Edelman apparaît, avec ses avantages.

b) le découpage de l'information permet conjointement de conserver la signification initiale d'une information et de préciser l'information complémentaire, adjointe ultérieurement. Dégénérescence et découpage d'information expliquent donc le progrès cognitif.

c) le découpage permet de confronter beaucoup plus facilement plusieurs sous-ensembles distincts qui ont fait preuve d'une activité fonctionnelle comparable puisque cette confrontation revient à préciser quels éléments définis sont communs à plusieurs sous-ensembles et quels éléments définis sont plus spécifiques. Un système de classification peut alors être facilement construit en précisant les points de similitude et les différences. C'est donc la dégénérescence vécue d'une information découpée qui est à la base de tout système cognitif.

A la suite de cette analyse, on peut remarquer qu'il est possible de confondre la description des relations entre systèmes autonomes et la description des systèmes eux-mêmes. Un système autonome entrant directement en rapport avec un autre système, un élément autonome au sein d'un ensemble, un message efficace au sein d'un système autonome et qui est lui-même un système autonome, ont une constitution commune; le primat de la relation sur la substance réapparaît. La zone de surface entrant en relation lors de la rencontre entre systèmes est formée d'un nombre variable d'éléments discrets, disjoints, eux- mêmes autonomes. De proche en proche des niveaux d'emboîtement, ce sont donc les systèmes autonomes tout entiers qui sont équivalents à la réunion d'éléments discrets de surface. Tous les éléments, à tous les niveaux de l'emboîtement sont pris en compte dans l'organisation interne. En revanche, seul un nombre limité de ces éléments intervient dans une relation définie avec un événement particulier. Ces éléments en nombre limités définissent totalement le système, l'élément ou le message au cours de la relation considérée. Un système, un élément ou un message présentent alors autant de significations potentielles qu'il est possible d'y découper des sous-ensembles d'éléments en surface. Un système, un élément ou un message ont tendance à présenter autant de significations actuelles qu'ils présentent de relations avec des environnements différents. On est alors conduit à parler de dégénérescence fonctionnelle. Organisation emboîtée d'éléments, découpage et dégénérescence s'impliquent pratiquement. Le constat est essentiel car la description d'un système se superpose à la description d'un réseau booléen aléatoire autonome tel que le décrit S. Kauffman (105). Un tel réseau se prête admirablement au complément d'ordre.

7. Le Bilan de la Dégénérescence.

Au terme d'une brève revue, il a été possible de constater que la dégénérescence est omniprésente en biologie mais qu'elle n'est pas nécessairement un facteur d'appauvrissement en perturbant la précision des relations entre systèmes. Trois points essentiels permettent un bilan :

- la dégénérescence obligée qui marque la relation entre organismes autonome condamne évidemment toute transmission totale et parfaite d'une information complexe, comme pourrait le faire une transmission de mode instructif à partir d'un "pédagogue". Ainsi est justifiée l'affirmation de Kant, reprise par Spencer et disant que les choses en soi sont inconnaissables bien qu'on puisse en affirmer l'existence et en définir le domaine. Il faut cependant remarquer que cette conclusion restrictive ne vaut que pour la transmission d'une information descriptive.

- surtout si l'information est considérée sous un aspect fonctionnel et non descriptif, les effets négatifs de la dégénérescence initiale peuvent être considérablement amoindris, avant tout par la reprise récursive d'une communication initiale, l'accumulation pérennisée d'une

information complémentaire, ce qui est le sens même de la connaissance apprise. Cependant, si la relation dégénérée peut toujours être améliorée dans le futur, cette amélioration est basée sur des expériences passées et ne peut pleinement augurer d'une application à des événements non encore rencontrés; cela se traduit par un aspect probabiliste obligatoire.

- inversement, la transmission instructive n'est pas aussi idéale qu'on pourrait le penser. Optimale d'emblée, elle se trouve limitée aux capacités du "pédagogue". Ce pédagogue doit lui-même se former et il ne peut être original qu'au travers de relations dégénérées avec son environnement. Au total, la relation dégénérée est seule créatrice d'authentiques nouveautés.

Revoyons ces points plus en détail dans le contexte de l'organisation interne et celui de la relation entre systèmes.

7.1. ***Le Bilan interne de la Dégénérescence***.

La théorie de l'autonomie implique le maintien de l'identité des systèmes autonomes et leur plasticité pour permettre la conquête d'une autonomie accrue vis à vis de l'environnement rencontré. Il faut conjointement qu'un système ait un fonctionnement autonome dès sa constitution et qu'il soit ouvert à des transformations ultérieures assurant un gain d'autonomie vis à vis de l'environnement effectivement rencontré, sans perdre pour autant son identité. Ces doubles exigences apparemment contradictoires imposent l'existence d'une organisation emboÎtée, d'une multiplicité d'états stationnaires* mais aussi d'une indétermination initiale, synonyme d'une dégénérescence comportementale initiale.

Considérons en effet un élément d'un système autonome. Il doit posséder plusieurs états stationnaires* pour s'adapter aux modifications induites par le changement d'état stationnaire* à un niveau structural plus élevé. Il doit donc par avance être préparé à des rencontres avec un environnement imprévisible, ce qui le conduit à demeurer initialement ouvert à des modifications irréversibles imprévues. Une modification sous l'influence d'instructions extérieures aboutirait à une perte partielle d'identité en opposition avec la thèse de l'autonomie. La seule alternative est une structure initialement en partie indéterminée. Cette indétermination partielle se reporte sur les éléments car pour une large part, les modifications à venir aboutiront à une modification des relations entre éléments.

Il faut remarquer que la nature de l'environnement rencontré joue un rôle très important sur le degré de dégénérescence repérable par un observateur :
- si l'environnement est constant, précis, connu de l'observateur, comme dans le développement embryologique, la dégénérescence est en quelque sorte réduite par avance et les transformations internes sont prévisibles.
- si l'environnement est variable, indéterminé, non connu de l'observateur, comme dans le développement ontogénétique post-embryologique, la dégénérescence repérable est beaucoup plus importante et il est impossible de prévoir par avance comment l'organisme y répondra.

7.2. ***Le Bilan de la relation dégénérée***.

La dégénérescence, au sens que lui donne Edelman, a de fortes conséquences d'économie tactique, permettant une identification suffisante à partir d'un nombre éventuellement très limité d'indices. Elle explique et justifie les analyses d'Herbert Simon sur la rationalité restreinte, le primat de la stratégie sur la tactique dans la résolution des problèmes. Elle favorise la précision d'une signification au cours d'une première rencontre. L'adaptation

s'effectuant à partir de points partiels, les chances de réunir l'information suffisante à une interprétation efficace de la rencontre sont considérablement accrues. Mais surtout, elle permet d'établir d'emblée un voisinage qui donnera lieu à des interactions variées, ce qui provoquera obligatoirement une diminution de la dégénérescence stricte initiale. Ainsi une véritable boucle positive s'établit, l'approximation initiale constituant le tremplin qui permet l'enrichissement ultérieur.

La dégénérescence accroît la résistance à l'erreur. Dès lors qu'il existe une dégénérescence, l'erreur quelle que soit son origine, est seulement une cause supplémentaire d'indétermination ou de risque de mauvaise interprétation. La présence de dégénérescence exige à elle seule les contrôles par répétition ou multiplication des points de vue qui font disparaître les effets de l'erreur en même temps que tous les autres risques d'ambigu‹té ou d'équivoque.

Chez l'homme, le bénéfice tiré de la dégénérescence est encore beaucoup plus grand car plus grand est l'écart entre les conduites innées et les comportements appris. A la naissance et comme chez l'animal, le comportement ne peut être organisé qu'autour de déterminants perceptifs innés. Ces déterminants n'apportent directement qu'un bénéfice limité d'autonomie. En revanche, ils sont indispensables pour initier les réactions circulaires qui les remettent partiellement en cause. De corrections en corrections, ces déterminants deviennent des schèmes perceptifs qui évoluent à leur tour. Finalement, un système d'identification et de signification s'établit, qui est totalement détaché des significations initiales et qui présente une forte composante symbolique. Cette évolution n'est permise qu'en raison de la dégénérescence qui marque les déterminants perceptifs innés et la très importante indétermination structurale initiale.

B) Indétermination, Dégénérescence, Plasticité et Connaissance humaine.

Connaître un objet ou un événement, c'est avoir cet objet ou cet événement présent à l'esprit, ou autrement dit, intégré sous forme de représentation dans l'activité mentale. Cette représentation est reconnue dans une existence propre, distincte au moins formellement de la pensée qui connaît (Lalande).

L'acte de connaissance est complexe et correspond en fait à une triple réalité qui pourrait être rapportée à des degrés de connaissance:
- la reconnaissance traduit le fait qu'un objet ou un événement, perçus ou évoqués, sont assimilés à la représentation d'un objet ou d'un événement antérieurement identifiés, indépendamment d'une analyse des particularités. On peut ainsi "reconnaître" une peinture déjà perçue et analysée antérieurement.
- la connaissance peut porter principalement sur l'existence d'un objet ou d'un événement, également en relative indépendance des propriétés. Je sais qu'il existe une ville du nom de Moscou, qui est la capitale de la Russie indépendamment de toute précision sur les particularités de cette ville.
- la connaissance peut porter sur les particularités d'un objet dont l'existence est reconnue. La connaissance devient un acte de pensée qui pénètre et définit l'objet de connaissance.

Les philosophes ont très tôt constatés l'écart obligatoire qui existe entre un objet et la connaissance qu'on peut en avoir. "Ne sens-tu pas, dit Platon dans le Cratyle, combien il s'en faut que les images renferment tous les mêmes éléments que les choses dont elles sont les images ?". Par ailleurs, depuis Héraclite jusqu'aux existentialistes contemporains, il a été affirmé qu'on ne peut descendre deux fois le "même" fleuve. Autrement dit, un objet ne se présente jamais deux fois exactement sous le même angle de perception et à chaque perception devrait être attachée une connaissance particulière. En revanche, tout comportement d'adaptation rapide et sans tâtonnements vis à vis d'un objet ou d'un événement suppose la reconnaissance de cet objet ou de cet événement par référence à une présentation antérieure quelque peu différente ou à leur modèle, ce qui revient au même. En ce cas, deux objets ou deux événements distincts peuvent devoir être nécessairement vécus comme identiques. Le but de l'activité cognitive étant de favoriser des adaptations plus rapides et plus immédiatement efficaces, il est indispensable de pouvoir assimiler une données extérieure à un modèle qui en diffère nécessairement en partie. Ainsi la dégénérescence du lien qui peut exister entre un objet et la connaissance qu'on peut en avoir est affirmée en quelque sorte ontologiquement. Si l'objet extérieur est seulement inféré, il résume totalement la connaissance, mais la dégénérescence porte alors sur la relation entre cet objet inféré et les hétérogénéités du réel qui ont été à son origine.

Se pose même le problème de l'origine d'un objet de connaissance. Chez l'enfant à la naissance, qui ne peut même pas explorer tactilement, il existe bien plus un ensemble hétérogène de données perceptives brutes qu'une collection d'objets définis. Pour une large part, c'est la connaissance apprise et la décision qui délimitent les objets dans l'ensemble perceptif, ce qui crée apparemment un cercle vicieux initial. Les processus perceptifs, en accentuant les contrastes et les invariants, favorisent l'isolement des objets mais on pourrait arguer que cet isolement traduit plus les processus perceptifs que l'environnement lui-même. La seule solution est celle de la véritable création de l'objet identifié, par approximations successives. C'est un véritable pari initial qui organise un ensemble d'indices perceptifs comme un point d'attraction du comportement, créant donc l'objet dans son existence. Ce sont les événements ultérieurs qui infirment ce pari, ou au contraire le confirment, enrichissant alors l'objet de particularités nouvelles qui le dessinent de mieux en mieux.

On peut alors faire une étude critique des relations d'équivalence entre un objet ainsi affirmé et la connaissance qu'on en a, relations à la fois indispensables sur le plan comportemental et en même temps relations obligatoirement empruntes d'une part d'erreur. Le système de relations qui apparaît le plus spontané est celui de l'établissement de classes d'équivalence interconnectées. Cette catégorisation des événements et objets est spontanée, très efficace et universelle dans les civilisations. Sans elle, aucune culture n'aurait pu s'établir. Mais peut-être du fait même de cette universalité et aussi en raison des particularités de la mémorisation, la construction des classes d'équivalence a très généralement conduit à des biais d'interprétation. Les classes d'équivalence ont été beaucoup mieux mémorisées que les circonstances de leur élaboration. Par un processus d'autonomie fonctionnelle*, les classes d'équivalence ont acquis une réalité propre par rapport aux objets qu'elles regroupaient et ont souvent même été considérées comme premières par rapport aux objets inclus. Ainsi naît spontanément l'attitude réaliste, à la fois efficace et cause de biais cognitifs. Il apparaît donc indispensable de reconnaître l'utilité des classes d'équivalence et de limiter leur portée ontologique. Il en résulte un dilemme dont il est possible de sortir en étudiant le processus de formation des classes d'équivalence, en affirmant que ces classes sont secondes par rapport à des rencontres entre des sujets de connaissance qui ont construit ces classes, et des objets rencontrés.

Les problèmes qui se posent sont ceux-là même qui font la faiblesse des conceptions réalistes :
- comment affirmer l'unicité d'un objet lorsque la présentation perceptive de cet objet n'est jamais deux fois strictement identique ?
- comment affirmer l'équivalence entre deux objets qui ne peuvent être parfaitement identiques ?
- comment découper la perception de deux objets pour isoler une caractéristique commune au sein de différences évidentes ?
- comment établir la connaissance d'un événement ou d'un objet apparus postérieurement au système qui connaît ?
- comment apparier un catalogue forcément limité de représentations définies avec le nombre immense de tous les objets ou événements possibles ?

Le fait d'envisager des modèles internes de connaissance, innés et donc a priori, comme les catégories aristotéliciennes ou les "formes" de la Gestalttheorie, ne résout pas les difficultés. Se pose tout d'abord la question de l'origine du modèle interne et de l'origine du constat de l'objet. Ensuite, la mise en équivalence du modèle universel et de l'objet particulier pose les mêmes problèmes que l'équivalence entre deux objets particuliers. Les mêmes difficultés se retrouvent si on envisage que les constats d'équivalence sont établis à priori selon des mécanismes qui échappent à la réflexion. Ces mécanismes sont aussi difficiles à préciser que des processus conscients.

Il ne reste plus qu'une éventualité : l'équivalence établie par le sujet de connaissance comporte obligatoirement un caractère construit et approximatif, plus ou moins perçu consciemment, très souvent oublié ou négligé et la dégénérescence devient un processus constitutionnel obligatoire, présent dans toute connaissance et avec toutes les conséquences qui en découlent. A son tour, cette indétermination maintient une dégénérescence dans les relations entre le sujet et les objets.

Ainsi une réflexion sur la seule nature de la connaissance rejoint les données d'une analyse systémique des communications entre systèmes qui démontre la présence très habituelle de la dégénérescence.

1. Indétermination et conceptions épistémologiques traditionnelles.

Cette présence de la dégénérescence dans tout processus cognitif a des conséquences sur les conceptions épistémologiques, renforçant à priori les conceptions qui accueillent favorablement la dégénérescence. Le réalisme traditionnel postule des objets de connaissance et des sujets connaissants définis préalablement à toute rencontre. Il existe donc une connaissance en soi. La dégénérescence se réduit à un "bruit" concrètement inévitable en raison des imperfections du monde "sub-lunaire". Pour l'empirisme, la connaissance est bien construite mais elle l'est sous la pression du milieu. Pour que cette connaissance ait une signification, il faut un environnement stable et bien défini qui constitue une référence absolue. La dégénérescence a, là encore, une simple signification de bruit et d'une connaissance encore imparfaite.

La position de la phénoménologie est ambiguë au moins dans ses aspects traditionnels. Elle postule bien que la véritable connaissance est déduite de la rencontre entre un sujet et un

objet de connaissance mais le développement de la connaissance conduit à retrouver des "essences" et des "normes" totalement définies; la dégénérescence y demeure synonyme de bruit. L'à priorisme kantien a également une position ambiguë. La connaissance est construite à partir d'une rencontre avec les objets, ce qui permettrait de discuter une dégénérescence. En revanche, les données d'espace et de temps dont on a pu dire qu'en fin de compte elles résumaient pratiquement la connaissance, sont données parfaitement a priori. Sans même considérer les difficultés que cela entraîne, il n'y a guère de place pour la dégénérescence pour les données d'espace et de temps.

2. Dégénérescence et Constructivisme.

C'est en définitive le seul constructivisme qui donne à la dégénérescence ses lettres de noblesse. Il décrit en effet une élaboration progressive de la connaissance marquée par des approximations successives dessinant simultanément les objets de connaissance dans leur existence et leurs propriétés, puis un système cognitif global de plus en plus élargi, cohérent et performant, présentant les caractères d'organisation emboîtée, de découpage et de dégénérescence fonctionnelle qui caractérise un système autonome.

A) Les acteurs de ces approximations successives sont les sujets connaissants et les approximations cognitives ont une double signification d'abstraction empirique et réfléchissante.
- abstraction empirique parce que le sujet retient quelques invariances dans la répétition des événements pour créer un objet de connaissance. Le sujet retient ensuite des particularités de l'objet créé pour les détacher et construire avec elles un modèle interne de l'objet. La dégénérescence est manifeste.
- abstraction réfléchissante parce que les significations ainsi isolées traduisent des actions possibles du sujet ou ses mécanismes perceptifs propres.

B) Le développement cognitif se fait par étapes discontinues séparées par des "ruptures épistémologiques". Ces ruptures peuvent traduire les étapes piagétiennes du développement cognitif ontogénétique, effectuant en quelque sorte du reste une récapitulation des constructions cognitives antérieures. Ces étapes se dessinent encore dans la succession des systèmes culturels. Le constructivisme piagétien rejoint ainsi Bachelard, Kuhn et Feyerabend sur la réalités des ruptures, même s'il s'en sépare sur le plan du mécanisme de ces ruptures et sur celui de leur signification profonde.

C) Au cours d'une même étape, le sujet rencontre constamment de l'insolite, c'est à dire une incapacité à faire entrer immédiatement les données d'un événement rencontré dans un système explicatif existant. L'identification est donc toujours un pari probabiliste. Mais de plus, les informations fournies par l'événement insolite au travers des interfaces peuvent être utilisées pour améliorer la connaissance si elles sont fractionables en éléments reconnaissables et en éléments nouveaux, ce qui est à la base de la dégénérescence. L'assimilation secondaire du nouveau impose presque toujours une accommodation ou une transformation ponctuelle du système existant. Pour que cette transformation soit conciliable avec la stabilité du système cognitif, il faut encore que se manifeste une plasticité et une indétermination partielle des comportements initiaux.

D) Le changement d'étape, et c'est là qu'apparaît l'originalité du constructivisme, est une réorganisation différente des éléments cognitifs caractérisant l'étape précédente. Une

révolution épistémique ne traduit pas la découverte de nouvelles réponses aux questions classiques, mais la découverte de nouvelles questions permettant d'organiser autrement les réponses existantes. Pour se faire, il faut que les éléments cognitifs existants puissent s'intégrer de façon différente dans des ensembles différents, ce qui impose encore un appel à la plasticité et à l'imprécision structurale.

B. Mandelbrot donne un exemple qui permet bien de retrouver toutes ces caractéristiques de la construction des connaissances : " Supposons que l'on ait déjà fait la grammaire d'un certain échantillon de texte. Si l'on découvre un nouvel échantillon, l'ancienne grammaire prend le caractère d'une hypothèse scientifique, à vérifier du point de vue expérimental de son adéquation pour expliquer la structure du nouvel échantillon. Alors, volontairement ou non, on commencera toujours par partir de l'hypothèse que le nombre de règles n'a pas à être augmenté, et qu'il suffit de mettre de côté un certain nombre d' "exceptions", de "fautes", et de "bizarreries" qui constitueraient le "bruit", les "fluctuations" linguistiques. Mais quand les exceptions se seront par trop accumulées, il faudra transformer la grammaire de tout au tout."

3. La réalité de la Dégénérescence aux différents niveaux de la Connaissance humaine.

Nous envisagerons dans un premier temps le développement ontologique, depuis la naissance jusqu'au niveau de la logique formelle, chez l'adolescent. Puis nous aborderons quelques aspects du fonctionnement cognitif élaboré.

3.1. *Dégénérescence et Développement cognitif ontogénétique*.

Nous suivrons pour ce faire, la ligne de progrès précisée par J. Piaget.

3.1.1. **Dégénérescence et Déterminants innés du comportement :** Dès ses premiers contacts avec un environnement, un système autonome doit disposer d'un certain nombre de conduites pour assurer son autonomie. Piaget ne s'y est pas trompé, qui définit la première étape cognitive du nourrisson comme l'exercice de conduites innées. Le catalogue de conduites innées complètes associant l'identification d'un excitant spécifique et une réponse correspondante est extrêmement limité dans l'espèce humaine. En revanche, de nombreux mécanismes, moteurs et surtout perceptifs, s'exercent spontanément au contact de l'environnement. Ces mécanismes sont de connaissance très récentes et sont malheureusement négligés dans les travaux de Piaget.

L'assimilation perceptive des événements extérieures exprime une forte dégénérescence dans ses aspects les plus classiques. Cette dégénérescence est explosive dans le mécanisme d'interface des neurones sensoriels mais elle n'est pas limitée à ce mécanisme. Comme nous l'avons vu, les données sensorielles sont obligatoirement interprétées au travers de mécanismes perceptifs intégrateurs entraînant une déformation qui leur est propre.

Mais, et c'est le point essentiel, la dégénérescence initialement présente n'est pas stable. La simple activité des conduites ou mécanismes innés est source d'évolution cognitive :

- les mécanismes ne peuvent s'appliquer exactement à des données d'environnement qui leur sont initialement étrangères. L'objet extérieur doit être activement assimilé, dans son

existence et ses particularités, pour permettre une reconnaissance ultérieure ou une signification utilitaire, ce qui suppose un ajustement particulier. A son tour, cet ajustement est l'occasion d'une prise de connaissance des mécanismes eux-mêmes. Il en résulte le début d'une double familiarité, celle des objets habituels qui sont reconnus et celle des mécanismes dont l'action se diversifie et se précise.

- que soient considérés des mécanismes ou des conduites adaptatives complètes, l'ajustement aux données d'environnement ne peut être immédiatement satisfaisant puisque pratiquement toute donnée d'environnement est une nouveauté complète pour les mécanismes qui lui sont appliqués. Une réaction circulaire* est nécessaire, faite d'une succession d'approximations de valeur croissante. La dégénérescence permet seule ce processus.

- même après un ajustement par réaction circulaire, à défaut d'un début de connaissance des mécanismes perceptifs utilisés et des objets perçus, les indices qui traduisent l'assimilation perceptive ne peuvent être initialement qu'extrêmement élémentaires et peu nombreux. Si le fonctionnement perceptif se révèle malgré tout efficace, c'est qu'il accepte une forte dégénérescence.

- l'activité conjointe de plusieurs mécanismes distincts sur une même donnée se traduit par une assimilation réciproque entre les mécanismes et une accommodation résultante. Par exemple, la vision d'un même objet par les deux yeux est ainsi à l'origine de l'ajustement de la vision d'un oeil à celle de l'autre oeil, permettant la vision binoculaire. Il faut donc que les mécanismes perceptifs de chaque oeil soient conçus de telle façon qu'ils puissent fonctionner isolément d'une part, s'accommoder au fonctionnement de l'autre oeil d'autre part. Tel est du reste le cas comme le démontrent les travaux de M. Imbert et l'analyse histologique des aires visuo-corticales à la naissance (III-3 et V-C-3).

- peu à peu et grâce à leur plasticité constitutionnelle, les mécanismes innés évoluent. Ils se fractionnent en leurs éléments qui sont plus aisément mobilisables. Mécanismes et éléments se sensibilisent les uns aux autres, permettant l'apparition de combinaisons nouvelles, également mobilisables. Un passage s'effectue, du mécanisme inné au schÈme construit.

3.1.2. ***Dégénérescence et Schèmes perceptivo-moteurs***. Piaget décrit ainsi l'apparition des schèmes de vision : " C'est l'organisation de schèmes hétérogènes qui donnent aux tableaux visuels des significations toujours plus riches et font de l'assimilation propre à la vue, non plus une fin en soi, mais un instrument en vue d'assimilations plus vastes. Lorsque, vers sept à huit mois, l'enfant regarde pour la première fois les objets inconnus, avant de les saisir pour les balancer, les frotter, les lancer....il ne cherche plus à regarder pour regarder, ni même à regarder pour voir, mais il regarde pour agir (147)."

L'apparition des schèmes traduit donc bien la révolution épistémique que nous décrivons plus haut. Pur résultat de l'expérience vécue, elle reflète une nouvelle organisation d'éléments pré-existants et qui subsistent. Cette pérennité des éléments est évidemment indispensable pour que la vie psychique garde sa continuité et que les expériences acquises soient conservées. Il faut notamment que la distorsion perceptive introduite par l'ensemble des mécanismes d'interface, constatée après coup par des expériences nouvelles mais existant dès la naissance, demeure constante; autrement, les corrections apprises ne conserveraient pas leur valeur. La constitution plastique des éléments de comportement et la dégénérescence vécue durant leur utilisation permettent seules un équilibre entre une conservation de l'acquis et une ouverture au progrès.

Les organisations qui apparaissent n'en sont pas moins nouvelles :

- certaines traduisent le modèle ou la représentation d'objets antérieurement perçus. Ces modèles doivent pouvoir s'appliquer à d'autres objets semblables perçus ultérieurement et présentant des spécificités différentes, ou encore à des perceptions différentes du même objet. L'aspect de pari dans la reconnaissance ainsi que la dégénérescence, demeurent tout aussi manifestes. La dégénérescence permet par ailleurs aux représentations de se détacher des objets concrets qui ont assuré leur formation. L'objet modélisé devient ainsi indépendant des actions qui peuvent lui être appliqués et permanent, même lorsqu'il sort du champs perceptif. Inversement, la modélisation s'accompagne obligatoirement d'une forte dégénérescence, un même modèle s'appliquant à plusieurs objets distincts et un même objet pouvant être caractérisé par plusieurs modèles différents.

- d'autres organisations traduisent des combinaisons d'actions propres au sujet. Ces combinaisons doivent également être plastiques pour pouvoir être appliquées à des objets quelconques. Ces combinaisons deviennent ainsi indépendantes des objets qui ont été à l'origine de leur formation et donc aisément mobilisables. Elles nécessitent la plupart du temps un ajustement non totalement prévisible par avance lors de l'application à un objet particulier, ce qui témoigne d'une dégénérescence. L'anticipation accommodatrice peut apparaître mais alors toujours à titre de pari probabiliste.

3.1.3. ***Dégénérescence et Intelligence perceptivo-motrice.*** L'évolution des schèmes et leur mobilisation accrue aboutit à une unicité du fonctionnement mental, gérée sous la forme d'intelligence sensori-motrice.
- dans une situation donnée, les schèmes connus ne sont pas appliqués successivement de façon aléatoire mais à partir d'un plan coordonné.
- les différents schèmes décrivant les objets extérieurs sont coordonnés pour créer la conscience d'un environnement. Parallèlement, l'articulation des schèmes d'action conduit à la conscience de soi. Les schèmes des personnes de l'entourage se coordonnent dans l'existence de "l'autre", différent du moi mais source d'actions et ayant des propriétés communes avec le moi.
- la mobilisation et la coordination des schèmes deviennent suffisantes pour que soient effectuer des coordinations purement internes qui représentent une relation complète avec l'environnement. L'objet extérieur est remplacé par un schème représentatif et l'action concrète par l'application d'un schème d'action au schème représentatif. Le comportement devient intériorisé, ce qui permet de vivre une réaction circulaire* sous une forme représentée et d'accroître considérablement les chances de parvenir à une adaptation correcte dès la première tentative concrète, ce qui est en fin de compte la finalité essentielle du fonctionnement mental.

Tout au long de cette évolution des schèmes, l'exigence de plasticité est manifeste puisque les schèmes doivent conserver une signification propre tout en participant à la signification de coordination de schèmes.

3.1.4. ***Dégénérescence et Concept***. L'un des apports les plus fondamentaux de l'intelligence perceptivo-motrice est la confrontation des schèmes. Il devient notamment possible de confronter deux ou plusieurs représentations d'objets concrets pour en abstraire les points communs et ouvrir le pari d'une classe d'équivalence utile. Ainsi se forment les premiers concepts ou signifiés. La différence de nature avec les schèmes initiaux n'est pas très

importante. Cependant A. Korzybski pense que cette abstraction sur des représentations est caractéristique de l'activité opératoire humaine. Cette affirmation est relativement gratuite mais s'il existe quelques formations conceptuelles chez les grands singes, elles sont effectivement limitées. Elles ne sont en revanche dans l'espèce humaine que le point de départ d'une évolution cognitive qui se poursuit bien au delà de la formation des premiers concepts.

Korzybski a bien souligné que la relation d'un concept avec un objet concret n'est pas une relation d'équivalence mais une relation d'appartenance asymétrique et partielle. "Médor est un chien" est un abus de langage car il n'y a pas d'équivalence entre Médor et le concept de chien. "Cet homme est méchant" n'est pas une relation d'appartenance au sens strict car l'individu en question n'est caractérisé que très partiellement par le qualificatif de méchanceté. Une dégénérescence supplémentaire apparaît du seul fait du jeu conceptuel. Aucun découpage conceptuel n'est contraignant et il existe effectivement des découpages du réel très différents selon les cultures. L'adoption d'un système conceptuel est donc le résultat d'un pari d'efficience. Mais surtout, même si le monde des concepts est uniquement manipulable par le moi, c'est un monde original, distinct à la fois du monde de l'environnement et du monde du moi. Les relations entre le concept et le moi, entre le concept et l'environnement sont donc obligatoirement hautement dégénérées.

La structure du concept doit être de type hologrammorphique. Le concept n'est rien d'autre que la communauté partielle des caractères présentés par les représentations qui sont à son origine. Inversement, le concept n'a d'intérêt qu'en fonction de ces représentations et doit impérativement préserver leur identité et leur individualité. Il favorise la catégorisation de chacune de ces représentations et permet leur mobilisation globale. Le concept doit encore pouvoir constituer un élément dans des ensembles plus larges :
- horizontalement dans l'articulation entre plusieurs concepts,
- verticalement en constituant un des éléments d'une abstraction de plus haut niveau.

Le concept, formé à partir d'un nombre limité de représentations, doit demeurer ouvert à l'assimilation d'autres représentations et pouvoir s'y accommoder. De même, son intégration dans un ensemble suppose des réserves d'accommdation. La mise en jeu de l'ensemble de ces particularités du concept dont le plus souvent une seule est prise en compte dans une opération donnée traduit une dégénérescence très importante.

Au total, le concept devrait être considéré comme une fonction paramétrée, définie par quelques invariants opératoires, mais ne prenant véritablement une signification qu'après fixation des paramètres.

3.1.5. ***Dégénérescence et Discours***. L'organisme biologique initial ne contient rien qui puisse ressembler à un mot significatif. Le sens d'un mot est donc une donnée secondaire et il traduit l'étiquetage d'un concept :
- chez le tout petit enfant, le mot peut être inventé et venir caractériser un concept antérieurement construit, selon le mécanisme également présent chez le savant qui "dénomme" sa découverte.
- dans tous les autres cas, le mot est présenté par l'environnement social et l'enfant cherche à donner une signification au mot ainsi présenté en le rattachant à des concepts antérieurs ou à un concept qu'il construit à l'occasion. La dynamique est en fait très proche de celle de la création conceptuelle.

Nous reverrons par la suite l'importance de la dégénérescence dans le discours. Nous voudrions dès maintenant insister sur quelques points.
A. Korzybski a beaucoup insisté sur les dangers d'une interprétation réaliste du discours. Il a composé deux aphorismes restés célébres :
- le premier est : "Le mot chien ne mord pas" pour bien exprimer que le mot n'a pas de propriétés concrètes.
- le second est : "La carte n'est pas le territoire" pour bien exprimer que ni le mot, ni le concept ne peuvent décrire parfaitement l'objet auquel ils correspondent. La traduction en mot est en fait le dernier temps d'une suite de transformations toutes marquées par une dégénérescence. Le résultat final somme toutes les causes intermédiaires de dégénérescence.

Le mot reproduit notamment tous les aspects de dégénérescence du concept que nous avons décrit plus haut. Comme le concept, le mot doit demeurer ouvert à des précisions, des révisions ou des extensions nouvelles. Comme le concept, le mot doit pouvoir s'intégrer dans une réorganisation importante du système cognitif global. Mais plus encore, le mot doit pouvoir s'adapter à chaque état particulier du concept. Ainsi, le mot chien peut désigner simplement un être singulier dans l'expression : "Le chien de Madame Dupont est un cocker". Il peut désigner une espèce dans l'expression "Un chien chasse de race". Enfin le mot chien peut exprimer l'un des éléments d'un ensemble plus large dans l'expression : "Le chien appartient à la classe des mammifères ". Le même mot doit pouvoir donc décrire trois concepts différents, de niveau d'abstraction différents et un seul à chaque fois ou plusieurs ensemble. C'est le plus souvent le contexte formé par la phrase contenant le mot, qui précise une signification particulière. La dégénérescence est alors évidente et s'explique pleinement la position de Paul Valéry qui voit plus de sens dans la phrase que dans les mots, qui considère que le mot isolé s'obscurcit.

L'intérêt du mot est de donner une version "signifiante" très mobilisable du concept "signifié", soit dans la communication sociale, soit dans les combinaisons articulées du déroulement de la pensée. Même si le mot n'est rien d'autre que le "signifiant" d'un concept "signifié", il doit présenter une certaine plasticité dans la communication avec autrui car chacun peut mettre sous un même mot un concept légèrement différent.

R. Thom a envisagé cette particularité de la liaison instable entre le mot signifiant et le concept signifié, soulignant par ailleurs qu'il y a très souvent évolution disjointe du mot et du concept :
- les signifiants de concepts abstraits, très indéterminés, ont tendance à se conserver sur le plan phonétique, car l'image phonétique est la seule référence stable.
- les signifiants de concepts concrets se conservent phonétiquement mal car le concept se conserve spontanément et il n'est pas grave que le signifiant qui le traduit évolue quelque peu si la transformation est lente.

3.1.6. ***Dégénérescence et Abstractions***. Le mot est une simple étiquette et à ce titre, beaucoup plus mobilisable que le concept qu'il signifie. Pour cette raison, l'usage des mots joue un rôle primordial dans la mise en place des abstractions sur abstractions. Le processus opératoire qui forme un concept en isolant les caractéristiques communes à plusieurs schèmes, peut être repris en isolant les caractéristiques communes à plusieurs concepts pour former un concept abstrait. Ce procédé est fondamental, assurant une hiérarchie dans le système des connaissances.

Ce type de concept doit obéir aux mêmes règles de fonctionnement que tout concept. Pour être fonctionnel, il doit n'être défini qu'à partir des concepts qui le forment. Il doit néanmoins rester ouvert à l'insertion de nouveaux concepts et à un emboîtement dans des structures plus larges. Or plus le concept est abstrait, plus il y a de risque qu'il soit considéré pour lui-même et qu'une réalité lui soit attribué. A. Korzybski aurait pu ajouter à la liste de ses aphorismes "La liberté n'a pas d'existence" ; il s'est contenter de dire que les êtres abstraits n'existaient pas et qu'il n'y avait que des processus d'abstraction. La réification des termes abstraits reviendrait à refuser la dégénérescence et elle constitue l'un des risques les plus graves de biais du discours. Si de plus, le terme abstrait persiste un certain temps, rien n'exclue qu'il finisse par traduire un ensemble vide.

3.2.*La Dégénérescence fonctionnelle lors du déroulement de l'activité mentale.*

Cette revue des constituants successifs de la connaissance humaine nous a permis de préciser la dégénérescence inhérente à chacun de ces constituants. Nous voudrions encore insister sur quelques aspects du fonctionnement cognitif chez l'adulte qui a atteint le stade de la logique formelle et dont la pensée est ainsi libérée des perceptions concrètes.

3.2.1. ***La Dégénérescence et la Rationalité limitée***. L'indétermination partielle apparaît importante et positive dans l'exercice cognitif. C'est en effet l'existence d'une connaissance approximative qui permet l'entretien d'une relation concertée avec l'environnement. L'imperfection du système cognitif rend obligatoire l'apparition de contradictions. La plasticité du système cognitif permet l'assimilation de ces contradictions et il en résulte une réorganisation plus ou moins étendue des systèmes cognitifs existants. Au total, et grâce à la dégénérescence existante, les connaissances nouvelles se forment à partir de l'exercice de connaissances présentes.

Ainsi, un système de connaissance est normalement ouvert à un progrès régulier. Malheureusement, cette ouverture peut être bloquée. Pour des raisons en partie affectives, le déroulement habituel de la pensée introduit très souvent des processus qui masquent la dégénérescence, ce qui provoque un blocage du progrès et des biais cognitifs lourds de conséquences, ce que K. Popper a qualifié d'immunisation des idéologies. La cause en est la rationalité limitée décrite par H. Simon que nous avons décrite :
- un sujet ne prend en compte la plupart du temps qu'un nombre très limité des connaissances qu'il pourrait avoir lors d'un choix ou la résolution d'un problème. Il y a dans cette attitude un mélange d'attitudes affectives et rationnelles.
- un sujet attribue spontanément une valeur implicite à toutes les variables qui influencent une situation. L'attribution de cette valeur est la plupart du temps inconsciente. Elle est établie par l'habitude, la limitation des connaissances ou la généralisation abusive d'une idéologie.

Quoiqu'il en soit, ces deux attitudes simplifient arbitrairement les données des problèmes posés par la survenue d'un événement et ont pour effet de supprimer en grande partie l'indétermination et la dégénérescence, restreignant beaucoup le nombre des interprétations possibles d'une même situation, justifiant des interprétations erronées et masquant des interprétations correctes. Il en découle au mieux une justification artificielle de certitudes, au pire de graves erreurs d'interprétations.

En fait, les "infirmités" du fonctionnement mental, liées à l'inertie spatio-temporelle du fonctionnement cérébral impose absolument cette façon simplifiée de procéder, comme nous le voyons plus loin, mais elle accentue l'aspect probabiliste de la démarche cognitive.

L'important est d'en prendre conscience pour en limiter les conséquences néfastes. Peuvent alors se manifester pleinement les conséquences positives qui sont majeures.

3.2.2. ***La Dégénérescence et la Bisociation d'A. Koestler.*** Sous le nom de bisociation*, A. Koestler décrit l'invention cognitive due au rapprochement de deux idées qui semblaient auparavant indépendantes. Ce rapprochement a exactement la valeur d'une symbiose. D'apparition beaucoup plus probable qu'une comparaison systématique point par point, la bisociation peut ensuite initier une réflexion positive. Le rapprochement difficile effectué par Archimède de la mesure des volumes et de la montée du liquide dans un récipient lorsqu'on y plonge un solide souligne combien les graphes qui relient les connaissances acquises sont peu denses et constamment ouverts à un remaniement riche de conséquences positives.

Plus intéressantes encore sont les bisociations* qui ont dû se prolonger longtemps avant de triompher. A. Koestler cite l'exemple de Pasteur dont l'oeuvre fut guidée par l'idée que la vie apparaît avec une dissymétrie de la matière. C'est en faisant de multiples expériences recherchant la création de la vie par dissymétrie chimique que Pasteur parvint à la conclusion inverse et à la condamnation de la génération spontanée.

Le cas de Wegener est tout aussi éloquent. Wegener relia l'idée naissante du rapprochement ou éloignement des continents avec l'isomorphisme des côtes de l'Afrique occidentale et du Brésil, de l'Afrique orientale et de Madagascar. Cette idée fut longtemps fortement combattue. Mais lorsque les faits nouveaux de l'observation des fonds océaniques intervint après 1945, la tectonique des plaques explosa véritablement du fait même de l'enrichissement d'idées provoqué antérieurement par les polémiques autour des idées de Wegener.

Au total, il est aisé de souligner combien le tissu des connaissances acquises est lâche, mal coordonné, associant des liaisons sans valeur et au contraire des éloignements injustifiés, imposant des décisions à risques. Ce tissu se prête néanmoins à chaque instant à des réorganisations très positives du fait de l'indétermination partielle des faits recueillis.

3.2.3. ***Dégénérescence et Distribution fractale de la Connaissance.*** Les réflexions précédentes soulignent combien les faits de connaissance sont potentiellement dépendants les uns des autres. Nous sommes cependant incapables de percevoir toutes ces dépendances en raison des limites de notre esprit. Cela ne doit pas masquer néanmoins une organisation systémique de la connaissance, certes imparfaite mais néanmoins performante. Cette organisation fait implicitement appel à la dégénérescence puisqu'elle impose des liaisons dégénérées et variables entre les données cognitives.

Imaginons un problème trivial de localisation géographique d'un lieu précis. Le géographe peut choisir la précision apportée par une carte au 1/10000 ème. Mais il lui faudra alors choisir entre une carte unique d'un mètre carré représentant une portion de territoire dont il ne pourra situer l'emplacement à la surface de la terre, ou un recueil inaccessible à un regard d'ensemble, des 4 ou 5 millions de mètres carrés nécessaires pour reproduire la surface du globe terrestre à l'échelle du 1/10000Ème. Le géographe pourrait alors se tourner vers une carte d'un mètre carré à l'échelle du 1/40000000Ème mais alors le point d'un centième de millimètre carré à la limite de la lecture et de la typographie noierait le lieu précis dans un environnement de 16 kilomètres carrés. La solution de ce dilemme est évidente. Le géographe

doit disposer de plusieurs cartes à des échelles différentes, chaque carte précise devant elle-même être repérée dans une carte à plus grande échelle.

Le fait est totalement généralisable et l'analyse des systèmes concrets de connaissance les montre marqués de niveaux hiérarchiques multiples associés chacun à un degré de définition. Une réflexion sur l'utilisation des connaissances met de plus rapidement en évidence que cette organisation hiérarchique doit pouvoir être effectuée avec les mêmes données selon plusieurs règles d'emboîtement distincts. Cette nécessité correspond à l'existence de différents points de vues cognitifs dont l'une des expressions majeures est la multiplicité de disciplines scientifiques ayant chacune une organisation hiérarchique.

Cependant, le simple constat de multihiérarchies n'est pas suffisant et nous devons nous interroger sur les conditions qui permettent qu'une même connaissance soit intégrée à plusieurs niveaux et dans des systèmes hiérarchiques multiples, tout en demeurant significative.

3.2.3.1. L'organisation fractale des systèmes cognitifs. Une première nécessité est celle d'une organisation "fractale" des systèmes cognitifs. Ceux-ci doivent présenter une structure emboîtée avec un nombre de dimensions différent de 1, l'information totale utilisable augmentant avec la diminution d'échelle. Par ailleurs, ces systèmes doivent se prêter à plusieurs types d'emboîtement.

Cette particularité s'impose du fait des limites de l'activité rationnelle. Comme nous l'avons vu (VI-B-2), l'étendue d'informations que le sujet peut traiter conjointement est constante et limitée. Le "regard" du sujet est donc d'autant plus étroit qu'il utilise un système cognitif à un niveau de définition plus fin. Ce faisant, le sujet perd la vue d'ensemble qui lui permettrait seule de situer les connaissances qu'il manipule. Ce sujet doit donc en permanence compenser ce dernier défaut en superposant des définitions de "fréquences spatiales" plus réduites, lui permettant de couvrir un champ plus vaste. En un mot, la connaissance suppose un appel conjoint à des degrés de définition différents qui se superposent, cela dans des systèmes d'emboîtements multiples.

Il faut donc insister sur l'existence d'un bouclage entre l'organisation des systèmes cognitifs et le fonctionnement mental. Ce sont les limites opératoires des sujets qui impose la structure hiérarchique des systèmes cognitifs. Inversement, la structure hiérarchique accroît considérablement le champ de connaissance qui peut être traité par un sujet dont l'activité opératoire est limitée par des contraintes concrètes.

3.2.3.2. L'organisation interne du sujet connaissant. La capacité de superposer dans un même temps des données analysées à des niveaux de précision différents et de passer rapidement d'un type d'emboîtement à un autre suppose une organisation interne particulière. Il est remarquable que la perception humaine reproduise ces propriétés. Sans même prendre en compte la multiplicité des "sens", la vision à elle-seule s'effectue en conjuguant plusieurs qualités distinctes et en superposant des canaux de fréquences spatiales différentes.

3.2.3.3. L'organisation interne des données cognitives. A ces exigences concernant l'organisation du sujet connaissant correspondent des exigences sur l'organisation des données cognitives. En pratique, ces données doivent constituer des ensembles d'éléments et doivent pouvoir être découpées. Il doit pouvoir s'établir des liaisons avec d'autres données o— un nombre limité d'indices sont pris en compte, nombre d'autant plus limité que l'abstraction

cognitive s'effectue à un niveau plus élevé. Les indices sélectionnés doivent être différents selon le point de vue retenu. Apparaît alors la supériorité d'un réductionnisme bien compris, caractéristique des modèles cognitifs eux-mêmes et pas du tout obligatoirement des organismes décrits. D'une façon générale, de telles exigences renvoient à une dégénérescence de relation entre ensembles découpés. Inversement, le maniement de structures cognitives primaires irréductibles marquerait l'absence conjointe de découpage et de dégénérescence, obligatoirement source d'erreur lorsqu'on tenterait d'insérer ces structures dans des systèmes emboîtés.

La structure découpée des données cognitives permet de retrouver l'hologrammorphisme*. C'est un regroupement des indices communs à plusieurs données qui définit totalement un niveau cognitif de rang plus élevé. Inversement, l'appartenance d'une donnée à différents ensembles de rang plus élevé devient un facteur fondamental de description de cette donnée. Le "rouge" est avant tout la propriété commune à l'ensemble des objets rouges. Inversement, un chandail particulier peut être bien caractérisé par sa couleur rouge. En ce sens, chaque donnée élémentaire reproduit bien les systèmes cognitifs dans leur entier et réciproquement, les classes d'équivalence cognitives sont principalement décrites par les objets qu'elles réunissent, les relations qu'elles entretiennent avec d'autres classes de même rang ou de rang plus élevés.

La multicrucialité apparaît tout aussi évidente. La superposition des critères est provoquée immédiatement par le "regard" du sujet qui contemple simultanément plusieurs systèmes emboîtés à plusieurs niveaux. On retrouve le double aspect de la multicrucialité :
- le niveau minimal qui assure une définition,
- le niveau optimal, plus élevé, qui introduit une validation par cohérence.

La multicrucialité* sur fond de dégénérescence est un facteur fondamental de progrès. C'est parce que le sens général d'une phrase est compris en dépit de l'ignorance de quelques mots que le sens de ces mots peut ensuite être appris. C'est parce que le résultat d'expériences comporte des incertitudes que l'effet de variables indépendantes peut ensuite être systématiquement analysé. Ce fait se retrouve tout spécialement dans la réduction progressive de l'action du hasard.

3.2.4. ***Dégénérescence, Hasard et description de l'environnement***. Il est très important en matière de hasard, de considérer séparément "l'accident" imprévisible et l'introduction de la notion de hasard dans les modèles scientifiques. Pour reprendre les exemples d'Aristote, nous ne saurons jamais pourquoi un trépied déséquilibré est resté en position de fonction, pourquoi un maître dont le cheval s'est enfui, rencontre ce cheval au cours d'un déplacement imprévu. Une explication impliquerait une succession d'accidents antérieurs qui impliquerait en fin de compte à son tour, une connaissance totale de l'Univers et de son évolution depuis son origine.

Tout autre est l'introduction d'un élément de hasard dans l'explication scientifique. Le préalable en a été le développement mathématique presque gratuit de la théorie des probabilités. L'outil conceptuel ainsi défini a pu être appliqué dans de nombreuses explications.

L'appel au hasard est direct dans la théorie cinétique des gaz où les paramètres de température ou de pression/volume sont considérés comme déterminés et reproduisant des valeurs moyennes de comportement des molécules. Le hasard marque en revanche la position

d'une particule à un moment donné, la direction du trajet qu'elle suit et même sa vitesse ou sa quantité de mouvement. Un autre exemple d'implication directe est celui de la reproduction sexuée au cours de la méiose. Le mécanisme global est décrit avec précision et chaque gamète formé contient un exemplaire de chacun des gènes parentaux. En revanche, le fait qu'un gène provienne de l'un ou l'autre des grands-parents est attribué au hasard.

L'appel au hasard est indirect mais implicite dans le traitement statistique des expérimentations. Il est admis à priori que les résultats sont entachés d'un bruit aléatoire mais également marqués par des spécificités propres à chaque expérience et variables d'une expérience à l'autre. Le bruit et la répartition des spécificités sont attribués au hasard. Implicitement, il est admis qu'un même type d'expérimentation, obéissant à une loi unique, peut donner des résultats différents, ce qui est un cas type de dégénérescence.

L'appel au hasard le plus récent concerne le chaos déterministe. Il est admis que la moindre variation aléatoire dans les conditions initiales va faire diverger les conséquences d'une suite de transformations parfaitement déterminées. Un modèle très simple peut en être la succession indéfiniment prolongée du rebond d'une boule de billard sur les bandes latérales. Un modèle déjà plus élaboré est celui que présente P. Bergé de deux pendules de périodes très différentes et couplés magnétiquement. La succession de transformations dont chacune est parfaitement déterminée, aboutit à une situation "chaotique", inanalysable et imprévisible.

Si nous tentons d'analyser l'appel au hasard dans l'explication, apparaît toujours alors l'invocation d'un aléatoire à un niveau, un déterminisme à un autre niveau. Le plus souvent, le niveau macroscopique apparaît déterminé, le niveau microscopique indéterminé. Si par exemple nous considérons le tirage de boules rouges ou noires à partir d'une urne, on peut opposer :
- le niveau macroscopique déterminé qui inclut la distribution effective des boules dans l'urne. Le nombre total de boules rouges et noires à tirer est strictement défini.
- le niveau microscopique indéterminé qui traduit l'ordre de succession des tirages. Cette indétermination n'a de signification qu'en étant rapportée au niveau macroscopique déterminé.

Dans le cas du chaos déterministe la situation est inverse et on peut opposer :
- le niveau microscopique de chaque transformation isolée qui peut être considérée comme totalement déterminée
- le niveau macroscopique chaotique dont l'indétermination n'a de sens qu'en fonction de la détermination du niveau microscopique.

Dans les deux cas, il y a bien une multiplicité de situations pouvant aboutir à une même conclusion, ou l'inverse. La dégénérescence et l'organisation fractale des différents niveaux de connaissance se trouvent bien illustrées.

3.2.5. ***La pensée complexe***. Pas plus que pour le hasard, il n'y a de sens à placer la complexité au cœur des phénomènes étudiés. C'est en effet le sujet qui décide, dans une situation à risque, de l'étendue du champ d'un problème et du niveau de précision souhaité. Toute étude d'un événement peut être élargie ou approfondie à un niveau où la complexité et l'appel au hasard s'imposent. La complexité dans l'environnement est tellement omniprésente qu'elle devient triviale. C'est donc au cœur de l'activité mentale qu'il faut situer l'intérêt du concept de complexité comme celui du hasard.

Nous pensons (XII-A-2) que le principe de la complexité consiste à enfermer dans une étiquette définie, toute une réalité indéterminée et très incomplètement connue pour la mobiliser dans le discours. Nous retrouvons alors toutes les caractéristiques de dégénérescence concernant la distribution fractale des connaissances et le hasard.

4. La correction de la Dégénérescence.

De l'événement au discours logiquement construit qui le décrit, il y a donc une accumulation d'indéterminations, ayant des chances d'aboutir au chaos déterministe que nous venons de décrire. Il est pourtant relativement facile, à condition tout au moins d'y penser et de le souhaiter, d'annuler pratiquement toute cette indétermination. Il suffit d'effectuer une relation en réaction négative, partant du discours et voyant si l'événement prévu par le discours se trouve bien réalisé. C'est le passage de l'hypothèse au contrôle expérimental qui réalise la réaction circulaire la plus large possible, et donc la plus efficace, traduisant le raisonnement abductif de Pierce.

Dans cette perspective, la connaissance humaine apparaît dans un double mouvement, de l'événement au modèle et du modèle à l'événement, de la chose au mot puis du mot à la chose comme le dit Paul Valéry. Les connaissances particulières sont alors réduites à des données modulant les relations fonctionnelles existant entre un sujet connaissant et son environnement. Il importe alors infiniment moins que dans ce chemin en aller et retour, il y ait des déformations, des imprécisions puisque seule comptait l'adéquation entre le point de départ et le point d'arrivée.

5. Le Bilan de la Dégénérescence dans la Connaissance humaine.

L'analyse de la connaissance humaine montre bien que la dégénérescence au cours des relations entre systèmes est un phénomène général et obligatoire qui marque profondément la construction et l'utilisation des systèmes cognitifs. Les conséquences en sont nombreuses, négatives par elles mêmes, mais positives par les corrections induites.

5.1. ***Les conséquences négatives de la Dégénérescence.***

Elles sont de deux ordres, le fait de la dégénérescence, mais surtout sa négation :

5.1.1. ***La correspondance entre le Réel et la Connaissance***. Il est vain d'espérer une correspondance précise, isomorphe entre un événement et le meilleur modèle cognitif qui peut en être fait. L'image perceptive est une traduction très fortement subjectivisée d'une partie du réel et sa structure n'a que fort peu à voir avec la structure de l'objet perçu. Le concept qui complète la connaissance apprise est un algorithme opératoire qui appartient à un monde propre, distinct à la fois du monde du moi et du monde du réel environnant. La succession des images perceptives ou des étapes du déroulement conceptuel n'a aucune raison de suivre exactement la séquence des événements connus. Une succession peut fort bien porter sur des points de vue différents portant sur une situation ou un objet statique. La connaissance apprise est un scénario écrit et illustré dans une langue étrangère qui n'est pas celle du réel. C'est une variante revue et corrigée du mythe platonique de la caverne, où la valeur ontologique de l'idée et de l'objet concret sont inversés; c'est l'idée qui devient un pâle reflet du réel. Il y a sûrement des isomorphismes partiels entre les objets et la connaissance qu'on peut en avoir mais ces isomorphismes sont en quelque sorte fortuits et ne peuvent

jamais être affirmés; ils sont liés au fait que l'homme, sujet de connaissance, appartient lui aussi au réel qu'il décrit.

On peut présenter la même conclusion en soulignant qu'un même événement peut donner lieu à plusieurs modèles cognitifs différents et réciproquement qu'un même modèle aussi bien défini qu'il soit recouvre toujours plusieurs domaines différents. Une connaissance apprise d'un événement n'est que l'une des multiples "versions" qui pourraient être tirées de ce seul événement.

Mais si la correspondance isomorphe entre la connaissance et le réel est négligeable, cela n'a aucune conséquence sur les correspondances fonctionnelles. Dès lors que le caractère utilitaire de la connaissance est reconnu, il importe peu qu'elle soit ou non une traduction isomorphe fidèle. La connaissance devient ainsi un élément comportemental, indissociable des conduites qu'elle éclaire. C'est la théorie fonctionnelle de la connaissance postulée par Reichenbach. Ainsi définie, "la connaissance ne prétend à aucune autre objectivité que celle qui consiste à être inter-subjectivement valable, c'est à dire valable pour tous les esprits humains placés dans les mêmes conditions d'observation et se servant du même langage. Elle ne fait appel à aucun monde transcendant, à aucune vision angélique, à aucune illumination surnaturelle, à aucune réalité nouménale. Cessant d'être faite par et pour les dieux, elle est à la mesure de l'homme et à son seul usage (L. Rougier)."

En fait, la dégénérescence étant de toutes façons omniprésente et permettant seule une connaissance apprise, c'est très arbitrairement qu'on peut parler de conséquences négatives. Cela d'autant plus que la dégénérescence acceptée décroît spontanément par précision ultérieure des connaissances.

5.1.2. **Le refus de la Dégénérescence**. Beaucoup plus lourdes de conséquences sont la négligence de la dégénérescence, l'approche d'un système cognitif comme s'il n'y avait pas de dégénérescence. Le phénomène le plus habituel consiste à "prendre la carte pour le territoire". Une existence propre est accordée au concept abstrait alors que celui-ci n'est qu'une étiquette attachée à un processus d'abstraction portant sur des concepts plus concrets. Le résultat en est le réalisme traditionnel et l'illusion d'un discours premier. Si donc, la dégénérescence est précisée et reconnue, elle n'a pratiquement que des avantages.

5.2. ***Les conséquences positives de l'Indétermination cognitive***.

Dans l'approche dynamique qui a été la notre, toute connaissance apprise est le résultat d'une rencontre entre un sujet et un objet de connaissance, suivi d'un pari que l'interprétation de la rencontre est et sera utile. Sujet et objets étant a priori d'organisation interne différente, une relation significative entre le sujet et son environnement ne peut s'établir qu'avec dégénérescence. L'acceptation de la dégénérescence et les méthodes pour la diminuer, permettent de corriger au mieux les erreurs et de construire au mieux la connaissance apprise.

La dégénérescence dans la relation cognitive présente évidemment tous les avantages que nous avons précisés plus haut et qui sont communs à toute relation. Cependant nous voudrions insister tout spécialement sur l'intérêt de la dégénérescence dans les relations qui existent entre les connaissances élémentaires. C'est grâce à la plasticité qu'une connaissance élémentaire se prête à l'organisation hiérarchique des systèmes cognitifs globaux. La plasticité et l'indétermination partielle qui la permet, sont indispensables pour "classer" les connaissances élémentaires et cheminer dans le classement. Elles permettent de considérer

conjointement un ensemble de connaissance à des niveaux de précision différent, associant le bénéfice d'un regard microscopique précis et d'un regard macroscopique très large. Ainsi l'indétermination partielle est à la base de la multicrucialité*, elle-même à la base d'une validation interne des connaissances par cohérence. Il nous reste maintenant à montrer que la dégénérescence dans la connaissance humaine est inséparable du fonctionnement mental qui l'exige.

C) Indétermination et Stratégies.

Le comportement de l'agent économique dont était parti H. Simon pour définir la rationalité restreinte, est apparu comme une norme universelle, rendue obligatoire par "l'infirmité" mentale relative vis à vis de l'étendue du champ cognitif et la vitesse des transformations qu'il subit. La rationalité limitée étant liée aux particularités du fonctionnement cérébral, les explications de Simon ont une portée universelle. On peut considérer avec lui qu'il est habituel pour un individu, d'utiliser des stratégies, qui peuvent être définies comme des démarches complexes dont l'utilisateur pense qu'elles sont efficaces dans des circonstances données, mais dont il ignore la nature fine, le principe d'action ou le mécanisme. L'adoption d'une stratégie est donc un pari d'efficacité. Il est donc fondamental de reprendre la notion de stratégie à la lumière de la dégénérescence.

1. Le Chunk stratégique.

Un fonctionnement par chunk (VI-B-2) est déjà stratégique et dégénéré puisqu'il revient à négliger les différences d'interprétation que devraient impliquées la structuration complexe du chunk. L'invocation de "Platon" dans une discussion néglige ce qu'il y a d'ambigu, d'imprécis dans l'oeuvre de Platon. L'opérateur a construit un modèle arbitrairement simplifié de Platon dont il croit pouvoir se contenter. Toutes les abstractions conceptuelles pourraient attirer les mêmes remarques. En définitive, toute activité mentale actuelle, même apparemment tactique, fait appel à des stratégies antérieures qui ont organisé les connaissances pour en faciliter l'utilisation.

2. La Tactique stratégique.

Si on y regarde d'un peu près, l'approche tactique de l'ordinateur jouant aux échecs est en réalité incluse dans un programme stratégique. Si l'ordinateur est considéré seul, c'est un système hétéronome reproduisant des instructions externes. Si le système considéré inclut concepteur et ordinateur, il devient évident que l'exploration tactique systématique est le résultat d'une stratégie conçue par le concepteur. Même si nous considérons une exploration tactique aléatoire d'un animal essayant d'ouvrir une porte de cage fermée par un loquet, il existe malgré tout une vue d'ensemble stratégique de la situation qui supervise les essais tactiques. On peut donc en conclure que toute approche d'un problème comporte un aspect stratégique et ne peut être réduit à une seule activité tactique.

Inversement, s'il y a problème, c'est que l'application d'une stratégie n'a pas produit un résultat satisfaisant immédiat. L'application d'une stratégie demande très habituellement un

ajustement aux conditions particulières, ajustement qui exige un minimum d'exploration tactique. Au total, l'opposition entre tactique et stratégie n'est pas exclusive. Il faudrait plutôt opposer des comportements où la part tactique est importante et ne laisse dans l'ombre aucune possibilité d'évaluation, et inversement des comportements stratégiques où l'exploration tactique est réduite au minimum possible.

On peut remarquer qu'à défaut d'exploration tactique complémentaire, une stratégie serait pratiquement inutile. La situation la plus habituelle d'application d'une stratégie est celle de l'insolite, associant des repères connus et des données nouvelles. Les repères connus orientent le pari stratégique et les données nouvelles impliquent un ajustement par essais tactiques. Inversement, l'appel complémentaire à la tactique impose que la stratégie ait une structure plastique qui lui permette de nombreuses accommodations particulières. Ainsi la notion même de stratégie implique une forte part d'indétermination relevant de la dégénérescence :
- la stratégie peut être perçue comme unitaire par le sujet en dépit du fait qu'elle n'est pars perçue dans la totalité de son fonctionnement.
- c'est une part d'indétermination qui permet une adéquation secondaire à des conditions variées.

Mais c'est encore sa plasticité qui ouvre la stratégie au progrès. Chaque accommodation différente de la stratégie en face d'une situation insolite* permet à l'opérateur un gain de connaissance sur le fonctionnement intime de cette stratégie. Ce gain de connaissance accroît l'efficacité de la stratégie lors d'applications ultérieures. Les stratégies apparaissent ainsi des structures ouvertes en partie indéterminées se perfectionnant spontanément. Cette notion est fondamentale dès lors qu'est discutée l'origine des stratégies.

3. L'origine des Stratégies.

Sans explication génétique, il faudrait accepter l'idée que toutes les stratégies existent constitutionnellement, ce qui apparaît tout à fait improbable. Par ailleurs, il est bien difficile de considérer des stratégies complètement indépendantes les unes des autres, car cela imposerait au sujet d'envisager toutes les stratégies dont il dispose en toutes occasions.

La seule explication raisonnable est celle d'une double dérive :
- dérive des stratégies, une stratégie apparemment nouvelle étant en fait une modification d'une stratégie existant antérieurement.
- dérive du jugement qui en approfondissant la nature des stratégies, permet de les confronter positivement les une aux autres.

Une telle dérive conduit évidemment à accepter l'existence au départ du développement, de stratégies présentes dans la constitution initiale et indépendantes les unes des autres, mais également de stratégies incomplètement déterminées. Comme nous venons de le voir, l'évolution spontanée des stratégies vers le progrès s'explique aisément. Une plasticité initiale permet qu'une stratégie soit une totalité immédiatement utilisable et qu'elle puisse néanmoins évoluer ensuite sans perdre son identité. Les stratégies sont de véritables systèmes et à ce titre, elles associent des données variables à des éléments immuables. Lors de l'utilisation initiale, les données variables sont indéterminées ou fixées implicitement et sans raison perçue, par l'utilisateur. Le progrès cognitif le plus immédiat consiste dans l'attribution de valeurs fixes, explicites et motivées à un nombre croissant des données variables d'une

stratégie, donc une réduction de la dégénérescence et un accroissement de la probabilité d'un choix stratégique satisfaisant. L'évolution peut se faire de deux façons :

- directement, par intégration des échecs partiels dans l'utilisation de la stratégie considérée, échecs qui ont effectivement conduit à corriger ou à fixer des variables après exploration tactique.

- indirectement, par confrontation des stratégies et construction d'un système complexe réunissant plusieurs stratégies. Ce système constitue un contexte qui fixe obligatoirement nombre des données variables de chaque stratégie. Cette dynamique s'applique tout spécialement à l'élaboration du discours.

Le progrès ainsi défini ne résume pas le développement cognitif puisqu'il n'explique ni la genèse des stratégies existantes, ni la formation de nouvelles stratégies. En revanche, il conduit à un parallèle entre une rationalité limitée manipulant des stratégies incomprises et la dynamique de l'évolution des schèmes établie par Piaget. Une synthèse entre les deux approches s'impose d'autant plus que nous avons conscience d'emprunter à Piaget la description de l'évolution des stratégies.

4. La double Evolution des Stratégies.

Nous voudrions insister sur une conséquence essentielle. Les stratégies initiales sont à l'échelle de la constitution biologique de l'individu et des relations avec son environnement immédiat. Les connaissances premières s'appliquent donc obligatoirement aux données d'expérience courante. Elles sont marquées par les mécanismes perceptifs qu'elles reproduisent en quelque sorte. Le progrès se fait ensuite nécessairement dans deux directions qui comportent chacune une forme d'approche de l'environnement, une évolution des stratégies et une meilleure connaissance de soi :

- la direction réductionniste consiste à isoler les éléments d'un ensemble existant. Dans l'approche de l'environnement, le résultat est une décomposition des données d'expérience. C'est tout d'abord l'isolement "d'objets indépendants et permanents", puis la définition des qualités caractérisant les objets isolés, enfin le fractionnement des objets en éléments communs de plus en plus réduits et de plus en plus universels. C'est donc une évolution des stratégies d'un monde à l'échelle de la perception humaine vers une connaissance du niveau microscopique.
Mais il faut bien comprendre que ce fractionnement du monde est également un fractionnement des stratégies appliquées au monde. Les stratégies reliées initialement à une application directe des mécanismes perceptifs s'en détachent de plus en plus en intégrant l'effort réducteur. L'atome perd ainsi tout contact avec une possibilité de représentation perceptive et se trouve réduit aux processus stratégiques qui le décrivent. Par ailleurs, l'individu lui-même peut appliquer à une meilleure connaissance de soi, physique et biologique, les données qu'il a ainsi établi.

- la direction globaliste consiste à rassembler les stratégies existantes en fonction de leurs points communs. Ce rassemblement a pour double effet l'élaboration d'un système cognitif et une représentation globale de l'environnement. C'est d'abord la construction du réel telle que la précise Piaget chez le jeune enfant. C'est ensuite une vision de plus en plus étendue de l'Univers, à la fois diachronique et synchronique jusqu'aux conceptions

cosmogoniques. C'est donc une évolution des stratégies partant de l'échelle des perceptions humaines vers une connaissance du niveau macroscopique. L'enrichissement du système cognitif établi parallèlement permet des rapprochements, des comparaisons entre des données de connaissance qui paraissaient initialement totalement isolées. Ces démarches éloignent autant des mécanismes perceptifs initiaux que les évolutions réductionnistes et les modèles macroscopiques sont également des modèles aperceptifs où les représentations perceptives ne peuvent trouver leur place. Par ailleurs, l'individu lui-même peut utiliser les visions d'ensemble qu'il a ainsi établi pour mieux se situer et mieux préciser la signification des systèmes cognitifs qu'il utilise.

Au total, et plus encore si les mécanismes perceptifs innés sont effectivement pris en compte, l'organisation biologique humaine rend obligatoire l'appel à des stratégies dans les processus d'adaptation à l'environnement. Mais c'est la plasticité des stratégies initiales, donc la relation dégénérée que traduit leur application, qui explique tout le développement cognitif.

D) Dégénérescence, Indétermination et Probabilité.

Tout au long de nos analyses, spécialement dans l'approche de la dégénérescence, nous avons souvent souligné le caractère probabiliste de toute démarche cognitive comme de toute information. En fait, les notions de probabilité et de dégénérescence sont indissociables, la dégénérescence étant la face plus objective et la décision à risque, seulement probable, étant la face plus subjective d'une même réalité. La dégénérescence impose qu'une communication insuffisante soit complétée par une information qui ne peut être proposée qu'à titre de pari.

1. Probabilité et approche stratégique.

La probabilité intervient de fait à de nombreux niveaux dans les démarches et les développements cognitifs :

- le processus même de l'interprétation d'une configuration perceptive est nécessairement probabiliste (V-D) puisque le modèle de reconnaissance est toujours plus pauvre que l'image perçue, et à plus forte raison que l'hétérogénéité de l'environnement au départ de la perception. Les schémas de connaissance qui résultent de la confrontation de plusieurs configurations perceptives sont également nécessairement probabilistes.

- devant un événement insolite, il apparaît illusoire de conduire une analyse cognitive en arborescences approfondies. L'arborescence elle-même traduit une longue approche cognitive antérieure. Le choix comportemental cognitif est donc obligatoirement un pari, mais un pari dont le sujet fixe lui même les seuils de probabilité. De nombreuses études expérimentales ont ainsi démontré que la quasi totalité des sujets surestiment ou sous estiment les chances faibles dans leurs analyses cognitives. Heureusement du reste pour le fonctionnement de la "Française des jeux" !! Il faut remarquer par ailleurs que le pari probabiliste s'exerce la plupart du temps après coup, pour analyser cognitivement une situation vécue. Le problème qui se pose n'est pas tant de savoir si la boule qui va être tirée de l'urne sera bleue ou verte, mais bien plutôt celui de classer la boule qui vient d'être tirée de l'urne, qui est bleu tirant sur le vert et qu'il faut malgré tout qualifier comme boule bleue ou comme boule verte.

- il y a un autre aspect probabiliste qui se rattache beaucoup plus à notre sujet, et qui est celui du caractère probabiliste de l'édification des systèmes cognitifs chez l'homme. Nous avons vu que les significations innées étaient extrêmement réduites chez le nouveau-né et que pratiquement toutes les données cognitives devaient être apprises. Mais cet apprentissage doit se faire sans référence autre que les résultats de l'action individuelle, observés après coup, résultats jugés subjectivement ;cela donne un aspect probabiliste très important au développement cognitif.

2. Le Découpage dans un espace de probabilité continu.

L'environnement accessible à la connaissance n'a pas de frontières externes repérables, mais par ailleurs, il est manifestement hétérogène. Cette hétérogénéité ne se traduit pas seulement dans l'opposition entre le sujet de connaissance et le reste de l'environnement, mais également par l'existence de frontières séparant des zones ayant certainement des particularités différentes les unes des autres. Mais la prise en compte de cette hétérogénéité* par un sujet de connaissance ne peut se faire qu'au travers d'un système d'interface. Dans l'espèce humaine en tous cas, les hétérogénéités en tant que telles franchissent très mal la frontière d'interface puisque le neurone sensoriel, unité d'interface, ne donne pratiquement qu'un bit d'information à la fois, quelle que soit l'hétérogénéité* perçue (V-B); de ce fait, l'environnement pour le sujet de connaissance est assimilable à un espace continu de probabilité. De ce fait, comme le fait remarquer M. Mugur-Schachter, les probabilité traditionnelles ou de Kolmogorov ne peuvent s'appliquer immédiatement. toute approche cognitive débute par un découpage, établissant une tribu β, particulière de l'espace continu de probabilité Ω que constitue l'ensemble adualistique du soi et du non-soi ; au découpage est rattaché nécessairement un regard qualifiant (VIII-1). La situation n'est même plus de savoir si une boule verte ou une boule bleue a été tiré de l'urne mais de faire un pari, après quelques tirages, sur le contenu de l'urne. Tout objet, tout événement qui se prêtent à une démarche cognitive sont donc le résultat d'un découpage préalable du sujet de connaissance, et d'un regard qualifiant de ce même sujet. Ainsi se trouve pleinement justifié le point de vue de K. Popper affirmant qu'au départ de toute activité cognitive, il y a une hypothèse subjective à vérifier, un projet. Mais si tous les découpages étaient équiprobables, l'évolution cognitive serait extrêmement risquée, ayant plus de chance de conduire à des solutions sans issue. C'est la raison pour laquelle K. Popper insiste également sur le fait qu'à toute démarche cognitive est associé une interrogation préalable établie à partir des connaissances antérieures ou des déterminants constitutionnels; implicitement, l'interrogation préalable a déterminé un découpage du champ cognitif.

La théorie généralisée des probabilités suppose évidemment qu'il y a un nombre indéterminé mais très grand, de découpages possibles au sein d'un espace continu de probabilité. A chaque découpage correspond une configuration définie, modèle possible de l'événement ou de l'objet considéré. Cette multiplicité de modèles plus ou moins conformes pour une même zone de l'espace Ω est la base même de la dégénérescence. Celle-ci est habituellement liée au fait que les modèles sont davantage définis que les événements qu'ils qualifient et comportent moins d'éléments que l'événement modélisé. L'élément découpé de Ω s'offre à toute une classe de définitions cognitives ou modèles auxquels il est possible d'appliquer de nombreuses probabilités distinctes :

- probabilité pour un observateur, de voir le sujet de connaissance adopter tel ou tel modèle. Il s'agit essentiellement d'une probabilité subjective car le choix est manifestement dépendant du système global de découpage auquel le sujet a adhéré antérieurement. Mais le psychologue constructiviste est en droit de valider un modèle de développement cognitif qui constitue une référence, sinon moins subjective, du moins, moins spécifique d'un individu. Il s'ajoute, comme nous le verrons (XI-A), des processus de décisions dans l'instant qui sont eux, essentiellement subjectifs.

- probabilité qu'un modèle se révèle efficace. Il est possible de ramener le progrès scientifique à l'adoption de découpages qui ont une probabilité accrue de fournir des modèles satisfaisants. Les critères de satisfaction nous paraissent doubles. Ils résident d'une part, dans la répétabilité d'un modèle expérimental mais concernent alors seulement des événements provoqués. Ils résident également dans l'aisance avec laquelle une accommodation efficace suit l'assimilation cognitive. En ce cas, une probabilité subjective intervient à nouveau. Cet aspect probabiliste du modèle cognitif explique pourquoi K. Popper refuse la recherche de vérités et se contente de ce qu'il appelle la vérisimilitude ou le vraisemblable, qui ont une "propension" à traduire correctement un objet extérieur.

- intervient encore la probabilité qu'un sujet se satisfasse de la réponse obtenue, ce qui est essentiel dans une théorie des jeux comme dans toute relation inter-individuelle. C'est en effet le sujet lui-même qui doit apprécier si la réponse adaptative qu'il vient de réaliser est satisfaisante ou non.

Il y a une certaine concordance entre le découpage effectué par le sujet et l'hétérogénéité* réelle de l'environnement. En témoigne la forte cohérence existant entre les données d'explorations perceptives distinctes, comme par exemple la vue et le tact : on ne peut considérer comme fortuit qu'une sensation tactile cohérente apparaisse au moment même où la main entre en contact avec une zone de frontière à l'analyse visuelle. Encore faut-il remarquer que le nourrisson doit faire l'expérience de cette cohérence et qu'il ne la "connaît" pas par avance. Cela explique qu'il arrive au nourrisson de se tromper et qu'il puisse attendre une impression tactile nouvelle au contact de la frontière d'un objet sur un papier peint. Le découpage subjectif rejoint bien partiellement l'hétérogénéité réelle, mais seulement après apprentissage. La correspondance entre le découpage réel supposé et le découpage subjectif décidé, n'est donc ni nulle, ni parfaite. Cette correspondance est donc dégénérée, ce qui n'exclut nullement qu'elle s'améliore avec le temps et que la dégénérescence diminue. On pourrait décrire la connaissance apprise comme la mise en place d'un découpage subjectif qui se rapproche davantage d'un découpage "réel". Encore faudrait-il souligner deux points essentiels :

- découpage subjectif et découpage "réel" sont pratiquement indépendant l'un de l'autre, même si on peut considérer que le découpage subjectif est au moins au départ, une application de lois régissant l'environnement. Cette distinction de fait condamne le réalisme de natures, génère une dégénérescence dans toute correspondance ponctuelle entre les deux découpages et détruit tout espoir de parvenir à une correspondance étendue.

- la connaissance apprise peut reposer entièrement sur un découpage subjectif premier et stable. Comme nous allons le voir, c'est le cas lorsque les données cognitives demeurent centrées sur une approche perceptive directe; il y a alors un monde de réflexion clos et la théorie classique de la probabilité peut s'appliquer. Cela a été le cas de l'approche scientifique traditionnelle jusqu'au milieu du XIXème siècle, et explique le déterminisme physique

apparent. Les progrès même de la Science conduisent aujourd'hui à aller au delà du découpage subjectif de approfondissement de la prise de conscience de ce découpage perceptif, ce qui est l'essence de la révolution épistémologique de la mécanique quantique.

3. Le Regard constitutionnel et les probabilités classiques.

Un premier découpage, associé à un "regard" spontanément orienté vers l'efficacité, peut seul initier le progrès cognitif. A défaut, chaque individu serait contraint à un découpage personnel, aboutissant à des systèmes de probabilité très différents les uns des autres, sans grande possibilité de communication individuelle et avec des chances très faible de parvenir à une efficacité cognitive.

Un tel découpage contraignant est constitué par les interfaces élémentaires des neurones sensoriels. Il s'agit d'un découpage subjectif et d'un découpage authentique. L'hétérogénéité de l'environnement est mal transmise et l'environnement se présente comme un espace de probabilité continu que les neurones sensoriels digitalisent. Mais la probabilité de fournir une information intéressante est extrêmement faible sur un neurone isolé puisque ce neurone ne peut fournir qu'un bit d'information quel que soit l'événement considéré. Heureusement, les probabilités élémentaires neuronales sont très fortement additives.

Il n'en reste pas moins que l'ensemble des données fournies par ce découpage neuronal primaire constitue encore un espace quasi-continu si on le compare au champ extrêmement réduit de l'analyse cognitive, tout spécialement de l'analyse cognitive réfléchie. Des découpages supplémentaires doivent donc être effectués avant que le sujet puisse envisager une hypothèse d'identification avec un niveau de probabilité d'efficience acceptable. C'est là qu'intervient le découpage effectué par les systèmes perceptifs constitutionnels dans l'espace de probabilité quasi continu que représente l'ensemble des données digitalisées d'interface. L'aspect de découpage est particulièrement net puisque tous les aspects de frontières, de contraste spatial ou temporel sont accentués, délimitant de façon contraignante des objets, des événements. Cependant ce découpage est profondément marqué par les particularités du "regard" perceptif, avec tous les effets de compensation soulignés par Teuber et sur lesquels nous avons insisté.

Le véritable découpage subjectif de l'espace continu à prendre en compte est finalement le découpage assuré par l'ensemble que constituent les neurones sensoriels et les mécanismes perceptifs. Ce découpage, stable et contraignant, est indispensable à toute démarche cognitive initiale, mais également au développement cognitif ontogénétique. Le découpage probabiliste est particulièrement important durant les premiers mois de la vie où le jeune enfant doit édifier une collection d'objets significatifs et acquérir la notion d'objet indépendant de l'action et permanent dans le temps. Cela, à partir d'un environnement largement équivalent à un espace de probabilité continu. Les processus perceptifs constitutionnels de découpage sont donc indispensables même s'ils sont insuffisants. Les seuls objets isolés le sont donc en raison de l'usage dans l'action et par validation à postériori. C'est donc sur ce plan que se manifestent le plus nettement les insuffisances du schéma piagétien. Mais le même raisonnement en sens inverse peut être opposer à l'empirisme. Il faudrait que l'environnement puisse effectuer un découpage dans l'espace probabiliste continu que constitue pour lui l'organisation interne du jeune enfant pour que les effets de l'environnement puissent avoir un effet instructif cohérent.

Mais le découpage perceptif constitutionnel est également la base de la réflexion cognitive individuelle ou collective. C'est en effet ce découpage perceptif qui oriente l'action sur l'environnement, mais c'est également en fonction de ce même découpage perceptif que s'établit la réflexion sur l'action qui caractérise la réaction circulaire et qui génère la connaissance apprise : l'activité probabiliste s'effectue donc dans un espace clos et segmenté de façon stable, permettant une application des lois de la probabilité classique. Cette situation est celle de l'enfant après la naissance mais aussi de l'évolution scientifique classique issue de Galilée et de Newton. Les données d'observation et d'expérimentation étaient recueillies au sein de l'espace/temps euclidien généré par les processus perceptifs cérébraux. L'activité probabiliste s'exerçait donc bien dans un espace de probabilité clos et segmenté. De ce fait, la répétition des observations et des expérimentations permettait de passer des hypothèses probabilistes à des certitudes apparentes. Au moins sur le plan des modèles de la physique, ces certitudes pouvaient conduire au déterminisme strict de Laplace. La prise en compte des probabilités, une fois les hypothèses validées, devenait inutile et le Monde pouvait être décrit par des modèles certains, suffisamment approchés pour être exact. Inversement, le Monde ainsi approché était le Monde à l'échelle de l'évaluation perceptive humaine, excluant les approches à des échelles autres, microscopiques ou macroscopiques. A ces échelles, le découpage perceptif devient insuffisant et même nuisible. De nouveaux découpages doivent être introduits, mais ils ne peuvent être que proposés et ils se situent hors du découpage perceptif. Les certitudes s'éloignent encore, les données recueillies sont marquées obligatoirement d'indétermination, les résultats de l'expérimentation deviennent probabilistes. L'objet n'est plus observé mais construit par convergence de données.

La Science du XXème siècle est donc marquée par une révolution épistémologique essentielle, puisque pour la première fois, l'homme est conduit à réfléchir sur des données qui sont extérieures à son propre système de réflexion. Mais comme N. Bohr et W. Heisenberg l'avaient pressenti, cette révolution est double :

- d'une part, les nouvelles manières de penser, un formalisme mathématique irréductible au système des représentations perceptives s'impose pour mettre en place la mécanique quantique,

- mais d'autre part, la référence du système perceptif constitutionnel n'est plus absolue mais relative et traduit seulement un découpage commode pour "amorcer" l'analyse du réel. Ce système perceptif constitutionnel, générateur de l'espace/temps euclidien, devient une approche provisoire et contingente de l'analyse du Monde. Mais surtout, cet espace/temps euclidien apparaît ce qu'il est fondamentalement, c'est à dire une structuration particulière de l'homme.

En définitive, au dépassement de la mécanique quantique par rapport à la physique classique, il faut associer un dépassement d'une connaissance qui ne faisait que se préciser par son propre outil. L'homme du réalisme platonicien doit apparaître comme un système clos et limité, à la fois juge et partie : ses observations se faisaient uniquement au travers de son système perceptif mais les vérifications de ses hypothèses s'appuyaient également sur le fonctionnement du même système perceptif. Dès que l'homme connaissant lui-même devient objet de connaissance, la référence réaliste doit être abandonnée. Un nouveau découpage probabiliste du Monde s'impose, dont l'un des objets d'étude est le découpage perceptif qui passe de la situation de sujet à celle d'objet.

4. L'objet cognitif probabiliste.

Une des premières conséquences de la critique du réalisme platonicien est qu'il y a lieu de ne pas confondre un objet supposé "réel" et la représentation qu'il est possible de s'en faire. L'objet "réel" devient hypothétique dans ses qualités et n'est pas intégré dans un système de connaissance. En revanche, il est possible de qualifier également d'objets, les points fixes endogènes autour desquels s'organisent les systèmes de connaissance. Ces objets cognitifs, qu'ils correspondent à une abstraction ou à un objet supposé avoir une existence concrète, ont un certain nombre de particularités :

- ils sont tous construits, même lorsqu'ils sont supposer correspondre à un objet réel préexistant. Le nourrisson doit ainsi construire peu à peu la représentation de sa mère.
- ils ont une existence comme "façon d'exister" de l'activité cérébrale, reliant des éléments constitutionnels innés.
- ils ont une nature probabiliste. Même lorsque l'objet cognitif caractérise un objet concret supposé réel, il ne traduit que les aspects phénoménaux de l'objet concret, extrapolant un modèle complet à partir d'un nombre limité d'aperçus différents. L'aspect probabiliste est encore plus manifeste en cas d'objets cognitifs abstraits, ce qui est notamment fort bien illustré par le roman de Vercors, "Les animaux dénaturés". Le concept d'homme est construit sur un nombre limité d'exemples et peut toujours être confronté avec une nouvelle entité qui ne peut être classée ni dans l'objet cognitif "homme", ni en dehors. Les partitions, les classifications définissant des classes d'équivalence, sont reliées à des théories cognitives et hypothétiques.

Cela dit, il nous parait possible de classer les objets cognitifs en trois catégories selon les critères suivants :
- leur degré de proximité avec une représentation perceptive,
- la nature des processus opératoires ayant assuré la construction cognitive,
- le degré de conscience du caractère construit et probabiliste de l'objet cognitif.

L'objet concret est le premier à apparaître au cours du développement cognitif. Il est réductible à une configuration perceptive, ce qui permet de l'évoquer facilement sous forme schématique par une représentation mentale ou de le reproduire avec plus de précision par le dessin ou la sculpture. Cette proximité d'avec une représentation perceptive explique que l'objet cognitif concret soit le plus souvent confondu avec un objet "réel" et qu'il y a peu de conscience du caractère construit et probabiliste. Cela n'a guère de conséquences graves mais le stéréotype de cette confusion, ancré très tôt et profondément, est facilement transposé sur les objets abstraits, avec des effets beaucoup plus nocifs.

L'objet abstrait est nécessairement dérivé d'objets concrets par abstraction des seuls points communs à plusieurs objets. Il comporte nécessairement une activité créatrice opératoire. Il n'est pas rapportable à une configuration perceptive unique mais peut être souvent relié à différentes organisations perceptives, à titre d'exemple ou de visions successives. Tous les degrés d'abstraction existent, depuis l'espèce de la taxinomie des êtres vivants jusqu'aux notions morales ou philosophiques. Seuls les objets abstraits les moins évolués peuvent traduire approximativement une collection de perceptions. Le caractère construit et probabiliste de l'objet abstrait n'est pas toujours évident aux yeux de son manipulateur, ce qui explique le réalisme des espèces naturelles.

A cette distinction faite notamment par A. Korzybski, il nous semble nécessaire d'ajouter une catégorie particulière d'objets abstraits très élaborés et que nous serions tentés de qualifier d'objet statistique ou probabiliste :
- un tel objet est dépourvu par les abstractions successives qui lui donnent naissance, de toute référence perceptive. Des modèles perceptifs peuvent être seulement mis en "correspondance" avec certains aspects partiels et particuliers de l'objet probabiliste, selon le principe décrit par l'Ecole de Copenhaghe.
- la construction de cet objet relève d'un long projet, si bien que le caractère construit est évident même si l'objet probabiliste inclut souvent un objet abstrait très approximatif qui a été au départ du projet, par exemple l'électron orbital de Bohr à l'origine de l'électron quantique.
- l'aspect probabiliste est tout aussi évident car toute conclusion dans l'édification de l'objet est marquée d'indéterminations. Aucune certitude ne peut donc rattacher l'objet statistique à une "réalité" nouménale bien circonscrite.
- l'indépendance par rapport au système universel de la perception explique que l'objet authentiquement probabiliste s'intègre mal dans des systèmes opératoires différents les uns des autres, ce qui explique le principe de complémentarité.

Il est évident que le type même de l'objet probabiliste est la particule de la mécanique quantique, "à mi-chemin entre un fait et la connaissance d'un fait". Mais N. Bohr a toujours affirmé que l'épistémologie quantique n'était nullement ésotérique, et au contraire d'une portée universelle. C'est bien là notre propre opinion et nous pensons que le développement cognitif à venir se fera de plus en plus par définition d'objets explicitement probabilistes. Or il est bien évident que de tels objets doivent être manipulés de façon particulière dans la démarche cognitive. Il nous semble donc important de rechercher de tels objets hors de la mécanique quantique et nous pensons les trouver par exemple tout à fait explicitement dans les dimensions, aptitudes, traits de personnalité qui apparaissent en psychologie différentielle, dans l'analyse factorielle des questionnaires et comportements (Annexe D). En pratique, toutes les notions, les sondages des sciences économiques, sociales, politiques, sont des objets cognitifs probabilistes qu'il est essentiel de traiter comme tels. Il nous semble que le développement cognitif à venir portera de plus en plus sur des objets probabilistes, et qu'il est essentiel de garder la conscience de la nature de tels objets cognitifs.

5. L'intérêt de l'approche probabiliste en épistémologie.

Cependant, l'aspect probabiliste de la connaissance n'est pas obligatoirement réfléchi et conscient. Il est même certain que la dynamique de la connaissance peut fort bien se dérouler avec une grande efficience, dans une approche réaliste qui a évacuée les probabilités pour parvenir aux certitudes apparentes du déterminisme. Il est cependant deux temps de l'évolution cognitive où le point de vue probabiliste est manifeste :

5.1. *Probabilité et développement cognitif ontogénétique*.

Il nous semble que la position de K. Popper vis à vis des débuts de l'activité cognitive, inscrit en faux les déclarations de H. Simon et même de J. Piaget. Pour H. Simon, le monde de l'analyse perceptive et celui des réponses motrices sont totalement distincts chez l'enfant à la naissance. S'il en était ainsi, les premières démarches cognitives ne pourraient être que très difficilement initiée car tout le répertoire des réponses motrices devrait être essayé devant toute modification perceptive de l'environnement. Même les exercices réflexes

constitutionnels que décrit Piaget paraissent bien pauvres comme points de départ des connaissances apprises.

Il apparaît donc indispensable qu'il existe à la naissance des liens probabilistes ou préférentiels entre des configurations perceptives données et des réponses motrices. Compte tenu de la variété des données d'environnement, ces liens inclus dans la constitution ne peuvent être que probabilistes et ont besoin d'être précisés par l'usage. Ils orientent plutôt un choix comportemental qui doit presque obligatoirement être corrigé ponctuellement par la suite.
Chaque stratégie constitutionnelle est bien associée à une probabilité particulière devant tout événement perçu. La réussite ou l'échec font ensuite évaluer cette probabilité initiale.

Il n'y a dans ce processus que le modèle de la dynamique qui se poursuit tout au long du développement cognitif. La probabilité en matière de théorie de la connaissance s'intègre dans un cadre diachronique :
- tout découpage particulier en situation de démarche cognitive est relié à un "regard" propre au sujet de connaissance, définissant des règles générales de découpage évoluant dans le temps.
- la probabilité la plus intéressante à considérer est celle qui traduit les chances d'un découpage de parvenir à l'efficacité, ce qui est fortement relié à une validation subjective à postériori.
- le succès même d'un découpage influence les probabilités pour que ce découpage et les critères de validation soient utilisées à nouveau.
Ainsi s'inscrit le point de vue constructiviste au cœur même des démarches cognitives. Comme le dirait Piaget, c'est la stabilité du "regard" qui demande une explication, alors que sa révision constante est spontanée.

Cependant, et c'est là que les thèses piagétiennes montrent leur insuffisance, le premier découpage contemporain des premières rencontres avec l'environnement, doit être suffisamment efficace pour obtenir un résultat immédiat et cela n'aurait pratiquement aucune chance de se produire si le choix d'un découpage était aléatoire. Il doit donc y avoir un découpage initial contraignant et efficace sur lequel le sujet peut édifier des découpages complémentaires, choisis selon un mode probabiliste :

- il s'agit typiquement de l'élaboration réfléchie d'une hypothèse, mais cela ne peut se faire qu'à la suite d'un long développement ontogénétique qui conduit à différencier le "possible" et le "vraisemblable". Cette différenciation marque, dans la Société occidentale, l'accession à la logique formelle de l'adolescent.

- plus généralement et plus précocement, il peut s'agir de la correction après coup d'un choix très insuffisamment argumenté. Cette façon de faire, beaucoup plus élémentaire, débute avec la vie. Elle est initialement peu efficace et elle est dangereuse puisqu'elle n'exclut pas des comportements dangereux, mais elle s'améliore ensuite considérablement.

En définitive, il est manifestement possible d'élaborer une épistémologie qui débouche finalement sur l'édification du "vraisemblable", d'un "tout se passe comme si" qui traduisent des paris probabilistes successifs, de plus performants, de plus en plus réfléchis mais qui sont depuis le départ, des paris.

5.2. ***Probabilité et Evolution scientifique***.

L'aspect probabiliste est également manifeste à la pointe du progrès scientifique. Durant des millénaire, cette activité probabiliste n'a pas été réfléchie et elle est donc demeurée implicite; le caractère probabiliste de la connaissance scientifique ne s'est dégagé que peu à peu et il est devenu aujourd'hui manifeste.

5.2.1. ***L'Etre "un" et indivisible de Parménide***. W. Heisenberg fait remarquer que l'idée n'était pas venue aux philosophes grecs que l'on puisse "isoler" (découper dirait aujourd'hui M. Mugur-Schachter) certains phénomènes de la Nature grâce à une expérience afin d'en étudier les détails, de découvrir quelle était la loi constante dans le changement continu et d'en tirer une théorie générale du Monde; il y avait la spéculation globale d'un côté et l'analyse d'un phénomène ponctuel pour lui-même d'autre part. Par ailleurs, dans l'étude d'un phénomène ponctuel, le "savant" élaborait un projet hypothétique et vérifiait ensuite la validité de ce projet. Très généralement, jusqu'à une époque très récente, les vérifications conformes étaient retenues comme suffisantes et les contradictions mises sur le compte des imprécisions des processus expérimentaux.

Métaphysiquement, l'Etre "un" et indivisible de Parménide qui traduit la position la plus tranchée du monde grec sur le plan analysé par Heisenberg, n'est nullement absurde. La "route de vérité" de Parménide, les paradoxes "cruels" de Zénon d'Elée renvoient implicitement à un monde considéré comme un espace continu de probabilité. En revanche, la position des Eléates était totalement négative sur le plan d'une élaboration de connaissances nouvelles et leur organisation.

5.2.2. ***La révolution galiléenne***. Galilée est donc l'auteur d'une révolution épistémologique essentielle lorsqu'il relia, dit-on, le mouvement pendulaire d'un lustre de la cathédrale de Pise et le déplacement des planètes. Il réalisa un "découpage" ponctuel destiné à établir des lois de portée universelle. Il est cependant évident que Galilée n'était pas pleinement conscient d'effectuer un découpage ayant valeur de pari et il s'écoula près de deux cent ans avant les premières introductions réfléchies de la probabilité dans le domaine scientifique. Par ailleurs, comme nous l'avons vu, la démarche cognitive de Galilée peut évacuer progressivement le risque probabiliste en reliant les données perceptives de la vérification expérimentale aux données perceptives qui avaient généré l'hypothèse.

5.2.3***. Le point de vue probabiliste de Maxwell***. C'est Maxwell qui introduisit véritablement les probabilités en physique, suggérant que la vitesse des "particules" supposées par Joule ou Clausius, et expliquant la température, la pression, la densité d'un gaz, ne pouvait être qu'une moyenne, chaque "particule" devant avoir sa propre vitesse du fait des chocs élastiques répétés.
La "vitesse" postulée par les lois de Joule n'était que la vitesse la plus probable d'une particule, traduisant le pari cognitif le plus raisonnable. Ainsi, l'analyse scientifique s'intégrait totalement dans le cadre de probabilités mais celui de probabilités traditionnelles dans un espace de probabilité discontinu, porteur d'un découpage pré-établi. Un chemin important restait à parcourir pour revenir à l'espace éléate.

5.2.4. ***Le point de vue probabiliste de R.A. Fisher.*** A la suite des travaux de C.F. Gauss, les statisticiens, en tout premier lieu R. A. Fisher, dégagèrent les techniques permettant de valider les vérifications expérimentales entachées d'erreurs. Tout résultat d'une expérience est entaché d'interventions aléatoires, donc directement inanalysable. Ces actions aléatoires ne

sont pas identiques d'une réalisation expérimentale à l'autre, au contraire des données essentielles. La répétition des expériences permet donc de dégager un noyau "probable".

Mais le bénéfice des techniques statistiques s'étendit très vite au delà de la vérification d'un découpage admis à priori et il eut un résultat inattendu, en validant par l'expérience des découpages imprévus ou initialement mal définis. Ce processus apparut sans doute pour la première fois lorsqu'en se basant sur l'analyse statistique, R.A. Fisher invalida partiellement un découpage des groupes sanguins proposé par K. Landsteiner et proposa un modèle qui se révéla plus exact. Mais c'est surtout en psychologie que se révéla la capacité créatrice du traitement statistique des données, au travers de l'analyse factorielle des tests et des questionnaires, définissant à postériori des "dimensions" de la personnalité qui n'avaient pas été envisagées à priori et qui traduisent seulement la façon temporairement la plus "vraisemblable", la plus efficace de décrire le continuum du comportement psychologique des individus.

5.2.5. ***Probabilité et Mécanique quantique***. Ce processus de mise en évidence à postériori d'un découpage par l'expérimentation est encore plus net dans la mécanique quantique où les résultats de l'expérimentation suggèrent un "objet" qui se dégage peu à peu lors du déroulement des expériences, un objet "statistique", un objet qui n'était pas qualifié initialement, dont l'existence même n'était pas envisagée et demeure un pari probabiliste, un objet non représentable et réductible à la convergence de résultats expérimentaux.

Cette position de la mécanique quantique est capitale du point de vue épistémologique. J. Piaget en était très conscient lorsqu'il écrivit : " Ce sont les découvertes de la microphysique contemporaine qui commencent seulement à nous apprendre à travers quels échanges entre l'expérimentateur et la réalité poursuivie s'obtient une objectivité construite pas à pas et non pas déduite *more dialectico*."

Un Feyerabend pourrait rapprocher les positions de Parménide et de N. Bohr, postulant tout deux un "être un et indivisé" ou un continuum d'espace temps. En fait les deux attitudes sont très différentes car Parménide ne propose aucun argument en faveur de sa thèse alors que la position de N. Bohr repose sur les progrès d'une quête scientifique guère interrompue durant vingt-cinq siècles.

De même, il est possible de rapprocher la dynamique cognitive du nouveau-né découvrant l'environnement, de celle de la mécanique quantique. Encore faudrait-il se garder d'oublier que cette dynamique est simplement vécue dans le premier cas, consciente d'elle-même et réfléchie dans le second cas. Il devient alors encore plus important, en constatant cette similitude, de souligner le découpage subjectif initial qu'effectue sur l'environnement, l'organisation constitutionnelle du système d'interface et qui caractérise les démarches du nouveau-né.

6. Le Progrès probabiliste.

Il y a encore un aspect où l'approche probabiliste est essentielle, c'est l'explication du développement cognitif ontogénétique, dans sa relative lenteur et dans l'accélération liée aux influences sociales.

Nous avons vu l'originalité de l'individu humain, très mature à la naissance et dont le développement cognitif est néanmoins extrêmement lent. Aucune maturation interne immanente, conforme aux thèses de C.L. Morgan ne peut être sérieusement envisagée. En revanche, l'hypothèse d'un long développement probabiliste par étapes est tout à fait conforme aux théories de l'autonomie biologique et du constructivisme piagétien :
- chaque approche cognitive est initialement l'application probabiliste d'un découpage et d'un regard, et nécessite une validation à postériori.
- mais il est pratiquement impossible de faire d'emblée le meilleur pari possible. Le succès même d'une démarche conduit à une mise en pratique très générale qui permet de découvrir les insuffisances.
- l'abandon d'une démarche cognitive ainsi validée puis partiellement invalidée ne peut se faire que pour une démarche suffisamment proche de la précédente, seule évocable par le sujet.
Le tout est conditionné par l'étendue des expériences individuelles et l'évolution ne peut être que lente, et obéir aux règles de l'homéorhésis* et des créodes*.

Le même schéma explique l'accélération considérable du développement cognitif qui peut, en quelques années, "récapituler" une évolution culturelle qui s'est étirée sur des millénaires. Si l'enfant voit choisir devant lui des démarches cognitives qu'il n'aurait pu envisager directement et que ces démarches lui paraissent efficaces, il peut en faire le point de départ de sa quête cognitive probabiliste et ainsi brûler les étapes de son propre progrès.

Conclusion

En définitive, il apparaît que la notion de dégénérescence et celle de probabilité qui lui est intimement liée, sont indispensables à la compréhension des mécanismes cognitifs et de la connaissance apprise. Ne se posant aucun problème sur la façon dont les données d'environnement sont assimilables, les anciens considéraient logiquement que les propriétés de l'environnement étaient immédiatement accessibles, donc que les objets étaient perçus dans "leurs" propriétés. A l'inverse, aucune explication vraiment satisfaisante n'était donnée de l'inertie dans l'acquisition des connaissances chez l'enfant ou au cours de la succession des générations.

La découverte du fonctionnement des neurones sensoriels, voie obligatoire dans la saisie des données de l'environnement, inverse exactement la situation. Il y a une dégénérescence obligatoire dans la communication entre l'organisme et son environnement. Il en résulte qu'initialement, un véritable mur d'incompréhension existe entre l'environnement et un moi qui s'ignore en tant que tel. Ce mur ne peut être franchi que secondairement et incomplètement, à partir d'une réflexion sur l'action. Cette réflexion doit accroître simultanément la connaissance de soi et celle de l'environnement puisque c'est la précision sur l'un qui permet l'analyse de l'autre. Il est facile de comprendre dans ces conditions l'inertie dans le développement et son caractère conservé d'ouverture vers des révisions, vers d'autres progrès. Par ailleurs, c'est l'expérience passée qui sert de moteur pour la compréhension du présent. Or l'histoire ne repasse pas les plats et le présent remémoré ne peut être qu'approximatif; il n'y a donc plus à espérer de certitudes mais à définir le plus probable, le vraisemblable.

La relation ou la communication entre systèmes ne porte le plus souvent et surtout initialement que sur un nombre d'éléments très limité par rapport à l'ensemble des éléments qui pourraient intervenir et qualifier relation ou communication de façon optimale, car la réflexion sur cette relation est limitée. Il en résulte une analyse très incomplète de la situation mais également la mise en place plus facile d'une réponse approximative puisque les solutions apparemment satisfaisantes sont plus nombreuses. Ce caractère approximatif qui pourrait paraître uniquement dans ses aspects négatifs, a en fait l'immense avantage de commencer à établir un va-et-vient qui est source de précisions ultérieures. S'expliquent alors conjointement l'inertie de l'acquisition des connaissances et le progrès cognitif.

Alors que la réussite par chance provoque des généralisations excessives et dangereuses, c'est donc l'échec adaptatif au contraire qui est l'occasion du progrès, conduisant à chercher "autre chose". Mais cette recherche consiste à introduire des informations complémentaires à titre de pari ou de conjecture. Le succès adaptatif qui en résulte a des chances de produire ce progrès provisoire que nous appelons connaissance apprise et qui porte simultanément sur le moi et sur l'environnement. La chance peut toujours avoir joué, ce qui élimine tout caractère de certitude à cette connaissance apprise et qui fait dire à Popper que l'échec a plus de valeur de vérité que la réussite. Dans la mesure o— le pari était effectivement en partie justifié, il constitue un tremplin pour prendre ensuite des paris qui ont une chance accrue d'être en partie justifiés. Il en résulte un processus évolutif à la fois constamment ouvert à de nouveaux développements et qui demeure incertain. La régularité des applications adaptatives réussies substitue néanmoins une vraisemblance à l'incertitude.

L'amélioration progressive au sein d'un système qui a conservé son identité, individu ou groupe social, suppose une plasticité constitutionnelle pour intégrer les acquisitions. Pour que ces acquisitions soient intégrées sans perte d'identité, il faut qu'elles soient limitées à la diminution d'une indétermination initiale. D'un point de vue fonctionnel, il faut donc que tout progrès soit une spécialisation, s'inscrivant dans une indétermination initiale.

Cette analyse conduit à constater les relations étroites qui existent entre le mode de fonctionnement du cerveau, la nature des connaissance et les moyens d'acquérir et de développer ces connaissances. Au cœur de ces relations, il y a "l'infirmité" relative du cerveau impliquant un champ de conscience étroit et une forte inertie temporelle par rapport à l'ampleur des événements étudiés. En réponse, il y a des stratégies constitutionnelles plastiques permettant d'étaler dans le temps, les modifications des stratégies constitutionnelles qui traduisent la connaissance apprise. Il y a également un vécu qui explique le passage :
- de paris cognitifs peu efficaces mais dont la probabilité est forte si on considère la constitution initiale,
- à des paris cognitifs beaucoup plus efficaces mais dont il n'y a pratiquement aucune chance qu'ils soient adoptés d'emblée.

Dans les systèmes autonomes, en absence de stratégies constitutionnelles, aucune relation de connaissance ne pourrait être amorcée car l'approche purement tactique n'existe pas et aucun découpage performant du continuum d'espace-temps ne peut relever d'un choix totalement aléatoire. En cas de stratégies toutes montées non plastiques, il n'y aurait pas de connaissances apprises mais seulement un ensemble constitutionnel de groupements stimulus-réponses qui n'évolueraient pas. En cas de stratégies d'assimilation et d'accommodation séparées et toutes montées, un système de traitement de l'information pourrait intervenir pour définir des liens entre schèmes d'assimilation et d'accommdation mais le résultat serait limité :

- si les explorations étaient limitées à la disparition du stimulus, aucune expérience ne serait acquise.
- s'il y avait une recherche de l'optimisation certaine, le système ne pourrait pratiquement pas s'arrêter sur un essai et continuerait à explorer toutes les combinaisons de variables, obligatoirement en nombre immense, jusqu'à découvrir l'optimum.

Entre ces différentes situations, l'indétermination comportementale et la plasticité, faites pour favoriser l'activité mentale autant qu'elles lui imposent un type de fonctionnement, permettent de découvrir et retenir des solutions approximatives, probabilistes, dont chacune peut constituer le tremplin d'un progrès illimité, expliquant le développement cognitif et les connaissances apprises. Ces solutions spécifient l'approximation de meilleure en meilleure que traduit la connaissance. Celle-ci est à la fois prédéterminée puisqu'elle est le résultat d'une modulation de conduites innées mais elle est également imprévisible puisqu'elle dépend des événements rencontrés, des décisions à risques prises par le sujet de connaissance vis à vis de ces événements et parce que de proche en proche, elle se traduit par des émergences authentiques intraduisibles autrement qu'en terme de nouveautés. Enfin, la dégénérescence perceptive est l'un des éléments, peut-être le plus important qui ramène toute démarche cognitive à un pari probabiliste d'efficience.

Inversement, et c'est le cœur de notre recherche, cette dynamique de progrès lent mais obligé suppose un découpage initial de l'environnement et du moi, un découpage contraignant et efficace, une capacité de découpage qui précède le vécu et que seuls pouvaient assurer des mécanismes d'organisation perceptive innés. Ce que Helmholtz avait pressenti, ce que après Kuffler, de multiples chercheurs ont démontré, apparaît aujourd'hui non seulement une évidence mais de plus une révolution conceptuelle.

CHAPITRE XI : CONNAISSANCE ET CONSCIENCE

"Dans la pensée scientifique, la méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet."

Gaston Bachelard

Résumé : A) Conscience et Connaissance

1. La connaissance apprise, révision consciente des appréhensions constitutionnelles du monde. C'est nécessairement et pour de multiples raisons, la conscience qui doit régir toutes les corrections à apporter à l'image du monde donnée par les systèmes perceptifs constitutionnels. Un jugement, une évaluation doit précéder l'acceptation d'une correction, et c'est le fait de la conscience.

2. La dynamique de l'intervention consciente au cours de la démarche cognitive. L'activité consciente est tout aussi importante dans l'élaboration des connaissances apprises et dans la mise en jeu de connaissances existantes.
- toute démarche cognitive est précédée d'une décision, fixant l'attention sur un champ de perception ou d'activité interne.
- il n'est pas de situations complexes sans ambiguïtés ou équivoques qui ne peuvent être levées que par la conscience.
- un champ d'analyse cognitive n'est jamais délimité a priori. Les limites doivent être fixées consciemment.
- tout champ d'analyse cognitive est continu et doit être découpé consciemment pour permettre une analyse point par point.
- la possibilité d'effectuer des découpages qui ne se recoupent pas débouche sur le principe de complémentarité de la mécanique quantique.
- tout algorithme nécessite la précision des variables manipulées. Toutes les variables existentielles doivent être introduites par la conscience. La conscience doit décider notamment si une variable doit être considérée ou non comme ayant une valeur fixe tout au long de la réflexion.
- quel que soit le souci d'objectivité, il y a toujours une décision consciente de considérer que des données appartiennent au champ cognitif analysé ou en sont exclues.
- c'est la conscience qui règle l'intérêt a priori d'une analyse cognitive, qui décide du moment où la précision du résultat est acceptable.
- la mise en application effective des connaissances et leur élaboration, dépend de conditions particulières à chaque situation. La manipulation des connaissances dans une situation définie est un processus complexe réglé par l'activité consciente, où la subjectivité est essentielle.
- la conscience est indispensable au contrôle de l'imaginaire. La possibilité d'envisager des hypothèses explicatives et de juger de leur cohérence est un temps de la démarche cognitive qui est obligatoirement conscient et qui est essentiel.

Cette subjectivité obligatoire aurait des conséquences désastreuses si le succès ou l'échec des comportements dérivés de l'analyse cognitive, ne venaient pas réguler puissamment les démarches subjectives.

B) Conscience et Inconscient

Les processus inconscients sont manifestes et la restriction du champ de conscience selon la rationalité restreinte ne peut que souligner l'importance primordiale des activités cérébrales inconscientes. Il ne nous semble pas du tout s'en suivre que l'inconscient soit une structure de la personne et il nous parait plutôt traduire les limites obligées de nos capacités de réflexion.

C) Défauts de conscience et Connaissance

Au schéma d'une pratique idéale de la conscience au cours de l'activité cognitive, il faut adjoindre les défauts les plus fréquemment rencontrés.
1. L'autonomie fonctionnelle : Une activité réfléchie totalement centrée sur elle-même est parfaitement stérile sur le plan de l'efficacité mais peut être réjouissante pour celui qui s'y adonne; il peut notamment construire un monde à sa propre mesure, plus satisfaisant et moins dangereux que le réel.

2. L'Irrationalité : Une rationalité parfaite est hors de portée, ce qu'on serait tenter de qualifier d'irrationnel prend le sens d'une imperfection à des degrés divers, involontaire ou voulue :.
- le non respect des implications formelles traduit une irrationalité manifeste. Elle peut être voulue ou liée à un développement cognitif insuffisant, du fait de l'âge ou de la culture.
- l'irrationalité dans le respect des implications formelles est nécessairement relative et traduit simplement un désaccord subjectif entre deux interlocuteurs ou même un désaccord intérieur entre "le cœur" et "la raison". Elle est la traduction obligatoire de l'appel nécessaire à la subjectivité pour conduire toute activité cognitive.

En définitive, il faut accepter la subjectivité et reconnaître les limites obligatoires de la rationalité. Mais il n'y a aucune raison d'attribuer des propriétés magiques à l'irrationalité.
L'objectivité doit être ce que dit H. Poincaré, une pensée commune à plusieurs être s pensants et qui pourrait être commune à tous.
La subjectivité a une double signification :
- la première est celle des processus qui impliquent l'intervention du sujet durant la construction et la mise en jeu cognitives,
- la seconde est celle des particularités individuelles qui marquent tout individu, toute situation.
Cette dernière subjectivité est par principe peu analysable, et si elle l'est en partie, c'est par référence à la première signification de la subjectivité.

A) Conscience et Connaissance

Le rôle impartie à la conscience dans la connaissance apprise varie avec la conception épistémologique qui est adoptée. Selon les doctrines réalistes, le contenu de la connaissance préexiste à la prise de conscience, à la fois dans l'environnement et chez le sujet connaissant. L'action de la conscience se limite à une maïeutique d'actualisation, à une objectivité *more dialectico*. Selon le schéma empiriste, la connaissance apprise est imposée par l'extérieur sur un sujet passif et le rôle de la conscience est très limité ou mis entre parenthèse. La conscience a, en revanche, une action déterminante selon les points de vue de l'idéalisme kantien ou phénoménologique, et du constructivisme. Selon ces trois approches, la connaissance apprise résulte d'une succession de décisions de la conscience et toute activité cognitive devient un projet. Mais de plus, pour le constructivisme, l'effet inverse est tout aussi important, la conscience se nourrissant elle-même de la connaissance apprise qu'elle a élaborée.

1. La Connaissance apprise, révision consciente des appréhensions constitutionnelles du Monde.

Au même titre que tout organisme vivant, l'être humain naît doté d'un système d'interfaces assurant un découpage du continuum environnemental et proposant immédiatement une image cognitive de toute rencontre avec un environnement. L'expérience vécue permet donc d'attribuer très facilement une signification comportementale pour toute configuration d'interface traduisant un événement. Ce qui vaut pour l'organisme entier vaut aussi pour les relations cognitives entre ses parties; le système nerveux central par exemple, a également une certaine appréhension immédiate, non réfléchie, des activités du moi. La

connaissance apprise est essentiellement une révision de ces données cognitives immédiates. Lorsqu'un certain corpus de connaissances apprises s'est établi, les nouvelles connaissances acquises traduisent une révision du système cognitif constitué. Le mécanisme est exactement comparable à celui que décrit G. Bachelard lorsqu'il indique que l'expérience scientifique s'établit dans la contradiction de l'expérience commune. L'acquisition d'une connaissance nouvelle est indissociable de la mise en jeu et de la correction d'une connaissance existante.

Aussi bien dans le développement ontogénétique que dans le développement culturel, la connaissance apprise est donc une révision de connaissances existantes. Cette révision se fait sous la pression de l'erreur ou de l'échec adaptatif. Si une partie de l'événement perçu n'est pas assimilée, apparaît ce que nous avons dénommé "insolite" et l'échec porte sur l'interprétation qui doit être révisée. S'il n'est pas observé d'insolite, une réponse adaptative intervient et c'est l'échec de cette réponse qui impose une révision globale, de l'assimilation et/ou de l'accommodation. Dans les deux cas, le succès de la révision cognitive qui s'impose est lié à une confrontation entre l'événement et les réactions du sujet à cet événement. Une activité opératoire complexe est donc indispensable pour confronter point par point les données de l'événement et les éléments de comportement du sujet. On peut qualifier de conscience primaire, l'évaluation après coup de toute réaction adaptative. Mais la conscience d'ordre supérieur, réfléchie est bien plus efficace. Dans les deux cas, on retrouve néanmoins le point de vue que soulignent Claparède et Piaget, qui relie l'intervention de la conscience à la perception d'un échec adaptatif.

On pourrait se demander pourquoi les révisions du corpus de connaissances, constitutionnelles ou antérieurement apprises, ne se font pas d'elles même s et pourquoi l'intervention de la conscience est nécessaire. En fait et par définition, la nature de la révision souhaitable est une inconnue qui ne répond à aucune signification immédiate et qui doit faire l'objet d'une exploration systématique. Ou bien, les tentatives qui suivent l'échec sont aléatoires et nous avons vu qu'on peut qualifier de conscience primaire, l'évaluation non réfléchie de l'action. Ou bien, les circonstances de l'échec interviennent dans le choix des tentatives ultérieures et seule une conscience d'ordre supérieur peut orienter ce choix. L'intervention de cette conscience évoluée est nécessairement un processus complexe pour de nombreuses raisons :

- la dégénérescence joue un rôle essentiel dans l'explication d'un échec adaptatif. Même si les modifications du système d'interface au contact d'un événement extérieur sont totalement déterminées, une double dégénérescence marque l'analyse de ces modifications :
a) une dégénérescence externe, car une même configuration d'interface peut correspondre à plusieurs événements différents.
b) une dégénérescence interne, car une même assimilation perceptive centrale peut correspondre à plusieurs configurations d'interface différentes.
Il est donc indispensable que soient recueillis des éléments permettant de compléter les données de l'observation immédiate, de lever les équivoques ou les ambiguïtés qui résultent nécessairement de la dégénérescence.

- les limites du champ de conscience ne permettent pas de saisir dans l'instant et simultanément, la totalité des données qui interviennent dans la situation. Beaucoup de ces données doivent être interprétées en fonction de connaissances apprises qui ne s'imposent pas immédiatement et qu'il faut explorer.

- les données cognitives des stratégies utilisées comportent une indétermination partielle et ne s'appliquent pas immédiatement de façon optimale à tout événement.

Une autre raison de l'intervention de la conscience vient de la nécessité du contrôle de la révision que constitue la connaissance apprise. Le maintien de l'identité en dépit des actions de l'environnement est le credo de la théorie de l'autonomie. Si par ailleurs il y a des transformations internes, comme celles que postulent les connaissances apprises, il faut donc que ces transformations soient induites par la volonté de l'organisme lui-même , en quelque sorte acceptées et justifiées. Tout effet de mémorisation quel qu'il soit, doit donc résulter d'une décision subjective de révision. Il est important de noter que l'observation confirme cette exigence, la mémorisation des événements ne se produisant que chez le sujet conscient. En revanche, il est vrai que la conscience n'est pas alors toujours totalement réflexive. Le sujet ne perçoit pas obligatoirement et conjointement la modification ponctuelle que traduit la mémorisation et la structure globale modifiée. Par ailleurs, et nous y reviendrons plus loin, les conséquences réorganisatrices d'une succession de modifications ponctuelles échappent en grande partie à la conscience réflexive.

Au total, il apparaît très positif de relier l'intervention de la conscience au constat d'insolite ou d'échec adaptatif. Mais il est tout aussi important de considérer conjointement les limitations de la conscience dans son aptitude à résoudre cette situation d'échec. Certaines de ces limitations sont constitutionnelles et inhérentes aux propriétés du fonctionnement cérébral. D'autres sont temporaires, la conscience devenant plus efficace avec le temps et en raison même de ses expériences antérieures. Par ailleurs, l'interprétation d'un événement comporte toujours des données conjoncturelles qui ne peuvent être totalement explorées. L'activité de conscience traduit dans un premier temps une recherche d'arguments complémentaires, puis dans un second temps, une décision qui ne peut être qu'à risque car en ignorance, réfléchie ou non, de certaines données. La persistance de ce risque donne toute son authenticité à la décision consciente.

2. La dynamique de l'Intervention consciente au cours de la Démarche cognitive.

Ces réflexions soulignent l'importance de l'activité consciente, tant dans l'élaboration des connaissances apprises que dans la mise en jeu de connaissances existantes. C'est pourquoi tous les intermédiaires sont possibles entre l'application immédiatement réussie d'une connaissance, sans aucune évolution ultérieure et la révision profonde de tout un système cognitif après un échec adaptatif unique dans une incidence très ponctuelle.

2.1. La décision d'analyse.

Un des reproches que K. Popper faisait à l'empirisme logique du Cercle de Vienne était de considérer que les sensations pouvaient s'imposer par elles même s et suffire à expliquer un processus d'analyse cognitive s'effectuant spontanément. En fait cette critique, tout à fait justifiée, s'applique à toutes les approches empiristes depuis F. Bacon et en souligne une faiblesse majeure. Nous commençons par nous intéresser à un événement, une situation, voire un problème, avant d'en aborder l'analyse. Cet intérêt peut s'imposer par exemple lors d'un événement perçu d'emblée comme "inquiétant". A l'opposé, dans le jeu, l'intérêt relève d'une décision sans but adaptatif majeur et tous les intermédiaires peuvent exister entre ces deux extrêmes. Dans tous les cas, la fixation, la centration par l'attention sélective liée à une motivation, précède la démarche cognitive.

La décision ne se limite pas à l'ouverture de la démarche cognitive, mais elle en marque ensuite toute l'orientation. La démarche cognitive n'est pas gratuite mais relève d'un projet précis, cherchant une réponse à une attente ou une problématique bien définies. Le système cognitif global du sujet oriente alors profondément l'activité cognitive. Dans aucune démarche, "nous ne commençons par quelque chose qui ne ressemble à une théorie, une hypothèse, une opinion préconçue ou un problème qui en quelque façon guide nos observations...(K. Popper)". Les données perceptives qui paraissent objectives, sont en fait interprétées par des conceptions personnelles antérieurement établies.

2.2. La levée des ambiguïtés et des équivoques

Cette participation subjective dans l'analyse vient notamment du fait que toute situation qui impose une analyse consciente comporte initialement des ambigu‹tés qui doivent être levées. Toute analyse devrait également inclure la prise en compte d'un risque d'équivoque. Bien que les termes d'ambigu‹tés et d'équivoques soient très souvent définis et utilisés l'un à la place de l'autre dans le langage courant, nous suivons l'usage de la logique formelle et de la théorie de l'information et définissons :

- par ambiguïté, la possibilité d'accorder deux significations au moins à un même signal d'entrée
- par équivoque, le fait qu'une même signification puisse être accordée à deux signaux d'entrée différents au moins.

La théorie de l'information décrit l'ambiguïté et l'équivoque comme les sources de bruit venant altérer un message et provoquant un échec de l'assimilation perceptive ou un choix erroné de réponse accommodante. Nous nous préoccupons ici de savoir comment les effets de bruits peuvent être neutralisés. Il est alors évident que l'ambigu‹té ou l'équivoque ne peuvent être corrigées que si elles sont systématiquement évoquées, puis perçues en tant que telles, ce qui suppose l'intervention de la conscience. Comme le souligne P. Valéry, la représentation d'une ambigu‹té ou d'une équivoque doivent être détachées de leur contexte puis confrontées à ce contexte, ce qui est la caractéristique de l'intervention consciente (VI-B-2)

Certaines ambiguïtés peuvent être immédiatement perçues et corrigées à partir du contexte. Nous pouvons reprendre à ce propos les exemples proposés par E. Andreewsky dans l'analyse cognitive d'un texte écrit. Un cas d'ambiguïté particulièrement typique est alors celui de deux mots à l'orthographe identique, correspondant à deux prononciations différentes ayant chacune leur propre signification. "Les fils à couper le beurre et les fils de famille", "Un peu plus et nous rations la distribution des rations".....Même si la levée de l'ambigu‹té nous parait facile et évidente, elle a demandé de considérer isolément chaque terme du message puis le sens qui résultait des effets d'interaction entre les termes. Seule l'activité consciente peut mener ce processus opératoire complexe.

"Donner" correspond à deux réalités bien différentes s'il s'agit de donner des coups ou de donner sa chemise. La phrase "Il vaut mieux donner que recevoir" est donc ambiguë ; nous penserons au premier sens de donner si la phrase est prononcée par un boxeur, au second sens si la même phrase est prononcée par un évêque. Seule la conscience, isolant d'une part la phrase et d'autre part le narrateur, puis les confrontant, permet de lever l'ambiguïté.

2.3. La délimitation du Champ cognitif.

Dans sa défense du réalisme, un célèbre mathématicien contemporain affirme qu'il n'y a pas lieu de prendre en compte les fluctuations microscopiques postulées par la mécanique quantique, dans l'approche des phénomènes macroscopiques. Ce faisant, ce mathématicien délimite délibérément et subjectivement le champ de ses analyses cognitives. On peut à ce propos faire deux remarques qui agissent en sens contraire.

- on a pu dire que la disparition totale et sans cause d'un seul électron bouleverserait de proche en proche la totalité de l'Univers. Cela n'est pas nécessairement acceptable mais il faut alors envisager une compensation exacte de cette disparition à l'intérieur d'un système délimité. Ce système ne peut être totalement fermé, il faut étudier ses flux d'échange avec son environnement pour vérifier que la disparition de l'électron n'a pas eu d'influences extérieures; de proche en proche, on retrouve indirectement l'infinité a priori de tout champ cognitif. Or, ce qui est vrai pour l'Univers, l'est évidemment aussi pour la connaissance qu'on peut en avoir. De ce fait, toute donnée cognitive ponctuelle fait référence au système cognitif complet auquel cette donnée appartient. Au total, dans une relation holographique, chaque événement, aussi ponctuel qu'il soit, est indirectement relié à tout l'Univers présent et passé. On a pu dire que la prévision du temps à quinze jours devrait considérer les battements d'ailes d'un papillon australien et le contexte météorologique de ces battements.

- aussi autonome que soit un humain, son comportement est largement déterminé par sa constitution. Or, cette constitution est l'aboutissant du vécu de l'Univers, dans sa totalité et depuis sa création.

- inversement, il nous est absolument impossible d'aborder une connaissance globale et détaillée de l'Univers et plus encore, de situer dans l'instant, une connaissance ponctuelle dans la totalité de ses relations au sein du système cognitif auquel elle appartient. La rationalité restreinte limite considérablement le nombre de données manipulables dans une analyse cognitive. Nous avons seulement le choix entre une appréhension très large avec une définition très médiocre ou une analyse détaillée dans un champ restreint.

En définitive, nous devons intégrer simultanément deux conclusions opposées :
- tout champ cognitif est théoriquement illimité; toute limitation est arbitraire et source de biais cognitifs
- nous sommes nécessairement conduits à délimiter subjectivement le champ cognitif que nous nous proposons d'analyser. C'est ce dernier point qui manquait à la réflexion de Parménide.
La délimitation ne peut être que le résultat d'une décision consciente, subjective et toujours en partie arbitraire. Implicitement ou explicitement, ce temps conscient de délimitation précède toute démarche cognitive. Par ailleurs, cette délimitation du champ cognitif doit être rapprochée du "découpage" d'un secteur dans un espace continu de probabilité, les deux expressions étant pratiquement synonymes.

Nous sommes donc tous contraints à une démarche de limitation du champ que nous désirons explorer sur le plan cognitif. Une prévision météorologique à trois jours est basée sur un recueil de données arbitrairement limité pour des raisons économiques. Si nous voulons étudier le comportement d'un organisme en situation, nous devons limiter nos investigations concernant son fonctionnement interne. Si nous voulons préciser ce fonctionnement interne, nous devons constituer un environnement artificiellement stabilisé et faire d'un système que nous savons ouvert, un système fermé. Si nous suivons les thèses

constructivistes, nous devons néanmoins en pratique mobiliser comme des structures primaires irréductibles, des systèmes que nous savons faits d'éléments isolables, que nous savons le résultat d'une genèse symbiotique puis d'une histoire individuelle.

Le progrès de la connaissance se fait pour une large part en identifiant des relations entre systèmes qui étaient considérés antérieurement comme indépendants. Donc, plus la Science progresse et plus la délimitation consciente du champ cognitif s'impose. Aristote ne pouvait que décrire des "substances" singulières; la théorie atomique moderne oblige à considérer des corps simples singuliers en négligeant provisoirement la communauté des constituants subatomiques de ces corps simples. Linné pouvait décrire des genres et des espèces distinctes; la taxinomie moderne est obligée d'établir des frontières en partie artificielles entre les espèces ou les genres. Ce sont les progrès même de la mécanique quantique qui conduisent le mathématicien cité plus haut à établir une frontière entre des phénomènes microscopiques qu'il juge sans intérêt et les phénomènes macroscopiques qu'il étudie. Ce sont les progrès du constructivisme qui conduisent à s'interroger sur la véritable nature des structures linguistiques apparemment primaires. On peut remarquer par ailleurs que le véritable danger de biais cognitif ne réside pas dans la délimitation nécessaire du champ cognitif, mais dans l'oubli du caractère restrictif des conclusions cognitives qu'entraîne cette délimitation.

2.4. Le découpage subjectif du Champ cognitif.

H. Putnam a repris récemment une notion qui apparaît à plusieurs reprise dans les traités de logique : c'est nous-mêmes qui décidons combien d'objets se trouvent dans une collection. Y a-t-il sur mon bureau un cahier unique ou plusieurs pages de cahier ? M. Mugur-Schachter a très largement développé cette question essentielle (138). Toute démarche cognitive est associée à un "regard" particulier du sujet et ce regard suit et précède un découpage subjectif du champ cognitif. C'est en fonction de ce découpage que s'effectue ensuite la réflexion cognitive, selon le regard de l'observateur. M. Mugur-Schachter a tout spécialement développé cette notion dans le domaine du calcul de probabilité et de la mécanique quantique mais il nous semble qu'une généralisation à toute situation cognitive est souhaitable et fondamentale.

Ce découpage, subjectif et en quelque sorte arbitraire, est en effet indispensable à l'assimilation cognitive d'une situation d'un événement, au même titre que la délimitation du champ cognitif. Il nous est absolument impossible de réaliser directement cette assimilation dans sa globalité, ne serait-ce qu'en raison de l'étroitesse du champ de conscience et du caractère séquentiel de son activité. Nous devons donc rechercher des repères ponctuels qui peuvent être identifiés un à un, aux éléments ponctuels de configurations internes que nous pouvons considérer comme des globalités. Ces repères sont choisis subjectivement et nous ne pouvons pas affirmer qu'ils correspondent à une réalité. Il est tout à fait prévisible que chaque individu effectuera un découpage en fonction de son propre système cognitif. Le découpage est donc à la fois indispensable et subjectif.

Cette notion de découpage complète et rejoint la notion précédente de délimitation du champ cognitif. Dans une approche hiérarchique considérant l'organisation cognitive emboîtée, les deux démarches sont même pratiquement synonymes. Nous nous permettons de penser que beaucoup de contradictions soulignées par les physiciens ou les logiciens se rapportent aux découpages qu'ils ont effectués certes consciemment mais sans pour autant les prendre ensuite en compte. Bien que nous n'ayons nullement la compétence pour traiter en

profondeur cette question dans le domaine de la relativité, il nous a toujours paru que le découpage préalable de l'événement construisait véritablement le paradoxe du voyageur relativiste de Langevin. De même , lorsque B. Russell disserte longuement sur le sens de la phrase "Scott est l'auteur de Waverley", il l'a auparavant détaché de son contexte par découpage; cela crée des difficultés logiques qui n'apparaîtraient pas si cette phrase était rattachée à une interrogation préalable du genre "Qui a écrit Waverley ?" ou "Qui est Scott?".

Ces exemples extrêmes soulignent à quel point des difficultés ou des contradictions peuvent apparaître, liées à la non prise en compte de l'activité subjective de délimitation et de découpage du champ cognitif précédant toute réflexion cognitive. Cette activité est pourtant bien une constante essentielle.

2.5. Découpage et Complémentarité.

N. Bohr s'est intéressé durant les trente dernières années de sa vie, à démonter la portée universelle des révolutions épistémologiques qu'imposait la théorie des quanta. Ayant défini le principe de complémentarité, il s'efforça d'en montrer le caractère universel. La mécanique quantique démontre ainsi que certaines expériences révèlent le caractère corpusculaire de la lumière, d'autres son caractère ondulatoire. De même , le formalisme mathématique qui précise les paramètres d'espace et de temps d'une particule dans une expérience, ne peut fournir une mesure précise des énergies au niveau de cette particule, et réciproquement. Ces différentes expériences définissent un principe de complémentarité, chaque type d'expérience donnant un résultat irréductible aux résultats des autres expériences, l'ensemble des résultats devant être acceptés également et sans relations entre eux. Un résultat apparaît ainsi "complémentaire" des autres.

N. Bohr indiqua que ce principe de complémentarité est très général, s'applique aux approches psychologiques et biologiques. En ce dernier domaine notamment, l'approche mécaniciste en biologie est à la fois positive, non finaliste et incomplète. Une approche finaliste "complémentaire" et indépendante de la précédente est indispensable pour rendre compte de l'ensemble des données recueillies chez les être s vivants.

M. Mugur-Schachter montre que le "découpage" préalable et varié, supprime tout ce qui pourrait paraître étrange et peu conforme sur le plan épistémologique dans le principe de complémentarité. Vis à vis du continuum environnemental, un découpage préalable permet seul une analyse cognitive. Les découpages possibles sont en nombre illimité et reliés à un "regard" du sujet de connaissance qualifiant les objets découpés. Dans une approche cognitive subjective, il est pratiquement obligatoire que certains couples "découpage/regard" définissent des objets sans relation, ou en relation très avec les objets définis par d'autres couples "découpage/regard". Le principe de complémentarité apparaît alors immédiatement.

Un "regard" peut être unique et imposé par la constitution, par une culture. En ce sens, la notion même d'un regard particulier perd toute signification pour le sujet lui-même . Mais très souvent, de plus en plus avec les progrès de la science et le brassage des cultures, plusieurs "regards" distincts sont possibles pour un même sujet. La conscience joue alors un rôle déterminant dans le choix d'un regard particulier, mais elle joue également un rôle encore plus important dans l'acceptation du principe de complémentarité. On pourrait ainsi longuement disserter sur les rapports étroits existant entre la tolérance et le principe de complémentarité, insister sur le fait que si la tolérance est si peu répandue, si difficile, c'est

bien parce que le principe de complémentarité est difficile à bien intégrer, et notamment impossible à concevoir dans une approche réaliste.

Une dernière réflexion s'impose. La complémentarité est avant tout un constat, un constat existentiel, dépendant d'un niveau d'évolution cognitive et du regard qui lui est associé. Rien ne doit faire exclure l'hypothèse que le progrès puisse faire disparaître la complémentarité dans un domaine où elle parait nécessaire aujourd'hui.

2.6. L'attribution d'une valeur aux Variables internes du Champ cognitif.

Nous avons vu que le propre d'une stratégie est de pouvoir s'appliquer à de très nombreuses situations. Cela suppose une certaine plasticité ou indétermination permettant une application correcte à des conditions différentes. Cette indétermination est traduisible par l'existence de variables internes qui peuvent acquérir des valeurs différentes au gré des circonstances et de l'utilisation effective de la stratégie. Toute application effective d'une stratégie suppose antérieurement l'attribution implicite ou explicite d'une valeur particulière aux différentes variables.

La détermination de ces valeurs ne peut relever du tâtonnement, surtout s'il s'agit de stratégies représentatives. Le procédé serait anti-économique et peu efficace. La détermination d'une variable particulière n'a de signification qu'en fonction des valeurs attribuées aux autres variables. Comme l'indique H. Simon, l'application d'une heuristique suppose l'attribution implicite d'une valeur à presque toutes les variables internes d'une stratégie avant de pouvoir appliquer avec bénéfice, une approche opératoire sur un nombre limité de variables. Cette détermination implicite se fait donc globalement, en première approche et en fonction des circonstances rencontrées, uniquement après assimilation de ces circonstances. Une réflexion consciente sur les données de la situation permet seule cet ajustement.

Dans le même ordre d'idée et peut-être de plus grande importance encore est le fait de déterminer, pour chaque variable interne au champ cognitif, si on peut considérer qu'elle est stable au cours du processus étudié ou qu'elle peut varier. Claude Bernard a bien montré que la méthode expérimentale suppose l'étude des effets de la variation d'une seule donnée alors que toutes les autres données demeurent stables. L'affirmation a une valeur universelle pour toute opération développant une hypothèse au sein d'une situation cognitive.
Or, il est impossible de vérifier concrètement si toutes les variables implicables demeurent effectivement stables durant une expérience. C'est donc une décision consciente a priori qui définit les variables dont il faudra assurer la stabilité.

2.7. L'acceptation ou le refus des Données.

La subjectivité dans la mise en place d'un champ de problème cognitif va encore plus loin. Ce ne sont pas seulement les limites du champ cognitif, les valeurs accordées aux variables internes qui sont fixées subjectivement, mais aussi la présence de chaque donnée au sein du champ cognitif. Le fait peut paraître paradoxal mais il n'en est pas moins réel.

La dégénérescence explique que l'ensemble des données d'un champ cognitif peuvent être arrangées de multiples façons. Il en résulte que le refus ou l'acceptation d'une donnée empirique ne sont pas nécessairement critiques dans la résolution d'un problème cognitif. Une cohérence acceptable peut apparaître en l'absence ou la présence d'une même donnée. Un

choix conscient des données impliquées dans le champ cognitif apparaît ainsi tout à fait possible malgré son caractère apparemment aberrant.

La sélection subjective la plus habituelle est celle qui concerne les facettes traduisant les approches des différentes disciplines scientifiques. Ainsi, le psychologue néglige bien souvent tous les impératifs biologiques dans les problèmes qu'il aborde et le biologiste fait de même vis à vis des données psychologiques. Les approches mécanicistes et finalistes d'un organisme vivant sont exclusives l'une de l'autre comme nous venons de le voir. Le choix des données peut être encore plus spécifique, et nous voudrions en rapporter un exemple précis dans le domaine d'une conception autonomique du développement cognitif. Nous avons ainsi rencontré de telles exclusions subjectives dans la question cruciale d'une part biologique importante dans la variance intellectuelle et donc de processus de régulations autonomiques vis à vis des facteurs sociaux. Les travaux effectués avec sérieux, et que nous avons déjà évoqués (III-8), vont toujours dans le même sens et ils font pourtant extrêmement souvent l'objet d'un refus de principe. Ce refus s'est prolongé de longues années. C'est vers les années 1950, que M.P. Honzik publia ses travaux (III-8). La validité du travail ne fut jamais sérieusement mise en cause, et pourtant les conséquences en furent habituellement refusées. Lorsque les travaux de Defries et de son équipe vinrent confirmer ceux de Honzyk, même L.J. Kamin, le pourfendeur habituel de ce genre de travaux ne put formuler de critiques, pas plus qu'il n'avait pu en adresser à Honzyk. Nous avons pu constaté pourtant qu'il persiste un rejet aussi universel vis à vis des travaux de Fulker et Defries que vis à vis de ceux de Honzik.

Beaucoup d'autres exemples pourraient être cités : refus des données appuyant la théorie atomique par P. Duhem, refus des données appuyant la relativité par H. Poincaré, refus des données appuyant l'indétermination quantique par A. Einstein. D'une façon générale, nous avons tous tendance à effectuer un tri pour insister sur les données empiriques qui paraissent favorables à nos thèses et rejeter les autres. Nous retrouvons K. Popper qui souligne qu'une idéologie peut recueillir d'innombrables faits en sa faveur, et s'affirmant en fait par la négligence des faits tout aussi nombreux qui la contredisent.

2.8. La Décision des Niveaux d'aspiration et de satisfaction dans le Jeu cognitif circulaire.

La conscience n'est pas seulement impliquée dans la dynamique cognitive mais de plus, elle en décrète la mise en jeu. Sous une forme ou sous une autre, la résolution d'une tâche cognitive exige la mise en jeu d'une certaine énergie. Dans une situation donnée, la conscience détermine si cette mise en jeu est justifiée ou si décidément, les raisins sont trop verts.

Par ailleurs, l'analyse cognitive produit un modèle, un scénario coordonnant entre eux des éléments. Tous les intermédiaires existent entre la reconnaissance perceptive où les éléments sont des "façons d'exister" du sujet, et les modèles purement opératoires où les éléments sont réduits à des unités sans pratiquement de qualification. Mais les éléments du modèle ne peuvent être autre chose. De ce fait, le modèle cognitif ne peut être qu'une approximation de l'objet connu.
Cette approximation peut être plus ou moins bonne. C'est la conscience qui décide du niveau de satisfaction. Les deux décisions, d'aspiration et de satisfaction, sont évidemment couplées, une meilleure approximation supposant habituellement un coût plus élevé de démarches.

2.9. La Gestion consciente de la Connaissance.

La connaissance, innée ou apprise, peut être traduite objectivement. Elle représente les règle s internes du fonctionnement mental ou cérébral, après assimilation des régularités de l'environnement rencontré et vis à vis de cet environnement. Les conditions d'acquisition et de construction individuelles sont oubliées ou négligées, ce qui donne une apparence d'objectivité. qui se concrétise dans le troisième monde de K. Popper.

En revanche, comme pour toute règle , la mise en application effective des connaissances et leur élaboration, dépend de conditions particulières à chaque situation. La "manipulation" des connaissances dans une situation définie, isolant et recombinant des représentations, est un processus complexe réglé par l'activité consciente, où la subjectivité est essentielle.

Comme le dit Claparède, la conscience apparaît seulement en cas d'obstacle au déroulement spontané du comportement; on pourrait ajouter que la conscience naît justement lorsque l'application des connaissances s'impose. Or, à ce jeu, le sujet est bien plus encore acteur que ne le voulait N. Bohr. Il ne joue pas seulement dans le ballet, mais de plus il le dirige. La mise en jeu automatique d'une connaissance acquise peut se faire de façon inconsciente mais alors avec un minimum d'adaptation à la situation rencontrée. Dans les conditions habituelles, la conclusion cognitive est un processus complexe, incluant nombre de décisions et d'implications formelles, et qui ne peut être que conscient et réfléchi. En effet, le sujet plante lui-même le décor, choisit les acteurs et c'est alors seulement qu'il déroule le scénario. En ce sens, se trouve totalement confirmée l'affirmation de G. Bachelard : "Dans la pensée scientifique, la méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet." Nous pensons que cette assertion dépasse le cadre de la pensée scientifique pour rejoindre celui de la pensée tout court.

Le caractère très subjectif, artificiel en apparence, du jeu cognitif peut étonner. En fait il est fort bien adapté aux conditions du fonctionnement humain. Ce qui dans la pratique cognitive paraît un jeu subjectif est un contrôle de l'action, suivi d'un tâtonnement organisé permettant une révision plus ou moins ponctuelle du système cognitif existant. L'efficacité, l'utilité viennent régulariser et conclure l'activité subjective, apportant un garant de cohérence. Or par ailleurs, le jeu cognitif subjectif constitue la seule méthode autonome d'acquisition des connaissances. C'est l'exercice d'une situation artificiellement simplifiée qui permet seule de découvrir les révisions ponctuelles efficaces. A leur tour, ce sont ces révisions qui conditionnent les développements ultérieurs. C'est en définitive, la définition de lois établies pour des systèmes irréels, fermés et réversibles, qui a permis le développement de la thermodynamique; dans un second temps, la thermodynamique a pu s'appliquer aux systèmes réels, ouverts et irréversibles, ce qui n'aurait jamais pu se faire directement. Cet exemple est généralisable. L'appel à la conscience et l'évolution par une suite d'approximations de meilleures en meilleures, sont étroitement liés. Ce faisant, le sujet est perpétuellement pour une part, "en avant" de son système cognitif, ce qui implique la subjectivité. Cette situation, la seule possible, comporte néanmoins des risques majeurs de déviations et d'erreurs.

2.10. Le contrôle formel des Hypothèses.

Une démarche cognitive comporte de nombreux éléments aléatoires et débouche donc sur l'indétermination et l'incertitude. La logique permet un contrôle de vraisemblance des

modèles envisagés et c'est du reste sa fonction essentielle (XII-A-3 et annexe C). L'abduction ou l'hypothèse conduisent à accorder temporairement une validité certaine aux prémisses pour apprécier les conséquences. Cela permet d'organiser la vérification empirique, notamment en évitant de soumettre au contrôle expérimental des modèles incohérents. Cela revient à envisager des possibles, c'est à dire des imaginaires cohérents, donc contrôlés. L'élaboration de tels possibles est le propre de la conscience (VI-B-2). L'inconscient est peut-être capable de fournir une solution, dit Paul Valéry, mais non de s'assurer par avance qu'elle est bonne (211).

2.11. La Correction utilitaire.

C'est le mérite de C.S. Pierce d'avoir compris que la logique ne suffisait en aucune façon à la résolution d'une interrogation cognitive. La logique permet d'élaborer des modèles vraisemblables, mais non des certitudes. Face à la subjectivité nécessaire de la démarche cognitive, un critère régulateur fondamental s'impose donc et c'est celui de l'utilité ou de l'efficacité. Une décision d'acquisition cognitive, faite normalement dans le cadre d'une réaction circulaire, relève d'une nécessité adaptative, est régularisée par un succès ou un échec. En quelque sorte, le projet cognitif est subjectif mais son adoption, obéissant à une notion concrète d'utilité, est beaucoup plus objectif.

On pourrait arguer que le choix subjectif peut justement consister à refuser toute implication utilitaire; ce refus, s'il est systématique ou même seulement fréquent, est en contradiction avec un principe d'autonomie. Celle-ci n'est pas la fantaisie mais l'obéissance aux seules lois internes dictées par la constitution (II-1). L'homme peut monter de toutes pièces un scénario détaché des contingences concrètes et prendre au cours de ce scénario, des décisions effectivement gratuites et du reste sans conséquences adaptatives. En revanche, le refus de la solution qui apparaît "la bonne" dans une situation d'adaptation, entraîne une perte d'autonomie. Le suicide n'est pas le summum de la liberté mais une capitulation vis à vis des exigences adaptatives. La recherche de l'acte gratuit pour se prouver à soi-même sa capacité de liberté, relève du trouble mental. En pratique donc, les critères utilitaires sont de puissants correcteurs de la subjectivité qui marque toute révision cognitive. Ces critères ne sauraient cependant garantir toute déviation.

B) Conscience et Inconscient.

Lorsque nous avons tenté de faire le point sur les connaissances neuropsychologiques concernant l'activité cérébrale, nous n'avons accordé que peu de place à l'Inconscient. Cela ne vient pas d'une négation de l'activité cérébrale inconsciente, bien au contraire, mais du fait que nous ne sommes nullement persuadé qu'il y ait lieu d'individualiser un inconscient en tant que topique ou structure. Toute l'approche neurologique le suggère et les enregistrements électro-encéphalographiques le confirment, le cerveau est actif en permanence dans sa totalité. Cette activité peut localement s'intensifier au cours du comportement comme le montrent les caméras à positrons mais les zones non activées ne s'arrêtent pas pour autant de fonctionner. Or nous l'avons vu, le champ de conscience est restreint et le nombre de données manipulées par la conscience est des plus réduits. Il faut en tirer la conclusion logique que la quasi totalité de l'activité cérébrale est inconsciente. Suivant P. Valéry et pour éviter une confusion avec

l'inconscient freudien, nous préférons du reste dire que la quasi totalité de l'activité cérébrale est hors conscience, automatique et déterminée. Il n'y a aucune raison d'en conclure qu'il existe un Inconscient "topique", ayant son organisation propre, sa mémoire, ses capacités opératoires, le tout en en faisant le concurrent si ce n'est le maître de la conscience. Personnellement, nous refusons cet inconscient topique.

Mais quel que soit le rôle attribué à l'inconscient et la façon dont il est conçu, une analyse des relations entre la conscience et la connaissance apprise renvoie nécessairement à une analyse parallèle entre l'inconscient ou l'automatisme et la connaissance. Cette dernière analyse est particulièrement délicate car la notion même d'inconscient est ambiguë et il est nécessaire de lever cette ambigu‹té avant toute réflexion. En fait tout se résume à savoir s'il faut considérer le terme d'inconscient comme un adjectif qualifiant un aspect du fonctionnement mental notamment en référence au fonctionnement conscient, ou comme un substantif décrivant une structure.

Schopenhauer a ouvert l'étude de l'Inconscient en considérant implicitement ce double aspect. D'une part, il a insisté sur le fait que nous ne sommes pas pleinement conscients de nos raisons d'agir. D'autre part, il a défini un "désir d'agir" ou une volonté, échappant à la conscience, ce dont von Hartmann devait faire un peu plus tard "l'Inconscient".

Freud a repris de fait les positions de Schopenhauer bien qu'il ait proclamé très haut qu'il n'avait jamais lu cet auteur. Ses premières descriptions psychologiques opposent "l'inconscient" et un conscient qu'il ramène à un relatif "épiphénomène" de l'activité mentale. Freud fut de ce fait l'un des premiers à s'apercevoir des difficultés qu'entraînait cette substantification de l'inconscient. Aussi, dans ses approches ultérieures, il abandonna l'inconscient en tant que tel, précisant des "aspects" inconscients du "ça", du "moi" et du "surmoi". En définitive, on ne saurait être plus royaliste que le roi Freud et il n'y a donc pas lieu de défendre l'existence d'un inconscient en tant que structure mentale indépendante. Inversement, nous devons reconnaître que la conscience réfléchie ne peut porter que sur une part très réduite de l'activité cérébrale et qu'une part majeure de l'activité cérébrale organisée est nécessairement inconsciente, automatique et déterminée.

1. Conscience adualistique et Inconscient.

Il faut éviter le piège des mots. Les termes de conscience et d'inconscient ne s'appliquent pas à des structures ou processus bien individualisés mais résument seulement des connaissances sur le mode de fonctionnement de l'activité mentale. Il ne faut notamment pas confondre la conscience et le sentiment d'être conscient. L'introduction d'une distinction entre conscience primaire et conscience d'ordre supérieur, renouvelle totalement la distinction entre conscient et inconscient.

Au stade de la conscience primaire, il n'y a pas de réflexion représentative sur l'action. Il est probable que le champ de la conscience primaire est aussi limité par rapport à l'activité cérébrale globale que le champ ultérieur de la conscience d'ordre supérieur, mais il n'y a "personne" pour en prendre note. Les décisions, les corrections de conduite et donc la mémorisation s'effectuent sans réflexion, donc sur un mode qui pourrait être qualifié d'inconscient. C'est bien le néant qui précède l'être conscient selon l'expression existentialiste.

Le passage à la conscience dualistique ne constitue lui-même qu'un stade intermédiaire. Même s'il existe un moi, les conditions ne sont pas encore remplis pour édifier les souvenirs, donc pour mémoriser le vécu existentiel en tant que tel, pour confronter l'activité présente à un passé et à un futur. C'est donc l'apparition d'une conscience d'ordre supérieur bien établie qui donne seule une signification à l'opposition entre le conscient et l'inconscient, telle que la conçoivent Schopenhauer ou Freud.

2. Inconscient et Mémoire.

C'est en partant du constat qu'il nous est impossible de définir pleinement les raisons de nos actions que Schpopenhauer a ouvert les réflexions contemporaines sur l'inconscient. Or de cette ignorance de notre réflexion, il ne s'ensuit nullement qu'il y ait un "quelque part" en dehors de notre conscience qui sache et qui dirige nos actes.
Le fait même du fonctionnement par stratégies impose que nous ne puissions saisir complètement le "pourquoi" et le "comment" de nos actes. Mais plus encore, les particularités que nous avons reconnues à la mémoire, suivant simplement les analyses de Piaget, montrent que l'ignorance partielle de nos raisons d'agir est obligatoire. Une mémoire fortement restrictive et sélective génère nécessairement de l'inconscient.

Nos souvenirs ne fixent que notre propre vécu au contact de l'environnement et cette fixation est non seulement subjective mais très limitée. Les conséquences des actions sont mieux mémorisées que les circonstances de l'activité. La généralisation des modifications induites des conduites échappent à notre contrôle. Les motifs d'agir sont donc progressivement détachés des expériences qui ont conduit à leur élaboration. Un effort logique peut proposer une explication dans la transformation progressive des conduites mais cette explication n'a nullement la valeur d'une reconstruction historique même probable.

Freud veut expliquer "l'amnésie infantile" des trois ou quatre premières années en affirmant qu'il n'y a aucune raison pour que la fixation mnésique ne se produise pas dès la naissance et donc que seul le "refoulement" obligatoire peut expliquer l'absence de souvenirs précoces. En fait l'évocation d'un souvenir suppose une activité intériorisée bien développée qui n'apparaît guère avant 18 mois, mais surtout le souvenir "historique" ne se conçoit qu'après l'édification d'une référence spatio-temporelle qui apparaît justement à la fin de la période dite d'amnésie infantile.

Si avec Piaget, nous acceptons que le passé du souvenir est presqu'entièrement reconstruit dans le présent à partir de traces très réduites, nous pouvons considérer que pour une grande part, le fait de faire resurgir dans le conscient, une mémorisation inconsciente est illusoire. Piaget souligne bien que cette "résurrection" concerne aussi bien les faux souvenirs manifestes que les vrais, sans que nous puissions faire la différence.

En définitive, beaucoup des raisons qui paraissent imposer un inconscient contrôlant une mémorisation qui lui serait propre et lui permettrait de dicter des raisons d'agir ne s'impose nullement dès que sont acceptées la dégénérescence des stratégies, le caractère actif et sélectif de la mémorisation. Mais nous ne voudrions pas dans cette analyse critique de l'inconscient nous éloigner de nos préoccupations épistémologiques. Si nous voulons montrer qu'un Inconscient dynamique opposé à la conscience ne s'impose pas, c'est dans le seul but de restreindre la part qui peut être attribuée à l'Inconscient durant les démarches cognitives et le développement des connaissances apprises.

3. Inconscient et activité cognitive.

En ce qui concerne les rapports entre l'épistémologie et l'opposition entre processus conscients et inconscients, deux domaines nous paraissent totalement échapper à l'activité inconsciente :
- celui des opérations réglées par des implications formelles qui sont toujours conscientes.
- celui de l'origine des représentations mentales qui traduisent toutes initialement un contenu de conscience et de réflexion du vécu.
P. Valéry résume ces limites de l'activité inconsciente en disant "L'inconscient est capable peut-être de fournir une solution. Mais de s'assurer qu'elle est bonne, mais de poser le problème, Non !"

Cela ne supprime pas l'éventualité de processus cognitifs inconscients. Les représentations mentales une fois construites, deviennent indépendantes de la conscience et peuvent dessiner des séquences en s'appelant spontanément l'une l'autre. Plus encore, lorsque les conditions initiales sont réunies, un déclenchement inconscient ou peu conscient peut provoquer une structuration dissipative nouvelle. Archimède devait prendre secondairement conscience des rapports entre volume, densité et effets de la plongée dans un liquide mais il ne peut être exclu qu'un événement infime, échappant à sa conscience, ait déclenché antérieurement la bisociation triomphante. Le phénomène de réminiscence, scientifiquement argumenté, souligne qu'une structuration identique peut se produire durant le rêve. Il est manifeste, lors de la remémoration, qu'un temps inconscient actif parfois très long peut venir s'intercaler entre la recherche d'une donnée et son arrivée à la conscience.

En définitive, les processus inconscients apparaissent avant tout lors d'une confrontation avec la rationalité restreinte, c'est à dire dans l'incapacité foncière d'avoir une vue d'ensemble de l'activité cérébrale dans sa totalité, et lorsque nous déléguons à la conscience le rôle de contrôler une activité antérieure non nécessairement consciente. Il en résulte de nombreuses conséquences mais nous voudrions insister sur deux points :

- il nous est impossible de conduire une analyse rationnelle complète de nos processus de pensée. Nous ne pouvons percevoir simultanément le contenu d'un algorithme que nous manipulons sous forme d'étiquette et utiliser cet algorithme en combinaisons complexes. N. Bohr reprend cette idée en disant que nous ne pouvons simultanément définir un mot et utiliser ce mot dans une phrase (024). Par ailleurs, nous ne pouvons pas faire l'analyse de la dégénérescence qui pèse sur tous nos raisonnements et par définition en quelque sorte, la dégénérescence est inconsciente. A défaut, elle serait précisée et perdrait son caractère.

- cette dégénérescence est la cause fondamentale de ce qui a pu être dénommée résistance inconsciente. Cette résistance, inapparente mais très réelle dans l'activité mentale intérieure, se manifeste en revanche très souvent lors du dialogue. Il est très fréquent en effet qu'un interlocuteur constate chez son vis à vis, une résistance apparemment subjective et pour lui incohérente, à accepter certaines démarches mentales qui lui paraissent évidentes. En fait, un observateur neutre extérieur pourrait fort bien repérer ces résistances chez celui-là même qui les reproche à son interlocuteur. Tout cela est le résultat direct de la rationalité restreinte. La limitation du champ de conscience nous conduit à accorder des valeurs implicites à de nombreuses variables sans même que nous percevions que d'autres valeurs seraient au moins aussi cohérentes. De même , nous accordons "la carte" et le "territoire" sans percevoir que la

liaison est dégénérée et donc sujette à variations. Il en résulte un biais obligatoire dans le déroulement des implications formelles, biais particulier à chaque interlocuteur. Il suffit que ce biais soit différent pour deux interlocuteurs et chacun pensera percevoir des résistances inconscientes chez son vis à vis.

Sur le plan social, notamment au cours de ce qu'il est convenu d'appeler une psychothérapie, les résistances inconscientes durant le dialogue peuvent occuper la première place. Sur le plan de l'épistémologie, les résistances inconscientes durant la réflexion intérieure sont tout aussi importantes. Elles expliquent toute l'irrationalité apparente dans les démarches de connaissance sur lesquelles G. Bachelard a insisté (I-4). En définitive, il importe peu que les défauts durant le cours de la pensée soient qualifiés de résistance inconsciente ou d'irrationalité. Le point majeur est celui de la rationalité restreinte qui entraîne nécessairement de fortes imperfections dans le cours d'une pensée, aussi proche soit-elle du respect de toutes les implications formelles. Le défaut cognitif majeur ne réside pas dans ces imperfections mais dans la croyance qu'elles pourraient être évitées. C'est malheureusement ce que fait le psychanalyste lorsqu'au cours d'une cure, il croit tellement à ses propres certitudes qu'il attribue nécessairement les résistances inconscientes à son seul client.

En définitive, il ne nous parait guère possible de défendre un Inconscient autonome, permettant une activité cognitive propre. Il nous semble plutôt que l'inconscient reflète les strictes limites de nos capacités de réflexion. Parmi les aspects inconscients, deux nous paraissent particulièrement importants à prendre en compte :

- l'intégration perceptive qui coordonne les données sensorielles élémentaires selon des règle s qui échappent à la prise de conscience,
- l'ensemble des démarches implicites subjectives qui accompagnent les activités cognitives et qui échappent à la réflexion.

Ultérieurement, et c'est essentiel, la réflexion consciente peut, et c'est ce que nous essayons de faire, préciser tous ces processus inconscients par une reconstruction logique, accroissant alors la connaissance réfléchie de soi. Il ne s'agit là que de l'une des étapes qui marque le développement ontogénétique, et d'une certaine façon tout gain dans la connaissance de soi peut être ramené à une régression de l'inconscient. Si la possibilité de la reconstitution historique d'une évolution individuelle qui n'aurait été mémorisée que dans l'inconscient nous semble hautement problématique, en revanche il nous semble très possible de faire contrôler ultérieurement par la conscience réfléchie, des processus se déroulant initialement sous un mode inconscient.

C) Défauts de Conscience et Connaissance.

Tout au long de notre thèse, nous décrivons une activité cognitive idéale. Nous sommes parfaitement conscients qu'un sujet ne se comporte pas de cette façon idéale. Comme nous l'avons souligné, l'autonomie est toujours imparfaite, quoiqu'à des degrés divers selon les individus ou les circonstances. Mais il est bien évident que par définition, les imperfections subjectives échappent à l'analyse. Tout au plus peut-on décrire des mécanismes habituels de distorsion. Encore faut-il remarquer que la distorsion ne peut s'apprécier que par confrontation avec le schéma du fonctionnement cognitif idéal.

L'importance soulignée de la conscience explique qu'il soit possible de refuser délibérément la rationalité dans le discours, notamment dans le but d'accroître la prégnance du message. Une telle démarche caractérise la poésie au sens large, qu'elle soit exprimée en vers ou en prose. L'analogie, la métaphore, la musique des mots l'emportent alors sur tout souci de rationalité. Il serait absurde de demander des comptes de cohérence au poète qui écrit "Je suis belle, ô mortels ! comme un rêve de pierre...." ou au conteur qui récite " Pour écouter les mille invisibles bouches des feuilles musiciennes, la vagabonde brise ramassa ses soieries."

Mais il existe également des entorses à la rationalité qui échappent totalement à la conscience de leur auteur et ce qui est beaucoup plus lourd de conséquences, ne sont pas non plus perçus par les auditeurs. Comme Bachelard, l'a montré, ce sont de tels défauts qui entachent quasi obligatoirement le discours scientifique, et à ce titre, l'étude de ces défauts se rattachent à l'analyse des effets de la conscience sur la connaissance.

1. L'Autonomie fonctionnelle.

L'analyse de la subjectivité doit également conduire à souligner les dangers de ce qu'Allport a qualifié d'autonomie fonctionnelle et qui peut être définie ainsi : un organisme normalement construit avec une finalité externe, ne fonctionne plus que pour lui-même , selon une autopoièse pure. Il est évident que l'activité mentale réfléchie expose tout spécialement à l'autonomie fonctionnelle. Une activité réfléchie totalement centrée sur elle-même est parfaitement stérile sur le plan de l'efficacité mais peut être réjouissante pour celui qui s'y adonne; il peut notamment construire un monde à sa propre mesure, plus satisfaisant et moins dangereux que le réel. Il y a une tendance spontanée à l'activité mentale bouclée sur elle-même . Un mécanisme très voisin conduit à établir une représentation de l'environnement par des mécanismes d'abstraction, à "oublier" la mise en jeu de ces mécanismes et à considérer la représentation comme l'environnement lui-même .

L'autonomie fonctionnelle peut être généralisée aux systèmes peu autonomes o— la finalité externe peut être imposée allonomiquement et où il n'y pas d'autopoièse structurale. A plus forte raison, constitue-t-elle un danger majeur pour les systèmes autonomes. Tout spécialement lors du discours, artificiel ou naturel, le réseau peut parfaitement tourner sur lui-même sans aucun enrichissement, et ce qui est pire, en donnant souvent l'impression de cet enrichissement. Ce qui vaut pour ces administration de type "ottoman" dont nous avons tous eu l'expérience un jour où l'autre et qui paraissent se soucier uniquement de leur propre activité, vaut tout autant pour le discours.

Sur le plan de la connaissance, les mécanismes de l'autonomie fonctionnelle sont particuliers et très importants, pas toujours négatifs du reste il faut bien le reconnaître. Le point de départ est une construction subjective effectuée sous la pression de l'environnement et qui est prise pour un fait d'environnement :

- c'est l'hypothèse initiale qui devient explication acceptée par simple répétition et qui est intégrée comme donnée de base dans le système cognitif.
- c'est la délimitation et le découpage cognitifs utilitaires, effectués pour favoriser la division des difficultés et qui deviennent particularités de l'environnement. L'objet mental, résultat d'un découpage et d'une activité d'abstraction, est pris pour un objet de l'environnement et considéré comme tel. Il devient ainsi le point de départ d'une démarche cognitive propre. Le découpage initial étant "oublié", l'environnement représenté à partir de

ce découpage est pris pour l'environnement "réel" et devient le centre des démarches cognitives.

- c'est le concept, créé par abstraction de propriétés, qui devient un "objet" de l'environnement.

Deux conclusions peuvent en être tirée. La première est que la subjectivité comporte par elle-même des risques de disfonctionnement, qu'il est nécessaire d'en tenir compte pour tenter de les prévenir. En ce sens, l'analyse historique des démarches cognitives est toujours très positive. La seconde conclusion est que la subjectivité doit continuellement se nourrir de boucles de vérification passant par l'environnement. Il peut en résulter un conflit si la finalité interne du discours et la finalité externe sont provisoirement en conflit, mais ce conflit est la source de tout véritable développement de la subjectivité.

2. L'Irrationalité.

Les réflexions faites plus haut sur la résistance inconsciente conduisent à attribuer une signification très particulière à l'irrationalité. En effet, si une rationalité parfaite est hors de portée et que les conclusions subjectives douteuses sont obligatoires, ce qu'on serait tenter de qualifier en première intention d'irrationnel, prend secondairement le sens plus relatif d'une imperfection, à des degrés divers d'ailleurs.

2.1. Le Non Respect des Implications formelles.

L'irrationalité est alors manifeste. Il est évident que le maniement parfaitement suivi des implications formelles ne conduit pas nécessairement à une "vérité" et que les biais cognitifs sont obligatoires ; de ce fait, une réflexion sur la validité du discours logique, une condamnation des certitudes sont essentielles. Mais inversement, la négligence des implications formelles ne peut se rapprocher davantage d'une "vérité", si ce n'est par l'accumulation d'erreurs en sens inverse et qui s'annuleraient. Il est donc absurde de penser que le refus systématique de la logique peut améliorer la valeur descriptive du discours.

Le non respect des implications formelles peut être conscient et voulu. Il s'appelle fantaisie et marque avec bonheur notre vie mentale, du moins s'il présente un caractère d'exception et non de règle . Mais ce non respect peut également traduire une ignorance partielle des données ou des mécanismes logiques. C'est le cas notamment du non respect de la transitivité, fréquent dans de très nombreuses cultures non occidentales. Une pensée non transitive peut se révéler "plus exacte" ou moins déformée qu'une activité rationnelle qui croit trop en sa propre validité mais la prise en compte de la transitivité ne peut pas par elle-même entraîner un défaut cognitif, dans quelques domaines que ce soit.

2.2. L'Irrationalité dans le respect des Implications formelles.

Elle est nécessairement relative et traduit simplement un désaccord subjectif entre deux interlocuteurs ou même un désaccord intérieur entre "le cœur" et "la raison". Elle est la traduction obligatoire de l'appel nécessaire à la subjectivité pour conduire toute activité cognitive.

Le mensonge est l'un des aspects les plus nets d'une irrationalité respectant l'implication formelle. Le "bon" mensonge est en effet celui qui respecte l'implication

formelle, inclut un nombre maximum de données vérifiables et introduit délibérément un biais sous forme d'une seule donnée fausse ou d'un oubli. On peut remarquer alors que la dynamique du mensonge, intention exceptée, est identique à celle de toute démarche cognitive, nécessairement encombrée d'erreurs et d'indéterminations.

En définitive, il faut accepter la subjectivité, qu'elle soit fantaisie, mensonge ou non, et reconnaître les limites obligatoires de la rationalité. Mais cela fait, il n'y a aucune raison d'attribuer des propriétés magiques à l'irrationalité, à en faire une alternative de l'approche logique. Au total, le constructivisme psychologique conduit à affirmer que ni le fonctionnement mental, ni le contenu des connaissances ne peuvent avoir valeur de certitude. L'objectivité doit être ce que dit H. Poincaré, une pensée commune à plusieurs être s pensants et qui pourrait être commune à tous. C'est à cette définition relative de l'objectivité qu'il faut juger la subjectivité.

Pour le psychologue praticien comme pour l'épistémologue, la subjectivité a une double signification :
- la première est celle des processus qui impliquent nécessairement l'intervention du sujet durant la construction et la mise en jeu cognitives,
- la seconde est celle des particularités individuelles qui marquent tout individu, toute situation au cours d'un processus cognitif quelconque. Ces particularités traduisent entre autre une variance constitutionnelle de la capacité d'autonomie, la singularité du vécu individuel antérieur et notamment les connaissances antérieures accumulées, l'ultime décision individuelle en fonction des dispositions présentes et des circonstances.

Nous ne nions ni la réalité, ni même l'importance de cette seconde signification. La théorie de l'autonomie conduit même à lui accorder une importance majeure. Il nous semble en revanche qu'une subjectivité ainsi définie échappe pour l'essentiel à l'analyse. La faible partie qui peut être étudiée avec un minimum de validité ne relève pas de techniques d'investigation psychologique, d'interventions métaphysiques complémentaires, que cela soit de type psychanalytique ou non. C'est l'analyse des processus subjectifs eux-mêmes, dans leur universalité, correspondant donc à la première signification de la subjectivité, qui fournit les seules références permettant une approche très partielle dans le domaine de la seconde signification.

CHAPITRE XII : CONNAISSANCE ET DISCOURS

"Plus l'idée qu'on a du langage est nette, moins on le confond avec ce qui est....Le secret de la pensée solide est dans la défiance du langage"

Paul Valéry

"La similitude de structure est le seul lien possible entre les niveaux objectifs, indiscibles et verbaux....le seul contenu de connaissance est donc opératoire.....le seul but de la connaissance et de la science est une recherche, et une formulation verbale de structures."

Alfred Korzybski

Résumé :

A) Analyse critique du Discours

La place du discours dans la connaissance est au centre de la réflexion occidentale depuis 25 siècles.

2. Analyse critique du discours premier. La critique est manifeste sur le plan des signifiants depuis F. de Saussure. Elle est plus délicate sur le plan conceptuel. Cependant, la réalité, l'activité mentale intérieure et le langage sont trois mondes distincts qui ne peuvent communiquer qu'imparfaitement entre eux. Le mot conclut une activité d'abstraction et ne la précède pas, la liaison entre l'activité mentale et le mot qui la désigne est asymétrique, non bijective. Le mot n'acquiert sa pleine signification qu'au sein du discours et il renvoie à un corpus sémantique global, très évolutif et varié. Le concept ne peut constituer pour le discours un point de départ stable, non ambigu; un même concept peut avoir un sens différent selon le contexte. Par ailleurs, il est facile de comprendre comment une idée, un concept, créés à partir d'une donnée non conceptuelle, peuvent se figer et donner l'impression d'être premiers.

Des défauts très graves apparaissent si le discours est considéré comme premier, donc comme une référence par lui-même :
- la poursuite du discours a les effets d'un "chaos déterministe",
- la précision apportée par le dialogue n'est pas comprise,
- la vérification expérimentale est scotomisée,
- la "conceptualisation transférée" qui permet d'utiliser le discours propre à une vieille théorie pour en décrire une nouvelle avant une révision conceptuelle, ne peut être comprise.
- la pensée "complexe" dont l'intérêt est fréquemment souligné, ne peut se concevoir que dans le cadre d'un discours second o— des concepts nouveaux recouvrent les ignorances, les incertitudes, les contradictions.

Paradoxalement, le discours apparaît davantage créateur de sens s'il n'est pas premier car il génère véritablement l'imaginaire et le possible. Les résistances dites inconscientes sont beaucoup plus facilement explicables si le discours n'est pas premier. Un discours parfaitement structuré sur le plan de la définition des concepts et l'application de la logique formelle, devrait être toujours "vrai", ce qui n'est nullement le cas, et s'expliquerait fort mal si le discours était premier. Le discours premier est relié à la substance et à la vérité, alors que la science moderne substitue la relation à la substance, la cohérence et la vraisemblance à la vérité.

3. L'Ontogenèse du Discours. Si le discours n'est pas premier, il doit être progressivement dérivé d'une ontogenèse individuelle.
- les prédispositions constitutionnelles au Discours sont certaines au niveau de l'assimilation de données acoustiques, très discutables pour la syntaxe ou la logique.
- les compétences acoustiques constitutionnelles favorisent l'acquisition rapide de compétences phonétiques qui ouvrent la voie à une communication par la mélodie du discours.
- les premiers mots sont des étiquettes collées sur des réalités concrètes et indépendantes les unes des autres.

- le discours suit les progrès de la représentation dont le premier temps est limité à la classe ou à la relation isolées.
- les intuitions première s s'articulent entre elles sans former de graphes complets et amorcent l'accession à la logique; l'implication formelle n'est pas initialement perçue, mais les graphes sont généralisés, à partir d'un nombre limité de liaisons vérifiées.
- la prise de conscience d'une logique vécue conduit ensuite à l'implication formelle contraignante.
- nous pensons que la critique de la logique formelle, de ses avantages et de ses inconvénients, traduit le stade ultime de structuration interne de l'activité mentale au cours du discours. C'est en quelque sorte une "réflexion" qui tire partie des commodités de la logique, tout en prenant conscience que l'indétermination des concepts manipulés ne permet pas de certitudes définitivement contraignantes. Cela réduit l'intérêt des logiques modernes, modales ou floues, dans l'analyse de la pensée naturelle.

B) L'origine du Sens

1. La solution du Réalisme. Nous avons tenté de montrer que cette solution n'est pas acceptable, ce qui revient à dire qu'il n'y a pas de sens a priori, que le sens apparaît secondairement.

2. La création du sens par la rencontre et la symbiose. Toute signification traduit une relation et naît donc d'une rencontre entre deux systèmes antérieurement indépendants. La signification naît donc habituellement des rencontres d'un sujet de connaissance qui abstrait les conséquences de cette rencontre. Dans l'esprit humain, c'est la bisociation* qui traduit véritablement la signification innovante. Dans l'environnement, ce sont les symbioses* qui créent des relations concrètes nouvelles, sources potentielles de nouvelles significations.

3. L'évolution du Perceptif à l'Opératoire. La découverte très récente des mécanismes perceptifs constitutionnels permet d'affirmer que les significations sont nécessairement perceptives et/ou opératoires. L'évolution ontogénétique est marquée par le passage de significations purement perceptives à des significations purement opératoires, ou qu'il serait souhaitable de voir considérer comme telles.

Conclusion : Grandeur et servitude du Discours : Outil privilégié de l'activité mentale intériorisée, le discours expose à de fortes distorsions cognitives, qui traduisent pratiquement toujours une conception de discours premier. En revanche, le discours conçu comme une traduction relativisée et provisoire de l'activité cognitive au contact de l'environnement, est un outil indispensable à l'optimisation de l'abstraction réfléchissante.

A) Analyse critique du Discours.

Stimulations d'interfaces ou données cognitives élémentaires ne sont pas immédiatement exploitables de façon optimale. Elles doivent auparavant être confrontées les unes aux autres et être intégrées dans des systèmes de connaissance. Aristote faisait déjà remarquer qu'il n'est d'existant que du particulier mais de connaissance que du général. Bien que la confrontation des données cognitives soit en partie spontanée, cela est insuffisant pour construire un système cognitif très élaboré. Ainsi s'explique l'importance du discours, moyen privilégié de mise en forme des données cognitives élémentaires venant des stimulations d'interface. Le discours, intérieur ou extérieur, est déterminant dans l'élaboration des systèmes cognitifs, autorisant une étendue et une complexité que le maniement direct des impressions perceptives ne permettrait pas.

Le discours joue également un rôle essentiel dans la transmission cognitive. Connaissance totale et connaissance transmise ne se superposent pas intégralement. La transmission a ses propres exigences et les sentiments individuels par exemple sont directement intransmissibles. Mais globalement, dans toute civilisation, la connaissance accessible dépasse largement ce qu'un individu peut construire à partir de ses expériences propres. Se définit ainsi d'elle-même une connaissance transmissible au sein du patrimoine

culturel. Tout spécialement dans notre civilisation occidentale, le discours est le mode quasi exclusif de la transmission cognitive. Cela conduisit Wittgenstein (228) à affirmer qu'il est préférable de ne pas parler de ce qui ne peut être traduit en mots.

Au total, ces effets du discours sont considérables et marquent très largement les relations entre l'individu et le groupe social. C'est en grande partie grâce au discours que se construit le tissu social qui fait du groupe un ensemble ordonné. Inversement, c'est par le discours que l'individu se dépasse lui-même en assimilant directement le fait social. Mais un discours nécessaire n'est pas pour autant un discours premier. Ce serait seulement le cas dans une conception de réalisme platonicien, o— la connaissance se confond pratiquement avec la connaissance discursive. Cela n'est plus évident si le discours est seulement un moyen commode d'organisation et de transmission de données qui ont une existence propre, non verbale. Se pose alors la question de la nature des relations entre discours et connaissance et l'analyse révèle que ces relations sont complexes et conflictuelles. Indispensable à l'optimisation de la connaissance, le discours est également l'occasion de biais accentués dans la mise en forme des systèmes cognitifs comme dans leur transmission. Le rôle capital du discours dans l'élaboration et la transmission des connaissances apprises impose une recherche soigneuse de tous ces biais qui ont altéré, et continuent à altérer gravement l'évolution cognitive individuelle ou collective.

Mais par ailleurs, si nous devions résumer très brièvement nos conceptions épistémologiques, nous le ferrions en accordant une place très importante au discours. L'être humain à la naissance dispose d'un système d'analyse perceptive qui lui permet de qualifier tout événement rencontré et de lui accorder ensuite aisément une signification. La réflexion sur ses propres actions lui permet ultérieurement de constater que certaines de ces significations sont erronées et il construit peu à peu un corpus de connaissances apprises qui organise toutes les corrections. Par ailleurs, l'être humain dépasse rapidement la perception isolée pour dériver des connaissances de la comparaison de plusieurs perceptions faites dans des espaces différents, à des moments différents. Or l'image perceptive ne peut suivre cette évolution cognitive et il en résulte le développement obligé d'une fonction symbolique. Chaque connaissance apprise est une configuration temporairement définie et finie qui ne peut correspondre que partiellement aux événements rencontrés, ce qui explique la présence universelle de l'approximation cognitive et de la dégénérescence. Le discours, forme privilégié de l'expression symbolique apparaît alors second par rapport à la perception et à la réflexion sur la perception. Mais l'être humain ne pourrait parvenir qu'à un corpus très limité de connaissances apprises s'il devait se contenter de ses propres expériences. En pratique, il bénéficie considérablement des connaissances apprises déjà élaborées par l'ensemble du groupe humain et accumulées au cours des générations. Chaque être humain doit néanmoins pleinement assimiler ces connaissances culturelles une à une, et s'il le fait initialement par imitation, il le fait ensuite principalement par le discours. La rencontre avec le discours d'autrui présente exactement les mêmes caractères que la rencontre perceptive avec l'événement. L'être humain doit donc faire correspondre le "mot" d'autrui à une configuration perceptive apprise personnelle, puis plus tard aux "mots" antérieurement assimilés. En définitive, dans toutes les démarches cognitives, le mot et le discours apparaissent seconds dans notre analyse, traduisant toujours une expérience antérieure. Il nous semble donc que l'étude du discours, appréciant s'il est effectivement second, est un point essentiel de notre étude.

---

1. Historique.

Schrödinger semble suggérer (188) que le réalisme et l'objectivation du réel provient d'une décision de l'école milésienne. Cela nous parait peu probable. Les milésiens n'ont pas inventé l'attitude réaliste, pas plus qu'ils ne l'ont choisi en confrontation avec d'autres attitudes possibles. Ils ont simplement formalisé ce qui était une attitude spontanée et le demeure chez la plupart des humains. En revanche, il est fort probable qu'au cours de cette formalisation, il a été perçu un rapport immédiat dans l'élaboration cognitive, entre l'objectivation* du réel et la réification des idées. Or la science moderne abandonne la notion de substance, ce qui met en cause le réalisme des objets. Mais le réalisme de natures et le réalisme des objets, selon la terminologie anglo-saxonne, sont étroitement liés; les réserves concernant le réalisme des objets doit obligatoirement retentir sur le réalisme de natures et conduire à une analyse critique du discours premier.

Tout au moins dans sa forme réfléchie et analysée, le réalisme a une histoire intimement liée à l'histoire de la langue. Claude Hagège (077) insiste avec raison sur le rôle essentiel de l'écriture phonétique dans l'évolution de la pensée occidentale. Les écritures hiéroglyphiques ou idéographiques ont une tendance spontanée à conserver une valeur ésotérique, indépendante du langage parlé. Au contraire, l'écriture phonétique est un "miroir" figé dans le temps, du langage oral. Avec l'écriture phonétique, une véritable "réflexion" sur le discours oral devient possible. Les phéniciens avaient effectué l'essentiel de la création de l'écriture phonétique en créant l'alphabet consonantique, mais l'adjonction des voyelles par les Grecs facilita certainement une utilisation plus universelle du langage écrit, et sa confrontation au langage oral. Il en est dérivé la "réflexion" sur le discours, c'est à dire la logique qui a cristallisé, et donc véritablement figé, les mots, les concepts, les règles de composition. L'homme est devenu capable de conduire seul un raisonnement et s'est rendu indépendant du palabre. Mais de ce fait, les règles du discours ont paru avoir une valeur absolue et les mots, un sens précis et obligatoire. Le monde décrit par le discours est apparu lui-même figé hors du temps et strictement découpé en objets discontinus correspondant aux mots. Faute d'avoir compris cela, Parménide et Zénon d'Elée paraîtraient absurdes. Tout naturellement, le discours ainsi constitué a facilité une description du monde indépendamment des observateurs.

Les qualités même du discours et ses liens étroits avec le réalisme des objets ont considérablement favorisé des exagérations dans l'importance qui lui était accordé. A toutes les époques, est apparue la tentation du discours premier, voyant dans le langage l'origine de toutes les connaissances. En ce sens, la querelle des universaux est exemplaire car les penseurs de l'époque avaient bien pressenti tout ce qui pouvait se cacher derrière la valeur accordée aux mots. Si les mots concrets ne décrivent pas le monde en soi, à plus forte raison en est-il des mots abstraits qui sont tous dérivés de mots concrets par le raisonnement et la logique: tout l'univers de l'abstraction s'effondre si le mot n'a pas de signification ontologique. La question est donc d'importance.

2. Analyse critique du Discours premier.

Cette analyse doit être conduite sur les plans linguistiques et sémantiques.

2.1. *La critique sur le plan linguistique*.

Affirmant que les mots n'ont pas de sens mais seulement des emplois, Saussure fut le premier à miner le réalisme sur le plan linguistique. Saussure s'attaquait seulement au signifiant, sans analyse du signifié, mais en soulignant l'arbitraire du signifiant, il préparait une analyse critique sur le plan du signifié.

2.2. ***La critique sur le plan conceptuel***.

Abélard avait tout à fait raison, qui condamnait les excès du nominalisme et affirmait que les mots et les concepts qu'ils recouvrent ont une existence réelle dans l'entendement humain. Gassendi suggérait implicitement que les mots sont construits par l'homme, à partir des sensations. Ces auteurs furent peu suivis et il est probable que la crise du réalisme en physique a fait beaucoup pour une reprise critique de la valeur du discours. Korzybski a publié son oeuvre majeure sur ce point en 1933 mais il dédit cette oeuvre entre autre à N. Bohr, W. Heisenberg et E. Schr”dinger, ce qui montre à quel point il a pu être influencé par les théories de la mécanique quantique.

2.2.1. ***La Réalité, l'Activité mentale et le Langage sont trois mondes* distincts qui ne communiquent qu'imparfaitement entre eux.*** Korzybski est à l'origine de l'aphorisme " La carte n'est pas le territoire ", correspondant du reste à une expérience personnelle douloureuse durant la première guerre mondiale. Mais ce n'est pas seulement la carte qui diffère du territoire, c'est encore la représentation mentale du territoire qui diffère à la fois du territoire et du mot "carte".

- les états d'âme, les sentiments intérieurs, les représentations mentales ne sont pas communicables en tant que tels et sont même indicibles. Seul le mot est discible mais la correspondance entre le mot et ce qu'il exprime est en partie indéterminée parce que le mot et ce qu'il désigne appartiennent à deux ensembles distincts. Le discours est donc le seul moyen de communication vraiment efficace entre individus mais il transporte avec lui obligatoirement équivoque* et ambigu‹té* même lorsque phonétiquement, il est parfaitement transmis.

- les mots n'ont pas de qualité, d'où cet autre aphorisme de Korzybski, " Le mot chien ne mord pas ". Mais Korzybski va sur ce point beaucoup plus loin que Saussure et ce qu'il désigne par le mot est le concept, le signifié. Ce n'est pas seulement le signifiant "chien" qui ne mord pas, le signifié "chien" ne mord pas davantage.

- le mot en tant que signifiant est évidemment réductible à une étiquette arbitraire. Mais ce qu'il représente en tant que signifié ou concept est une activité mentale intérieure et non directement une réalité extérieure ou une idée ayant une existence "en soi".

2.2.2. ***Le Mot, en tant que signifié, traduit un processus d'abstraction***. Korzybski (112) affirme que les êtres abstraits n'existent pas. En revanche, il reconnaît pleinement l'activité mentale d'abstraction et c'est cette activité que désigne le mot, qu'il soit abstrait ou concret. Il est cependant évident que le processus d'abstraction est tout particulièrement manifeste dans l'élaboration du concept abstrait.

D'une façon générale, abstraire consiste à mettre à part un ou plusieurs éléments d'une représentation ou d'une notion, et à négliger les autres éléments identifiés. Deux mécanismes d'abstractions fondamentaux peuvent être décrits :

- il peut s'agir de mettre en valeur un ou plusieurs éléments d'un objet ou d'une notion pour créer un modèle simplifié et mobilisable de l'objet ou de la notion.
- il peut s'agir de souligner un ou plusieurs éléments communs à une collection d'objets différents ou de notions différentes pour définir un ensemble en intention et en extension.
Korbyski considère que le mot concret et surtout le nom propre, relèvent du premier mécanisme, le mot abstrait du second.

L'interprétation de Korzybski concernant l'élaboration du mot abstrait est peu discutable. S'il est demandé à quiconque une définition d'un mot abstrait, la seule solution est une définition en extension, ou une définition en compréhension par appel à d'autres mots, abstraits ou concrets; très généralement, il est fait un appel conjoint à l'extension et à la compréhension. Dans tous les cas, s'il est possible de signifier un mot concret par désignation motrice, il est impossible de signifier un mot abstrait autrement qu'avec d'autres mots.

La linguistique diachronique et l'étymologie des mots abstraits fournissent des arguments supplémentaires à la thèse de Korzybski. L'étude des textes anciens, grecs ou sémites, soulignent la pauvreté du vocabulaire abstrait et la nécessité de faire appel à des métaphores concrètes pour exprimer les notions abstraites. Par la suite, le vocabulaire abstrait s'est enrichi mais par déviation du sens de mots concrets. Des métaphores furent cristallisées comme celle du souffle pour décrire l'esprit. Des suffixes ou préfixes accordèrent un sens plus abstrait à un mot concret comme pour la "sympathie", dérivée de la "douleur".

L'interprétation de Korzybski pouvait paraître plus problématique en ce qui concerne la formation des mots concrets se rapportant à ce qui nous semble un objet réel. Le fait est d'autant plus important que Korzybski voit dans ces mots concrets, le point de départ des processus d'abstraction qui génèrent les mots abstraits. En fait, les analyses de Schrödinger, largement confirmées par les données les plus récentes sur la perception visuelles justifient pleinement la position de Korzybski.

Lorsque Schrödinger montre que l'esprit doit agir pour isoler un objet de son environnement, il postule bien un processus fondamental d'abstraction dans cette démarche, retenant l'objet et négligeant arbitrairement les rapports d'environnement. Si le "découpage" de l'objet parait immédiat, cela est lié aux capacités des systèmes constitutionnels d'analyse perceptives, plus encore qu'à des particularités "per se" de l'objet; implicitement l'esprit ne prend pas en compte non plus les effets modifiants de sa propre démarche. Il apparaît aujourd'hui que ce point de vue de l'objectivation* du réel est largement confirmé par une meilleure connaissance des processus perceptifs. Comme nous l'avons vu, nous ne percevons pas l'environnement mais les modifications produites par cet environnement sur nos structures d'interface. Sur ces données d'interface, les mécanismes constitutionnels de perception accentuent considérablement, si même ils ne les créent pas, les frontières de l'objet. De nombreux travaux neurophysiologiques démontrent l'existence d'une accentuation artificielle des contours. Nous percevons donc, par abstraction, les objets comme plus individualisés qu'ils ne le sont réellement. Un premier niveau d'abstraction est donc bien à l'origine de toute représentation mentale d'un objet. C'est cette abstraction et non "l'objet" que désigne le mot concret. Le mot concret ne peut donc naître qu'après l'objectivation* effectuée à partir d'une représentation perceptive.

Il est alors possible de suivre les analyses de Korzybski sur l'origine très générale des mots, analyses qui se superposent du reste à celles que propose G. Miller ou même J. Piaget dans " Le langage et la pensée chez l'enfant ".

- les premiers mots assimilés caractérisent des objets habituels dont l'image mentale a été préalablement établie. Ils traduisent également la représentation que se fait l'enfant de ses propres actions, des " schèmes généralisés " dit Piaget, qui peuvent s'appliquer à des circonstances variables. Ces mots traduisent donc un premier niveau d'abstraction. A ce niveau élémentaire d'abstraction, l'étiquette verbale peut être plus ou moins choisie par le sujet qui l'utilise mais elle peut également être suggérée par l'entourage social.

- partant des objets, des actions ou des mots eux-mêmes, un nouveau processus d'abstraction isole des points communs à plusieurs objets, plusieurs actions ou plusieurs mots. Ainsi se définit un deuxième niveau d'abstraction, des abstractions sur abstractions. Dans quelques cas, le responsable originaire de l'abstraction crée un mot ou un dérivé nouveau pour la caractériser. Dans la plupart des cas, l'abstraction et le choix de l'étiquette verbale sont dissociés et nous verrons plus loin qu'il y a un risque d'erreur dans cette dissociation. L'abstraction est bien le fait du sujet mais il emprunte dans le discours qu'il entend autour de lui, l'étiquette verbale qui lui paraît correspondre à l'abstraction qu'il a effectué. Il est manifeste que ces étiquettes verbales du corpus social se sont accumulées à partir de créations originales individuelles.

- des niveaux plus élevés d'abstraction peuvent être établis de la même façon, à partir de niveaux inférieurs. Il faut reconnaître que le mot devient alors lui-même plus immédiat, plus prégnant que l'ensemble des processus opératoires d'abstractions qu'il traduit. Le risque de dérapage réaliste devient particulièrement important.

Au total, la formation et la signification des mots dans leur valeur de concept ou de signifié, peuvent ainsi être aisément expliquées. Cette explication vaut aussi bien pour le vocabulaire existant d'une culture que pour la compréhension progressive de ce vocabulaire par tout individu au cours de sa croissance psychologique. Ce point de vue est évidemment en complète contradiction avec toutes les formes de réalisme de natures. Il condamne toute conception d'un discours premier et fait du discours la traduction d'une activité mentale ayant une signification propre, indépendante des mots qu'elle utilise. Nous pouvons admettre que tout concept est le résultat d'une construction effectuée initialement à partir d'analyses de données d'interface, éventuellement suivies par des étapes successives définissant des concepts emboîtés sur plusieurs niveaux. La référence première de tout concept est une expérience perceptivo-motrice ou un groupe d'expériences. En aucun cas, le concept n'est premier sur le plan de la signification.

2.2.3. ***La liaison entre l'Activité mentale et le Mot qui la désigne est asymétrique***. Korzybski fait remarquer qu'il n'y a pas de relation d'équivalence dans le langage habituel. Lorsque je dis "Médor est un chien", le verbe être ne traduit pas une relation d'équivalence puisque la relation n'est pas symétrique et qu'il m'est impossible d'accorder une signification cohérente à la phrase " Un chien est Médor ".

Si l'usage du verbe "être" est en l'occurrence abusive, ce n'est pas une explication suffisante car aucun autre verbe ne permet une relation d'équivalence. En fait, la nature même des mots explique l'asymétrie. Korzybski souligne ainsi la différence de nature entre le mot ordinaire et le concept mathématique courant. La relation d'équivalence existe pleinement dans les formules mathématiques disposées de part et d'autre du signe "égal". Ainsi, "(3 + 4)" et "7" sont effectivement équivalents et peuvent être substitués l'un à l'autre à tout moment. Cela vient du fait que 7, 3 et 4 sont totalement définis, au moins dans le cadre des opérations

d'addition ou de soustraction. Qu'il s'agisse du mot abstrait ou du mot concret, le mécanisme de formation explique en revanche que le concept ne puisse coïncider exactement avec ce qu'il désigne. En effet, l'abstraction néglige délibérément un certain nombre d'indices présents dans la réalité et absents dans le concept. Pour reprendre la façon de parler d'Aristote, le concept de genre néglige par définition les particularités d'espèces. Homo sapiens appartient au genre homo alors que la relation inverse est fausse.

2.2.4. ***La Multiordinalité et la fonction paramétrique du Mot.*** Il est bien évident que l'asymétrie de la relation linguistique est une source d'indétermination. Ce que Korzybski appelle la multiordinalité est également source d'imprécision.

- de nombreux mots, notamment les opérateurs logiques comme "et", "ou", "vrai", "faux", "cause", "effet", "relation", n'ont pas une signification bien précise lorsqu'ils sont isolés. Ils ne sont pas particuliers à un niveau d'abstraction mais acquièrent une signification particulière en fonction des termes auxquels ils s'appliquent et notamment en fonction du niveau d'abstraction dans lequel on les utilise. Pour cette raison, Korzybski qualifie ces termes de multiordinaux*. Il n'est pas certain que cette dénomination soit très utile mais en revanche, ces termes démontrent tout spécialement un fait essentiel : le mot acquiert en grande partie une signification à partir du contexte dans lequel il se trouve.

- cette multiordinalité est en fait une propriété très générale et elle est une source d'ambiguïté sur le sens d'un mot isolé. Ainsi, le mot "chien" peut désigner un objet de l'environnement dans la phrase : " Ce chien aboie ". Le même mot peut désigner une classe d'équivalence dans la phrase " Le chien est l'ami de l'homme ". Il peut désigner un sous-ensemble dans la phrase " Le chien est un animal domestique.
Il apparaît ainsi que le mot, aussi bien défini qu'il soit, peut présenter de nombreuses significations différentes. Korzybski compare le mot à une fonction algébrique contenant des relations et des paramètres définis mais également des variables qui peuvent prendre des valeurs différentes selon le contexte, donnant ainsi au mot des significations différentes. Cette description est superposable, croyons-nous, à celle de l'opposition entre structure et état.

- il existe au niveau d'un mot des éléments permanents et communs à tout utilisateur, définissant une structure.

- il existe des éléments variables qui traduisent autant d'états stationnaires possibles. La variabilité phonétique au cours de la prononciation est évidente mais n'a comme intérêt pratique que d'expliquer pourquoi le mot est aisément reconnaissable dans son identité alors même qu'il est prononcé de différentes façons. Beaucoup plus importante est la variabilité de sens qui fait qu'un même mot peut être porteur de significations différentes, ce qui traduit autant d'états possibles.

2.2.5. ***Le Mot, indissociable du Corpus sémantique global***. Un mot ne peut habituellement être signifié qu'à partir d'autres mots. Korzybski souligne le point mais il en considère principalement un côté limitatif et ne voit pas toutes les conséquences d'un tel constat. Si le mot n'est définissable qu'à partir d'autres mots, c'est en raison des liaisons de type hologrammorphique* entre le mot et le corpus sémantique global du sujet qui utilise ce mot. Un mot est une case dans un corpus qui le définit, autant que le corpus est réductible à un ensemble structuré de mots. Un exemple particulièrement probant peut en être trouvé dans un item de l'échelle d'intelligence de Weschler : "Pourquoi l'huile flotte-t-elle sur l'eau ?". La réponse correcte, "Parce que l'huile est plus légère que l'eau", donnée normalement vers 10

ans, résume pratiquement à elle seule, tout le corpus sémantique de l'enfant au même titre qu'elle résume toutes les connaissances physiques de cet enfant. Si on prend le fil conducteur des connaissances physiques, par exemple la conservation des volumes et des poids qui est impliquée, la compréhension réfléchie de la densité, de nombreux mots utilisés pour expliquer "flotte" ou "légère" vont renvoyer à tout le corpus sémantique de volume, poids, densité. Cela explique du reste la très grande valeur de l'item dans l'évaluation du développement cognitif.

Cette interréférence entre le mot et le corpus entier vaut tout autant sur le plan temporel. Faute d'un appel à la chronologie, beaucoup des enfants durant les années 70 ont pris le Moyen Age pour une région et non une époque. "1453" ne situe la prise de Constantinople qu'en fonction d'une référence à la naissance du Christ. La date n'a d'intérêt que d'affirmer la simultanéité avec la prise de Bordeaux, la postériorité par rapport à la bataille d'Azincourt ou l'antériorité par rapport à la bataille de Marignan. En définitive, se retrouve sur le plan du discours, ce que nous avons mentionné pour toute théorie (IX-C-4) : le fait n'est significatif qu'en fonction de la théorie globale qui le caractérise et la théorie globale n'est rien d'autre que la cohérence entre les faits.

2.2.6. ***Frontières phonétiques et conceptuelles, conventions et probabilités.*** Des analyses de l'école de Prague, reprises par N. Chomsky et M. Halle, il est possible de dériver l'idée que l'ensemble des phonèmes d'une langue résulte de la segmentation particulière en unités contrastées, d'un continuum unique, représenté par l'ensemble des émissions possibles du larynx humain; l'articulation de ces unités permet d'élaborer des étiquettes phonétiques bien contrastées et donc aisément reconnaissables. C'est donc un découpage particulier au sein d'un continuum qui génère les phonèmes significatifs d'une langue. Ce qui est caractéristique d'un phonème ne réside pas dans des particularités acoustiques absolues mais dans les frontières qui distingue ce phonème d'autres phonèmes. De nombreux découpages différents sont possibles du moment qu'est respecté le fait de produire un nombre raisonnable de segments aisément distingués les uns des autres et facilement articulables. Un nourrisson donné prononce au cours de sa deuxième année de vie, un nombre considérable de phonèmes différents et la pression sociale renforce le seul système phonétique du groupe; ce dernier système, confronté aux autres découpages phonétiques possibles, peut être considéré comme conventionnel.

Il nous semble que le même point de vue se retrouve pour expliquer le corpus linguistique au niveau conceptuel. Un corpus d'une langue particulière traduit un découpage original de l'ensemble quasi-continu des significations élémentaires dérivées du découpage perceptif, puis des données d'expérience. Ce sont des critères d'efficacité au sein du groupe qui valident et stabilisent un découpage particulier. Un concept n'est pas défini par une signification stricte mais par les frontières qui le séparent des autres concepts. Des corpus linguistiques différents effectuent des découpages différents et également efficaces au sein d'un même espace cognitif plus ou moins continu.

Les frontières étant en grande partie conventionnelles, il est facile de comprendre qu'elles ne sont pas immuables et favorisent une dégénérescence. Il nous parait important à ce propos de reprendre la notion de conventionnalisme proposé par H. Poincaré pour bien préciser le contenu d'un concept.

- pour H. Poincaré, les principes scientifiques sont des conventions, dont le choix est guidé par les faits expérimentaux, mais reste libre et limité seulement par la nécessité d'éviter la contradiction. Ces conventions permettent le développement d'un formalisme créateur et on

pourrait conclure que le formalisme est premier par rapport aux conventions qui ne sont que des moyens permettant l'activité formalisante.

- rejetant ce primat du formalisme, nous serions tenté de parler d'un découpage conventionnel plutôt que de conventions. C'est la mise en pratique d'un découpage qui valide ses aspects positifs et permet par approximations successives de l'orienter vers des précisions, mais aussi des corrections, qui l'améliorent tout en le remettant en cause à des degrés divers. Cette remise en cause peut finir par gommer presque complètement le découpage initial de la même façon que le découpage génotypique de l'œuf a peu à voir avec le découpage phénotypique du nouveau-né achevé.

Dans cette perspective, un découpage initial est bien conventionnel dans la mesure où de très nombreux découpages différents sont concevables et peuvent se révéler efficaces. En revanche, ce n'est pas l'application de règles sublimant la convention initiale qui est créatrice, mais bien la rétroaction réfléchissante sur un découpage mis en action. Ainsi, un corpus linguistique peut fort bien être initialement très imprécis; l'important est que ce corpus soit effectivement mis en pratique dans la description de l'environnement pour qu'il ait l'occasion de s'enrichir. Une telle description dynamique des ensembles conceptuels est évidemment aux antipodes du réalisme des espèces naturelles.

On peut encore insister sur le fait que le découpage initial que traduit un corpus linguistique a un instant donné, revient à attribuer une certaine probabilité pour un concept ou un groupe de concepts, de décrire efficacement une situation. A chaque instant, cette probabilité est fondée sur les évolutions et les expériences cognitives antérieures, et elle est modifiée par le succès ou l'échec de la traduction conceptuelle dans sa capacité à être prédictive.

2.3. ***L'Objectivation abusive des Idées***.

L'asymétrie de la relation entre le mot et ce qu'il désigne, la multiordinalité doivent être considérées comme des causes non exclusives de la variation du sens des mots. Les conséquences sur la valeur du discours sont évidentes. Inversement, nous avons quelques difficultés à accepter la relativité du discours. En fait, les analyses de Schrödinger sur l'objectivation*du réel s'appliquent intégralement au discours.

On peut qualifier d'objectivation des idées, le mécanisme du réalisme platonicien qui attribue une valeur "en soi" à l'idée, indépendamment de ses utilisateurs. Comme nous y avons insisté à plusieurs reprises, cette objectivation est spontanée. Pas plus que l'objectivation du réel ou réalisme des choses, l'objectivation des idées ou réalisme de natures n'a fait l'objet d'un choix initial par l'école milésienne et ses héritiers. En fait, cette objectivation s'impose spontanément du fait même du développement culturel et ontogénétique du langage :

- pour le créateur d'un mot nouveau, la relation avec le processus d'abstraction qui génère le concept est évidente. Mais le concept, une fois formé, survit à sa création. Dans les générations ultérieures, la mémorisation porte beaucoup plus facilement sur le concept que sur le mécanisme d'abstraction qui l'a généré. Ainsi, le mot se détache des circonstances de sa formation et acquiert une signification par lui-même. L'extrapolation qui conduit à accorder une valeur ontologique au mot est évidemment très facile. Une fois de plus, le réalisme paraît initialement s'imposer et seule la réflexion permet d'en découvrir les défauts et les excès. C'est

ainsi seulement en 1953, après deux millénaires de pratique logique, qu'une "réflexion" permet à W.V.O. Quine de préciser qu'il ne peut exister de jugements authentiquement strictement analytiques.

- le mode de développement du langage favorise l'objectivation* des idées. Le petit enfant peut véritablement créer des mots. C'est ce que Piaget appelle le langage subjectif auquel il a donné initialement beaucoup trop d'importance. L'enfant découvre probablement simultanément qu'il est possible d'attribuer une étiquette verbale à une abstraction et que le langage de son entourage est porteur de signification. Tout naturellement, il va emprunter à la langue maternelle les étiquettes verbales qui qualifient ses abstractions. Il va donc être tenté d'attribuer au mot la valeur de l'abstraction qu'il désigne; inversement l'existence qu'il sait préalable du mot, tend à lui faire penser qu'il a "retrouvé" une abstraction plus qu'il ne l'a créé. Bien s–r, une telle démarche est simplement implicite mais le processus n'en renforce pas moins l'objectivation des idées.

Au total donc, tout explique une orientation spontanée vers l'objectivation des idées. La condamnation de l'objectivation du réel par Schrödinger vaut a fortiori pour l'objectivation des idées. Pourtant, s'il peut sembler difficile de rejeter formellement le réalisme de natures, au moins apparaît-il tout à fait possible d'expliquer autrement la formation des idées et du langage, donc de considérer comme cohérent le rejet du discours premier et contraignant.

2.4. ***La Relativité du Discours***.

Il est donc légitime de considérer le discours comme un moyen pratiquement indispensable pour construire des modèles de la réalité, mais il ne s'en suit nullement pour autant que ces modèles soient définitivement contraignants et que le discours soit le fil conducteur de la connaissance apprise. Il serait plus justifié d'affirmer que le discours est le moyen privilégié d'exprimer la connaissance apprise par ailleurs. Mais d'un autre côté, il est impossible de nier une action créatrice authentique du discours. Il est donc très important de préciser la marge étroite dans laquelle doit se situer le discours pour jouer son rôle, sans pour autant être cause par lui-même de déviations cognitives graves.

2.4.1. ***La Dégénérescence du Concept***. Etudiant la dégénérescence, nous avons vu combien le concept est imprécis, donc dégénéré. Nous n'y reviendrons pas si ce n'est pour insister sur le fait que les propriétés même du concept expliquent les propriétés du discours.

2.4.2***. L'influence du Contexte dans le Discours***. C'est une règle générale que nous avons déjà défendu à de nombreuses reprises et qui nous paraît indissociable de la théorie de l'autonomie, que l'indétermination d'un système est relative à son environnement. Obligatoirement un environnement défini diminue l'indétermination et crée une signification nouvelle ou tout au moins plus stricte : c'est le principe que nous avons rapproché de la néguentropie.

Ces notions s'appliquent manifestement au discours. Le rapprochement de deux concepts diminue l'indétermination de sens qui les marquait l'un et l'autre. "Anglais" a de nombreuses significations exclusives, pouvant désigner un homme, un langage ou l'origine d'un objet. "Meuble" a également de nombreux sens, comme substantif ou adjectif, de mobilier ou de mobilité. L'association "Meuble anglais" a en revanche un sens plus précis et plus restrictif que "meuble" car la proximité du mot "meuble" restreint les sens possibles du mot "anglais" et la proximité du mot "anglais" restreint les sens possibles du mot "meuble".

Comme toujours, le gain de sens est lié à la décroissance du nombre des possibles. Ce qui vaut pour le mot vaut également pour la phrase bien qu'à un moindre degré et la phrase est toujours ambiguë lorsqu'elle est sortie de son contexte verbal et existentiel.

Si le contexte du discours précise le sens du mot, il faut également prendre conscience que le contexte général précise le sens du discours. Même un message verbal supposé complet demeure plastique et dégénéré sur le plan de la signification. Il acquiert un sens plus précis dans le contexte cognitif global de l'orateur ou de l'auditeur. E. Andreewsky fait remarquer que l'aphorisme "Il vaut mieux donner que recevoir" n'a pas le même sens dans la bouche d'un évêque et dans celle d'un.....boxeur !! La dégénérescence explique que le discours ne peut constituer qu'une approximation des événements qu'il est sensé décrire.

2.5. ***Les conséquences de la Dégénérescence du Discours***.

De nombreuses conséquences, les unes favorables, les autres désastreuses, résultent de la dégénérescence du discours.

2.5.1**. *Le chaos déterministe***. Dès lors que le discours est partiellement dégénéré, il expose à l'erreur si cette dégénérescence n'est pas reconnue et cela d'autant plus que le discours est poursuivi. La succession de propositions découlant les unes des autres ne peut qu'accentuer l'indétermination initiale et le risque de conclusions erronées. Alors que chaque proposition nouvelle parait être une conclusion obligatoire de la proposition précédente, elle ne peut l'être totalement puisque chaque proposition est marquée d'une certaine indétermination empêchant toute certitude. C'est le mécanisme du chaos déterministe sur lequel nous avons déjà insisté. Le mécanisme est d'autant plus pervers que le sujet ne prend pas conscience de l'indétermination ou qu'il peut l'oublier dans la suite des propositions. En pratique, le discours autonome qui tourne sur lui-même est très fréquent et constitue une tentation permanente. C'est une forme particulièrement probante de l'autonomie fonctionnelle. L'histoire de la philosophie, notamment au travers de la scolastique démontre que l'appel à la logique formelle expose tout particulièrement à cette pathologie du discours, car la cohérence logique apparente donne des illusions de certitude.

2.5.2**. *La valeur du dialogue entre interlocuteurs***. Ce qui est sans remède lorsque nous nous tenons à nous même un discours poursuivi, peut au contraire être corrigé au cours du dialogue. Une dégénérescence apparaît obligatoirement lors de la transmission du discours entre deux interlocuteurs. Dès lors que le discours a plusieurs sens possibles, il n'y a aucune raison que l'interlocuteur qui reçoit le discours lui donne le même sens que l'interlocuteur qui l'a émis. Bien entendu, aucun des deux interlocuteurs ne peut être conscient de l'écart de signification. C'est alors la poursuite du dialogue qui peut accroître les écarts initiaux au point de les rendre perceptibles. C'est évidemment la condition nécessaire, et elle est suffisante si les interlocuteurs sont de bonne foi, pour effectuer une correction.

Le mécanisme ainsi décrit assure l'amélioration de la compréhension mutuelle d'un même message. Il est un cas quelque peu différent et au moins aussi important, qui est celui où le dialogue assure une confrontation entre deux individus apportant chacun un message original, mais ayant suffisamment de points communs pour que chaque message soit éclairé par la proximité de l'autre. Nous retrouvons ainsi le côté créateur de la symbiose* et la précision de la signification à partir du contexte.

2.5.3. ***Le dialogue avec l'environnement***. A priori, on pourrait être tenté d'opposer comme deux mécanismes cognitifs le discours et la vérification concrète expérimentale. En fait il n'en est rien. L'expérience est faite pour donner une réponse de véracité ou de fausseté à une hypothŠse construite par le discours. Le véritable sens du discours apparaît dans un circuit en boucle, dont le point de départ est un événement extérieur, le second temps est une réflexion générant une explication possible de l'événement, le troisième temps étant le contrôle de validité de cette explication.

2.5.4. ***La conceptualisation transférée et le principe de correspondance***. Une théorie scientifique est provisoire. Par ailleurs, elle influence, définit même le sens des mots qui servent à la décrire. Un problème apparaît donc lorsque les données expérimentales recueillies dans le cadre de l'application d'une théorie mettent en cause la validité de cette théorie. Il devient nécessaire d'élaborer une nouvelle théorie mais il n'existe pas de mots exacts pour désigner les nouveaux concepts qui se dégagent et qui accompagnent la nouvelle théorie. Force donc est d'utiliser les concepts de la théorie périmée pour formuler la théorie nouvelle, en en modifiant évidemment le sens. Hertz montre bien que Newton a effectué ce changement de sens mais il l'a fait sans en prendre conscience car les termes mêmes de longueur, de masse, de temps qu'il utilisait n'avaient guère été bien définis avant lui. Il en a été tout autrement avec les théories nouvelles de la relativité et de la mécanique quantique. N. Bohr et W. Heisenberg se sont concentrés sur ce problème, durant l'élaboration de la mécanique quantique et dans les quelque trente ans qui ont suivi. Ils avaient compris la nécessité de traduire le comportement nouvellement découvert de la particule élémentaire dans un langage qui était celui du sens commun et de la mécanique classique. Cela alors même que le comportement de la particule élémentaire ne s'intégrait pas dans les règles de cette mécanique.

D'aucuns ont reproché aux théoriciens de la mécanique quantique, tout spécialement à l'Ecole de Copenhague, de vouloir extrapoler les explications qu'ils proposaient pour leurs résultats expérimentaux à toute l'épistémologie. En fait, à la lecture des écrits de N. Bohr, W. Heisenberg et E. Schr”dinger, c'est plutôt la situation inverse qui prévaudrait. Ces auteurs ont pensé découvrir dans l'étude de la philosophie ou de la psychologie des problèmes identiques à ceux que posait la mécanique quantique et s'être inspirés des solutions antérieurement proposées. N. Bohr (024) effectue ainsi une comparaison avec les écrits bouddhiques qui insistent sur le problème de l'homme à la fois acteur et spectateur, sujet et objet de connaissance. N. Bohr insiste également sur une comparaison avec le discours de l'enfant, qui faute de logique, est conduit à associer des points de vue distincts pour mieux traduire sa pensée sur un point précis. W. Heisenberg (083) insiste sur le fait qu'il est impossible de décider et de faire conjointement une analyse des motifs de cette décision.

2.5.4.1. <u>Le point de vue de N. Bohr et W. Heisenberg</u>. Les difficultés épistémologiques propres à la mécanique quantique sont analysées ainsi par les auteurs dans leurs écrits :

- d'une part, il y avait nécessité de traduire en termes de langage scientifique, sinon vulgaire le résultat de leurs expériences, en allant au delà du formalisme mathématique, aussi exact et prédictif que soit ce dernier. Faute de quoi, il aurait manquer quelque chose à l'explication. La communication entre scientifiques n'aurait pu se faire par le discours. Les résultats de la mécanique quantique n'auraient pu s'insérer dans un système cognitif global. Il y aurait eu un hiatus entre la description du phénomène quantique et son résultat pérennisé qui lui, appartenait à la physique classique.

- or d'autre part, il apparaissait impossible de faire rentrer dans le langage classique des données qui n'étaient pas prévues pour lui, notamment dans les domaines suivants :
a) les descriptions supposées étaient intraduisibles dans le domaine d'une représentation spatio-temporelle traditionnelle.
b) même si après la "révolution copernicienne" de Kant, il devient manifeste que la connaissance porte sur une apparence d'un objet ou d'une situation aux yeux du sujet, le phénomène de la physique classique est "découpé" dans l'environnement et il lui est reconnu une existence propre, et des propriétés idéalement au moins indépendantes de l'observateur; l'expérience effectuée dans la mécanique quantique ne peut entrer dans ce cadre.

Vis à vis de ces incompatibilités, N. Bohr et W. Heisenberg proposent des solutions très voisines entre elles et faisant davantage appel à une analyse du discours qu'à la création d'une logique originale :

- la première nécessité est le refus du réalisme de natures. W. Heisenberg souligne ainsi clairement que le langage s'est construit dans les temps "préhistoriques" autour d'une traduction de l'expérience au contact de l'environnement. Ce que le langage traduit n'est donc pas l'environnement mais la façon dont l'homme perçoit et conçoit l'environnement. Le langage a évolué avec les conceptions humaines sur l'environnement, expliquant notamment l'apparition d'un langage proprement scientifique, dégagé du langage vulgaire. A la suite de la théorie de la relativité restreinte, une certaine évolution du langage s'est déjà dessinée et W. Heisenberg fait remarquer que l'usage de termes comme "simultanéité" ou "contraction" devient peu à peu conforme aux théories nouvelles; le langage n'est cependant pas encore adapté à la traduction des résultats de la mécanique quantique.

- le "phénomène" doit être entièrement redéfini. Les cas où l'emplacement spatial du phénomène n'a pas d'incidence sur son déroulement temporel sont des cas limites qui ne peuvent être généralisés. Il en est de même pour le phénomène décrit pour lui-même, indépendamment des conditions dans lesquelles il est observé. Très normalement, le "phénomène" de la mécanique quantique échappe aux conditions limites et approximatives des études de la physique classique. Par ailleurs, le phénomène de la mécanique quantique est un phénomène "clos", non reproductible. Il est perçu par une trace "après coup", sur une photographie ou dans une chambre à bulles, trace qui est traduisible en termes de langage classique mais qui n'est reliée que de façon probabiliste au phénomène lui-même. Le phénomène est à la fois "unique" dans son déroulement et non entièrement traduit par son résultat. Ainsi apparaît "l'ingérence probabiliste" selon l'expression de W. Heisenberg. Le résultat de l'expérience est totalement défini mais il traduit seulement une "tendance", une "propension" dira plus tard K. Popper. W. Heisenberg établit une comparaison avec la "puissance" aristotélicienne opposée à l'acte réalisé.

- ce qui vaut pour le phénomène vaut tout autant pour l'objet. L'objet concret habituel, ayant une existence et des propriétés en dehors des circonstances qui le mettent en évidence, n'est également qu'un cas limite, valable seulement à l'échelle de l'expérience humaine perceptive et directe. En mécanique quantique notamment, l'objet ne présente pas cette indépendance et il est dessiné secondairement par la convergence des résultats expérimentaux. Les résultats étant probabilistes, l'objet ainsi dessiné devient lui-même un être probable, en puissance plutôt qu'en acte, et il traduit seulement une certaine permanence, une certaine régularité de la relation entre l'observateur et le champ observé.

- il devient indispensable de faire une place à l'indécidabilité à côté de la connaissance et de l'ignorance. Certains caractères ne sont pas "ignorés" mais il est impossible de préciser s'ils sont présents ou absents. En terme plus simple, se trouve définie une limite théorique au connaissable.

- puisque le phénomène quantique n'est pas exprimable dans le langage classique, il faut en trouver une "correspondance" qui soit descriptible. Apparaît ainsi la nécessité d'un langage métaphorique qui assure une traduction conceptuelle, appauvrie et seulement partiellement fidèle, du formalisme mathématique précisant un phénomène.

- cette description métaphorique a ses limites et ne peut avoir l'ambition de décrire un phénomène dans tous ses aspects. Apparaît alors la nécessité du principe de complémentarité* : plusieurs aspects complémentaires d'une même entité doivent être décrits en complète indépendance l'un de l'autre et en fonction des expériences qui les mettent en évidence. Ainsi certaines expériences vont souligner l'aspect discontinu et corpusculaire de l'électron tandis que d'autres expériences vont révéler un aspect continu, ondulatoire de ce même électron. Certaines expériences vont préciser les paramètres spatio-temporels situant l'électron, à défaut d'une connaissance sur ses caractéristiques énergétiques. Inversement, d'autres expériences vont permettre de définir les paramètres énergétiques d'un électron, mais alors sans pouvoir préciser sa localisation dans l'espace et le temps. Une même réalité doit être ainsi décrite sous plusieurs aspects indépendants l'un de l'autre.

2.5.4.2. Le point de vue de M. Mugur-Schachter et de R. Vallée. M. Mugur-Schachter a repris une approche comparable, qu'elle a dénommée la conceptualisation transférée* puis la conceptualisation relativisée, qui est essentielle à l'évolution des théories et qui ne peut se concevoir que dans le cadre de la dégénérescence du mot. En fait, Mioara Mugur-Schachter reprend en grande partie les thèses de Jean Ullmo sur la variation des concepts : "Les concepts changent, les concepts évoluent. Ces points fixes où s'ancre (n.b. temporairement) la pensée sont emportés avec le flux de la connaissance." Mais Mioara Mugur-Schachter introduit des notions complémentaires. La conceptualisation relativisée place ainsi au départ de tout discours quel qu'il soit :
- des opérateurs de découpage qui définissent des "objets" délimités au sein d'un espace d'observation.
- des opérateurs qualifiants ou "regards" qui signifient les aspects des entités définies dans l'espace d'observation.
- nous avons vu (VIII-1) qu'il était indispensable d'associer aux opérateurs de découpage décrits par M. Mugur-Schachter (138), des opérateurs de groupement ou d'assemblage reliant entre eux les éléments découpés, et distincts d'opérateurs inverses des opérateurs de découpage. De même, il existe des liens obligés entre opérateurs de découpage et de regard.

Les analyses de M. Mugur-Schachter retrouvent les belles études de R. Vallée (212) définissant des opérateurs d'observation :
- opérateurs de type A qui assurent un découpage de l'espace d'observation
- opérateurs de type Z qui définissent des fréquences spatiales ou temporelles, des filtres, et correspondent au "regard".
Bien que nous n'ayons pas les compétences mathématiques pour porter un jugement, il nous semble important d'insister sur le fait que "regard" et observateurs Z ne peuvent toujours, au moins dans une première approche, être purement définis en termes spatio-temporels et qu'il est indispensable d'introduire des particularités liées à la variété des neurones sensoriels et à la

nature des mécanismes d'intégration sensorielle, notamment dans le domaine de l'olfaction, du go–t, de la nociception.

Ainsi tout concept a un emploi relativisé aux opérateurs qui le précèdent. Mais pour notre propos, il parait essentiel de souligner que pour les exigences de la communication, de mêmes concepts verbaux, signifiants et signifiés, doivent être utilisées avec des découpeurs et des regards différents. C'est une obligation pour le principe de correspondance* mais aussi pour la transmission d'une information entre interlocuteurs qui n'ont pas découpé le monde exactement de la même façon, qui portent sur ce monde un regard partiellement différent. Seule la dégénérescence du signifié peut répondre à cette obligation.

Apparaît ainsi un discours avec des propriétés très spéciales. Il peut décrire un phénomène en termes d'un langage classique alors même que le phénomène décrit échappe au cadre de la physique classique. Les termes empruntés au domaine classique ont été transférés sur une description qui, dans sa globalité, échappe aux théories qui ont conduit à définir ces termes. Il se dessine bien une conceptualisation transférée*, les termes de description étant par nécessité empruntés au langage existant pour décrire des données qui ne correspondent pas au monde décrit par ce langage.

2.5.4.3. Le discours relativisé. Une situation identique à celle de la mécanique quantique se retrouve chaque fois que les données établies et conceptualisées dans un domaine scientifique particulier sont transférées dans un domaine différent. Le concept de néguentropie* par exemple ou celui de structure dissipative* n'ont pas le même contenu dans le domaine physico-chimique originel et dans celui de l'analyse systémique. Le transfert nous semble cependant extrêmement positif, porteur de bisociations* très stimulantes pour l'évolution des idées.

La situation de la mécanique quantique nous parait tout à fait comparable à ce qui s'est produit dans l'analyse factorielle de la personnalité humaine. Des "dimensions" ont pu être définies, dégagées à partir de corrélations et ne correspondant à aucun terme psychologique antérieurement précisé. Force a été d'utiliser le principe de correspondance* en utilisant des termes approchés et surtout le principe de complémentarité* en décrivant plusieurs facettes indépendantes d'une même dimension de personnalité.

2.5.4.4. La "mesure" de l'intelligence. La mesure de l'intelligence par les tests mentaux illustre tout spécialement l'application implicite de la conceptualisation relativisée et du principe de complémentarité*. Jusqu'aux travaux inaugurés par F. Galton et A. Binet, l'intelligence était définie de façon assez vague, comme une "faculté de comprendre" selon la définition de Littré; un individu intelligent était de même un individu capable de concevoir et de comprendre. Nous pouvons seulement supposer qu'implicitement, l'intelligence traduisait la compréhension de problèmes très différents les uns des autres et qu'elle qualifiait un individu par confrontation avec les capacités d'autres individus. Peu à peu, l'intelligence est devenue "ce que mesure les tests", selon l'affirmation même d'A. Binet. C'est un noyau commun qui se dégage lorsque les résultats à des épreuves aussi nombreuses et différentes que possibles, sont confrontés entre eux:

- c'est la corrélation très forte entre les résultats à la somme d'une moitié de nombreuses épreuves différentes avec la somme des résultats à l'autre moitié qui spécifie l'intelligence et justifie le terme. Cette corrélation est beaucoup plus élevée (.97 dans le test de Weschler pour adulte) que la meilleure corrélation de fidélité obtenue en confrontant les

résultats aux deux moitiés d'une épreuve unique (.90 pour le même test). Ainsi, une nouvelle définition de l'intelligence apparaît, distincte de la conception initiale. Elle obéit totalement au principe de complémentarité* puisqu'elle se dégage progressivement de la comparaison entre des résultats entre des approches aussi distinctes que possible les unes des autres.

- aussi bien la notion d'intelligence en général que la caractérisation de l'efficience d'un individu, sont des "objets" de connaissance qui sont totalement construits, se dégagent peu à peu des résultats expérimentaux et n'ont pas d'existence préalable à ces résultats.

- c'est encore la confrontation des résultats qui a permis de définir une intelligence générale centrée sur une capacité de raisonnement, un facteur verbal traduisant probablement la qualité de fonctionnement des aires cérébrales de perception auditive, un facteur visuo-spatial traduisant de même l'efficience de l'analyse perceptive visuelle.

2.5.4.5. La conceptualisation relativisée de l'enfant. Il faut encore remarquer que la conceptualisation transférée* traduit au plus haut niveau, ce que fait obligatoirement l'enfant au cours de son développement cognitif. Le mot présenté par le discours de l'adulte doit trouver sa place dans le système cognitif de l'enfant, justement différent et plus élémentaire que celui de l'adulte. C'est par étapes successives que le mot acquerra chez l'enfant, le sens qu'il a chez l'adulte. Ainsi dans le concept de règles morales de l'enfant de quatre ans, le mot "paresseux" ne peut porter qu'un sens péjoratif sans précision puisque le sens de l'intention n'est pas acquis: paresseux est alors synonyme de "méchant". Par la suite, "paresseux" est rattaché à l'activité scolaire et comme l'intention n'est toujours pas perçue, "paresseux" est défini comme "celui qui ne sait pas lire". C'est un peu plus tard qu'apparaît la définition "ne veut pas lire", puis ensuite "ne veut rien faire". Les tests de Binet-Simon montrent que la distinction paresseux/oisif qui définit vraiment ces deux termes n'apparaît qu'à l'adolescence. Ainsi se manifestent pleinement la nécessité et le mode d'action de la dégénérescence du discours : comme pour toute stratégie, le mot doit d'abord être effectivement utilisé avec une valeur très approximative avant d'acquérir une signification plus précise.

En définitive, si la pensée de la mécanique quantique a pu paraitre confuse, cela est d–e à ce qu'elle ne pouvait être intégrée dans une approche de réalisme de natures. En revanche, il est manifeste qu'il n'y a pas de contradiction entre la pensée quantique et le discours second que nous avons tenté de décrire. La mécanique quantique a obligé à une prise de conscience sur le sens de la connaissance, qui tendait à se préciser en dehors d'elle et notamment dans l'approche constructiviste: l'objectivité ne doit pas être déduite mais construite peu à peu, l'objet ne doit pas être découvert mais défini par une succession de résultats au contact de l'environnement. Le gain d'objectivité traduit la capacité d'intégrer l'objet de connaissance dans un système cognitif cohérent qui dépasse la connaissance de ce seul objet.

Sur le plan proprement dit du discours, il faut évidemment que celui-ci ne soit pas premier mais "relativisé" vis à vis d'une activité cognitive qui découpe et recombine les données selon un mode qui lui est propre. C'est justement le "découpage" spontané effectué par les systèmes perceptifs constitutionnels qui crée l'illusion du réalisme de natures. On comprend alors le point de vue de Korzybski affirmant que l'identité de combinaison structurelle est le seul point qui puisse réunir une description de l'environnement, une approche perceptive et une traduction verbale. La connaissance apprise prend peu à peu son véritable caractère qui est d'être purement opératoire, tout en se rapportant primitivement au découpage perceptif et se transmettant au travers de métaphores perceptives ou de signes perceptifs arbitraires. La représentation des expériences les plus complexes peut certes se faire

totalement par un formalisme mathématique ésotérique, il est néanmoins souhaitable de dépasser ce formalisme; cela ne peut se faire que par un discours compréhensible par tous. Ce discours ne peut être identique aux résultats d'expérience que sur le plan opératoire mais il doit inclure par nécessité pour être compris, un "tout se passe comme si" métaphorique.

Un tel emploi du disours conduit inéluctablement à la dégénérescence de la traduction conceptuelle: il est indispensable que les concepts soient incomplŠtement déterminés et plastiques pour se prˆter à tous les transferts de signification :
- le concept et le mot qui le désigne doivent associer un noyau défini pour amorcer une communication et une partie modifiable pour permettre une variété et une évolution dans la signification.
- un concept ne peut correspondre qu'à une facette d'un phénomène et donc des concepts distincts sont indispensables pour optimiser la description d'un phénomène.
- la plasticité des mots ou le principe de dégénérescence permettent seuls aux mêmes mots de décrire un appareillage expérimental traditionnel et des objets purement statistiques, progressivement dégagés par l'accumulation et la confrontation de résultats expérimentaux.

2.5.5. ***La valeur créatrice du Discours, le Faux, le Vrai et le Possible***. La dégénérescence explique la valeur créatrice du discours, valeur créatrice qui n'est pas obligée mais qui est habituelle. Si nous imaginons deux nombres suffisamment grands pour être inhabituels et que nous les rapprochons de part et d'autre du signe "+", nous ne créons pas de sens nouveau. Chaque nombre conserve pleinement la valeur qu'il avait isolément. Lorsque le discours manipule des "objets" mathématiques incomplètement définis, l'effet de création est déjà beaucoup plus marqué. Il en est ainsi lorsqu'un nombre "i" est supposé tel que "i" au carré est égal à moins 1. Il en est de même lorsque Hamilton imagine une multiplication non commutative. L'histoire des mathématiques montre que de telles créations, considérées initialement comme des curiosités, se sont révélées extrêmement utiles par la suite.

La situation est cependant tout autre avec les concepts concrets ou les concepts abstraits qui en sont dérivés. Le discours permet des rapprochement qui ne peuvent s'effectuer dans la réalité des objets désignés. Dès lors, le discours est créateur de significations qui lui sont propres. Mais inversement, les rapprochements du discours ne sont créateurs qu'en raison de la dégénérescence des concepts. Si les concepts n'étaient pas dégénérés, leur rapprochement n'apporterait pas de sens nouveau dans la phrase et le dialogue n'ouvrirait pas à une rétro-action sur le sens réel du message adressé.

Si nous faisons une comparaison entre le discours dans son aspect global et la logique, nous pouvons constater que la logique retrouve et précise des significations existantes, plus qu'elle ne crée de significations nouvelles; le discours en revanche est réellement créateur de sens chaque fois qu'il rapproche deux significations antérieurement indépendantes, chez un même individu ou deux interlocuteurs. Du fait de la dégénérescence, le discours rapproche des concepts concrets ou abstraits nécessairement porteurs d'indétermination. Le rapprochement de concepts ou de propositions partiellement indéterminés diminue l'indétermination, a un effet néguentropique* et est donc authentiquement créateur. Un discours poursuivi est ainsi réellement source de connaissances lorsqu'il "révèle" une notion, même si elle paraît après coup avoir été incluse dans les prémisses, mais seulement sous une forme latente. On ne saurait nier la valeur fondamentale du déroulement du discours dans la mise en place ou l'application d'une théorie cognitive. Comme la logique dont il est la traduction, le discours est un guide dans la complexité des systèmes cognitifs.

Initialement, le discours créateur peut être considéré comme imaginaire. Il décrit un monde à la fois nouveau et sans réalité. L'introduction secondaire d'un contrôle conduit à préciser la valeur de cette création, conduisant à déclarer le discours faux ou vrai.

- le contrôle est d'abord celui de la logique et de la cohérence* interne. Il permet de passer de l'imaginaire au possible ou logiquement cohérent. La logique est régulatrice et non créatrice.
- le contrôle est ensuite expérimental en organisant secondairement un réel en conformité avec l'imaginaire. Si le résultat escompté n'est pas obtenu, il devient possible de dire que l'imaginaire du discours ne correspondait pas à la réalité et qu'il est faux. Si au contraire, le résultat escompté est obtenu, le discours ne peut être affirmé absolument "vrai" mais du moins, il est authentiquement créateur, ayant permis une meilleure description de la réalité.

Toutes ces notions essentielles pour une théorie de la communication s'appliquent également à l'intérieur d'un même discours et dans la confrontation entre les discours de deux interlocuteurs. L'imaginaire d'un individu s'enrichit au contact de l'imaginaire d'un autre individu, introduisant des points de vues nouveaux et réalisant une création. Mais de plus, la confrontation des points de vues communs et différents entre interlocuteurs fait apparaître un effet régulateur bien supérieur à ce dont est capable un individu limité à sa propre appréciation.

2.5.6. ***Discours, stratégie et pensée complexe***. F. Jacob souligne l'envahissement du discours scientifique par la notion de hasard, au cours du XIXème siècle. La thermodynamique statistique et l'explication de la variation génétique sont deux exemples probants. Mais il y a deux façons de concevoir le hasard. On pourrait y voir l'action authentique d'un démiurge qui "jouerait aux dés"; l'invocation d'une variable cachée pour expliquer l'indétermination quantique relève d'un tel point de vue. L'autre conception est beaucoup plus modeste, le mot de hasard recouvrant tout simplement notre ignorance, notre incapacité à expliquer les fluctuations microscopiques au sein d'un phénomène macroscopiquement défini. Le concept de hasard devrait être synonyme de "je ne sais pas" ou "je ne peux pas savoir". Le concept de hasard est alors transposé, ne qualifiant plus l'environnement mais notre connaissance de cet environnement. Il nous semble que cette seconde conception est seule raisonnable. Aujourd'hui, c'est la complexité qui est à la mode et nous sommes personnellement tenté d'établir la même distinction entre deux points de vue, et le même choix que pour le hasard.

2.5.6.1. <u>La définition de la complexité</u>. Nous avons eu la curiosité de retracer l'évolution récente de la notion de complexité. Selon le Littré, est complexe, ce qui est multiple; est compliqué, ce qui a eu des éléments surajoutés et par extension, ce qui est difficile à comprendre. Shannon ne spécifie pas véritablement la complexité. En 1968, A. Molès (132) la définit comme une quantité d'information interne: le nombre de questions à réponse oui/non posées adéquatement qui définiraient les relations respectives des éléments sans ambigu‹té; par ailleurs, l'auteur oppose une complexité structurelle et une complexité fonctionnelle. En 1976, le Webster souligne une extension de sens comparable à ce qu'indiquait Littré pour la complication : est complexe, ce qui est fait de nombreuses parties mais les interactions nombreuses entre ces parties entraînent des difficultés de compréhension. Complexe est relié à des "synonymes" au sens quelque peu différent :
- compliqué, qui rejoint la double définition de Littré,
- intriqué, ce qui est difficile à comprendre en raison d'interconnections difficiles à évaluer,
- embrouillé, très difficile ou impossible à comprendre.

Il nous semble qu'au point de départ des usages actuels, il y a la définition d'Ashby en 1958 qui insiste pour définir la complexité sur l'hétérogénéité des parties et la richesse des interactions entre ces parties. Paradoxalement, Ashby réunit ce que Linschitz avait dissocié cinq ans plus tôt en opposant une complexité structurale liée au nombre des éléments différents et une complexité fonctionnelle traduisant la richesse et la diversité des interrelations entre ces éléments. Il est de fait qu'a priori, la complexité fonctionnelle doit croître avec la complexité structurale. Nous pensons que sur ce double schéma est venu se greffer l'idée que la nature même des interrelations intervenaient et que la complexité s'accroissait lorsque les liaisons évoluaient en se compliquant (au sens original du terme) dans le temps. Un système complexe devient alors un système fortement hétérogène, présentant un réseau d'interrelations internes entre élément, à la fois très riche et variable en fonction du temps, avec de nombreux effets récursifs, ce qui rend très difficile une description.

2.5.6.2. Le discours complexe. Pas plus que pour le hasard, il n'y a de sens à placer la complexité au cœur des phénomènes étudiés. C'est en effet le sujet qui décide de l'étendue du champ d'un problème et du niveau de précision souhaité. Toute étude d'un événement peut être élargie ou approfondie à un niveau o— la complexité et l'appel au hasard s'imposent. La complexité dans l'environnement est tellement omniprésente qu'elle devient triviale. C'est donc au cœur du discours explicatif qu'il faut situer l'intérêt du concept de complexité comme celui du hasard. Il faut donc transposer la notion de complexité au système particulier que constitue le discours.

Le réalisme philosophique et l'adhésion complète à la logique bivalente ont donné durant longtemps l'illusion qu'il pouvait y avoir des discours "clairs", c'est à dire des discours ne comportant ni indéterminations, ni points en suspens, ni contradictions, ni même "indécidabilité". De ce fait, les défauts du discours étaient obligatoirement rapportés à la maladresse ou à l'ignorance de l'orateur. En fait, si les opérations de la logique bivalente sont effectivement "claires", du fait même du tiers exclu, les concepts sur lesquels portent ces opérations ne peuvent apparaître eux mêmes "clairs" qu'à la condition de croire en un réalisme radical. Si le réalisme, et plus spécialement le réalisme de natures est contesté, il devient manifeste que les concepts sont partiellement indéterminés et ne traduisent pas exactement le réel. Tout approfondissement du contenu du discours fera alors apparaître indéterminations, indécidabilités et contradictions. C'est le discours clair, la description simple du fait qui deviennent des illusions ou le résultat de profondes sophistications. G. Bachelard dit dans "Le Nouvel Esprit scientifique" qu'on ne peut bien élaborer le simple qu'après une étude approfondie du complexe. Nous nous permettons de penser qu'il n'y a pas grand sens à appliquer cet aphorisme au réel mais qu'il vaut pleinement pour le discours.

A notre avis, la profonde particularité, mais aussi l'intérêt considérable de la pensée complexe, est tout simplement de reconnaître l'impossibilité d'un discours "clair" à traduire le réel. En effet, l'ouverture du discours à la complexité est en elle-même élémentaire : elle consiste à dénommer par une étiquette signifiante un algorithme signifié qui traduit une complexité sans pour autant parvenir à l'analyser. C'est notamment l'appel au mot "hasard" pour introduire l'inexplicable dans le discours. Mais les concepts ainsi formés se heurtent entre eux au sein du discours qui les contient, sans possibilité de compromis ou d'organisation stable. Il apparaît donc au sein du discours une complexité de deuxième ordre qui marque les contradictions, les indéterminations, les indécidabilités dans les relations entre concepts.

En ce sens, et c'est la grande force du discours, tout devient discible et peut être véhiculé par le discours. Mais le risque considérable, de nature réaliste, est que les algorithmes ainsi construits soient réifiés. On commence par utiliser le terme d'infini pour exprimer qu'il est toujours possible d'ajouter 1 à un nombre aussi grand soit-il, de prolonger une ligne aussi longue soit-elle; inversement de diviser en deux tout point, toute quantité aussi petite soit-elle. Puis, une fois le concept d'infini créé, on accorde une réalité à l'infini, ce qui est évidemment un non sens.

Ainsi le temps le plus important et le plus intéressant de la pensée complexe est celui de la prise de conscience des démarches effectuées pour construire le discours complexe, ce qui revient en premier lieu à un rejet systématique de tout réalisme de natures. La pensée complexe est d'abord celle qui reconnaît et intègre la contradiction irréductible, qui accepte qu'un concept intègre quelque chose d'inconcevable ou résume purement et simplement une indétermination ou une contradiction, qui définit un indécidable à côté du connu et de l'ignoré. Au total, les notions mêmes de discours premier et de discours complexe sont antinomiques puisque le propre du discours complexe est d'utiliser des concepts provisoires créés dans le seul but de reproduire une incomplétude foncière et de tenter de la réduire, faisant alors disparaître les concepts devenus inutiles.

La pensée complexe ainsi définie ne se conçoit donc pas dans une approche réaliste. Elle devient en revanche un élément de progrès essentiel dans une perspective utilitaire et constructiviste, ayant construit une dégénérescence dans un premier temps, et s'efforçant de réduire cette dégénérescence par la suite.
- elle permet la "mise entre parenthèse" de données inconcevables ou indécidables pour supprimer temporairement des problèmes insolubles et poursuivre malgré tout un raisonnement cohérent,
- elle permet, en les nommant, de rapprocher les contradictions, les indéterminations, créant la dialectique ago-antagoniste chère à Elie Bernard-Weil (018) ou la bisociation* de Koestler. Elle détermine ainsi des problèmes nouveaux, des questions nouvelles, ce qui est la condition première d'une solution ultérieure.

2.5.6.3. Pensée complexe et stratégies. On peut remarquer qu'une pensée complexe ainsi définie est apparue bien avant l'époque actuelle. Le terme d'infini utilisé par les grecs est, nous l'avons vu, un exemple manifeste de pensée complexe, où cependant la prise de conscience de la démarche complexe n'était pas totale (mais on peut se demander si elle l'est bien chez Cantor). En fait, la pensée complexe reproduit exactement les caractères de la stratégie tels que nous les avons définis (X-C). Par définition, la stratégie assure une présentation comportementale simplifiée en renonçant aux explorations tactiques approfondies, ce qui revient à accepter l'indéfini, l'incertitude, l'imprécision. Or nous l'avons vu, le mode stratégique est le mode privilégié de fonctionnement mental. Encore fallait-il en prendre conscience car la reconnaissance des imperfections d'une stratégie optimise considérablement son emploi.

2.5.7. ***Les Résistances dites inconscientes***. Les mécanismes sous-jacents aux résistances dites inconscientes sont ceux là mêmes qui expliquent le discours complexe, mais seulement lorsque la complexité est récusée. L'incomplétude de la plupart des discours, la dégénérescence omniprésente, explique qu'en l'absence de contrôle expérimental, il y a une genèse obligatoire de résistances dites inconscientes (XI-B) qui s'extériorisent au cours du dialogue. Chaque élément du discours faisant une référence implicite à tout le système cognitif d'un individu, la poursuite d'un dialogue fait obligatoirement apparaître des

désaccords qu'aucun des interlocuteurs ne peut expliquer logiquement. Cela parce chacun de ces interlocuteurs a comblé à sa façon et implicitement, sans en prendre conscience, tous les points laissés en suspens dans la structure du discours. Il devient impossible à l'orateur de justifier pleinement ses opinions. La tentation est alors grande pour chaque interlocuteur d'attribuer à son vis à vis, des motifs occultes de distorsion.

En fait, la structure même du discours, son indétermination expliquent que les désaccords traduisant les apparentes résistances inconscientes, ne sont qu'un aspect de la subjectivité obligatoire du discours. L'adhésion à une théorie "métaphysique" au sens de K. Popper conduit facilement, et de façon très souvent abusive, à évoquer des résistances inconscientes chez l'interlocuteur en cas de désaccord avec cette théorie. On serait alors en droit de s'interroger sur celui des deux interlocuteurs qui présente en fait les résistances inconscientes. En pratique, il est capital de voir dans les résistances dites inconscientes, une illustration du fait qu'il est possible de construire plusieurs discours cohérents et contradictoires, et qui apparaissent également possibles vis à vis d'une même situation. La contradiction des résistances inconscientes rejoint ainsi le principe de complémentarité* de N. Bohr.

2.6. *Discours, Rationalité restreinte* et Subjectivité.*

Un discours premier, faisant appel à des concepts pleinement définis et parfaitement structuré sur le plan de la logique formelle devrait transcrire correctement un événement et constituer le moyen idéal de transmission d'un message entre deux individus. Or la pratique montre bien que le discours n'est pas capable d'assurer un tel transfert d'informations, cela pour de multiples raisons qui permettent de situer le discours à sa véritable place.

2.6.1. ***Les conséquences de la Rationalité restreinte.*** Elles sont multiples, expliquant les différences foncières entre un discours défini théoriquement et le discours réel. L'essentiel de ces différences réside dans l'appel obligatoire aux heuristiques dégénérées plutôt qu'aux tactiques arborescentes totalement contrôlées. Dès que le discours est un tant soit peu complexe, la vue conjointe de toutes les opérations logiques est impossible et l'approche séquentielle est obligatoire. Or, dans une approche séquentielle, il est souvent très difficile de maintenir une relation opératoire contraignante entre les première s et les dernières opérations logiques évoquées. Mais surtout, l'indétermination partielle des concepts a des conséquences d'autant plus prononcées que les propositions se suivent; c'est le mécanisme du chaos déterministe*. Si les lois logiques sont totalement déterminées, les mots auxquels s'appliquent ces lois sont en partie indéterminés et les liaisons sémantiques sont obligatoirement dégénérées. De ce fait, le principe du tiers exclu s'applique en général difficilement et souvent pas du tout. Une dimension essentielle de validité interne s'émousse donc considérablement. Le discours vécu ne peut avoir la cohérence d'un discours défini idéalement.

C'est encore la rationalité restreinte qui explique cette limitation intrinsèque de la réflexion sur le discours qui ne permet pas, comme y insistent N. Bohr aussi bien que H. Simon, de simultanément réfléchir sur le sens d'un mot et insérer ce mot dans une phrase, ce qui ouvre obligatoirement la porte à une indétermination dans l'utilisation du mot. Le même processus se retrouve dans l'utilisation des heuristiques. C'est la rationalité restreinte qui impose la condensation d'une stratégie derrière une étiquette pour en permettre la mobilisation aisée et il en résulte deux conséquences essentielles :

- dans le temps présent, il est impossible de manier la stratégie dans son étiquette et de faire simultanément l'analyse de son contenu et de sa validité : "It is best not to swap horses while crossing the river (Lincoln)."

- la condensation apprise d'une stratégie par apprentissage s'accompagne, pour des raisons d'économie, d'un oubli de la plupart des circonstances qui ont présidé à l'élaboration de son contenu. La validation de la stratégie risque alors de devenir impossible.

2.6.2. ***La Subjectivité du Discours***. La rationalité restreinte est une raison qui s'ajoute à l'indétermination obligatoire du concept pour expliquer que l'indécidabilité logique est obligatoire dès que l'analyse est conduite un peu loin. Aucun discours, si ce n'est le discours purement logico-mathématique, ne peut être parfaitement relié à des critères de validation; et encore, le discours logico-mathématique ne peut-il se justifier pleinement par lui-même. Il est exceptionnel que l'auteur d'un discours ait conduit jusqu'aux limites possibles, l'analyse du contenu de son discours, mais même s'il l'avait fait, une indétermination persisterait et le discours serait seulement une traduction possible des événements, associée à une probabilité de vraisemblance.

La même démarche incomplète caractérise l'auditeur. Mais dans un cas comme dans l'autre, et par définition, les indéterminations ne sont pas choisies logiquement. Tout discours suppose donc l'attribution subjective de valeurs à un grand nombre d'indéterminations. D'une façon générale, nous avons vu (XI-A) qu'aucune démarche cognitive et donc qu'aucun discours n'échappent aux décisions subjectives qui peuvent en biaiser le sens. Un individu peut même délibérément "glisser" sur les exigences d'une rationalité optimale dans son discours, ou même introduire délibérément une irrationalité. L'attribution subjective entraîne nécessairement des biais et plusieurs conséquences en découlent :

- alors même que le discours est sémantiquement déterminé, sa signification peut être différente pour deux interlocuteurs, notamment l'auteur du discours et ceux qui le reçoivent. Le message transmis est alors obligatoirement déformé. Paradoxalement, cette déformation est d'autant plus lourde de conséquences qu'une forte structuration logique conduit les interlocuteurs à croire que le sens est totalement défini. Ces interlocuteurs peuvent alors mutuellement s'accuser d'irrationalité ou de résistances inconscientes dans les conséquences différentes tirées d'un même discours.

- l'attribution subjective de valeurs aux indéterminations est fortement marquée par les particularités socio-affective des interlocuteurs. La confiance ou l'autorité jouent ainsi un rôle très important. Il est très courant d'insister sur l'intuition féminine, sans grandes données expérimentales d'ailleurs. Il reste vrai que la confiance conduit à accepter a priori d'un interlocuteur, des affirmations isolées qui ne reposent pas sur une démonstration. Une agressivité critique conduit à l'inverse à faire très souvent appel à la déduction pour tenter de démonter une affirmation du vis à vis.

- l'introduction obligatoire de la subjectivité dans le discours appauvrit tout spécialement l'implication formelle. Cela peut expliquer le recours spontané fréquent à des formes moins structurées de discours, moins marquées d'implication, mais beaucoup plus prégnantes dans la relation. L'appel aux analogies et aux métaphores s'expliquent ainsi aisément, même si théoriquement la description ainsi faite pourrait être considérée comme moins exacte ou davantage biaisée; ce faisant, l'indétermination est accrue.

Il n'y a qu'un véritable remède à ces imperfections du discours, proche du principe de complémentarité*: seule l'introduction d'une multiplicité de points de vue sur un même sujet, révélant des concordances, peut atténuer les indéterminations. Mais du même coup, apparaît une dimension holographique du discours, soulignant qu'une proposition isolée ne peut avoir toute la portée qu'elle acquiert dans un ensemble de propositions.

2.7. **Vérité et Cohérence**.

Ces réflexions sur le sens du discours montrent combien il est vain de penser que la pratique du discours puisse conduire à la moindre "vérité" et cette conclusion doit toujours être présente pour comprendre l'intérêt réel du discours. Nous avons précisé à de nombreuses reprises que la validation interne de la pensée repose sur la cohérence* interne et externe. C'est le propre de la méthode expérimentale que d'introduire une cohérence* externe en soulignant l'accord qui peut exister entre le contenu du discours et l'environnement. Mais il faut également remarquer que le discours est le moyen le plus commode de confronter des faits indépendants dans le temps et l'espace pour souligner qu'ils peuvent être expliqués de façon conjointe et valoriser une hypothèse. En ce sens, le discours est irremplaçable et se situe au cœur de toute démarche cognitive.

Il existe manifestement un rapport étroit entre l'opposition vérité/cohérence* et l'opposition substance/relation. C'est l'abandon de la notion de substance qui entraîne ipso facto l'abandon de toute référence absolue qui permettrait de définir une vérité. Inversement, il est évident qu'un système de significations réduites à des relations, est immédiatement ouvert à une confrontation de cohérence* qui est également un processus relationnel.

En définitive, le discours doit être considéré comme une conduite subjective, indissociable de son auteur à l'émission, et de son interlocuteur à la réception. C'est en reconnaissant cette relativité du discours qu'il est possible d'en optimiser l'usage. Si l'abandon du discours premier condamne toute démonstration de vérité, il est possible de trouver bien des qualités fonctionnelles à un discours traduisant à la demande, des démarches cognitives qui ne s'ancrent pas sur un sens absolu des concepts. En ce sens, l'étude de l'ontogenèse du discours, soulignant à quel point tout discours se rattache à une création par l'orateur, est essentielle.

3. L'Ontogenèse du Discours.

Nous avons fait porté principalement l'analyse critique du réalisme sur une étude diachronique de la succession des générations (I-1). Les réflexions de Korzybski en revanche portent davantage sur le discours achevé. Il faut encore préciser l'ontogenèse individuelle du discours pour mieux apprécier les relations qui existent entre le discours, le sujet et la connaissance.

Les principes qui régissent l'embryologie permettent d'affirmer que le système nerveux central ne peut édifier de concepts durant la vie foetale. Comme il n'y a pas non plus de place pour les concepts dans l'œuf initial, le cerveau à la naissance est nécessairement vide de toutes données conceptuelles. En tant que telles, n'existent alors constitutionnellement ni grammaire, ni logique. Cela n'exclut nullement des prédispositions constitutionnelles favorisant l'élaboration des compétences nécessaires au discours.

Il y a manifestement chez l'homme, une prédisposition constitutionnelle au langage qui est de type phonétique. En témoigne notamment le fait qu'il a été possible de faire acquérir aux singes anthropoïdes, un langage visuel assez riche alors que toutes les tentatives d'apprentissage phonétique ont été des échecs. Mais il est essentiel de considérer que ces prédispositions constitutionnelles du cerveau humain portent uniquement sur des mécanismes d'émission et surtout de perception acoustiques, à défaut de toute donnée sémantique ou syntaxique.

3.1. ***Les Prédispositions constitutionnelles au Discours.***

Certaines sont immédiatement apparentes, d'autres ne se manifestent qu'après des apprentissages antérieurs. Par ailleurs, l'analyse des compétences perceptives est la plus importantes, la compétence motrice suivant de façon quasi-automatique l'assimilation perceptive.

3.1.1. ***Les capacités acoustiques spécifiques***. Les structures cérébrales privilégient, avant tout apprentissage, les traits qui spécifient le mieux le langage humain :

- les rapports entre plusieurs sons purs de fréquences différentes sont immédiatement analysés si bien que des voyelles émises à des hauteurs différentes pourront assez facilement être perçues comme identiques. Par ailleurs, une écoute de 20 millisecondes suffit à différencier le son "i" et le son "a" dans les phonèmes "bi" et "ba" chez le très jeune nourrisson.

- les contrastes qui marquent les transitions dans les sons ou les bruits sont perçus de façon privilégiée et facilement identifiés. Ainsi le temps d'installation d'un son voyellique ou voisement est perçu avec une précision qui dépasse de très loin ce que pourrait faire une analyse consciente. Deux consonnes comme le "b" et le "p" qui se différencient principalement sinon exclusivement par les délais de voisement sont différenciés dès la naissance. D'autres mécanismes existent qui permettent de différencier "ba" et "ga" qui ont un délai de voisement comparable.

Ces divers mécanismes favorisent évidemment considérablement la pratique des phonèmes propres à la langue maternelle. Ces phonèmes une fois acquis, la structure des aires perceptives auditives favorise manifestement la formation de schèmes auditifs par articulation de deux ou plusieurs phonèmes. De plus, ces schèmes sont facilement mobilisables et peuvent à leur tour s'articuler entre eux. Ainsi se trouvent établies les conditions cérébrales qui favorisent considérablement l'élaboration de tous les aspects phonétiques du langage.

3.1.2***. Les Prédispositions syntaxiques et logiques***. Il n'est pas certain du tout qu'il soit nécessaire de considérer d'autres dimensions de la prédisposition cérébrale au langage:

- la thèse du constructivisme conduit à affirmer l'absence de toute représentation mentale à la naissance, de tout ce qui pourrait être le support des aspects de signifiés d'un concept, donc de tout contenu sémantique. Il a été fait à juste raison à Freud, le reproche de concevoir la présence d'une réalité originaire de relations familiales du fantasme originaire du meurtre du père dans l'inconscient infantile. En fait, il n'y a place ni dans une hypothétique hérédité des caractères acquis, ni dans l'œuf, ni dans le développement embryologique pour une représentation mentale, qui traduit à la base du moins, une rencontre avec un environnement. Seule la thèse de Laplanche et Pontalis, d'une épigenèse post-natale des fantasmes originaires, pourrait être défendue(I-1).

L'existence d'un environnement auditif chez le foetus avant la naissance ne modifie évidemment en rien ces données. Les significations qui pourraient en résulter ne pourraient porter que sur des aspects auditifs, en circuits fermés, ce qui ne pourrait aller très loin dans une élaboration sémantique.

La question est plus complexe et plus discutée en ce qui concerne les aspects syntaxiques et logiques. En fait, on peut légitimement s'interroger sur ce que signifierait des règles syntaxiques innées qui précéderaient l'existence et la conception de mots. Une compétence constitutionnelle pour le maniement opératoire logique pourrait être plus sérieusement discuté. Mais, cette prédisposition ne saurait alors se limiter au langage. Si on envisage alors une constitution cérébrale permettant des activités opératoires, cela se réduit à une capacité de mise en relations quelconque et la réponse, évidemment positive, devient un véritable truisme. Si on envisage une prise de conscience de la nécessité opératoire, on voit mal comment cette prise de conscience ne relèverait pas d'une implication formelle traduite en langage ou en métalangage. Cette discussion, telle par exemple que la conduit P. Maddy (123) nous paraît d'un intérêt limité. Le point essentiel est qu'il est tout à fait possible de concevoir une logique et une implication formelles qui se construisent sur une reconnaissance des causalités non verbales et sur les premiers aspects d'articulation dans le discours.

3.2. ***La Communication mélodique ou prosodique***.

Il est possible que le foetus mémorise une mélodie. Il est beaucoup plus certain que le nourrisson de quelques semaines reconnaît la mélodie que traduit la voix expressive de sa mère. Mais on ne peut parler de communication car dans l'espèce humaine, les émissions acoustiques du nourrisson n'ont guère de valeur de communication. En revanche, on sait depuis tous les travaux inaugurés par les recherches princeps de P. Eimas (059,060) que les six premiers mois de la vie extra-utérine sont marqués par des progrès considérables dans la mise en place de pré-requis du discours.

A la naissance, il faut parler de compétences acoustiques innées car l'analyse du langage humain ne diffère pas des analyses d'autres mélodies. Par ailleurs, les capacités discriminatoires acoustiques du très jeune nourrisson sont tout à fait comparables à celles d'un chinchilla adulte. Il en est tout autrement à six mois d'âge post-natal où le nourrisson a acquis une compétence de discrimination des phonèmes prononcés dans son entourage (140). Le même phonème, prononcé à des hauteurs différentes, avec des intonations différentes est reconnu pour lui-même. Parallèlement, les compétences de discrimination des phonèmes non entendus s'amenuisent. Cette évolution permet le début d'une communication phonétique. Les enregistrements des productions vocales des nourrissons de six ou sept mois, d'une part lorsqu'ils sont en présence de leurs parents, d'autre part lorsqu'ils se croient seuls révèlent des différences frappantes (021). Globalement, on peut en conclure que le nourrisson s'efforce d'imiter les voix parentales. L'enregistrement d'un babil de nourrissons tunisiens de sept ou huit mois a permis de préciser si les parents parlaient français ou arabe. Toutes ces compétences se précisent régulièrement jusqu'à quinze ou dix-huit mois.

Ainsi, et le fait est essentiel, le nourrisson construit avant le discours sémantique, un système performant d'émissions et d'assimilations de phonèmes. Il établit une correspondance entre phonèmes entendus et phonèmes émis, et se sert de ces acquisitions pour amorcer une communication sociale. Les significations sémantiques sont donc accordées dans un second temps à un système phonétique largement pratiqué. C'est une réflexion sur la pratique

phonétique effective de soi et des autres qui ouvre au constat qu'un groupement phonématique singulier peut être mis en correspondance avec une donnée perceptivo-motrice.

3.3. ***Le Langage descriptif du Comportement perceptivo-moteur.***

Il faut se garder d'accorder des compétences sémantiques aux enfants de moins de quinze mois. Le nombre de mots effectivement maîtrisés ne dépasse pas trois ou quatre au test de Gesell et les nourrissons comprennent en général le discours à partir de l'intonation et de la situation globale. Le risque d'erreur, passé 18 mois, est inverse. La compréhension sémantique étant très supérieure à l'expression, on risque de sous-estimer les capacités discriminatoires authentiques du nourrisson de vingt mois. Le nombre de mots reconnus s'accroît très vite et le jeune enfant de vingt quatre mois a une capacité de communication sémantique bien établie.

Le langage du jeune enfant n'est pas le langage subjectif que pensait Piaget mais il n'en est pas loin. Ce langage est réduit à la description des schèmes perceptivo-moteurs que l'enfant a construit par ailleurs. Compte-tenu des mécanismes perceptifs constitutionnels beaucoup plus importants que ne le pensait Piaget, les schèmes sont également beaucoup plus élaborés. Mais le point essentiel est que le langage n'a pas de valeur sémantique propre. Les mots sont de simples étiquettes désignant des schèmes construits indépendamment du langage. En définitive, l'accession au langage créateur de sens est très retardée, préparée par deux longues périodes d'exercice , la première de pratique phonétique et la seconde, de désignation.

Cependant, aussi rudimentaire que soit le discours descriptif, il comporte néanmoins un élément d'induction au sens de Stuart Mill : l'équivalence entre une forme auditive et un objet, vécue pour quelques termes seulement, est généralisée a priori aux objets non encore rencontrés. C'est l'application particulière de la "loi d'apprentissage" que L. Apostel (003) place au cœur des théories de J. Piaget : " Tout schème tend à s'assimiler tout objet et tout schème tend à s'accommoder à tout objet". L'induction est donc spontanément au cœur de toute démarche cognitive, permettant l'apparition d'organisations nouvelles qui peuvent aller au delà de ce qui a été effectivement vécu.

3.4. ***Le Discours intuitif et analogique***.

C'est très progressivement que le discours, initialement purement descriptif, devient créateur de sens. Piaget a qualifié d'intuition l'acceptation comme "vraie" d'une relation entre deux données qui doit s'imposer par elle-même et est indépendante de toute démonstration; par définition, l'intuition ne s'intègre pas dans un graphe de relations et ne peut être rattachée à aucune autre relation. Par rapport au sens traditionnel, Piaget atténue la notion d'évidence et privilégie la situation d'isolement par rapport à d'autres données cognitives. Même dans ses aspects les plus élémentaires, le discours comporte de telles relations isolées, ne serait-ce que celle qui relie le signifiant phonétique au signifié perceptivo-moteur. Mais une étape ultérieure apparaît lorsque l'enfant de trois-quatre ans assimile directement sous forme d'intuitions, les relations que lui propose le discours de son entourage.

L'intuition présente un certain nombre de propriétés sur lesquelles il est fondamental d'insister :

- c'est l'accumulation des intuitions qui prépare l'accession à la déduction et à la logique. L'enfant découvre secondairement des points d'articulation entre intuitions distinctes

et crée des graphes élémentaires, initialement incomplets qui peuvent être enrichis secondairement.

- l'intuition expose tout spécialement aux différences d'interprétation car, habituellement dégénérée et isolée d'autres relations, elle expose à une multiplication d'interprétations. Les bons mots des enfants illustrent bien ce fait. Ces bons mots traduisent le retour vers l'adulte d'une affirmation isolée à laquelle l'enfant a donné un sens différent de celui que lui accorde l'adulte.

Une autre façon élémentaire de créer une signification par le discours est l'analogie. Elle consiste à rapprocher sur le plan de la signification, deux données en partie semblables au niveau de l'usage ou de la perception. " Le camion, c'est une voiture mais plus grand ", "le fauteuil c'est comme une chaise". L'analogie a deux propriétés :

- comme l'intuition, elle précède et prépare la déduction
- elle est très prégnante car elle demeure fortement rattachée à un vécu perceptivo-moteur.

Les analogies peuvent être descriptives ou créatrices de sens. Dans le premier cas, elles traduisent une communauté d'usage antérieurement vécue. Dans le second cas, c'est le discours qui établit pour la première fois une communauté de sens qui n'a pas été vécue antérieurement. Le discours analogique étend ainsi par lui-même l'expérience vécue.

A l'analogie, il faut rattacher la métaphore qui consiste, selon l'expression d'Aristote, à donner à une chose, un nom qui appartient à quelque chose d'autre. En fait la métaphore consiste simplement à négliger de prononcer un "comme" implicite. Chez l'enfant, c'est une insuffisance de connaissance grammaticale qui est responsable. Au contraire, la suppression du "comme" est le plus souvent volontaire chez l'adulte pour accentuer la prégnance de l'analogie.

3.5. ***L'Intuition et l'Analogie articulées***.

Le discours de l'enfant ne comporte pas de constructions complexes. Les intuitions et les analogies sont donc isolées et traduisent en quelque sorte la conclusion d'un discours très bref. Mais potentiellement, et J. Piaget l'a souligné, ces relations simples peuvent s'articuler entre elles. Cela constitue une évolution extrêmement importante dans les capacités du discours à créer des significations nouvelles.

- l'articulation entre intuitions ou analogies peut dessiner des graphes extrêmement complexes qui peuvent joindre de proche en proche des données très éloignées dans le vécu. Or, nous l'avons vu, c'est essentiellement la bisociation* ou encore le rapprochement symbiotique qui est créateur de sens et de données cognitives dépassant l'expérience concrète.
- ce sont les graphes incomplets de l'intuition articulée qui permettent par compléments successifs puis extrapolation, de construire le graphe complet qui permet la déduction et marque le passage à la logique vécue.

3.6. ***La formation du lexique individuel***.

L'enfant de moins de dix-huit mois n'a pratiquement pas de vocabulaire. Vers vingt mois, il s'ouvre très rapidement à la compréhension de plusieurs dizaines de mots. A 18 ans, nous dit G. Miller, il peut accorder un sens à quelque quatre-vingt mille formes verbales différentes. L'observation correspond à la théorie de l'autonomie et conduit à affirmer que l'enfant a construit lui-même son lexique, au contact de l'environnement social :

- dans un premier temps, l'enfant emprunte un signifiant à son entourage parce que les circonstances le permettent et l'exigent. Elles l'exigent parce que l'enfant souhaite spontanément enrichir sa description intérieure de l'environnement et sa communication avec autrui. A chaque fois qu'il ne pourra correctement développer un discours intérieur ou extérieur avec le lexique dont il dispose, il sera tenté d'enrichir ce lexique.
Elles le permettent parce que le contexte rendait possible de relier le signifiant à un signifié personnel, avec un minimum de concordance entre l'usage personnel et l'usage collectif.
En empruntant un signifiant à l'environnement social, l'enfant lui adjoint un signifié qui, à la fois lui est propre et à la fois présente un minimum de correspondance avec le sens collectif.

- dans un second temps, la confrontation du dialogue permet à l'enfant de corriger le signifié subjectif qu'il reliait au signifiant, pour se rapprocher du signifié collectif. Cette transformation progressive, en faisant progresser la similitude entre le lexique individuel et le lexique collectif, ouvre l'enfant à la capacité d'incorporer de nouveaux couples signifiant/signifié.

Dans une conception de l'autonomie, ce mécanisme est le seul qui puisse expliquer la création du lexique individuel. La dégénérescence des concepts apparaît alors comme un phénomène essentiellement positif, indispensable au développement du vocabulaire.

3.7. ***L'accession à la Logique.***

Il est essentiel pour comprendre l'importance du discours logique comme ses dangers, de bien percevoir que le processus logique est initialement un aboutissant pragmatique de l'activité cognitive. La pratique de l'intuition articulée conduit l'enfant de sept-huit ans à compléter les graphes de relations qu'il a pu établir en les vivant, par des relations semblables qu'il n'a pas encore vécu. C'est un processus d'induction qui généralise l'intuition articulée et qui aboutit à la déduction.

Fondamentalement, la logique est vécue avant d'être réfléchie et primitivement, elle traduit une organisation commode des connaissances acquises, comportant seulement la part d'induction propre à l'application de tout schème. Cette logique vécue qui s'ignore, comporte deux volets différents qui se conjuguent pour structurer le discours :

- des signifiants apparaissent qui définissent des classes d'équivalence sans support perceptif. Le mot "fruit" par exemple, même uniquement utilisé dans son sens concret, doit s'appliquer à la groseille comme à l'ananas. On comprend alors que l'enfant de six-sept ans à qui il est demandé en quoi une prune et une pêche se ressemblent, ne sait indiquer que des similitudes perceptives, "rondes toutes les deux", "se mangent toutes les deux", alors qu'un an ou deux ans plus tard, la réponse "ce sont des fruits toutes les deux" s'imposera.

- les opérations logiques peuvent s'effectuer même si elles n'ont pas de signification perceptive, mais justement en s'appuyant sur des concepts non perceptifs. Le test de Columbia propose des planches de trois à cinq dessins avec la consigne de trouver l'intrus. Les quarante première s planches opposent un dessin à plusieurs autres strictement identiques. La réussite est systématique vers quatre ans. Les 15 planches suivantes comportent deux paires de dessins identiques, isolant un cinquième; la réussite est systématique vers cinq ans et demi. On constate en revanche à cet âge, un échec systématique à toutes les planches qui proposent une classification conceptuelle très simple mais non perceptive : une petite fille au milieu de quatre animaux différents, une pomme de terre au milieu de quatre fruits différents, un

chapeau au milieu de quatre chaussures, chaussettes ou autres bottes. Les mots "animal" ou "fruit" aident sans doute à la résolution des deux première s planches mais ne sont sans doute pas indispensables comme le souligne la troisième planche.

Ce dernier exemple est essentiel pour montrer les relations exactes qui existent entre opérations logiques et concepts : le concept aide au raisonnement mais n'est pas indispensable. Le fait apparaît particulièrement évident chez le sourd de naissance : rejoignant les analyses de P. Oléron ou de H. Furth, nous avons pu constater à de multiples reprises le contraste existant chez le sourd, entre une pauvreté conceptuelle marquée et une capacité opératoire tout à fait satisfaisante chez le sourd. Nous avons même pu examiner un adulte, sourd de naissance dont la richesse de vocabulaire ne dépassait pas celle d'un enfant de cinq ans et qui se situait dans les deux pour cent les meilleurs de la population de son âge, pour un test de logique pure sur un matériel non verbal.

Mais au total, il est manifeste que le mode logique de structuration du discours, par concepts non perceptifs et/ou opérations, traduit un progrès capital dans la connaissance. Ceux-là mêmes et ils sont aujourd'hui très nombreux, qui mettent en cause la logique traditionnelle dans ses excès, ne prennent pas toujours conscience que leur critique est obligatoirement menée elle-même comme un discours logique de tiers exclu.

3.8. ***La Logique Formelle.***

Dans une perspective ontogénétique, la logique formelle est une prise de conscience d'une logique vécue. Dans un premier temps, les processus logiques sont inclus dans les systèmes cognitifs dont ils sont en quelque sorte une caractéristique. C'est la multiplication des systèmes cognitifs organisés logiquement qui conduit à une prise de conscience, elle-même source de généralisation. Cette généralisation inductive risque de conduire à appliquer les règles de la logique formelle dans des conditions où elles ne devraient pas s'appliquer mais inversement, elle crée une dimension nouvelle de l'activité mentale.

La prise de conscience des opérations logiques en favorisent l'emploi. Elle introduit seule l'implication logique qui vient compléter une implication qui demeurait concrète et directement dépendante de l'expérience vécue. L'implication logique permet de régler l'imaginaire. Elle est donc anticipatrice, donc constitutive et pas seulement constatative. Son intérêt est de ce fait, considérable.

- elle donne leur véritable sens aux opérations mathématiques, et en permet la généralisation, bien au delà de la manipulation des nombres. En ce sens du reste, comme le souligne R. Apéry, seules les mathématiques constructivistes, affirmant la nécessité de définir autant que faire ce peut, tous les objets mathématiques, sont cohérentes. Ce n'est pas le cas des mathématiques réalistes qui affirment l'existence en soi des objets mathématiques et risquent d'introduire des objets dégénérés, ce qui supprime toute rigueur. Ce n'est pas le cas non plus des mathématiques formalistes dont les tenants pensent à tort pouvoir assurer la validité formelle indépendamment de l'activité du mathématicien.

- l'implication logique permet de sélectionner les hypothèses les plus intéressantes en vue de la vérification expérimentale. Une hypothèse ne peut trouver dans le seul raisonnement une preuve de sa validité mais une hypothèse dont la validité formelle interne a été vérifiée, a beaucoup plus de chance d'être confirmée par l'expérience qu'un imaginaire non contrôlé.

- l'implication logique constitue en fait le seul moyen de contrôler la cohérence* interne de l'imaginaire. La logique formelle introduit donc un "logiquement possible" à côté du vrai et du faux. Ce possible est vraisemblable jusqu'à plus ample informé et il a effectivement plus de chance d'être utile qu'une proposition dégagée de toute contrainte logique. Ainsi se définit un mode de pensée qui ouvre à l'imaginaire cohérent et permet l'anticipation. L'esprit se dégage de l'environnement effectivement rencontré pour édifier les réponses adaptatives optimales avant même que les situations qui les exigent soient rencontrées. La logique formelle est donc source d'autonomie et de liberté.

Mais la puissance même de la logique formelle explique les dangers auxquels elle expose. Ces dangers résident avant tout dans une mauvaise utilisation. Cette mauvaise utilisation ne repose pas principalement dans les fautes de logique mais dans les conclusions abusives qui peuvent suivre la mise en place des opérations formelles. L'abus nous paraît venir de la valeur trop déterminée accordée aux significations dont la dégénérescence est ignorée, plutôt qu'à la pratique logique par elle-même. Le danger même de la logique ouvre à nos yeux, un stade complémentaire dans l'édification des modes de pensée.

3.9. ***La Réflexion sur la Logique Formelle.***

Piaget présente la logique formelle comme le stade obligatoirement terminal de l'évolution mentale. Il nous semble que cette position est difficile à justifier et cela du fait de la nature dégénérée des significations. Il est vrai que l'implication formelle est un stade ultime, mais il nous semble pouvoir définir un stade ultérieur de réflexion sur les limites de validité de l'implication formelle. Cette réflexion, dont l'absence explique les méfaits des attitudes scolastique et de toute idéologie, enrichit l'utilisation même de la logique, et par là, l'usage du discours.

On pourrait trouver un argument dans le fait même que la pratique de la logique formelle a permis d'en apprécier la relativité :
- l'aboutissement obligatoire à l'indécidabilité lorsqu'un système logique demeure limité à lui-même,
- la possibilité de définir d'autres logiques que la logique du tiers exclu, en raison notamment des risques d'erreurs associés à la notion de tiers exclu.

Mais il nous semble que l'essentiel de la réflexion ne doit pas porter sur les opérations logiques mais sur les significations. Les opérations logiques sont des modes de relation au sein d'un graphe et autant descriptives que contraignantes. Lorsqu'elles s'appliquent à des concepts mathématiques totalement définis dans le cadre du champ opératoire, elles conduisent effectivement à des certitudes. Il en est de même si elles manipulent des "points" réduits à l'existence comme "p" ou "q". Mais dans la pratique, les règles logiques portent sur des significations dégénérées et la situation change du tout au tout.

3.9.1. ***La Réflexion sur le Type logique***. Russell a résolu le syllogisme d'Epimonide de Crète par la théorie des types qui est une réflexion sur les opérations logiques. Il a précisé ainsi une règle logique nouvelle qui interdit d'utiliser dans une même proposition, un terme et l'ensemble qui inclut ce terme. Il aurait pu tout aussi bien établir sa réflexion sur la signification du mot "menteur" : dès lors qu'un menteur n'est pas un individu qui n'exprime que des contre-vérités, mais quelqu'un qui associe des données qu'il croit vrai à des données qu'il pense fausses, le syllogisme perd immédiatement toute sa substance. Il nous paraît plus

essentiel de souligner généralement les conséquences de la dégénérescence des significations plutôt que d'adjoindre des contraintes qui sont incapables d'effacer la relativité de la logique.

3.9.2. ***La Réflexion sur le Tiers exclu***. Certains systémiciens, notamment J.L. Lemoigne, font du principe du tiers exclu, une des causes essentielles des raisonnement erronés. Il nous semble, là encore, que la question doit être traitée au niveau des significations. Dans son principe, la logique bivalente traduit la construction d'un graphe évoqué à partir d'un nombre limité de relations vérifiées, et complété par extrapolation sans qu'aient été vérifiées la véracité ou la fausseté de toutes les liaisons.

- de ce fait, rien n'autorise à considérer comme vraies, des liaisons qui n'ont pas été explorées. La dégénérescence des significations permet même d'affirmer a priori que certaines relations du graphe se révéleront fausses à l'usage.

- cela ne nous paraît pas une raison suffisante pour condamner une logique du tiers exclu. Si on tient compte des exigences de la rationalité restreinte*, la logique bivalente constitue une heuristique, une stratégie qui présente obligatoirement les avantages et les inconvénients de toute stratégie. Elle est particulièrement adaptée au fonctionnement cérébral du fait de la rationalité restreinte* et elle est obligatoirement en partie indéterminée. La logique du tiers exclu prend du reste sa pleine valeur et devient moins risquée lorsqu'elle est pratiquée dans le cadre du principe de réfutabilité* de K. Popper.

Le tiers exclu n'est donc condamnable dans son principe que lorsqu'il est utilisé pour exprimer des "certitudes" ou dans l'inférence validée a priori. Il est au contraire fort utile lorsqu'il est un moyen commode de formuler des hypothèses qui exigent certes une validation externe ultérieure mais qui ont une bonne probabilité de se révéler utiles. Il n'est pas certain dans ces conditions, que les logiques polyvalentes soient beaucoup plus intéressantes sur un plan utilitaire. L'essentiel est de retenir l'indétermination partielle obligatoire de toutes les significations non mathématiques que peut manipuler une logique, ce qui entache le résultat de toute opération logique aussi exacte qu'elle soit par elle-même.

En définitive, une réflexion sur la logique formelle achève, peut-être provisoirement ? le développement ontogénétique des modes de penser. Paradoxalement, ce stade ultime est un constat de relativité. L'évolution positive du jugement définit en quelque sorte, des règles d'usage de la logique formelle, renforçant une implication incontournable sur le plan d'une validité interne, mais justifiant l'appel nécessaire à la validité externe de la méthode expérimentale.

B) L'Origine du Sens.

Depuis Aristote, le discours apparaît avec raison comme supporté par un double système :
- un ensemble de significations, traduites par des concepts auxquels les stoïciens ont ensuite légitimement accordé un double aspect de signifiant et de signifié,
- des règles syntaxiques et logiques assurant une articulation entre les significations.

Cependant, les règles syntaxiques sont plus ou moins contingentes et se réduisent à des conventions pour lever plus facilement les ambiguïtés et les équivoques. La logique, quelle qu'elle soit, est réductible à une combinaison d'un nombre limité d'opérations topologiques élémentaires qui traduisent les liens existants ou hypothétiques entre significations. Ces opérations de la logique ne sont pas propres au discours mais sont de portée universelle; le sens du sens est donc en fin de compte au cœur de l'analyse du discours.

Or parallèlement, de nombreux auteurs ont insisté avec raison sur le fait que l'ordinateur se contente d'effectuer des opérations sur des symboles, sans pour autant prendre en compte le sens du symbole et s'interrogeant même sur l'utilité des significations. Est-il certain alors que la situation de l'homme pensant soit différente de celle de l'ordinateur ? D'où provient le sens des mots dans la connaissance humaine et y a-t-il davantage de sens dans la réflexion humaine que dans le fonctionnement de l'ordinateur ? Ce sont évidemment là des points essentiels pour apprécier la valeur du discours. Cela d'autant plus que pour le biologiste ou le neuro-physiologiste, le discours traduit un ensemble d'activités neurologiques où l'originalité réside dans les objets manipulés que sont les significations, et non dans les opérations portant sur les significations.

1. La Solution du Réalisme.

Sous une forme ou sous une autre, le réalisme postule un ensemble de significations premières, qui ont une valeur "objective", indépendamment des organismes qui les manipulent. Les significations secondes sont "dérivées" des significations premières par la logique. Mais nous avons vu tous les arguments qui peuvent être opposés au réalisme :
- l'abandon du discours premier nous a paru s'imposer et cela semble entraîner un abandon de significations premières conceptuelles, qu'il s'agisse de "mots" ou de "formes".
- l'abandon de la substance par la théorie atomique est un abandon de la qualification reposant sur des différences de substances, ce qui est la base même du réalisme de natures.
- la mécanique quantique conduit à réfuter toute référence spatiale ou temporelle "objective", ce dont le réalisme de natures se passe fort mal.
- il est habituel de retrouver une "histoire" à l'origine de toute "gestalt", dans des processus d'abstraction qui enrichissent la part opératoire et réduisent du même coup la valeur significative des éléments dans les totalités que traduisent ces gestalts.

2. La relativité des significations premières.

Dans ces conditions, on pourrait même se demander si la notion de signification conserve effectivement un intérêt . Il est en tous cas évident que la description physique très élaborée ne fait plus appel aux significations, du moins aux significations première s. Tout ce qui est en deçà des particules subatomiques est relation pure. De nombreuses particules subatomiques ne traduisent rien d'autre qu'une relation. Les particules plus concrètes seront sans doute réduites un jour. En un mot, toute signification est réductible à une relation entre éléments premiers par rapport à elle, dans une quête sans fin vers une réduction plus poussée.

Inversement, si nous observons le fonctionnement cérébral tel qu'il apparaît chez le très jeune nourrisson, nous pouvons constater qu'il existe des significations première s et que ces significations sont indispensables au comportement. Deux remarques s'imposent qui peuvent résoudre un paradoxe apparent :

- les significations premières qui marquent le comportement du nourrisson sont vécues et non représentées, non assimilées en tant que telles, non dissociées du comportement global ce qui est pourtant essentiel pour parler de significations. Les significations première s existent bien, mais en tant que telles seulement chez l'observateur de comportement du nouveau-né.
- les significations première s sont extrêmement réduites en nombre et en importance dans l'espèce humaine, par rapport aux significations apprises.

En définitive, il faut bien reconnaître l'existence de significations premières, mais initialement purement vécues, et sans valeur sémantique. Ces significations premières sont indispensables aux premiers comportements mais elles subissent très vite des transformations qui font que les significations apprises s'éloignent de plus en plus des significations première s avec le développement ontogénétique et la connaissance. C'est donc avec des réserves immédiates qu'il faut accepter la réalité et l'obligation des significations premières qui sont en fait fondues dans les stratégies constitutionnelles. Il ne serait donc pas complètement faux d'affirmer que l'organisme humain doit construire totalement son système de représentation des significations. Les stratégies constitutionnelles sont initialement purement vécues et ne deviennent représentées que dans un second temps, après une mise en pratique du premier temps. On peut faire remarquer du reste, en correction des descriptions piagétiennes, que l'importance des stratégies constitutionnelles conduit à parler d'intelligence perceptivo-motrice plutôt que sensori-motrice, et à situer les débuts de l'intelligence vécue à la naissance plutôt qu'à six mois.

3. La Création du Sens nouveau par la rencontre et la symbiose*.

Physiquement ou objectivement, ontologiquement pourrait-on presque dire, une signification ne peut être que le reflet détaché et mobilisable d'une relation acquise et durable entre éléments.

1) les conditions de la signification naissent avec la relation nouvelle. La signification n'existait pas antérieurement à la relation car même si celle-ci est physiquement obligatoire, elle n'est pas prédestinée, au moins pour l'observateur. Cependant une relation peut reproduire une relation identique, entre éléments semblables, existant auparavant. En ce sens seulement, la signification d'une relation peut précéder cette relation, notamment chez un observateur.

2) la relation vécue ne devient cependant source de signification pour le sujet qui l'a vécue, qu'en étant découverte ou reproduite par lui. La signification ne vaut qu'après l'action, lorsque le sujet mobilise dans sa propre activité, le reflet détaché d'une relation antérieurement vécue. En ce sens, l'introspection intuitive de Paul Varéry rejoint les analyses des théories modernes de probabilité. Un découpage du continuum d'espace-temps est un préalable à toute signification. Cependant, si ce découpage est nécessaire, il n'est pas suffisant. Il faut encore que l'élément découpé soit sorti de son contexte dans l'espace et le temps, pour en faire une totalité mobilisable. "Est sensation tout événement de conscience en tant qu'on peut le détacher et le discerner de toute correspondance, de toute transformation, de toute accommodation." Cette description est évidemment très proche du schème perceptif mobilisable (indépendant et permanent) de Piaget.

Au niveau de la connaissance, la signification est donc la prise de conscience et donc l'isolement (XI-A), l'assimilation dans l'activité interne, du reflet des relations vécues:
- relation entre deux éléments propres à l'organisme

- relation entre deux éléments de l'environnement
- relation entre l'organisme et l'environnement.

La pratique des stratégies constitutionnelles conduit, par abstraction réfléchissante* sur l'échec partiel, à de multiples évolutions qui sont plus des corrections de sens que des significations réellement nouvelles :
- la correction des stratégies provoque la construction d'une image de l'environnement et une image du moi.
- ces stratégies corrigées deviennent mobilisables dans l'activité intérieure, les unes vis à vis des autres et prennent le caractère du schème piagétien.
- ces schèmes ou stratégies corrigées peuvent être "étiquetées", sous forme sémantique. C'est la naissance ou renaissance du symbole et donc des significations mobilisables, que ce symbole soit motivé ou non, métaphorique ou sémantique. Ainsi apparaît le premier aspect du symbole, traduisant un lien contraignant entre un signifié et un signifiant plus aisé à mobiliser.

Par signification nouvelle, on peut entendre l'assimilation nouvelle d'une relation pré-existante. Ainsi, un même symbole peut "renaître" chez tous les individus au cours de l'épigenèse (I-1). Mais il faut également considérer les significations innovantes, soit dans l'activité mentale, soit dans l'environnement extérieur. Ces significations sont toujours liées à la pérennisation d'une relation entre deux systèmes antérieurement indépendants :
- on parlera plutôt de bisociation* au sens d'A. Koestler en cas de rapprochement d'idées,
- on parlera de symbiose* en cas de rapprochement d'organismes concrets.

Deux remarques complémentaires peuvent être faites :

- W. Heisenberg a localisé, à tort à notre avis, dans la préhistoire de l'humanité, cette formation initiale des concepts (083). Il importe peu dans une analyse systémique du discours que les naissances conceptuelles aient eu lieu une seule fois dans la préhistoire ou qu'elles soient reprises durant chaque développement ontogénétique. Comme le souligne Piaget, seule l'analyse historique et l'observation directe du nourrisson peuvent apporter des arguments probants en faveur de l'une ou l'autre de deux thèses qui se rejoignent finalement dans leurs conclusions sur un langage authentiquement construit.

- la succession des étapes qui marquent les transformations ponctuelles et successives des significations n'est pas markovienne, ou pourrait-on dire, n'est pas puissamment markovienne. Trois ou quatre étapes successives peuvent paraître reliées entre elles mais des étapes plus éloignées deviennent totalement indépendantes, sans que puisse être saisie leur filiation. Il y a alors une véritable émergence de significations nouvelles qui se détachent totalement des significations première s initiales, bien que ce soit la manipulation de ces significations première s qui explique en fin de compte la genèse des significations nouvelles. Il y a alors le grand risque, caractéristique du réalisme, de voir attribuer aux significations apprises, les particularités de significations premières et de réifier ces significations.

4. L'évolution du Perceptif à l'Opératoire.

Le contenu et la nature des significations est donc un des points qui porte le plus à discussion sur le plan de l'épistémologie et même de la métaphysique. La pratique de l'intelligence artificielle qui manipule des significations sans se soucier de leur contenu a sans doute conduit à simplifier la question en conduisant à condamner plus facilement des

significations stables dans le temps. Cependant, la question de l'origine des significations ne peut se limiter aux évolutions constatées chez le jeune enfant. L'analyse des développements ontogénétiques et culturels semble bien conduire à faire de toute signification, le résultat d'une activité mentale d'abstraction réfléchissante* sur l'action au contact de l'environnement. Si ce premier point est admis, un second point qui est peut être encore plus essentiel, devrait s'imposer : les première s significations, les plus fondamentales décrivent simplement des états d'interface alors que les significations ultérieures prennent un aspect de plus en plus opératoire au point de se détacher finalement de toute référence perceptive.

Si le point de vue constructiviste est accepté, les première s significations accessibles au jeune enfant sont obligatoirement extraites des stratégies constitutionnelles, de leur mise en pratique face à l'environnement. Elles sont donc de nature perceptive, perceptivo-motrice, ou motrice, étant entendu que sur plan des significations, la dimension perceptive est bien plus importante que la dimension motrice. L'évolution ultérieure est marquée par un détachement progressif vis à vis du perceptif subjectif, un renforcement parallèle des opérations correctrices mais le résultat obtenu demeure celui d'un monde perçu. En revanche, les significations les plus évoluées, notamment celles de la mécanique quantique mais pas seulement ces significations, sont marquées par l'abandon croissant de la signification perceptive et le passage final au graphe opératoire pur, au formalisme mathématique. Il se crée même un véritable divorce qui explique notamment notre incapacité à faire entrer les données de la mécanique quantique dans notre représentation perceptive, obligatoirement et spécifiquement euclidienne.

Apparaît alors le second rôle du symbole, qui est celui d'une étiquette n'appelant plus un algorithme complexe mais recouvrant un être d'identité sans qualité, un point, dont le seul intérêt est de servir de support à une opération logico-mathématique, qui est seule significative. Le quark n'est rien d'autre que le condensé des expériences qui le mettent en évidence, simultanément un fait et la connaissance de ce fait. Ces expériences sont elles-mêmes caractérisées avant tout comme des processus opératoires. Le langage, indispensable pour organiser et diffuser la connaissance, devient obligatoirement métaphorique.

Ce passage du perceptif à l'opératoire pur nous paraît absolument essentiel :

- il s'accompagne d'une évolution parallèle des liens entre significations, partant d'une causalité extérieure constatée, allant à l'implication concrète et aboutissant à l'implication logique. C'est cette évolution qui marque la différence, entre le déroulement physique d'un événement, sa représentation sous forme perceptivo-motrice, puis finalement son déroulement sous une forme essentiellement opératoire. Mais il existe une relation extrêmement étroite entre l'évolution des causalités et celle des significations car c'est la découverte des causalités apparentes, traduite en implications, qui enrichit progressivement les significations perceptives en éléments opératoires. L'opération introduite traduit une correction de l'impression perceptive.

- la succession des étapes qui vont du perceptif à l'opératoire n'est pas plus markovienne que celles qui marquent les première s évolutions de signification. Quelques étapes successives peuvent paraître reliées entre elles mais des étapes plus éloignées deviennent totalement indépendantes, sans que puisse être saisie leur filiation. Il y a alors une véritable émergence des significations opératoires qui se détachent totalement des significations perceptives initiales, bien que ce soit la manipulation des significations

perceptives qui explique en fin de compte la genèse des significations opératoires. Le risque de déviance réaliste est considérable.

- l'organisation perceptive impose à tout humain un découpage assemblage du continuum environnemental qui est identique pour tous. Ce sont en revanche les particularités des expériences individuelles qui règlent les évolutions ultérieures de signification. Les différences inter-individuelles peuvent être atténuées par la référence sociale, mais celle-ci n'est pas forcément bien contrôlée et en fonction du vécu social propre à un groupe humain, des divergences apparaissent normalement entre groupes sociaux. Ainsi naissent et perdurent toutes les différences culturelles.

- en l'absence d'un vécu de l'organisme, les significations ne seraient que perceptives et n'existeraient même pas en tant que telles. C'est une réflexion sur l'interaction de l'organisme avec l'environnement qui isole et transforme des façons d'exister en significations et qui fait évoluer les significations perceptives première s. On peut remarquer que ces significations perceptives, seules significations première s, traduisent, elles aussi, uniquement une relation. La "couleur" n'est ni un rayonnement physique d'une longueur d'onde donnée, ni un mécanisme inné du cerveau mais la traduction de l'activité assimilatrice de ce mécanisme au contact du rayonnement.

- les significations ne peuvent comporter que des éléments perceptifs et des éléments opératoires, tous deux présents habituellement en proportion variable. Les seconds viennent s'associer aux premiers pour les corriger, à partir d'une réflexion sur le résultat des réponses adaptatives à l'environnement. Il n'existe pas d'autres sources aux significations et il serait illusoire de rechercher ces sources. Le sens est réductible, soit à une combinaison d'opérations, soit aux données d'interface traduisant de façon constitutionnelle l'interaction d'un organisme avec son environnement.

a) les significations perceptives sont totalement réductibles à des façons d'exister* des structures d'interface constitutionnelles, et renvoient donc totalement à l'organisation constitutionnelle humaine.

b) les significations opératoires ne sont rien d'autre qu'une combinaison originale d'actions logico-mathématiques et sont donc totalement réductibles à un algorithme de programme d'ordinateur. Cependant, le fonctionnement mental ne peut se suffire de manipulations opératoires, d'où le recours obligatoire au principe de correspondance* de N. Bohr.

c) soit pour cette dernière raison, soit parce que le formalisme est insuffisamment développé notamment chez l'enfant, la plupart des significations associent en fait des éléments perceptifs et des éléments opératoires.

En définitive, il nous semble que nous ne pouvons mieux faire, pour préciser notre propos, que décrire un processus qui devrait permettre la même genèse de significations à un ordinateur pourvu d'un bon programme de système expert et d'une rétro-action en fonction de sa propre activité au contact du réel :

- les significations perceptives, à la complication près, ne sont rien d'autre que les ports d'interface d'entrée d'un ordinateur, ports qui peuvent être associés aux détecteurs physiques les plus variés. Le contenu de ces ports est sémantique ou symbolique pour l'utilisateur de

l'ordinateur mais pas pour l'ordinateur lui-même qui ne dissocie pas ces données d'entrée du déroulement global de son activité.

- le système expert a pour l'utilisateur, le sens de règles première s de relation entre symboles. Ces mêmes règles sont pour l'ordinateur des règles de relation entre configurations d'interface.

- une "réflexion" sur le résultat effectif de l'application des règles première s en face de situations concrètes, permet d'introduire des corrections opératoires sur le sens véritable des symboles (ou données de ports d'interface) chargés d'exprimer le réel. Il peut en résulter de simples corrections des règles d'inférence si celles-ci étaient mauvaises, mais il peut se dégager des analyses plus complexes, tenant compte par exemple de la simultanéité ou successions de données d'interface distinctes. Des significations secondes vont apparaître, plus riches en éléments opératoires, traduisant le vécu de l'ordinateur au contact de l'environnement.

- par étapes successives, ces significations secondes donnent elles-mêmes naissance à des significations, de plus en plus riches sur le plan opératoire, de plus en plus détachées des données de ports d'interface ou des symboles introduits initialement par le système expert. Lorsque les significations sont devenues totalement opératoires, elles sont totalement propres aux interactions de l'ordinateur avec son environnement. Ces significations n'ont rien à envier aux idées platoniciennes, aux formes d'Aristote ou de la Gestalttheorie. Par ailleurs, elles sont localisables, mobilisables, isolables par rapport au comportement et elles ont donc bien acquis tous les caractères de significations.

Ainsi, pour l'ordinateur, comme pour l'organisme humain, toute signification est subjective, réductible à l'influence conjointe de la constitution initiale et de l'histoire personnelle ultérieure, au contact et en interaction avec l'environnement. Ainsi devrait être conservé un seul conceptualisme constructiviste. Ce dérivé du conceptualisme d'Abélard postule que les significations existent uniquement dans le cerveau qui les pense puisqu'elles sont réductibles à des façons d'exister* du cerveau. Mais elles existent seulement potentiellement dans le cerveau à la naissance et elles doivent être actualisées; cela ne peut se faire qu'à partir des interactions avec l'environnement. En revanche, il faut rejeter à la fois tous les nominalismes niant les significations et tous les réalismes leur accordant une valeur en dehors de l'organisme qui les manipulent.

CONCLUSION : Grandeur et Servitude du Discours.

Le fait de récuser le réalisme platonicien ne conduit donc pas nécessairement à dévaloriser le discours comme fondement de la connaissance mais condamne un discours premier ou un discours qui prétendrait constituer une transcription directe du réel. Dépouillé d'une référence a priori qui, logiquement, ne pourrait être que supranaturelle, le discours devrait apparaître comme un ensemble de mécanismes pouvant traiter les données d'interface et constituant un véritable système autonome. Un tel discours demeure pourvu de lois internes qui lui fournissent une cohérence* propre. Il est ouvert à la création dans la mesure où le rapprochement des concepts est innovant par lui-même. Le sens du discours n'est pas pré-

établi mais il traduit la forme d'équilibre qui supprime les contradictions entre les différents composants. Ce sens est toujours recommencé car l'introduction de n'importe quelle donnée extérieure nouvelle suffit à rompre un équilibre précaire; ainsi le principe de réfutabilité* de K. Popper s'applique-t-il au discours. Cette constitution du discours explique son juste rôle sur le plan cognitif, indispensable à l'organisation et à la transmission des connaissances mais exposant perpétuellement à des déviations cognitives.

1. Les dangers récursifs du Discours.

Si le discours est très positif par de nombreux côtés, il est facilement source d'erreurs graves. La conduite du discours peut être très facilement biaisée et aboutir à des effets franchement néfastes. Le risque de biais vient principalement du fait que le rédacteur d'un discours pense qu'il manipule des certitudes "objectives" alors qu'il doit attribuer subjectivement, implicitement ou explicitement, des valeurs déterminées à un certain nombre de variables, avant même de commencer à parler; cela est indispensable pour pallier les indéterminations de la dégénérescence. Cette attribution a valeur d'hypothèse et peut être considérée comme telle par l'orateur. Mais la poursuite d'un discours continuellement cohérent par rapport à lui-même, peut finir à elle seule par constituer pour le rédacteur une confirmation apparente des hypothèses initiales qui deviennent pour lui des certitudes. C'est le chaos déterministe* créateur. Cette déformation est fréquente dans le discours de Freud qui a toujours refusé les protocoles expérimentaux régulateur et a néanmoins accumulé les "certitudes". Tout se passe comme s'il avait commencé par dire sur un point précis "Il se pourrait que..." et qu'après plusieurs années, il avait considéré l'hypothèse comme confirmée sans que rien d'autre n'ait été pris en compte que la prolongation cohérente du discours vis à vis de lui-même, l'approbation des disciples et quelques anecdotes pouvant accepter de très nombreuses interprétations. La déviation de Lacan vis à vis de l'approche psychanalytique traditionnelle accentue encore le mécanisme et replie totalement le discours sur une cohérence* interne, l'immunisant contre toute contradiction possible mais le stérilisant du même coup.

Le simple fait de poursuivre le discours à ses conclusions ultimes en considérant les concepts comme totalement déterminés atteint plus rapidement les mêmes conséquences désastreuses. Le biais initial étant obligatoire, il s'accentue par le simple déroulement du discours et il aboutit inévitablement à des absurdités. Discuter comme paraît-il cela s'est fait, du sens ontologique des pronoms personnels qui s'opposent dans la phrase "Je me suis blessé" en est une bien triste illustration des résultats d'une analyse du discours conduite jusqu'à l'absurde.

Le processus est d'autant plus dangereux que le rédacteur n'a pas toujours conscience d'intégrer des précisions subjectives obligatoirement source de biais. Aussi les attitudes subjectives qui ne rompent pas la cohérence* interne mais qui biaisent facilement les significations cognitives sont-elles nombreuses :

a) c'est le cas lorsque les références concrètes sont limitées à des expériences invoquées, en général anecdotiques, qui supportent isolément un si grand nombre d'explication que l'une au moins est conforme à n'importe quel discours. Les conséquences sont pratiquement les mêmes et pour les mêmes raisons lorsque le rédacteur du discours se limite à interpréter des données rétrospectives et évite les applications prospectives. On retrouve là les mécanismes des théories métaphysiques décrites par K. Popper.

b) c'est le cas lorsque sans y prendre garde, le rédacteur part de la théorie globale pour définir les concepts élémentaires qui ont valeur d'axiomes. Hertz a fait remarquer que le discours newtonien était cohérent parce que les concepts de temps, d'espace et de masse y étaient définis à partir du discours lui-même.

c) c'est encore le cas lorsque le rédacteur délimite délibérément son champ d'investigation et coupe toute communication autorisant une appréciation de la cohérence* externe. A Freud qui envisageait que les progrès de la biologie puissent faire s'effondrer son discours "comme un château de cartes", Lacan répondit trente ans plus tard en distinguant l'instinct sexuel biologique et l'instinct sexuel régissant l'activité mentale, supprimant toute ingérence de la biologie dans son discours.

Toutes ces données soulignent combien le discours une fois élaboré peut devenir autonome entre les mains de son rédacteur et tourner sur lui-même en donnant une illusion de création cognitive. Ce que K. G"del a souligné pour un système cognitif quelconque vaut pour le discours qui ne peut prouver sa validité par sa cohérence* interne. De même, il devient évident qu'il n'y a pas de "psychanalyse" possible du discours. Aucun "technicien" extérieur ne peut espérer relever toutes les indéterminations, tous les biais qui ont marqué un discours et de ce fait, lui accorder un sens unique et contraignant.

2. Les bénéfices et les dangers du Discours dans son expression externe.

Il résulte de ces données que l'enrichissement cognitif par le discours, est très positif, indispensable bien que risqué, dans une construction qui va de l'expérience concrète et de son enregistrement perceptif jusqu'à l'élaboration des abstractions de différents niveaux. Mais une telle mise en forme discursive n'a pas de valeur immédiate de transmission de connaissance. Elle correspond au "langage subjectif" dont Piaget avait initialement surestimé l'importance chez le petit enfant mais qui caractérise partiellement tout discours. Le bénéfice du discours comme les facteurs de biais sont considérablement majorés lorsque l'abstraction construite par un individu est transmise à un autre individu qui n'a pas les connaissances du premier.

Surtout dans notre société actuelle, le discours est le moyen privilégié pour transmettre à un individu des connaissances apprises qui vont au delà de ses propres expériences. Sans le discours, l'individu ne pourrait pratiquement pas bénéficier d'une culture. Mais inversement, cette acquisition indirecte de connaissance par un tiers ne peut se faire sans risque de graves déformations. Lorsqu'un discours qui traduit une activité mentale originale est transmis à un interlocuteur, ni les concepts ni les étiquettes qui les désignent n'ont obligatoirement une signification immédiate et identique pour cet interlocuteur. Il peut pressentir un contenu cognitif mais ne peut le définir comme l'orateur puisqu'il n'a pas effectué lui-même les démarches d'abstraction. L'auditeur est donc contraint d'intégrer le message verbal présenté, dans son propre système cognitif, avec les risques d'erreur que cela présente. La transmission du message est donc obligatoirement imparfaite et les déviations du contenu cognitif du discours, que nous avons analysées plus haut, prennent alors toute leur signification. C'est le prix que nous devons payer obligatoirement si nous voulons profiter des connaissances du patrimoine socio-culturel, que nous n'avons pas construites nous-mêmes et que nous avons directement assimilées par le discours. Comme le souligne Korzybski, les défauts attribués aux systèmes cognitifs sont bien souvent liés à un mauvais usage du discours et nous serions tentés d'ajouter que ce mauvais usage est avant tout celui d'un discours centré exclusivement

sur sa seule et propre cohérence, un discours dont on refuserait les indéterminations qu'il contient nécessairement.

Pour une large part, la psychanalyse et la psychothérapie psychanalytique se sont développées sur le constat que le contenu d'un discours pouvait être différent de ce qu'il paraissait. L'explication donnée en a été une mauvaise transmission d'information interne à l'individu, faisant notamment appel à la notion de censure. En revanche, l'information elle-même était considérée comme définie, totalement régie par un certain nombre d'archétypes. Cela donnait le droit au thérapeute connaissant ces archétypes et leurs règles de transmission, de corriger les effets de la censure.

Nous pensons que la dégénérescence qui caractérise obligatoirement le discours intérieur et la communication discursive explique plus simplement les biais d'information constatés par les psychanalystes. A moins d'y prendre particulièrement garde, toute communication entre individus est imparfaite et source de biais. Au cours des échanges discursifs, chaque interlocuteur croit alors noter des incohérences dans le discours de l'autre qu'il ne pense pouvoir expliquer que par la mauvaise volonté, la réticence consciente ou inconsciente. Freud a rendu la monnaie de sa pièce à l'Eglise catholique du XVIème siècle qui giflait un juif tous les samedis saints en affirmant que le refus du catholicisme ne pouvait provenir que de la bêtise ou la malignité.

L'appel à la dégénérescence nous parait une explication plus cohérente et conduit à envisager une psychothérapie selon un processus qui n'est pas très éloigné de la cure psychanalytique, si ce n'est qu'aucun des interlocuteurs ne dispose d'une vérité. La dégénérescence conduit, nous l'avons vu, à accorder implicitement et arbitrairement une valeur à de nombreuses variables qui n'ont pu être précisées empiriquement. L'oubli peut marquer très facilement l'origine de ces attributions, tout en en conservant le résultat; c'est le cas des intuitions. Par ailleurs, l'orateur ne pense pas à avoir à expliciter une variable car il pense son interlocuteur en accord avec lui sur ce plan. Il y a peu de raison que l'interlocuteur ait fixé de la même façon ces variables et il y a donc là une source fondamentale de dégénérescence dans la transmission du message puisque le contenu explicite du message ne contient pas le contexte cognitif complet. Un échange verbal rapide ne peut suffire à exprimer un message et son contexte. Le vrai remède est double :

- il consiste à considérer que la transmission d'un message est toujours parcellaire, qu'il y a un écart systématique entre ce qu'a voulu exprimé un orateur et ce qu'a compris l'interlocuteur.

- dès lors, chacun peut comprendre l'intérêt d'un dialogue véritable et prolongé, cherchant à faire préciser par des retours s'il a bien compris ce que voulait dire son interlocuteur et s'il a été bien compris. Il faut encore que chaque variable "cachée" soit mise à jour et discutée. Alors seulement, les interlocuteurs pourront mesurer les véritables dimensions de leur désaccord, et bien souvent constater le caractère factice de ce désaccord.

- mais plus encore, comme nous le verrons (annexe B), la psychothérapie doit conduire à travers le dialogue, à substituer une nouvelle référence au discours, en proposant un découpage/assemblage différent de celui qu'avait construit le patient, sans que la "vérité" foncière de l'un des systèmes de référence mis en présence soit affirmée.

En définitive, nous pensons que le discours est un élément fondamental du comportement, aussi bien en activité intériorisée qu'en expression verbale. Mais l'attitude spontanément réaliste des interlocuteurs, la dégénérescence interne et dans la transmission du discours entraînent très facilement des biais d'information. Une conception correcte du discours, second et dégénéré, ainsi que la pratique du dialogue approfondi doivent permettre de tirer pleinement parti du discours tout en en évitant les pièges. Défini dans ce cadre, le concept est seulement un temps d'arrêt dans le déroulement de l'activité mentale, un point de départ et une conclusion, un noeud dans un graphe de relations. Il est un aboutissant puisque toute signification est une création active, cristallisant un vécu nouveau en même temps qu'incorporant des significations préalablement établies. Toute signification une fois créée et étiquetée par un mot devient mobilisable pour être intégrer dans les articulations du discours et en ce sens, la signification est l'objet préalable indispensable au déroulement du discours. Le discours ainsi conçu est relatif et provisoire :

- relatif car il a été généré par un découpage/assemblage particulier du continuum d'environnement qui ne peut ni a priori, ni a posteriori après validation, être considéré comme le seul découpage/assemblage correct et efficace, fixer le seul "regard" cohérent,
- provisoire, car l'utilisation des concepts établis conduit à un progrès de connaissance qui démontre un jour ou l'autre l'inadéquation partielle de ces concepts.

Pris comme un processus en évolution constante et qui se remet perpétuellement en question, le discours est la clef du progrès cognitif; il cristallise l'abstraction réfléchissante passée, organise l'abstraction réfléchissante présente. Inversement, figé sur des références immuables, le discours ne peut déboucher que sur des exercices scholastiques dont le Moyen Age n'a eu malheureusement nulle exclusivité.

CHAPITRE XIII : THEORIE AUTONOMIQUE DE LA CONNAISSANCE

"La conception de la réalité objective des particules élémentaires s'est étrangement dissoute, non pas dans le brouillard d'une nouvelle conception de la réalité, obscure ou mal comprise, mais dans la clarté transparente d'une mathématique qui ne représente plus le comportement de la particule élémentaire mais la connaissance que nous en avons."

Werner Heisenberg

"*Retrouver le savoir est en fait pouvoir, donc savoir-faire.*
La distinction de l'épistémologie et de la praxeologie est une erreur.

Paul Valéry

Résumé : Six points se présentent comme des conclusions au cœur de notre analyse.
1. L'épistémé de la substance est terminée, l'épistémé actuelle est celle de la relation, et au premier chef, de la relation entre le sujet et l'objet de connaissance.
2. Il n'y a pas de vérités premières. La cohérence* multicruciale* entre les données portant sur un point est la seule méthode possible de validation cognitive. Le sujet appréciant lui-même le degré de cohérence* exigé, la démarche cognitive devient un pari probabiliste.
3. Les significations et l'implication qui gère leurs rapports résument le mode mental et intérieur du fonctionnement cérébral. Ces significations sont apprises et sont des façons d'exister* du cerveau, actualisées par l'expérience.
4. La dégénérescence des significations et le bénéfice néguentropique* de la conjonction des significations dégénérées sont au cœur d'un progrès cognitif, qui ne peut être qu'une orthogenèse constatée après coup.
5. La connaissance est relative au sujet qui connaît, et utilitaire. Une utilité commune aux individus, génère une objectivité sociale relative.
6. La conscience traduit le résultat d'une abstraction réfléchissante* qui permet au sujet d'examiner le fonctionnement cérébral régissant l'activité qu'il exécute, en même temps que son résultat.

A) La nature de la Connaissance

La connaissance traduit une information qui conduit au choix d'une réponse adaptative avec une probabilité de réussite supérieure à une réponse qui résulterait d'un choix aléatoire. On peut distinguer plusieurs niveaux de connaissance.

Les connaissances constitutionnelles : ce sont les seules indispensables. Elles sont très limitées chez l'homme par rapport aux connaissances apprises, mais il existe en revanche des mécanismes constitutionnels sur le plan de la perception, de la curiosité, de l'imitation, beaucoup plus performants que ne le pensait Piaget, permettent des acquisitions cognitives très rapides. La différence entre "réflexes" et schèmes appris est ainsi amoindrie et on peut parler de stratégies constitutionnelles présentant les possibilités de généralisation que Piaget réservait aux schèmes.

Les connaissances apprises : elles sont toujours issues des connaissances constitutionnelles par exercice, révision et constructions opératoires.
~ L'adaptation des stratégies constitutionnelles est précoce et élémentaire. S'y associe très vite la combinaison des stratégies.
~ Les évolutions ultérieures sont marquées par la mobilisation interne des stratégies qui génère la représentation cognitive. Celle-ci, en s'enrichissant, sépare les données propres au moi et les données d'environnement. Une évolution tout aussi essentielle est l'effacement progressif des données perceptives ou d'interface derrière les corrections opératoires. Chemin faisant, il y a élimination de toute notion de substance.

Description dynamique des mécanismes d'acquisition des connaissances.

Au départ, est la rencontre entre un sujet défini biologiquement et son environnement. Il faut entendre par sujet, un organisme autonome. L'environnement est nécessairement caractérisé par l'association de régularités et de variations aléatoires.
Ensuite, vient la réaction circulaire* qui traduit la correction des conduites successives essayées en fonction des résultats qu'elles ont obtenus.
Puis vient l'équilibration spontanée corrigeant partiellement les imperfections. Selon le schéma de la structuration dissipative, l'imperfection des corrections entretient une instabilité qui finit par provoquer spontanément une réorganisation si le système est suffisamment complexe.

Le domaine de la Connaissance.

Le domaine de la connaissance est la relation de contact en surface entre l'objet à connaître et le sujet connaissant. Mais pour tirer parti des connaissances premières, le sujet doit dissocier ce qui vient des propriétés de l'objet et ce qui vient des particularités de sa propre constitution. Du fait de l'existence obligatoire des structures d'interface, la connaissance devient connaissance des données d'interface.

La Connaissance, conduite subjective.

Contrairement aux thèses réalistes traditionnelles, la subjectivité de la connaissance est première, c'est la similitude entre les systèmes cognitifs des différents individus qui doit être expliquée.
~ Une connaissance est une façon d'exister* définie dans une enveloppe potentielle au sein de la constitution. La connaissance apprise est une sélection dans le cadre d'un processus autonome, non une assimilation d'une instruction venue de l'extérieur.
~ Le sujet doit construire la totalité de ses connaissances. Les connaissances en provenance de l'environnement social doivent être réanalysées avant d'être assimilées et intégrées dans le système cognitif antérieurement établi.
~ Par ailleurs, de nombreux points demeurent obligatoirement ouverts et indéterminés durant la démarche cognitive, ce qui nécessite une intervention subjective continue pour combler les indéterminations.

Conclusions.

Combinaison d'éléments du fonctionnement cérébral, la connaissance, tout au moins la connaissance subjective, n'est pas présente dans le monde de la réalité physique. La connaissance est donc nécessairement un modèle interne de la réalité extérieure. Il ne peut y avoir une concordance totale entre le déroulement d'une activité cérébrale au cours de l'actualisation d'une connaissance, et l'événement décrit par la connaissance. La relation entre "la carte et le territoire" est donc obligatoirement dégénérée. De plus en plus opératoire, de moins en moins perceptive, la connaissance devient conscience de relations et le contenu de conscience ne peut plus être représenté perceptivement.

B) Rationalité restreinte* et Connaissance

Les analyses d'H. Simon soulignent les limites des capacités cérébrales, imposant des artifices pour élargir le champ de conscience.
1. Le mécanisme le plus essentiel est celui qui consiste à mobiliser un algorithme entier sous forme d'une étiquette.
2. Un autre mécanisme essentiel est une approche simultanée d'une même situation par une multiplication des points de vue distincts qui sont analysés séparément et seulement coordonnés ultérieurement.
3. De signification assez voisine est l'approche simultanée et superposée sur plusieurs niveaux de définition.
4. L'appel aux stratégies remplace les explorations tactiques en arborescence. La dégénérescence est obligatoire dans l'utilisation des stratégies.
L'analyse de la rationalité restreinte* conjointement à la théorie de l'autonomie biologique, conduit à dévaloriser le concept, par rejet du réalisme de natures, mais à le revaloriser comme point d'ancrage provisoire mais obligatoire pour compenser les effets de la rationalité restreinte*, ce qui définit la connaissance objective de K. Popper.

C) Les Connaissances stabilisées ou le Troisième Monde* de K. Popper

L'étude de l'information génétique contenue dans l'A.D.N. est une excellente introduction à la compréhension des connaissances cristallisées ou stabilisées, y compris pour discuter ce qu'il peut y avoir d'excessif dans la conception de K. Popper d'une connaissance objective autonome. L'objet cognitif, préalablement construit, à partir d'un découpage et de l'expérience, est au cœur des connaissances cristallisées, car c'est sous cette forme seulement que la connaissance peut être extériorisée et passer du second monde* de Popper au troisième monde*.

1. Les perceptions au contact de l'environnement.

Exigeant la présence effective de l'environnement, ce ne sont pas à proprement parler des connaissances stabilisées mais elles constituent la base de toutes les constructions cognitives.

2. Les images de la représentation perceptive hors la présence de l'objet.

Elles sont indispensables mais très pauvres, ce qui les rend incapables de traduire les connaissances apprises un tant soit peu complexes, notamment celles qui sont dérivées d'une confrontation entre perceptions distantes dans l'espace ou le temps. Cela impose la construction de séquences perceptives, mais surtout la dissociation signifiant-signifié où une image perceptive peut être reliée arbitrairement à un signifié quelconque.

3. Le sens des catégories extérieures au Moi.

Ces catégories, au sens d'Aristote, sont indispensables à la connaissance mais elles ne répondent pas à une organisation classifiable de l'environnement. Les catégories sont obligatoirement perceptives ou opératoires. Les catégories perceptives renvoient à des mécanismes perceptifs unitaires du cerveau, isolés par la neurophysiologie.

4. L'Objet cognitif.

On peut qualifier d'objet, tout point de centration de l'activité cognitive. Le réalisme maximal, notamment le réalisme platonicien, considère comme premiers, l'objet physique et l'idée générale. Le réalisme minimal considère comme premier, l'objet cognitif et l'objet réel ne peut être qu'inféré. Il est possible d'opposer point par point l'objet physique et l'idée du réalisme maximal, avec l'objet cognitif du réalisme minimal.

5. Le Discours.

Seule une organisation séquentielle peut traduire les connaissances apprises complexes. En ce domaine, l'image auditive est plus opérationnelle que l'image visuelle. Le discours est un vécu mobilisant les connaissances stabilisées que sont les mots.

Le Mot et le Symbole : ils sont envisagés dans le cadre du conceptualisme, et non dans celui du réalisme des idées. Le concept selon Piaget et Korzybski traduit une activité d'abstraction et de généralisation à partir des images perceptives ou de concepts plus concrets.
~ Concepts et symboles : Les définitions très variables rendent difficiles une opposition entre le concept et le symbole. Il peut y avoir un contexte "symbolique" qui enrichit subjectivement le concept et en accentue la prégnance. Inversement, le symbole peut être un concept réduit à l'existence.
~ Le mot est l'interface de la relation sociale. La dégénérescence qu'il comporte dans la traduction d'une information impose les conditions d'une transmission avec bruit, valorisant le dialogue.

La situation de la Logique : la logique ne décrit pas une "réalité" mais constitue une règle d'usage. Les mots étant dégénérés, les conclusions logiques le sont aussi. La logique bivalente, plus simple, est alors préférable. La logique est d'une certaine façon tautologique, mais également créatrice en traduisant le passage de la puissance à l'acte.

6. Les Systèmes cognitifs.

Une connaissance isolée a peu de valeur, d'où la nécessité d'une mise en relation des connaissances qui traduit le système cognitif.
L'opposition apprise entre le moi, l'autre et l'environnement physique traduit le premier système cognitif. La théorie est le système cognitif le plus élaboré. Sa structure est holographique puisque d'une part, elle est l'équilibre entre les faits mais d'autre part elle inspire la nature et le recueil des faits.

D) Les bases de la Validité cognitive

Le rejet du réalisme supprime toute vérité de référence. C'est la cohérence* existant entre connaissances qui traduit leur validité.
- cohérence* interne marquée par le respect des implications formelles et plus encore par le contrôle de l'accord existant entre toutes les connaissances du système cognitif global.
- cohérence* externe de la vérification, incluant la prégnance perceptive mais surtout la prédictibilité et la répétabilité des expériences.
- concordance entre individus, très importante pour le début des constructions cognitives, mais beaucoup plus aléatoire ensuite, lorsqu'entrent en jeu, idéologies, croyances, engagements métaphysiques..
Il faut souligner par ailleurs, que la cohérence* n'est jamais parfaite et qu'elle est appréciée par le sujet connaissant lui-même. Toute démarche cognitive devient alors un pari soumis aux règles de la probabilité subjective.

La Cohérence* et le Solipsisme.

L'acceptation du constructivisme ne doit pas devenir solipsisme. Le solipsisme consisterait à affirmer que la cohérence* externe est un cas particulier de cohérence* interne entre ce que le sujet "décide" venir d'un environnement qu'il a construit, et l'ensemble de son système cognitif. Le constructivisme admet un réel, semant des obstacles qui heurtent le déroulement interne de l'activité mentale. Il y a affirmation que le réel existe et qu'il est doté de particularités ontologiques permettant l'expression de régularités, mais ces particularités sont inaccessibles en tant que telles, et la connaissance se réduit à prévoir des comportements qui conviennent. Le réel ne se manifeste qu'à partir des obstacles imprévus qui interrompent le déroulement de l'activité cérébrale.
Nous n'avons donc pas à douter de l'existence de l'environnement mais un effort permanent est indispensable pour mieux qualifier cet environnement que ne le fait l'image qui nous en est donné par les mécanismes perceptifs constitutionnels. Les rencontres occasionnelles nous permettent de valoriser des relations. Une association minimale de relations définit un cadre cognitif. L'adjonction supplémentaire de relations apporte le bénéfice d'une cohérence* constatée. Cette cohérence* valorise le choix du cadre cognitif et s'ajoute aux obstacles imprévus pour construire la prégnance du réel.

Dans la suite d'une évolution des conceptions épistémologiques (I), et à partir des analyses de Claude Bernard, une théorie de l'autonomie biologique s'est progressivement dégagée (II). Elle a manifestement obtenue ses règles de noblesses en aidant à la compréhension de nombreux faits biologiques et psychologiques (III). Il nous a donc semblé légitime de souligner ce que cette théorie pouvait apporter à l'épistémologie. Nous avons commencé notre travail en énumérant quelques principes ou points de départ qui nous

paraissaient à la fois essentiels et bien établis. Avant de préciser une théorie autonomique de la connaissance, nous voudrions souligner six points qui se présentent comme des conclusions essentielles au cœur de notre analyse.

1. L'âge de la substance est terminé, l'âge actuel de la connaissance est celui de la relation.

Il y a accord entre la physique et l'analyse épistémologique ou neuropsychologique pour affirmer que la connaissance n'intègre pas fondamentalement une qualification de substance mais une relation entre éléments. Nous prenons à la lettre l'affirmation de Hering qui voit la mémoire comme l'explication générale de la matière organisée. La connaissance première sur lesquelles sont établies toutes les connaissances apprises n'est une connaissance ni de soi, ni de l'environnement physique, ni des autres; c'est une connaissance d'une rencontre entre un moi, l'environnement physique et les autres. Le moi, parfaitement identifiable sur le plan biologique, est au contraire initialement indifférencié sur le plan de la réflexion. C'est seulement secondairement que la connaissance de la rencontre se fractionne entre une connaissance réfléchie du moi, de l'environnement physique et des autres. Ces connaissances, organisées de façon indépendante, sont seulement des modèles construits. Par ailleurs, la relation significative du sujet avec son environnement se fait uniquement par des structures d'interface qui sont stables au cours de la vie. Les connaissances premières sont les données d'interface, la révision des connaissances premières par l'expérience n'est qu'opératoire. Le passage de la substance à la relation traduit une révolution épistémique essentielle. En effet, la substance appartient à l'objet conçu indépendamment de tout observateur. On pourrait même dire que la substance est ce qui est propre à l'objet en indépendance de l'observateur. Au contraire la relation implique l'observateur pour la vivre et la constater, même lorsque cette relation porte sur les éléments constitutifs de l'objet.

2. Il n'y a pas de vérités premières et la cohérence* multicruciale* entre toutes les données portant sur un même point est la seule méthode possible de validation cognitive.

Il n'existe aucune référence première de la connaissance autre que la structure des interfaces et l'analyse des résultats du vécu. Or les propriétés d'interface ne sont analysées de façon réfléchie, qu'à titre de modèle, et cela implique les particularités du cerveau humain, connues également uniquement comme modèle. Il n'y a donc place pour aucune vérité première à quoi rattacher la connaissance. De ce fait, la validité cognitive est réduite à la cohérence* entre le maximum possible de données portant sur un même sujet, aux "relevés croisés" de K. Popper. Un minimum de données établit la définition relationnelle du concept et les données complémentaires cohérentes avec les premières, valident cette définition. Il y évidemment un rapport étroit entre l'abandon de la notion de substance et celui de vérité première. Une connaissance réduite à la relation se prête bien davantage à une validation par cohérence* . L'organisation hiérarchique des données d'interface et des constructions cognitives donne des opportunités toutes particulières de validité par cohérence*. En revanche, il n'est jamais possible d'espérer une cohérence* totale, si ce n'est en limitant délibérément et subjectivement le champ des analyses. La démarche cognitive apparaît ainsi comme un véritable pari.

Il nous semble que ces deux premiers points sont au cœur de la révolution épistémologique introduite par les théoriciens de la mécanique quantique, N. Bohr, W. Heisenberg et plus récemment M. Mugur-Schachter. A ce titre, l'épistémologie quantique est de signification universelle.

3. Les significations et l'implication qui gère leurs rapports résument le mode mental et intérieur du fonctionnement cérébral. Ces significations sont toutes apprises et sont réductibles à des façons d'exister* constitutionnelles du cerveau, actualisées opératoirement par l'expérience.

Les significations manipulées par le fonctionnement mental sont toutes construites. Inversement le fonctionnement mental est réductible à la manipulation de ces significations dans le cadre de l'implication. Les connaissances conceptuelles traduisent une organisation neurologique apprise et apprise au contact du milieu. Le premier temps de l'apprentissage est la dérivation de schèmes à partir de l'exercice des conduites innées. Ces schèmes demeurent fondamentalement des façons d'exister* définies potentiellement dans la constitution et actualisés par la rencontre avec l'environnement. Les schèmes initiaux sont perceptifs et fournissent une signification pour tout objet, pour tout événement. Le développement cognitif est donc nécessairement une correction des connaissances existantes et les significations nouvellement apprises portent la marque de cette correction. Cette correction ne peut être qu'opératoire, la qualification perceptive n'évoluant pas. Durant l'évolution opératoire des significations, l'implication concrète se substitue à la causalité observée, puis l'implication logique se substitue à l'implication concrète.

4. La dégénérescence des significations et le bénéfice de la restriction de variété liée à la conjonction des significations dégénérées, sont au cœur d'un progrès cognitif, qui ne peut être qu'une orthogenèse constatée après coup.

Les significations appartiennent au monde du fonctionnement cérébral et ne peuvent correspondre parfaitement aux données extérieures. Toute signification est donc dégénérée (X-A) par rapport à l'objet ou l'événement qu'elle décrit. Le rapprochement de deux ou plusieurs significations dégénérées est créateur d'un complément de sens par restriction de l'indétermination et donc source par lui-même de connaissance nouvelle. Ainsi s'explique le progrès cognitif, ontogénétique et culturel qui se fait et ne peut se faire que par approximations successives. La connaissance est donc obligatoirement approchée mais perfectible.

5. La connaissance est totalement relative au sujet qui connaît et n'a de signification qu'utilitaire. Mais la régulation de la subjectivité par l'utilité, en grande partie commune aux individus, génère une objectivité sociale relative qui explique l'importance du fait social sur le comportement cognitif individuel.

"Une réalité indépendante de l'esprit qui la conçoit est une impossibilité (H. Poincaré)". Un monde si extérieur que cela, si même il existait, nous serait à jamais inaccessible. Mais la relativité de la connaissance au sujet qui connaît est peut-être encore plus importante que ne le pensaient Henri Poincaré, Jean Piaget ou Niels Bohr. L'homme n'est pas seulement acteur dans le théâtre de la nature mais il est également un auteur rédigeant et contrôlant les scénarios qu'il écrit. L'universalité, d'ailleurs relative, des connaissances humaines ne s'impose pas d'elle-même et doit être expliquée. Elle est liée d'abord à la similitude des constitutions humaines et tout spécialement à la similitude des structures d'interface. L'universalité est renforcée par la structure sociale commune et l'hologrammorphisme* qui préside aux liens existant entre le groupe social et chaque individu. Mais par ailleurs, la subjectivité de la connaissance ne signifie pas une fantaisie qui serait suicidaire. Les nécessités adaptatives permanentes imposent une gestion de la subjectivité. Les nécessités adaptatives étant voisines pour tous les humains, il peut se construire une réalité objective qui résume ce qui est commun à plusieurs êtres pensants et pourrait être commun à tous. Cette communauté traduit le fait social et l'enrichissement de l'individu par le contact social. En un mot, l'objectivité n'est pas extraite par dialectique, mais authentiquement construite. L'objet lui-même, tout objet et pas seulement l'objet quantique est le résultat pérennisé de démarches cognitives antérieures ayant assuré un découpage au sein du continuum d'environnement.

6. la conscience est le résultat d'une abstraction réfléchissante* qui permet au sujet d'examiner les activités qu'il exécute et leur résultat.

Pour le réalisme, l'idéalisme, la phénoménologie, la conscience est donnée avant toute démarche cognitive. Pour l'empirisme, la conscience est un épiphénomène mis entre parenthèse. Nous pensons personnellement que la conscience traduit un aspect essentiel du fonctionnement cérébral et mental :

a) dans son mécanisme constitutionnel, la conscience est la capacité de contrôler au cours de sa réalisation, l'activité cérébrale globale non consciente qui est spontanée et automatique. Ce contrôle permet d'"isoler" une tranche particulière d'activité, d'en faire une représentation distincte et de la confronter avec le résultat qu'elle vient d'obtenir, essentiellement lorsqu'un obstacle au déroulement mental spontané est pressenti ou constaté.
b) dans son contenu, la conscience entretient les activités ainsi isolées en raison d'une abstraction et ensuite pérennisées.
La conscience ne préexiste au vécu qu'au niveau des mécanismes neurologiques qui la permettent. Si elle dirige effectivement les activités cognitives réfléchies, elle s'est enrichie antérieurement et progressivement à partir d'activités cognitives antérieures.

A) La Nature de la Connaissance.

S'il est un domaine d'application immédiate de la notion de conceptualisation relativisée (XII-A), c'est bien celui de l'épistémologie. Toute définition portant sur la connaissance est profondément marquée par une conception implicite de la nature de la connaissance. Ainsi, A. Lalande définit la connaissance comme "un acte de la pensée qui pose légitimement un objet en tant qu'objet, cet acte pénétrant et définissant l'objet considéré". Le renvoi au réalisme philosophique est manifeste, mais on pourrait en outre multiplier les références implicites d'une telle définition.

1. Définition de la Connaissance.

Nous tenterons donc de donner une définition plus universelle de la connaissance en sachant bien qu'il nous faudra utiliser les mots définis dans le cadre du réalisme platonicien des idées, pour préciser une notion qui voudrait échapper à la nécessité de ce réalisme. Nous pourrions alors dire que la connaissance d'un événement par un sujet, traduit une information qui oriente ce sujet vers une réponse adaptative vis à vis de l'événement, réponse qui n'est pas choisie de façon aléatoire ou qui a une probabilité de réussite supérieure à une réponse qui résulterait d'un choix aléatoire. L'avantage d'une telle définition est de ne présupposer que le sujet de connaissance, sans référence obligatoire à une pensée et sans tenir compte du fait que l'information traduit ou non une rencontre antérieur avec un événement comparable. Cette définition évoque évidemment une conception probabiliste de l'information et de la connaissance mais elle nous semble s'adapter aisément à toute conception épistémologique, depuis le réalisme le plus traditionnel jusqu'à l'empirisme le plus radical.

2. Les Niveaux de la Connaissance.

Il est alors fondamental de considérer qu'il existe des connaissances constitutionnelles et des connaissances apprises, seules les premières étant nécessairement présentes chez tout sujet de connaissance.

2.1. Les Connaissances constitutionnelles.

Tout système autonome doit, dès sa formation, disposer de lois internes lui permettant d'adapter son équilibre aux conditions d'environnement. Faute de quoi, le système serait obligatoirement altéré avant qu'il ait pu effectuer la moindre réponse adaptative. Par ailleurs, le mécanisme même des connaissances apprises ne saurait se comprendre car il n'y aurait aucune référence pour ces dernières connaissances, qui traduisent essentiellement une modification de connaissances antérieures.

Les connaissances constitutionnelles portent d'une part sur une assimilation des fluctuations de l'environnement: un certain nombre d'excitations provenant de l'environnement provoquent spontanément une réponse adaptée. Mais les connaissances constitutionnelles portent également sur une partie de l'organisme par rapport à une autre. Le nouveau-né à terme "connaît" sa température interne, ce qui lui permet une mise en jeu immédiatement adaptée de la thermorégulation.

Ces connaissances constitutionnelles renvoient à une excitation spécifique des systèmes d'interface, correspondant à une configuration innée. La reconnaissance de l'image parentale chez le jeune oisillon en est un bon exemple. Ce ne sont pas seulement les neurones sensoriels qui sont impliqués mais aussi tous les systèmes d'intégration perceptive immédiate(V-C). Cependant, une distinction fondamentale doit être faite entre les stratégies comportementales fournissant une réponse adaptative immédiate et les stratégies essentiellement cognitives.

Dans les analyses de J. Piaget, le nouveau-né humain ne paraît disposer que d'un répertoire de conduites innées particulièrement pauvre, conduites que l'auteur qualifie de réflexes. Quant à H. Simon, il affirme que chez le nouveau-né, le monde de la perception et celui de la motricité sont deux mondes qui s'ignorent totalement, ce qui laisserait supposer qu'aucune conduite adaptative immédiate n'est possible. L'analyse systémique, comme les données récentes de l'observation du nouveau-né humain conduisent à nuancer fortement ces deux affirmations.

- il existe certainement des stratégies innées reliant une analyse perceptive et une réponse motrice. Ces stratégies sont indispensables à l'autonomie du nouveau-né mais celles qui répondent à la vie relationnelle avec l'environnement sont peu nombreuses et ne sauraient constituer la base unique des exercices comportementaux du nouveau-né. Il s'agit de liaisons compulsives expliquant par exemple l'aisance de la succion-déglutition à la suite d'une stimulation cutanée du bord des lèvres. Il faut y adjoindre notamment les efforts de tenue verticale de la tête, l'orientation du regard vers tout objet mobile, la marche automatique, la reproduction compulsive des attitudes faciales de l'observateur, etc....

- le terme de "réflexe" utilisé par J. Piaget pour définir ces comportement est ambigu. Il est correct si l'auteur voulait préciser l'indissociation du perceptif et du moteur qui marque ces comportements. Le terme est abusif s'il voulait décrire des conduites dites "archaïques" ou témoigner que les comportements initiaux sont hors du contrôle du nouveau-né. Le suivi de l'enfant montre que dès l'âge de quelques semaines, certaines de ces conduites, notamment la marche automatique, sont beaucoup plus difficiles à obtenir car l'enfant a appris à les inhiber du fait de leur faible valeur comportementale immédiate.

L'approche de J. Piaget intégrait l'opinion implicite d'une construction secondaire pour expliquer toute stratégie d'assimilation perceptive. Il fallait donc que ces stratégies soient dérivées de l'exercice de conduites perceptivo-motrices par fractionnement. Il devenait alors logique que Piaget accorde une importance essentielle à ces conduites, notamment à la succion. Un tel point de vue ne peut plus être accepté aujourd'hui. Il est souvent contredit par l'observation renouvelée du jeune nourrisson et les travaux de Hubel et Wiesel ouvre à des perspectives très différentes. L'organisation neurologique innée peut permettre des stratégies purement perceptives très élaborées. Leur mise en jeu suppose évidemment une motivation pour que la théorie de l'autonomie soit respectée mais cette motivation peut être aisément découverte. Elle résulte d'une orientation innée vers la curiosité pour expliquer la mise en jeu de stratégies d'assimilation sans accommodation résultante. L'orientation innée vers l'imitation explique la mise en jeu de stratégies d'accommodation sans qu'il soit besoin de l'assimilation d'une exigence de réponse comportementale.

L'observation animale conforte cette thèse en soulignant l'importance de la curiosité comme celle de l'imitation. Il est en particulier manifeste que la phylogenèse des oiseaux et des primates est marqué par un développement conjoint de la socialisation, de la curiosité et de l'imitation. Dès lors le point de vue de H. Simon, de l'ignorance réciproque des mondes

perceptifs et moteurs chez le nouveau-né s'affirme davantage. Les stratégies perceptives répondant à la simple curiosité sont cependant beaucoup plus importantes à prendre en compte car elles enrichissent le corpus des connaissances, bien mieux que les conduites motrices d'imitation.

En définitive, la distinction que faisait Piaget entre "réflexes" et schèmes appris est très amoindrie et il nous paraît préférable de parler de stratégies dans les deux cas, d'appliquer aux stratégies innées ou apprises, ce que Piaget appliquait aux seuls schèmes et qui a été formalisé par L. Apostel :

a) toute stratégie a une tendance spontanée à s'appliquer à tout objet, en fait à tout événement, en toutes circonstances. Inversement, tout événement appelle *a priori* toutes les stratégies. Nous remarquons personnellement que de ce fait, il y a spontanément et dès la naissance, une qualification cognitive, erronée ou non ce n'est pas la question, pour tout objet, tout événement, toute situation.

b) le degré d'assimilation et d'accommodation dans une stratégie est fonction de l'intensité du besoin. Mais il faut inclure dans ces besoins la curiosité et probablement la compulsion d'imitation. Cette extension de la donnée de besoin permet d'insister sur les aspects de l'initiative individuelle dans l'utilisation des stratégies.

c) toute stratégie, innée ou apprise, est une totalité organisée. Il faut retenir de ce fait :
- que la stratégie comporte nécessairement une part d'indétermination, de dégénérescence permettant des modifications internes ponctuelles pour l'adaptation aux différents objets, aux différentes circonstances.
- que faites d'éléments, la stratégie peut être fractionnée en portions utilisables de façon indépendante
- que la stratégie en partie indéterminée, peut s'assimiler avec d'autres stratégies et s'intégrer dans une totalité élargie; elle conserve alors ses propriétés mais elle est également plus spécifiée, moins indéterminée, du fait des influences de voisinage.
Toutes ces particularités sont essentielles pour comprendre la dynamique de la connaissance apprise.

2.2. Les Connaissances apprises.

Ce que nous venons de préciser conduit à affirmer qu'une connaissance apprise peut toujours être ramenée à une modification de connaissances existantes, constitutionnelles ou apprises antérieurement, en fonction des "leçons" tirées de l'usage. Ainsi, connaissances apprises et mécanismes d'acquisition des connaissances sont indissociables. Cela conduit à définir de façon un peu arbitraires :
- une adaptation des stratégies au réel, c'est à dire une modification des stratégies existantes qui peuvent devenir de mieux en mieux adaptées aux particularités de l'environnement effectivement rencontré. Mais simultanément, et du fait de ces transformations adaptatives, les stratégies sont de mieux en mieux analysées par le sujet qui les utilise, de mieux en mieux connues dans leur structure et leurs éléments, et de ce fait, de plus en plus mobiles
- la représentation cognitive qui est une reconstruction intérieure, modélisant un comportement pour en apprécier le résultat avant de le mettre en oeuvre.

2.2.1. <u>L'adaptation des Stratégies constitutionnelles.</u>

C'est un premier temps obligatoire et le seul présent chez les organismes les plus simples. Il traduit l'évolution des stratégies sous l'influence de l'usage.

2.2.1.1. **L'actualisation des stratégies constitutionnelles immédiatement opérationnelles.** Un insecte prédateur, le sphex languedocien est immédiatement capable de paralyser un autre insecte par une piqûre dans le ganglion nerveux; il est cependant manifeste qu'il y a imperfection au premier essai et amélioration à l'usage. Un autre exemple est celui de l'empreinte chez les oiseaux coureurs où il y a une prédisposition innée évidente à

valoriser le premier objet mouvant aperçu après la naissance; l'objet effectivement perçu définit la conduite. De même, la reconnaissance parentale chez l'oiseau, basée sur une configuration perceptive, ne permet pas initialement la différenciation entre parents et leurres; le leurre perd tout attrait en quelques jours. On pourrait également citer l'amélioration en quelques jours, des conduites d'alimentation lactée chez le chaton, démontrée par par Rosenblatt.

2.2.1.2. **La combinaison et la décomposition des stratégies.** L'adaptation des stratégies suppose des modifications qui ont deux effets :

a) une modification efficace d'une stratégie implique une connaissance du contenu de cette stratégie. La modification stratégique implique une meilleure connaissance de la stratégie par le sujet, et cette meilleure connaissance est la conséquence obligatoire de l'usage.

b) une modification efficace d'une stratégie qui conserve sa propre référence ne peut être qu'une modification ponctuelle, portant sur un élément. La modification des stratégies favorise donc une décomposition en éléments, d'application plus générale et plus mobilisables

Il résulte de ces données, que le simple usage des stratégies favorise leur découpage en éléments isolés, les combinaisons de stratégies et leur confrontation.
- ce sont surtout les stratégies les plus fondamentales qui peuvent être découpées en éléments indépendants. Piaget insiste ainsi sur la dissociation de la succion-déglutition, la succion devenant une conduite indépendante de toute déglutition ultérieure.
- la combinaison de stratégies génère de nouvelles stratégies, efficaces là où les stratégies isolées échouaient.
- la confrontation des stratégies permet une analyse des points communs et des différences, conduisant à une classification et une hiérarchisation.
- découpage, combinaison et confrontation permettent et traduisent une grande mobilité des stratégies. Le résultat en est la possibilité d'auto-assimiler des stratégies pour traduire intérieurement le modèle complet d'une relation avec l'environnement. C'est le principe du fonctionnement mental.

Le découpage, la combinaison et la confrontation des stratégies aboutissent spontanément à une organisation hiérarchique et holographique.
- hiérarchique puisqu'apparaissent des éléments de stratégie devenant autonomes, de nouvelles stratégies réductibles à une combinaison de stratégies préalables, selon un processus qui comporte un nombre indéfini de niveau (IX-B).
- holographique puisque chaque élément et chaque stratégie sont appréciés par rapport aux autres et reflète le corpus global des stratégies (IX-B).

2.2.2 <u>Les évolutions ultérieures.</u>

La mobilisation des stratégies donne naissance à la représentation cognitive. Appliquées à de nombreux objets différents, les stratégies deviennent indépendantes de l'état des systèmes d'interface et donc mobilisables indépendamment des conditions d'environnement. Plusieurs stratégies peuvent alors être confrontées les une aux autres, ce qui traduit la représentation cognitive. Celle-ci s'enrichit progressivement, mais de plus, s'effectue en isolant d'une part les données propres au moi et d'autre part, les données d'environnement. A la conscience adualistique* purement vécue, des premiers mois, fait suite une conscience dualistique* réfléchie, opposant le moi au reste de l'Univers.

Une évolution tout aussi essentielle est l'effacement progressif des données perceptives ou d'interface derrière les corrections opératoires. Notre organisation perceptive, comme notre organisation sensorielle est essentiellement stable au cours de la vie. Cela explique notamment la permanence des illusions perceptives qui traduisent la stabilité des perceptions en dépit de l'évolution du jugement. Mais les données perceptives sont fortement

biaisées par les particularités de l'organisme humain et doivent être corrigées, correction qui traduit une grande part de la connaissance apprise. Or, les corrections des données cognitives premières ne peuvent être et ne sont qu'opératoires. De corrections en corrections, les significations apprises ont tendance à se détacher de tout support perceptif et ne plus traduire qu'un algorithme associant de façon définie des opérations logico-mathématiques élémentaires. Seule, l'étiquette de l'algorithme, pour des raisons évidentes d'activité neurologique interne ou des besoins de la communication interindividuelle, conserve un caractère perceptif, ce qui du reste porte souvent à confusion sur le sens fonctionnel de l'algorithme.

Une évolution strictement comparable a lieu dans l'autre domaine fondamental de la connaissance apprise, qui est le rapprochement entre des perceptions distantes dans le temps et/ou l'espace. Les singularités de chaque perception tendent à s'effacer durant ce rapprochement tandis que s'affirment les points communs plus généraux, les aspects structurels. Les données opératoires se trouvent donc privilégiées.

Inversement, plus l'évolution se fait vers l'opératoire, et plus il est possible de faire appel au pur symbole. Celui-ci n'est plus seulement une étiquette désignant une configuration perceptive ou un algorithme. Il devient le "x" ou le "y" dont le seul rôle est de permettre la mise en jeu d'algorithme. Une telle évolution ouvre à la représentation interne de tous les imaginaires, indépendamment de toute réalité. Les règles logiques formelles deviennent alors indispensables pour distinguer le possible de l'aberrant.

Chemin faisant, il y a élimination de toute notion de substance. Cette notion de substance est une première explication, indispensable tant que la représentation est encore marquée de données perceptives. Le progrès de la réflexion sur la connaissance permet d'en apprécier le sens réel, d'éliminer la substance en conservant les seuls aspects de relation.

2.3. Géographie et Histoire des Connaissances apprises.

Au travers de cette analyse diachronique de la connaissance apprise, s'est dessinée spontanément une organisation structurelle de cette connaissance. Cela ne doit pas étonner puisque la connaissance se résume à une construction individuelle au contact des environnements physiques et sociaux, construction dont on peut affirmer qu'elle n'est nullement terminée. Cette identité entre l'histoire et la structure ou géographie du corpus cognitif est un point essentiel en épistémologie. J Piaget a doublement démontré l'intérêt d'une épistémologie génétique, en montrant combien l'épistémologie génétique est le meilleur moyen d'atteindre l'épistémologie tout court. G. Bachelard n'a pas dit autre chose sur le plan de la science.

Cette conjugaison de la géographie et de l'histoire est le meilleur moyen pour comprendre que la connaissance progresse, mais ne progresse que de façon partiellement anarchique. La connaissance acquise traduit l'ensemble des corrections qui ont pu être effectuées par expérience depuis les débuts de l'humanité. Les corrections étant elles-mêmes entachées d'erreur et de subjectivité, il ne peut y avoir une ligne régulière de progrès, même si le progrès en fin de compte est continu à une échelle de temps suffisamment grande. L'orthogenèse cognitive est une réalité, mais à condition de comprendre qu'elle ne peut être perçue qu'après coup. Il devient alors facile de comprendre comment un M. Foucault ou un P. Feyrabend ont pu facilement trouver des arguments pour démontrer des aspects anarchiques de la science, et comment pourtant il est facile de rejeter les conclusions dogmatiques de ces auteurs.

Il est enfin évident que la similitude de l'histoire et de la géographie des connaissance présente l'immense intérêt d'approcher l'épistémologie de deux façons différentes, l'une historique et l'autre structurelle ou géographique, et d'établir une validité complémentaire à partir des cohérences* soulignées entre les deux approches. Ainsi réapparaît une connaissance indissociable du sujet qui l'a généré, un corpus cognitif indissociable de la dynamique cognitive.

3. Description dynamique des Mécanismes d'acquisition de connaissances.

Trois points résument cette dynamique :

3.1. Au départ, était la rencontre entre un Sujet défini biologiquement et son environnement.

A l'origine de toute connaissance apprise, il y a une rencontre dynamique entre un organisme sujet et un environnement fluctuant, et la nécessité pour le sujet de s'adapter à ces fluctuations. Il essentiel de préciser ce qu'on doit entendre par organisme sujet et par environnement fluctuant.

- parler de sujet implique à notre avis que l'organisme est autonome, donc capable de gérer lui-même ses réactions adaptatives. En ce sens la théorie de l'autonomie s'oppose à l'empirisme qui néglige cette capacité de gestion. Mais inversement la notion de sujet n'implique pas nécessairement un organisme à son plein développement comme le supposait implicitement l'idéalisme kantien, encore moins un appel nécessaire à une transcendance inexplicable sur le seul plan biologique, qui marquerait un dualisme* que nous nous efforçons de réduire.

Un sujet autonome, comme le nouveau-né humain peut être décrit par comparaison avec les jeunes animaux nidifuges et relativement matures à la naissance, dont il est facile d'observer le comportement. La gestion de l'autonomie suppose seulement une capacité minimale d'évaluation des situations et de choix de conduite. Ce choix s'exerce au sein d'un corpus de réactions adaptatives comportant conjointement une capacité d'assimilation des données d'environnement et une capacité de réponses accommodatrices.

Un sujet ainsi défini est donc à mi-chemin entre l'être passif que décrit l'empirisme et le sujet achevé de l'idéalisme kantien. Ce sujet possède un minimum d'autonomie mais tout ce qui est nécessaire pour évoluer lui-même à partir des connaissances qu'il est capable d'acquérir.

- l'environnement doit présenter un mélange d'aléatoire et de régularités. Aucune évolution des connaissances ne présenterait d'intérêt ou ne serait concevable dans un environnement totalement aléatoire, ou de même dans un environnement totalement régulier dont les fluctuations deviendraient prévisibles et auraient été assimilées depuis longtemps dans l'évolution phylogénétique.

3.2. Ensuite était la Réaction Circulaire*.

La constitution autonome suppose un minimum de capacités adaptatives immédiates qui permettent d'envisager une réponse comportementale devant toute fluctuation de l'environnement. Ainsi se trouve défini un postulat à la fois nécessaire et observable: toute connaissance apprise est une correction d'une connaissance existante, constitutionnelle ou apprise. Une connaissance apprise n'est pas une invention mais plutôt une découverte et une découverte qui porte sur les qualités et défauts des connaissances existantes. Apparaît alors le mécanisme unique initial du développement cognitif qui est la réaction circulaire* (II-6). Toute fluctuation d'environnement oriente, après assimilation, vers une réponse adaptative définie. Si le sujet juge que la correction de la fluctuation est nulle ou médiocre, il renouvelle sa réponse avec une modification ponctuelle dont il apprécie à nouveau le résultat. Le processus circulaire est ouvert sur le progrès puisque chaque échec est source d'une information complémentaire.

On pourrait douter de la capacité d'un sujet naïf à apprécier la correction d'une fluctuation. Ce serait oublié que le sujet n'a réagi qu'en fonction de l'assimilation d'une fluctuation. S'il a détecté la fluctuation, il doit pouvoir au moins approximativement juger de sa correction.

Il faut encore remarquer que toute connaissance apprise, portant sur la rencontre entre le sujet et l'environnement, présente un versant de connaissance du fonctionnement subjectif et un versant de connaissance de l'environnement. Les réactions adaptatives d'une part, le sens des informations extérieures vis à vis de ces réactions d'autre part, sont simultanément mieux connues(VII-C-2).

3.3. Puis vint l'Equilibration spontanée ou la Structuration dissipative.

Toute correction ponctuelle du corpus des connaissances préalable retentit par mécanisme holographique sur l'ensemble du corpus. L'équilibre qui s'était établi entre les connaissances existantes, se trouve rompu et il s'établit donc une instabilité. Cette instabilité est elle-même source de fluctuations aléatoires qui peuvent générer par elles-mêmes une réorganisation. C'est le principe de la structuration dissipative (VII-A-2) qui postule que la seule instabilité au sein d'un système suffisamment complexe suscite un complément ou une révision dans l'organisation.

En pratique et au niveau de la réflexion, ce processus associe des démarches conscientes et des processus automatiques. Le sujet peut, faisant appel à l'indétermination présente dans tout système cognitif, assurer des corrections ponctuelles. Mais les conditions de l'instabilité persistent et la répétition des expériences accroit les fluctuations. Il se dessine alors spontanément des schémas de réorganisation et l'un d'entre eux qui paraît plus plausible au sujet est entériné. Ainsi s'établit spontanément un progrès et un progrès par étapes discontinues.

Deux de ces étapes, atteintes très précocement, marquent profondément l'activité cognitive :

- l'adaptation de stratégies à des objets différents initie une distinction entre le noyau commun de la stratégie et les variations particulières. Ce noyau commun est actualisé en tant que tel et peut alors être mobilisé pour lui-même dans l'activité cérébrale, comme nous l'avons vu plus haut. Cette mobilisation peut aboutir à une confrontation de plusieurs noyaux stratégiques qui se déroule pour elle-même, indépendamment de l'environnement physique. Ainsi naît spontanément la représentation cognitive intériorisée.

- comme nous venons de le voir, les données acquises par les réactions circulaires concernent à la fois la constitution interne des stratégies et les informations extérieures. Toutes les données de constitution sont confrontées et décrivent peu à peu une connaissance globale de soi. De même, la confrontation des informations extérieures dessinent un tableau de l'environnement. Ainsi naît une conscience dualistique*, opposant le moi et l'environnement. "L'autre", personne sociale qui n'est ni le moi, ni un objet physique quelconque au sein de l'environnement, se trouve également identifié.

4. Le Domaine de la Connaissance.

Ces considérations sur la nature des connaissances au travers de la théorie de l'autonomie souligne que pour cette théorie, **le domaine de la connaissance est la relation de contact en surface entre l'objet à connaître et le sujet connaissant.** Il y a refus conjoint du primat de l'objet propre au réalisme et du primat du sujet, propre à l'idéalisme kantien. La relation sujet/objet, point de départ de toute connaissance apprise, est marquée à la fois par les propriétés de l'objet à connaître et du sujet connaissant. La rencontre entre les deux est la donnée stable et première.

Cependant pour pleinement tirer parti de ces connaissances premières, le sujet doit dissocier ce qui vient des propriétés de l'objet et ce qui vient des particularités de sa propre constitution. C'est en effet la connaissance du moi qui favorise celle du non-moi à partir des données de rencontre et réciproquement. Il n'y a pas cercle vicieux mais obligatoirement un aspect constructif ou développemental. C'est un progrès dans la connaissance de

l'environnement qui permet une meilleure connaissance du moi, laquelle à son tour favorise l'analyse objective de l'environnement.

J. Piaget fut le premier à souligner le primat de la rencontre sujet/objet en matière de connaissance mais de nombreux points, acquis après les analyses de l'auteur, permettent d'être aujourd'hui beaucoup plus précis dans la définition du domaine de la connaissance:

a) une donnée extérieure n'est assimilable par un sujet ou système autonome qu'au travers d'une structure d'interface (V-A). Toute connaissance est donc réductible en fin de compte, à une donnée d'interface. L'élément unitaire de la structure d'interface de l'organisme humain est globalement une structure bi-stable qui ne donne, par unité de temps, qu'une seule unité d'information devant un événement quel qu'il soit. Cette information est monotone quel que soit l'événement et il serait plus juste de dire que l'organisme est informé d'une activité d'un neurone sensoriel, plutôt que d'un événement.

b) puisqu'un événement quel qu'il soit ne donne qu'un bit d'information par neurone et par unité de temps, un nombre considérable d'événements différents fournit une information identique. On dit alors que la liaison entre l'événement et le message reçu est fortement dégénérée.

c) le seul moyen de spécifier un événement est alors de multiplier les éléments d'interface en variant qualitativement leur sensibilité aux différents agents physiques et en les répartissant différemment à la surface de l'organisme. Il en résulte des configurations d'excitations qui peuvent caractériser un événement unique mais dont la structure interne n'a aucune raison de refléter la structure interne de l'événement. Les configurations que nous percevons sont le reflet de notre organisation, non de celle du "réel". Quels que soient les traitements ultérieurs de l'information reçue, le monde des messages tels que l'organisme les assimile, est un monde subjectif, marqué par les particularités de cet organisme et donc fondamentalement distinct des fluctuations "réelles" du monde environnant qui ne peuvent être que supposées.

d) le nombre d'interfaces unitaires est extrêmement grand par rapport aux capacités de traitement en temps réel de notre réflexion. Ce sont des mécanismes constitutionnels qui gèrent les données élémentaires d'interface pour les comprimer en un nombre raisonnable d'unités d'information. Ces mécanismes ne sont évidemment pas quelconques et marquent les intégrations perceptives de leurs propres propriétés. Ils biaisent notamment les données sensorielles brutes pour favoriser les contrastes spatiaux ou temporaux, accentuer artificiellement le fractionnement de l'environnement, dans l'espace et le temps, ou plus exactement dans l'espace/temps.

Se constituent ainsi des facteurs supplémentaires de dégénérescence. La connaissance constitutionnelle renvoie aux données brutes fournies par les systèmes sensoriels et perceptifs. La connaissance apprise revient en partie à une "désubjectivation" de ces données par la découverte des particularités des structures d'interface. C'est donc une fois de plus une meilleure connaissance du moi qui permet de construire une meilleure connaissance de l'environnement, et réciproquement. Par ailleurs, il faut remarquer que "c'est en méditant l'objet que le sujet a le plus de chance de s'approfondir". Paraphrasant G. Bachelard, on pourrait dire que la méditation de l'objet est le seul moyen d'accroître la connaissance de soi.

5. La Connaissance, conduite subjective.

E. Schrödinger a, l'un des premier, généralisé les données de la mécanique quantique en affirmant que "l'objectivation* du réel" était une illusion. Une théorie de l'autonomie le rejoint totalement sur ce point en affirmant que toute connaissance est une façon d'exister*, il serait encore plus juste de dire "une façon de vivre" de l'organisme connaissant. Il faudrait ajouter qu'un système cognitif est une organisation fonctionnelle au sein d'un organisme. A

elle seule, l'intervention des interfaces soulignent combien les données de connaissance appartiennent au sujet et "ne sont plus ni thym, ni marjolaine".

Dans sa nature fondamentale, toute connaissance est un algorithme de relations qui réunit de façon originale par des opérations, un certain nombre de données. Ces opérations, logiques ou mathématiques, définissent des relations élémentaires qui pourraient être réduites à un constat d'équivalence ou une action topologiques (et, ou, non). Ces opérations sont universelles et n'ont rien d'original mais elles doivent être vécues ou agies par le sujet qui évoque une connaissance. Quant aux données, ce sont des façons d'exister* définies dans la constitution du sujet qui connaît. Ce sont notamment des configurations d'excitations d'interfaces élémentaires.

Dans ses aspects particuliers, la connaissance est relative, subjective et strictement utilitaire. Elle est particulière au sujet connaissant et n'a de sens que pour lui puisqu'elle porte, sur sa propre rencontre avec un objet. Primitivement, la connaissance concerne une conduite globale reliant le sujet à un objet particulier. Ce n'est que très ultérieurement que le sujet peut dériver d'événements connus et répétés, une connaissance individualisée du moi et du non-moi, une connaissance qui peut paraître identique à celle des autres. Particulière aux événements vécus par le sujet, la connaissance manipulée par le sujet ne peut donc que lui être particulière, et du même coup, utilitaire. L'universalité des connaissances ou des systèmes cognitifs permettent de définir une "connaissance objective" qui ne va pas de soi et qui doit être expliquée. Elle s'établit sur plusieurs critères :
- la similitude des constitutions, la similitude des organisations neurologiques, aux variances génétiques et accidentelles près
- la similitude des environnements, communs pour une large part à tous les membres d'un groupe social
- la part des interactions sociales dans les connaissances apprises.

Concrètement, cette connaissance objective se traduit par l'accumulation d'écrits qui ont la même signification pour tous et constituent de ce fait, le troisième monde* de K. Popper.

5.1. Connaissance et Façon d'exister*.

Un Abélard moderne dirait avec raison qu'une connaissance n'existe que dans le système neurologique. Mais il faudrait ajouter qu'une connaissance est indissociable d'un vécu cérébral dans le temps. Toute connaissance est un scénario intérieur qui déroule en séquences et groupements originaux, un certain nombre de façons d'être, définies dans la constitution innée de l'observateur. La connaissance apprise traduit une sélection dans un corpus constitutionnel préexistant, non une instruction allonomique*. C'est peut être là le point le plus déterminant d'une théorie autonomique de la connaissance. Il est certainement le plus en contradiction avec les visions habituelles de la connaissance. Il est pourtant imposé par la clôture organisationnelle* de Varela et n'est pas éloigné des descriptions de modèles cognitifs faites par Piaget. La difficulté posée par un tel schéma ne concerne pas les "actions" du scénario, qui sont tout simplement des activités intériorisées de l'observateur. En revanche, il est plus difficile d'envisager que l'image mentale d'un objet extérieur soit une façon d'exister* de l'observateur, et une façon dynamique d'exister. Il ne faut pourtant pas oublier que ce que perçoit l'observateur n'est pas l'objet d'environnement mais une configuration particulière de ses propres structures d'interface au contact de cet objet. L'image mentale formée dans un second temps est une abstraction effectuée par l'observateur à l'aide de ses propres systèmes d'abstraction perceptive.

La connaissance traduit donc doublement un comportement puisqu'elle est initialement dérivée d'une rencontre concrète avec l'objet à connaître et cela, en fonction des exigences adaptatives, directes ou indirectes. De plus, la connaissance exige de la part du sujet une réflexion pour dissocier dans cette rencontre ce qui vient des particularités du moi et ce qui est propre à un événement extérieur. Le résultat fait de toute connaissance un vécu intérieur propre au sujet et dont ce dernier décide qu'il est suffisamment approché du vécu au contact de l'environnement.

Il est même nécessaire d'aller plus loin et d'affirmer que la connaissance n'a de réalité qu'au moment même où elle est actualisée par le fonctionnement cérébral. Les cristallisations statiques qui permettent l'activité cognitive, ce qu'on pourrait appeler des données, ont en elles mêmes un contenu significatif très pauvre et n'ont pas, par elles-mêmes, valeur de connaissance. Ces traces ont la seule signification d'être un arrangement neuronal. C'est en reliant activement, dynamiquement ces traces que la connaissance se forme à nouveau. Les mots isolés sont reconstruits séquentiellement à partir des phonèmes chaque fois qu'ils sont évoqués et ils sont bien plus pauvres de contenu que le discours en situation qui les relie (XII-A).

5.2. Le Sujet et l'acquisition des connaissances.

La connaissance, façon de vivre ou d'exister, est au sens stricte, particulière à chaque individu connaissant. Tout individu doit édifier lui-même la totalité de ses connaissances. L'illusion qu'il pourrait en être autrement vient, pour l'organisme humain de l'importance primordiale des connaissances empruntées au groupe social mais il n'y a là effectivement qu'une illusion. Toute connaissance est dérivée d'une expérience individuelle mais le nombre d'événements qu'un individu peut rencontrer dans sa propre vie est limité. Par ailleurs, la découverte d'une "bonne solution" peut demander du temps. En s'assimilant à "l'autre", un individu peut justement penser que ce qui est efficace pour "l'autre" peut l'être aussi pour lui, que ce qui a valeur d'explication pour l'autre, peut valoir pour lui. Il y a alors un temps gagné considérable en assimilant directement des solutions élaborées par l'autre. Mais il n'empêche que cette assimilation des connaissances d'autrui exige exactement la même activité, les mêmes démarches de réaction circulaire*, d'évaluation, de jugement qu'exige toute connaissance au contact de l'environnement physique. Comme l'a fait remarquer Piaget, le concept et le mot, entendus en tant que tels et pour la première fois dans le groupe social, sont d'abord appliqués par l'individu aux stratégies qu'il a lui-même et antérieurement élaboré

5.3. L'Activité subjective durant l'Evocation cognitive.

La connaissance est un pari qui implique une décision d'acceptation du sujet connaissant puisqu'il n'y a pas isomorphisme stricte entre objet et connaissance. Le sujet doit choisir dans son propre organisme, une façon d'être, un "mode of itself" selon l'expression de Gerald Edelman, dont il "décide" qu'ils sont la meilleure approximation possible de l'événement à connaître. Dans le déroulement même de l'activité cognitive qui va au delà d'une simple remémoration, l'intervention subjective est constante.

L'activité et la décision du sujet apparaissent encore dans la formation de systèmes de connaissances à partir de connaissances isolées. Le sujet ne peut se contenter d'accumuler des connaissances indépendantes car en ce cas, tout nouvel événement exigerait une démarche totalement originale d'analyse. Le sujet dérive donc spontanément des systèmes généraux à partir des similitudes entre événements ou connaissances ponctuelles. La construction est le fait de l'activité intérieure du sujet qui "réfléchit" l'ensemble de ses expériences et "décide" du bien fondé de ses comparaisons. Si les systèmes de connaissances sont souvent présentés tout montés plutôt que construits par le sujet connaissant, c'est parce qu'ils résultent de démarches subjectives des générations antérieures. Mais pour devenir opérationnels dans un fonctionnement individuel, ces systèmes doivent être auparavant "digérés" et complètement réédifiés par l'organisme qui les utilise. Perpétuellement, sous le contrôle de la conscience, toute démarche cognitive, toute "méditation de l'objet" prennent, comme nous l'avons vu, la forme du projet.

6. Conclusions.

Ainsi s'est dessinée une connaissance qui contraste par de nombreux points avec la connaissance telle que l'analysent les conceptions réalistes ou plus traditionnelles.

Pour la théorie de l'autonomie biologique, une connaissance est nécessairement une façon d'exister* de l'organisme puisque l'autonomie est l'affirmation d'une obéissance aux seules lois internes à l'organisme. La connaissance apprise traduit la "sélection" d'une façon d'exister* de l'organisme, et non l'assimilation d'une "instruction" venue de l'extérieur (VI-A-1). Les façons d'exister* traduisant les connaissances sont présentes dans l'organisation initiale en ce qui concerne les connaissances innées. Les façons d'exister* traduisant les connaissances apprises sont actualisées par l'expérience mais sont potentiellement présentes dans l'organisation initiale.

La connaissance est un algorithme vécu réunissant des opérations et des données (VIII-5) statiques, servant de base à la pratique des opérations et modulant l'algorithme. La connaissance banale reproduit donc en fait la dichotomie variables/opérations devenue évidente dans la pratique informatique. Les opérations, logico-mathématiques, sont universelles et réductibles à des relations topologiques. Les données sont initialement des configurations perceptives définies par les systèmes d'interface et appartiennent donc en propre à l'organisme connaissant. Les données évoluent ensuite en s'enrichissant mais cela ne remet pas en cause l'élément perceptif, immuable au cours de la vie.

- combinaison d'éléments du fonctionnement cérébral, la connaissance n'est pas incluse dans le monde de la réalité. La connaissance est donc nécessairement un modèle interne de la réalité extérieure. Ce modèle est nécessairement vécu car la donnée, statique et globale, est par elle-même peu significative. Elle ne fait que moduler le déroulement d'un algorithme défini de façon indépendante. Ce modèle n'est pas seulement subjectif par la nature des données. Il l'est encore car le sujet doit compléter par intervention personnelle les données statiques et il doit décider lui-même, au besoin après vérification expérimentale, que le modèle est conforme.

- il ne peut y avoir une concordance totale entre le déroulement d'une activité cérébrale au cours de l'actualisation d'une connaissance, et l'événement décrit par la connaissance. La relation entre "la carte et le territoire" est donc obligatoirement dégénérée (X-A).

- l'évolution cognitive est marquée par une correction des biais subjectifs liés aux particularités du fonctionnement cérébral. Il en résulte que les connaissances apprises "décrochent" progressivement par rapport à leur structure perceptive initiale. Le substitut au perceptif ne peut être qu'opératoire car il y a une stabilité des images perceptives au cours de la vie. Cette affirmation ne devrait nullement être considérée comme révolutionnaire puisqu'une connaissance ne traduit en fait que des relations. Malheureusement, il est impossible de mettre en jeu des opérations sans support et cela provoque un appel presque obligatoire à un perceptif pour illustrer le jeu des opérations. Il en résulte un biais fréquent des modèles purement opératoires, particuliers aux phénomènes qui ne sont pas à notre échelle perceptive, le très petit comme le très grand. Mais le biais est finalement moins grand que celui qui se produit à notre échelle lorsque nous attribuons aux perceptions, la possibilité de décrire ontologiquement les phénomènes à notre échelle.

Ce contraste entre la connaissance perçue au travers d'une théorie de l'autonomie biologique et les conceptions traditionnelles, conduit évidemment à s'interroger sur le bien fondé d'une révolution épistémologique. Les modes du fonctionnement cérébral nous paraissent pouvoir expliquer à la fois la nature profonde de la connaissance et comment il était obligatoire que s'inscrive la déformation réaliste.

B) Rationalité Restreinte* et Connaissance.

Si la connaissance est une façon d'exister* du cerveau, il est bien évident que sa structure doit être largement dépendante des particularités et des limites du fonctionnement cérébral. H. Simon a réuni nombre de données psychologiques concernant les caractéristiques spatio-temporelles du fonctionnement cérébral, ce qui lui a permis par comparaison avec les ordinateurs et la vitesse du déroulement des événements, de souligner la médiocrité des performances cérébrales, notamment dans l'étroitesse du champ de conscience et la lenteur des opérations (VI-B-2). Mais cela rendait possible d'apprécier la qualité du fonctionnement cérébral qui se révélait face à de nombreux problèmes, finalement plus rapide et plus efficace que des ordinateurs effectuant une opération unitaire en un temps beaucoup plus court et avec un champ immédiat de traitement de l'information, nettement plus large. La façon dont sont stabilisées ou "cristallisées" les connaissances expliquent ce paradoxe apparent.

Le nombre d'informations élémentaires que le cerveau peut traiter conjointement est extrêmement limité. C'est là une conséquence obligatoire des points notés par H. Simon. Des artifices sont donc nécessaires pour étendre l'étendue de la réflexion aux exigences cognitives.

1. Le mécanisme le plus essentiel est celui qui consiste à mobiliser un algorithme entier, aussi complexe qu'il soit, sous forme d'une étiquette, d'un label, chaque fois que cela est possible. Il est bien évident que l'algorithme doit être si possible exploré également dans ses éléments en d'autres occasions. Ainsi s'opposent des structures globales et des éléments indiquant entre autre que la connaissance est obligatoirement hiérarchisée (IX-B). La hiérarchie s'établit évidemment sur plusieurs niveaux, l'élément d'un algorithme étant généralement lui-même un algorithme de rang inférieur. Cependant l'appel au label a d'étroites limites et d'autres mécanismes doivent intervenir.

2. Un autre mécanisme essentiel est une approche simultanée d'une même situation par une multiplication des points de vue distincts qui sont analysés séparément et seulement coordonnés ultérieurement. C'est donc le deuxième principe de la méthode cartésienne qui se trouve ainsi expliqué et justifié. Il est intéressant de constater que ce fractionnement des données est bien établi sur le plan perceptif. Ce n'est pas seulement les excitants visuels, auditifs, olfactifs qui sont initialement traités de façon indépendante. A l'intérieur du champ perceptif visuel, la forme, la couleur, la taille, le mouvement au niveau d'un même objet sont analysés séparément avant d'être ensuite confrontés pour mieux qualifier l'objet.

3. De signification assez voisine est l'approche simultanée et superposée sur plusieurs niveaux de définition. Une définition grossière exige peu de données à traiter et peut recouvrir un champ perceptif large. Un champ réduit, quasi ponctuel, permet une définition bien meilleure pour un nombre de données équivalents. Si ce champ réduit est ramené à la définition d'un point indissocié, il est possible de le situé lui-même dans un champ très large. La superposition de deux approches à des niveaux de définition différents permet d'associer étendue du champ et précision. L'étude de la vision démontre que là encore, la superposition des champs existe déjà au niveau de la perception. Sept niveaux de définition au moins, chacun avec sa propre fréquence spatiale*, ont pu être décrits (V-C).

4. Une autre approche se traduit en termes négatifs. Elle consiste à ne pas recourir principalement à des explorations tactiques en arborescence. Il ne s'agit pas d'un abandon véritable puisque deux mille ans de réflexion logique ont été nécessaires pour établir la théorie des arborescences et que l'esprit humain n'a pratiquement jamais fait appel aux arborescences intensives. En fait H. Simon explique le pourquoi de cette négligence. Les limites spatio-temporelles de la réflexion, imposées par les caractères du fonctionnement cérébral, conduisent spontanément à réduire au minimum les explorations tactiques et à faire la plus grande place à l'heuristique. Sous ce nom se trouve décrit un appel aux stratégies. Ce sont des comportements considérés simultanément comme des globalités mobilisables en tant qu'unité indissociée et pourtant suffisamment plastiques pour être appliquées à des situations différentes. La stratégie de Simon est évidemment très proche du schème de Piaget. Qu'on parle de stratégies ou de schèmes, plusieurs conséquences doivent être soulignées.

- l'application de la stratégie à une situation donnée est marquée par une forte dégénérescence. En faisant appel à une stratégie, le sujet "pense" qu'elle sera efficace mais "ne le sait pas", sinon l'économie de l'appel à la stratégie serait nul et cet appel résulterait d'une exploration tactique préalable. Par ailleurs, la stratégie doit être en partie indéterminée pour être déformée en vue d'une application à chaque situation particulière. L'importance de la dégénérescence se retrouve.

- le principe qui s'applique à l'utilisation des stratégies est celui de la transmission d'une voie avec bruit. L'important n'est pas d'atteindre immédiatement à la précision optimale mais de débuter facilement une relation cognitive. Or plus la dégénérescence est élevée, plus grande est la chance que soit découverte puis poursuivie une relation entre une stratégie et un objet de connaissance. La relation une fois établie, constitue un tremplin qui permet ensuite toutes les précisions ultérieures. La dégénérescence explique et permet le progrès cognitif. Toute connaissance est approchée et perfectible.

L'analyse de la rationalité restreinte* conjointement à la théorie de l'autonomie biologique, conduit donc à un paradoxe apparent :
- tenir compte des particularités cérébrales pour expliquer le fonctionnement cognitif, conduit à dévaloriser la signification ontologique du concept, du mot et d'une façon générale de toute donnée cognitive statique, en leur refusant une valeur ontologique.
- mais inversement, le concept, le mot se trouvent fortement valorisés comme repères provisoires, pour permettre l'évocation d'une connaissance, un déroulement d'une activité logique intérieure modélisant une traduction possible de l'environnement, et générant de nouvelles données statiques plus efficaces. C'est au travers de cette réalité qu'il faut percevoir l'intérêt des connaissances stabilisées.

Ces connaissances ne sont pas directement des images de l'environnement ou du moi mais des données statiques ou plutôt des points d'arrêt du fonctionnement cérébral, dont la finalité est de moduler le fonctionnement d'un algorithme. Pour le réalisme, il y a un savoir qui est une accumulation de données permettant une représentation de la réalité extérieure et du moi ; iI y a par ailleurs, un savoir-faire qui est un ensemble de comportements appris, conçus en relative indépendance des conditions d'environnement. Pour une épistémologie de l'autonomie, le jeu dynamique de la connaissance des conditions actuelles d'environnement, demande l'appel à des constantes stabilisées, dérivées des activités cognitives antérieures, et pouvant moduler efficacement les mécanismes comportementaux internes. La connaissance apprise est totalement relative à ces mécanismes et rejoint donc le savoir-faire.

C) Les Connaissances Stabilisées et le Troisième Monde* de K. Popper.

Les connaissances stabilisées, points d'arrêt ou de centration durables du fonctionnement cérébral et inscrits structuralement, peuvent être reproduites de façon isomorphe en dehors du cerveau, à la façon dont Praxitèle sculptait les Aphrodites qu'il concevait. Ainsi reproduites, les connaissances stabilisées acquièrent une existence propre et une indépendance "comme la toile vis à vis de l'araignée (K. Popper)". Ces connaissances deviennent accessibles à tout un chacun. Ainsi se constitue la "connaissance objective" et le troisième monde* décrits par K. Popper.

Il nous parait cependant important de souligner, que contrairement à la toile d'araignée qui a une signification certaine pour la mouche, le troisième monde* de Popper associe un aspect concret et matériel propre, et une signification qui ne vaut que pour le cerveau qui manipule ces connaissances. Le terme d'autonomie caractérisant le troisième monde* doit donc être utilisé avec prudence.

Avec raison, Popper a souligné la richesse des connaissances cristallisées en montrant que leur contenu n'est pas défini une fois pour toute et qu'il peut suggérer à son tour de nouvelles données (X). Popper utilise, pour décrire ces propriétés, le terme de connaissances autonomes. Nous nous permettons de penser que cette appelation n'est guère correcte, et en tous cas, diffère du sens que nous accordons à l'autonomie. Nous reconnaissons bien volontiers que ces connaissances sont plastiques, évolutives, qu'elles peuvent provoquer des développements imprévisibles mais elles ne sont pas organisées en système autonome selon le schéma que nous avons donné (II). D'une part, ces connaissances n'ont de signification que vis à vis d'un cerveau comparable à celui qui les a généré. D'autre part, c'est un cerveau qui, en reprenant ces connaissances et en les confrontant entre elles, fait naître une nouveauté. Il s'agit donc bien là d'un processus "instructif" et allonomique*, non d'un processus autonome.

Cette réserve faite, nous adhérons totalement au schéma poperrien de la connaissance objective, superposable à la notion de connaissances stabilisées, intérieures ou extérieures au cerveau. Il est donc essentiel de préciser la nature de ces connaissances. L'étude de l'information génétique nous parait une excellente introduction à la compréhension des connaissances cristallisées ou stabilisées (VIII-4). Dans une conception réaliste, la chaine d'A.D.N. de l'œuf apparaîtrait comme un schéma raccourci de l'individu futur. Cela d'autant plus facilement que la structure linéaire autorise une duplication point par point et fait disparaître l'une des difficultés du préformisme. Dans une conception autonomiste en revanche, la chaine d'A.D.N. est un ensemble de données statiques et permanentes, qui résument, qui cristallisent selon l'expression de P. Wintrebert, tous les efforts adaptatifs du phylum antérieur. Cette connaissance cristallisée va permettre à son tour aux mécanismes de l'œuf d'élaborer par étapes l'individu futur, et n'a de sens que vis à vis de ces mécanismes.

On retrouve dans l'opposition entre réalisme et théorie de l'autonomie, la distinction que faisaient les auteurs grecs entre la création et l'action. L'homme de création est Praxitèle qui traduit dans la pierre le schéma pré-existant qu'il avait de l'Aphrodite de Cnide. L'homme d'action est Jason qui tire de sa formation antérieure à Athènes, les éléments de réponses adaptées vis à vis des événements imprévisibles qu'il rencontre sur le chemin de la Colchide. Les connaissances cristallisées ne prennent leur pleine signification que dans l'utilitaire comportemental.

En fait, l'explication réaliste du fonctionnement de la chaîne d'A.D.N. est impossible (VIII- 4). Il n'y a aucune correspondance point à point entre un élément de forme de l'individu achevé et un segment A.D.N.; la correspondance entre génotype et phénotype existe seulement pour les mécanismes enzymatiques communs à l'œuf et à l'individu achevé. C'est par ailleurs strictement la même chaîne d'A.D.N. qui est présente dans l'œuf initial et dans chaque cellule de l'organisme achevé. La même information devrait donc assurer une référence morphologique et une référence métabolique, ce qui est difficilement concevable s'il s'agissait d'information descriptive.

Au total, la chaîne d'A.D.N. apparaît bien comme une donnée cristallisée, destinée à moduler des algorithmes. Un même algorithme donnera des résultats différents selon les données qu'il intègre, une même donnée donnera des résultats différents selon l'algorithme qu'elle module. Plusieurs conséquences en découlent :

- la donnée locale d'A.D.N. elle-même est partiellement plastique vis à vis des effets d'autres régions de l'A.D.N. et de l'environnement (VIII-4); sa signification n'est donc pas univoque. C'est le principe de la dégénérescence (X-A).
- l'algorithme modulé par l'A.D.N. est lui-même également soumis à d'autres données. Chaque donnée locale peut ainsi avoir un effet différent en fonction des autres données intégrées par l'algorithme. C'est le principe de l'hologrammorphisme* (IX).
- la mise en jeu des algorithmes sous l'effet des informations initiales fait très vite apparaître des structures nouvelles porteuses d'informations transmissibles. L'information transmise à l'organisme entier et nouvellement générée, peut encore être reconnaissable après une ou deux étapes d'évolution mais elle est complètement transformée après plusieurs étapes, à la fois enrichie et qualitativement très modifiée. En fin d'évolution, les chaînes

d'A.D.N. de chaque cellule, toutes identiques, ne représentent qu'une part négligeable de l'information globale de l'organisme.

Il est très souhaitable d'avoir à l'esprit toutes ces particularités lorsque sont analysées les connaissances stabilisées plus directement en rapport avec le fonctionnement mental.

1. Les Perceptions au contact de l'Environnement.

Exigeant la présence effective de l'environnement, ces perceptions ne sont pas à proprement parler des connaissances stabilisées mais elles constituent la base, historique sinon structurelle, de toutes les constructions cognitives dont elles marquent profondément les caractères. Chez le sujet voyant, les perceptions visuelles sont largement prédominantes.

Ces perceptions sont construites par les mécanismes neurologiques innés sur de nombreux étages, correspondant à la fois à une succession d'étapes et des représentations de l'information dans des aires différenciées (V-C). Les étages ne se succèdent pas selon un processus strictement linéaire, les circuits bouclés, les retour d'information, les ré-entrées selon l'expression d'Edelman, jouent un rôle essentiel. Les perceptions résultantes sont bien construites sur des données élémentaires d'interface mais elles traduisent dans leur propriété l'activité des mécanismes perceptifs tout autant que les données d'interface. Il y a une perte considérable de signification entre l'événement et les données d'interface puis l'introduction de significations nouvelles traduisant les mécanismes mis en jeu. Les "formes" dégagées sont celles du vécu des mécanismes perceptifs.

Il faut remarquer que les perceptions, notamment les perceptions visuelles ne sont habituellement pas statiques même si elles se rapportent par exemple à un paysage immuable. Le recueil de détail impose un balayage perceptif notamment visuel, et il est facile d'en prendre conscience, par exemple dans la lecture d'une plaque minéralogique d'automobile où l'oeil se fixe pratiquement successivement sur chaque lettre ou chiffre.

Par ailleurs, ces perceptions, statiques ou dynamiques ne sont signifiées qu'en fonction d'une comparaison avec des formes internes, qui sont elles, d'authentiques connaissances cristallisées. L'aveugle de naissance qui recouvre la vue par intervention chirurgicale à l'âge adulte, voit immédiatement comme nous mais ne sait pas ce qu'il voit, même lorsqu'il s'agit d'une forme géométrique très simple comme un rond ou un triangle. Lecture perceptive et lecture tout court se confondent dans la perception de la plaque minéralogique citée plus haut.

Mais le problème est justement que la lecture d'une perception n'est pas univoque. La plaque minéralogique n' a pas le même sens pour un enfant de trois ans qui ne sait pas lire et pour un adulte, pour un chinois et pour un occidental. A une même configuration d'interface correspondent de très nombreuses significations; c'est ce que nous avons appelé le principe Richalet* (VII-C-2). Il faut donc que la perception soit doublée d'un système d'interprétation. Mais la position originale du constructivisme psychologique est d'affirmer que le système d'interprétation est construit à partir de perceptions antérieures dont la signification a été déterminée par le succès ou l'échec des réponses adaptatives qu'elles ont provoquées. La perception est donc simultanément la source de toutes les formes qui servent à son interprétation et n'est signifiée qu'à partir de ces formes. Seul un arrêt sur des données, leur cristallisation, permet l'activité perceptive élaborée, normalement ouverte à un progrès continu qui remet continuellement en cause les formes établies antérieurement.

2. Les Images de la Représentation perceptive en dehors de l'objet.

Nous pouvons les évoquer à tout moment et elles sont donc bien permanentes; ce sont effectivement des connaissances cristallisées sur lesquelles peuvent s'appuyer l'analyse perceptive ou l'évaluation opératoire. Elles sont dérivées des perceptions au contact des objets par réduction aux indices significatifs et une pérennisation qui assure une indépendance par rapport à l'état actuel des interfaces sensorielles. Ces images ne sont pas qualifiées seulement par leur permanence mais également par le fait qu'elles sont apprises et n'apparaissent qu'avec retard dans le développement. La seule exception réside dans les réponses positives aux leurres dès la naissance, réponses qui semblent justement très pauvres ou même absentes chez l'organisme humain.

Les images internes permanentes sont absolument indispensables, non seulement au fonctionnement mental qu'elles traduisent, mais aussi à l'interprétation des données perceptives. En revanche, ces images sont très pauvres en raison de l'étroitesse du champ de conscience qui doit les contenir dans leur entier. L'introspection révèle aisément par exemple qu'il est impossible d'avoir une vision interne d'un mot complet. Encore plus nettement, l'image auditive de ce mot est obligatoirement le fait d'une séquence de phonèmes élémentaires. Un facteur dynamique associant plusieurs images successives est presque toujours indispensable. Sur ce plan, images visuelles et auditives se rejoignent. Le champ instantané de représentation auditive ne dépasse pas le phonème. La signification ne s'enrichit qu'avec un "scénario", qu'il s'agisse d'une succession "filmée" d'images visuelles élémentaires ou, plus souvent du "discours" organisant la succession d'images auditives.

3. Le Sens des Catégories apparemment extérieures au Moi.

Aristote a fort bien vu que l'interprétation d'un événement était dynamique, séquentielle et qu'elle exigeait une réponse à de nombreuses questions. Il a tenté de définir les différentes "catégories" qui peuvent regrouper ces questions. Ce faisant, il a mis sur le même plan des catégories logiques comme celles qui correspondent à la question SYMBOLpros ti (et qui sont de nature opératoire, et les questions sur la SYMBOLmorfh,(le SYMBOLpou(ou le SYMBOLkeisqai(qui sont de nature perceptive. Comme nous l'avons vu (XII-A), les catégories sont nécessairement perceptives, opératoires ou mixtes. A s'en tenir aux catégories perceptives, Aristote et tous les réalistes après lui en ont fait des propriétés de l'objet. Kant, en revanche, y a vu des mécanismes de l'entendement. Il serait plus juste d'y voir la traduction d'une relation entre l'organisme et l'environnement, mais aussi l'indication d'un mécanisme neurologique particulier, sspécifique de tout ce que nous regroupons sous le nom d'une catégorie particulière.

Ainsi, la couleur n'est pas réductible à un rayonnement physique d'une longueur d'onde définie. La catégorie "couleur" serait plus justement réductible aux fonctions de l'aire corticale V4 du macaque ou son équivalent chez l'homme, et qui extrait le renseignement que nous appelons couleur. Une couleur définie traduit quant à elle, l'état de l'aire V4 en présence d'un objet coloré particulier. Mais Descartes et Newton avaient déjà pressenti que la couleur relevait plus des propriétés d'analyse du cerveau que des objets eux-mêmes. En revanche, les catégories d'espace leur paraissaient bien davantage attachés aux objets. Il demeure très difficile aujourd'hui de nous représenter les catégories d'espace comme des mécanismes cérébraux, ce qui pourtant semble la bonne approche.

- il est néanmoins manifeste que l'espace euclidien traduit une assimilation des données d'espace selon une construction particulière au cerveau. Nous "voyons" donc l'environnement à notre échelle selon l'espace euclidien et nous "savons" que cet espace est inadapté pour décrire les phénomènes de l'infiniment petit ou de l'infiniment grand.

- plus encore, nous devons concevoir que les divers éléments d'une forme, l'insertion d'un contenant dans un contenu n'ont de sens que pour un observateur qui a effectué auparavant lui-même les opérations de rapprochement entre données élémentaires distinctes.

Le voisinage entre deux objets n'existe qu'en fonction d'un observateur qui a "perçu" ce voisinage; les deux objets s'ignorent physiquement et ne peuvent donc être voisins par eux mêmes. Quand on y réfléchit, ce qui vaut pour le voisinage vaut également pour le contour: les différentes composantes du contour ne sont reliées dans une structure globale que dans l'activité perceptive de l'observateur. Les mêmes réflexions s'appliquent à la forme, la taille, le mouvement. Il est donc tout à fait légitime de considérer que les données d'espace traduisent une construction de l'observateur.

- Jean Piaget avait correctement noté que le processus d'abstraction qui définit l'objet consiste à **ajouter** des relations aux données perceptives autant qu'à en tirer. Il ne savait pas que les données perceptives elles-mêmes sont presque exclusivement réductibles aux relations **ajoutées** par les mécanismes perceptifs constitutionnels, à des données sensorielles qui par elles-mêmes sont de simples points isolés.

- il est par ailleurs devenu évident que les différentes catégories perceptives sont effectivement établies séparément avant d'être reliés entre elles dans une synthèse globale, ce qui à la fois justifie le recours aux catégories, mais en même temps montre combien notre vision de l'environnement est une construction personnelle.

En définitive, il faut considérer les catégories de description perceptive comme des mécanismes cérébraux relativement unitaires, fonctionnant pour une part de façon indépendante bien que fortement couplés entre eux. Les caractéristiques particulières d'un événement ou d'un objet traduisent une synthèse synchrone entre des états particuliers des aires perceptives à l'instant t, précisant la forme, le contour, la taille, la couleur, le mouvement...Il faut considérer ces états dans une approche dynamique, interactive et il serait sans doute plus juste de parler de façons perceptives de vivre que de façons d'être. Mais les catégories qu'envisageaient Aristote demeurent une approche intéressante si on y trouve une unité fonctionnelle cérébrale dans l'approche de l'objet et non une systématique des propriétés ontologiques des objets.

4. L'Objet cognitif.

Paul Valéry indique très justement que les mots s'obscurcissent lorsqu'ils sont isolés. Cela est particulièrement vrai pour les mots que Korzybski qualifie de multiordinaux car leur sens est pratiquement totalement défini par le contexte. Ce sont des mots seulement *en acte* et qui n'ont point de *puissance*. Tel est le cas du mot "objet". Nous nous permettrons donc d'utiliser ce mot en le définissant de façon très générale comme un point de centration de l'activité cognitive. Nous avons insisté (VI-B-2) sur le fait que l'activité consciente ne pouvait porter que sur des données bien délimitée et aisément mobilisables. Nous regrouperons sous le nom d'objets, aussi bien des zones découpées de l'environnement, que la conaissance ou la représentation qu'on peut en avoir, ou encore n'importe quelle représentation algorithmique bien délimitée. Nous utilserons l'objet ainsi défini de façon très large pour opposer point par point la théorie fonctionnelle et autonomique de la connaissance, et le réalisme. Puis nous verrons ce qui distingue l'objet perçu de l'objet abstrait dans la même théorie fonctionnelle de la connaissance

4.1. L'objet réaliste et l'objet cognitif.

4.1.1. <u>Les rapports entre l'objet et le concept.</u>

a) le réalisme classique est dualiste et sépare nettement l'objet physique es propriété, et le concept, l'idée générale ou même la représentation de l'objet physique.

b) le réalisme minimal qui correspond aux théories que nous défendons est plus unitaire et considère seulement **l'objet cognitif**, qui peut évoquer selon les cas, un entité de l'environnement physique ou une activité mentale d'abstraction. L'objet physique ne peut alors être qu'inféré, du moins dans ses propriétés.

4.1.2. Le rapport d'antériorité entre l'objet et la connaissance.

a) l'objet physique et le concept réalistes préexistent à la connaissance qu'on peut en avoir, et sont créés hors de la volonté du sujet. La connaissance est construite secondairement sur la rencontre avec l'objet, par appel aux concepts.

b) l'objet cognitif du réalisme minimal précède l'objet physique qui n'est qu'une inférence secondaire. Le concept est une étiquette appliquée secondairement à une activité d'abstraction antérieure. L'objet cognitif est construit progressivement dans les deux cas par l'activité d'abstraction réfléchissante* du sujet au contact de l'environnement.

4.1.3. La situation de l'objet.

a) dans leur nature, l'objet physique et le concept réalistes sont extérieurs au sujet qui connait. L'objet physique est placé dans un continuum absolu d'espace/temps euclidien constituant l'Univers. Le concept est quant à lui, une partie du monde des idées, rejoignant pour Platon comme pour Saint Thomas d'Acquin l'unité divine.

b) à l'inverse, l'objet cognitif appartient au sujet, traduit une façon d'exister* du sujet. L'objet cognitif est localisé dans la partie plastique de l'organisme, qui peut enregistrer "une intervention, c'est à dire une transformation interne permise par une modification externe, une variation dans l'état d'un système clos qui forme relais par rapport à un système séparé (P. Valéry)." Cette région plastique est le milieu intérieur de Claude Bernard, un "own world" selon les analyses de G. Lerbet, mais un own world qui respecterait le principe de clôture organisationnelle*.

4.1.4. La délimitation de l'objet et du concept.

a) l'objet et le concept réalistes sont délimités d'emblée, indépendamment d'une action du sujet. De ce fait, ils sont mobilisables d'emblée.

b) l'objet cognitif est le résultat d'un découpage subjectif au sein d'un continuum. La réflexion sur l'objet cognitif qui suppose une confrontation entre un sujet et un objet distincts l'un de l'autre, suppose une mobilisation de l'objet, un détachement de son contexte, que le sujet doit réaliser dans un temps préalable à la réflexion.

4.1.5. La stabilité de l'objet et du concept.

a) l'objet et le concept réalistes sont normalement stables et cette stabilité peut être plus importante encore au niveau de la "substance" que ne laisseraient supposer les "accidents".

b) l'objet cognitif est normalement et triplement instable:
- il doit être reconstitué lors de chaque usage et se dissocie entre ses éléments dès qu'il échappe à la conscience.
- c'est une structure dissipative* qui ne doit sa stabilité qu'à son efficacité à réduire des contradictions, des oppositions. C'est du reste la signification même de l'objet cognitif que de constituer un point d'équilibre. Cet équilibre instable se trouve rompu par la moindre modification de l'un des éléments constitutifs.
- l'objet cognitif est ainsi spontanément ouvert à toutes les évolutions et les enrichissements successifs. Ces enrichissements sont le résultat de l'accumulation de toutes les traces laissées par les tâtonnements adaptatifs. Ces tâtonnements ne sont pas aléatoires mais organisés, liés à la structure déjà existante de l'objet. Les évolutions de l'objet cognitif dessinent une suite peu markovienne en ce sens qu'après plusieurs transformations, l'objet cognitif final peut se détacher complètement de l'objet cognitif initial.

4.1.6. Les rapports du sujet et de l'objet.

a) le réalisme platonicien, le réalisme aristotélicien, l'idéalisme kantien considèrent chacun à leur manière les rapports de l'objet, du concept et du sujet.

b) l'objet cognitif de la théorie autonomique doit être considéré comme le "symbole", au sens éthymologique du terme, qui permettait aux initiés d'être introduit aux Mystères de Cybèle. L'objet cognitif est un passeport qui présente deux versants complémentaires qui relient de façon bijective un élément du moi et un élément du non-moi.

- un des versants est un reflet d'une donnée "extérieure". L'objet cognitif traduit une zone découpée de par la volonté de l'utilisateur, au sein d'un environnement extérieur hétérogène. Un "passeport" est nécessaire pour prendre connaissance de cette zone découpée car elle ne peut être concrètement extraite de son environnement et assimilée directement par le moi.

- l'autre versant de l'objet cognitif traduit une structure du moi admise comme équivalence de la donnée précédente et la signifiant. C'est également une zone découpée, un point fixe local, dans l'organisation interne de l'utilisateur.

L'équivalence entre les deux aspects permet au sujet de vivre une réalité extérieure sans avoir à l'assimiler physiquement, respectant le principe de clôture*.

4.1.7. La transmission interindividuelle de l'objet

C'est le seul aspect de l'objet qui corresponde pleinement aux connaissances cristallisées et au troisième monde* de Popper mais il est important de situer la transmission de l'objet par rapport à sa nature.

a) selon le point de vue réaliste, l'objet physique est perçu dans ses qualités par tout un chacun et chaque sujet construit sa propre connaissance de l'objet physique. Il n'y a donc pas véritablement transmission d'information.
La question est plus complexe pour le concept mais ce n'est pas gratuitement que Platon a envisagé la thèse de la maïeutique qui correspond tout à fait au réalisme: le concept est présent chez chacun ou dans l'objet et il est actualisé par chacun. Le discours peut donc être conçu pour lui-même et premier.

b) l'objet cognitif tel qu'il se forme chez le sujet est instable nous l'avons vu et il est intransmissible. La conversion arbitraire en signifiant permet seule la communication. Le signifiant verbal est aisément transmissible par une correspondance bijective entre la forme motrice efferente et la forme perceptive afférente.
La conservation cristallisée peut exister dans la "tradition orale" au sens très large du terme et cette conservation est suffisante pour les données de la vie courante. Une nouvelle correspondance bijective entre le mot oral et le mot écrit assure considérablement la conservation.
Le mot et le concept n'ont pas de sens par eux mêmes et sont seulement des véhicules qui transmettent les objets cognitifs, que ceux-ci renvoient à une réalité physique inférée ou à une activité d'abstraction.

4.2. L'objet "perçu" et l'objet abstrait.

Par certains côtés, il est souhaitable de considérer l'unicité de l'objet cognitif, qu'il porte sur un aspect de l'environnement ou sur une activité d'abstraction. Mais par d'autres côtés, des confusions apparaitraient si cette unicité était conduite trop loin. Deux dangers sont omniprésents au cours de toute démarche cognitive. Le premier est de confondre "phénomène" et "noumène", de confondre l'assimilation des données de la rencontre avec un objet, et l'objet lui-même. En pratique, les conséquences ne sont pas dramatiques lorsque la connaissance porte sur ce qui pourrait être effectivement une réalité de l'environnement, ce que nous appelons un objet concret et que l'on pourrait également qualifié d'objet perçu. Mais

une telle attitude favorise une confusion beaucoup plus dangereuse lorsqu'elle est spontanément transférée sur les "objets" abstraits.

Le second danger en effet est de confondre une activité d'abstraction avec un être abstrait et donc de réifier l'activité d'abstraction, en en faisant un objet en soi, peu différent d'un objet concret: c'est la démarche du réalisme des espèces naturelles. En pratique, il faut bien reconnaître que cette confusion a été longtemps plus bénéfique que nuisible, permettant une simplification, déformante certes mais ayant permis les acquisitions considérables de la pratique durant vingt cinq siècles, d'un réalisme triomphant. Il nous semble qu'aujourd'hui, les dangers de confusion deviennent plus redoutables parce que ce sont des "objets" statistiques ou probabilistes qui sont considérés comme des objets concrets et c'est alors qu'une profonde révision épistémologique parait indispensable. Un aspect fondamental d'une nouvelle théorie de la connaissance est celui de manipuler correctement cet élément nouveau d'un système cognitif, que constitue l'objet cognitif statistique ou probabiliste.

Nous avons vu que tous les points de centration de l'activité cognitive peuvent être qualifiés d'objets. Tous les objets cognitifs sont construits par le sujet, dérivé de son vécu par abstraction réfléchissante*; cela même lorsqu'une partie de la construction a été assimilée directement par emprunt au groupe social. Mais les objets cognitifs diffèrent entre eux selon trois critères :
- leur degré de proximité avec une représentation perceptive,
- la nature des processus opératoires ayant assuré la construction cognitive,
- le degré de conscience du caractère construit de l'objet cognitif.

L'objet concret ou objet perçu, est le premier à apparaître au cours du développement cognitif. Il est réductible à une configuration perceptive, ce qui permet de l'évoquer facilement sous forme schématique par une représentation mentale ou de le reproduire avec plus de précision par le dessin ou la sculpture. Cette proximité d'avec une représentation perceptive explique que l'objet cognitif concret soit le plus souvent confondu avec un objet "réel" et qu'il y ait peu de conscience du caractère construit. Cela n'a guère de conséquences graves mais le stéréotype de cette confusion, ancré très tôt et profondément, est facilement transposé sur les objets abstraits, avec des effets beaucoup plus nocifs.

Dans l'objet perçu, le versant externe de l'objet symbole est une zone hétérogène de l'univers, zone stable donc équilibrée vis à vis de tous les facteurs de déformation. Le fait que cette zone corresponde à une hétérogénéité* de l'environnement est manifeste mais toutes les qualités doivent être inférées par l'interprétation perceptive des modifications d'interface au contact de cette zone hétérogène.

La face interne traduit un point fixe endogène des aires perceptives qui stabilise les circuits entrants et réentrants, selon l'expression d'Edelman, provenant des récepteurs périphériques d'interface. C'est en quelque sorte une mise en ordre holoscopique des informations venues de la périphérie. C'est également une structure dont la permanence traduit une stabilité et donc une équilibration interne. Cependant cette structure interne est ouverte, elle peut s'enrichir, ce qui explique le passage de la perception simple à la reconnaisance.

L'objet abstrait est nécessairement dérivé d'une collection d'objets concrets ou d'objets abstraits de rang inférieur, par abstraction des seuls points communs. Il comporte nécessairement une activité créatrice opératoire et il est donc le résultat de l'application d'un algorithme. Il n'est pas rapportable à une configuration perceptive unique mais peut être souvent relié à différentes organisations perceptives, à titre d'exemple. Tous les degrés d'abstraction existent, depuis l'espèce de la taxinomie des êtres vivants jusqu'aux notions morales ou philosophiques. Le caractère construit de l'objet abstrait n'est pas toujours évident aux yeux de son manipulateur, ce qui explique le réalisme des espèces naturelles.

A cette distinction faite notamment par A. Korzybski, il nous semble nécessaire d'ajouter une catégorie particulière d'objets abstraits particulièrement élaborés et que nous

serions tentés de qualifier d'**objet statistique ou probabiliste**, sous-entendant un objet **explicitement** probabiliste:
- un tel objet est dépourvu par les abstractions successives qui lui donnent naissance, de toute référence perceptive. Des modèles perceptifs peuvent être seulement mis en "correspondance" avec certains aspects partiels et particuliers de l'objet statistique.
- la construction de cet objet relève d'un long projet, si bien que le caractère construit est évident même si l'objet statistique inclut souvent un objet abstrait très approximatif qui a été au départ du projet.
- pour les mêmes raisons, le caractère construit est manifeste.
- l'aspect probabiliste est tout aussi évident car toute conclusion dans l'édification de l'objet est marquée d'indéterminations. Aucune certitude ne peut donc rattacher l'objet statistique à une "réalité" nouménale bien circonscrite.

Dans l'objet abstrait algorithmique, les deux versants symboliques se retrouvent. Le versant externe traduit un découpage au sein de l'ensemble des traces laissées dans le cerveau par le vécu antérieur. Les différentes traces sont reliées entre elles dans l'instant par un algorithme en une structure provisoire qui reconstitue l'objet cognitif abstrait. Le versant interne de l'objet symbole est la transposition mobilisée et mobilisable de la zone découpée dans l'entendement. La mobilisation est permise par une mise en ordre holoscopique d'une structure de traces, une équilibration interne assurant la stabilité de l'objet cognitif.

5. Le Discours.

Ces réflexions sur l'objet cognitif permettent de préciser la valeur du mot et du discours. La pauvreté de contenu de l'image perceptive élémentaire, sa mobilité réduite dans le cerveau et nulle en dehors de lui, explique l'importance de la substitution précoce des images auditives arbitraires à toute image perceptive pour supporter l'activité cérébrale intériorisée et la communication interindividuelle. Deux particularités expliquent l'importance du mot par rapport aux images perceptives, notamment visuelles, du moins pour l'individu sans troubles auditifs de naissance :
- le mot est beaucoup plus aisément mobilisable, intégrable dans une séquence, que l'image visuelle. Or, les significations apprises sont pratiquement toujours complexes, traduisibles seulement par des séquences.
- le mot se prête donc particulièrement bien à la dissociation entre signifiant et signifié, qui résume l'essentiel de la fonction symbolique.

L'image auditive qui traduit le signifiant a facilement une valeur d'étiquette. Son peu de valeur significative intrinsèque n'a aucun inconvénient, bien au contraire puisqu'on lui demande seulement d'éviter une confusion avec une autre étiquette. La simplicité de la structure auditive, sa concordance probable avec l'organisation des aires corticales auditives, permet une mobilisation aisée qui est un avantage sans réserve. Chez l'homme en tout cas, les informations auditives sur l'environnement indépendamment de la communication verbale, ne sont pas très importantes. L'utilisation du champ perceptif auditif pour une activité symbolique ne présente pas grand risque de confusion avec une information auditive directe. Inversement, chaque fois que l'image auditive symbolise une image visuelle, situation très fréquente, la symbolisation auditive permet une réflexion, un miroir de l'activité visuelle laissée libre pour l'analyse de l'environnement. Nous pensons que la double capacité représentative, auditive et visuelle, absente ou pauvre chez les anthropoïdes, est une des grandes explications de la richesse de la réflexion chez l'homo sapiens.

Ainsi libéré des exigences du signifiant, le signifié peut être un algorithme aussi complexe qu'il est souhaitable puisqu'il peut être mobilisé comme une totalité indissociée au travers de l'étiquette signifiante auditive.

Cela dit, il est évident qu'un assemblage linéaire de mots ne résume pas le discours. Platon, très prudent, refusait de porter par écrit des opinions sur les politiciens de son temps et la politique qu'ils menaient. Platon estimait avec raison que l'écrivain perd le contrôle du

texte qu'il a écrit. Implicitement, il considérait le texte écrit comme un assemblage figé mais il suggérait du même coup que ce texte reprenait vie dans les nombreuses interprétations de ses lecteurs. Il opposait donc une dynamique de pensée utilisant des mots ou un texte figé, à ces mots ou à ce texte. L. Aragon a repris la même idée lorsqu'il a comparé les mots à des oiseaux sans tête que le moindre vent entraîne, mais qui reprennent vie grâce au poète qui les organise dans son poème. Il en est donc de même du discours que de toute activité autopoiétique* qui déroule dynamiquement des comportements en effectuant une succession d'activités, d'algorithmes qui sont modulés et signifiés par des données cristallisées.

Le discours oral ou écrit, lors de sa composition, est donc essentiellement dynamique. Il est notamment créateur de significations nouvelles par un processus bisociatif* de réduction de l'indétermination, en assemblant les mots, les stabilisant dans une acception particulière qui à son tour signifie le discours. Ce discours d'apparence séquentiel, est en fait de nature holographique.

Les liens entre les mots sont des opérations syntaxiques ou logiques qui par elles-mêmes n'ont rien d'original, renvoient en partie du reste à des règles d'usage plus ou moins arbitraires. Ce sont des relations topologiques qui donnent en quelque sorte une structure spatio-temporelle au discours. C'est en fait la nature des mots qui spécifie le discours, c'est le rapprochement volontaire des mots qui est créateur de sens. Le seul rapprochement de mots, sans logique ni syntaxe, est du reste souvent fortement créateur de sens, par exemple dans l'association d'un nom et d'un adjectif (XII-A) : "meuble anglais" est bien davantage défini que "meuble" et "anglais" considérés isolément.

5.1. Le Mot et le Symbole.

La démarche qui nous paraît la plus positive dans l'étude du mot ou du symbole est de récuser totalement le réalisme des espèces naturelles, le réalisme de natures des auteurs anglo-saxons. **Ce refus de "la structure sans genèse" est la seule façon de relier totalement l'activité mentale au fonctionnement biologique antérieur et actuel.** Dès lors qu'il est admis qu'il faut préciser l'histoire des concepts pour mieux en définir le sens, les solutions de facilité disparaissent mais inversement, les explications cohérentes apparaissent en nombre beaucoup plus réduit.

5.1.1. Le Concept selon J. Piaget et A. Korzybski.

Il est évident que les analyses de J. Piaget et de A. Korzybski qui nous paraissent les plus convaincantes, se rejoignent fortement. Le signifié du mot, le concept, le symbole traduisent la forme stabilisée ou cristallisée d'un ensemble d'actions.

5.1.1.1. **Pour A. Korzybski**, le concept est le résultat d'une succession d'activités d'abstraction. Une image interne d'un objet est formée par abstraction à partir des multiples perceptions de cet objet, ne retenant que ce qui est significatif et commun à toutes ces perceptions. Une étape suivante d'abstraction consiste à utiliser une étiquette arbitraire pour désigner une entité qui retient les particularités les plus importantes de l'objet et se prête de ce fait à une certaine généralisation. Une abstraction ultérieure peut ne retenir que quelques unes des caractéristiques de l'abstraction précédente, sous entendu nous semble-t-il pour réunir dans une même classe des objets ayant des propriétés communes. Une nouvelle étiquette est attribuée au résultat de l'abstraction. Le processus d'abstraction sur abstractions peut se poursuivre indéfiniment, avec à chaque fois appel à une étiquette. Ainsi se forment une hiérarchie de concepts, les plus immédiats étant les plus concrets, les plus abstraits étant dérivés par abstraction de concepts plus concrets.

L'opération d'abstraction qui génère le concept n'est pas définie par Korzybski et se présente comme une propriété obligatoire du sujet connaissant. Les particularités sur lesquelles portent les abstractions sont celles dont le sujet constate l'existence. La position de Korzybski semble donc inspirée par une conception idéaliste d'un entendement humain

considéré comme premier et qui analyse les apparences d'un objet ayant une existence indépendamment d'un découpage effectué par l'observateur.

5.1.1.2. **Pour J. Piaget**, le concept est un schème désigné par une étiquette signifiante. Comme chez Korzybski, les concepts les plus simples sont les plus concrets et sont comparables à des schèmes vécus sur le plan sensori-moteurs. La mobilité acquise par ces schèmes permet une dynamique totalement intériorisée. Les concepts plus évolués traduisent des schèmes opératoires portant sur les schèmes plus concrets. A l'activité d'abstraction de Korzybski, se substituent l'action ou la combinaison d'actions intériorisées, qui ne s'opposent pas fondamentalement aux actions ou combinaisons d'actions portant sur des objets extérieurs. Cependant, l'évolution de schèmes par dérivation de schèmes préalables accentue de plus en plus le côté purement opératoire aux dépens des caractères perceptivo-moteurs.

Pour Piaget, les schèmes conceptuels les plus élémentaires sont donc ancrées sur les schèmes perceptivo-moteurs. Ces derniers schèmes ont été dérivés de l'exercice des réflexes innés au contact de l'environnement, lors des corrections adaptatives. C'est encore l'exercice des schèmes perceptivo-moteurs sur l'environnement qui expliquent l'évolution vers les schèmes conceptuels, sous la même exigence de l'adaptation. Piaget ancre donc la formation des concepts sur l'activité biologique innée et sur l'exercice de cette activité sur l'environnement. Il fait appel à une abstraction réfléchissante* pour dériver des résultats obtenus par la mise en jeu des schèmes, une dynamique évolutive. L'entendement du sujet n'est donc pas accepté *a priori* mais relié à une dynamique adaptative plus élémentaire. C'est le principe du constructivisme psychologique.

5.1.1.3. **Les points communs entre ces deux descriptions sont plus importants que les différences**. Dans les deux cas, le concept s'inscrit dans une histoire, y compris à l'échelle individuelle. Le concept a un passé et doit être construit par chaque individu, même si cette construction peut être guidée par les contacts sociaux. Le concept a aussi un futur puisqu'il peut donner lieu à des transformations ponctuelles et permettre la genèse de concepts nouveaux. R. Thom (206) fait remarquer que l'évolution peut porter sur le signifiant **ou bien** sur le signifié. Le signifiant supporte des distorsions phonétiques lorsqu'il est très bien défini. Inversement, des mots phonétiquement stables peuvent présenter une forte évolution de signification au cours du temps.

Dans les deux cas, le concept stabilise une réaction du sujet vis à vis d'une rencontre avec l'environnement. Toute la partie dynamique, active du concept appartient au sujet et décrit ses actions. Les données sont en revanche celles de l'environnement, mais élaborées antérieurement par le sujet. Plus encore pour Piaget, c'est l'application des schèmes à l'environnement qui permet au sujet d'isoler ces données en tant qu'actions propres.

Le concept apparaît donc comme un lien entre le sujet et l'environnement, participant du sujet et de l'environnement, donnant une connaissance stabilisée de la rencontre entre le sujet et l'environnement. En quelques sortes, l'ensemble des concepts constituent peu à peu un équivalent du milieu interne de Claude Bernard, un tampon obligé entre le moi et l'extérieur, participant de l'un et de l'autre. C'est donc un véritable système d'interface qui vient s'ajouter aux interfaces sensori-perceptives.

Il est cependant essentiel de souligner que le lien qui est établi entre l'objet concret et le concept qui le désigne est assymétrique. "Médor **est** un chien" mais un chien n'est pas Médor. Cette assymétrie est liée à l'abstraction qui définit une relation d'appartenance, non d'équivalence. Le code qui relie le concept à l'objet est donc dégénéré (X-A, XII-A). Dans une approche réaliste, cette dégénérescence est une imperfection, celle de l'espèce par rapport au genre. Dans une approche constructiviste en revanche, la même dégénérescence, prise dans un sens dynamique, révèle le mécanisme de formation du concept mais surtout, constitue un avantage fonctionnel. La dégénérescence se traduit par une approximation qui favorise la découverte de la relation concept/objet. Le vécu ultérieur de cette relation est un tremplin qui permet toutes les précisions ultérieures.

5.1.1.4. **Le découpage perceptif préalable**. Les descriptions du concept par Korzybski ou Piaget peuvent être aisément rattachées à une approche neurophysiologique ou à une théorie probabiliste de la connaissance. Il suffit de considérer que "l'objet", point de départ de la conceptualisation, n'a pas d'existence propre mais qu'il est le résultat d'un découpage/assemblage effectué préalablement par le sujet au sein du continuun d'environnement. Nous revoyons plus loin cette notion.

5.1.1.5. **Les relations du signifié et du signifiant**. Le mécanisme de la formation des concepts indique une création du signifié qui précède celle du signifiant, une création "décidée" et comprise du lien entre signifié et signifiant. Il s'agit pour nous d'une règle universelle et qui du reste s'accorde avec de très nombreuses approches du concept, y compris le réalisme. Seuls se sont nettement opposés à cet aspect des choses, Staline dans la grande encyclopédie soviétique antérieure à 1950, et Lacan. Leurs arguments ne nous ont jamais paru très convaincants.

Ce qui tend à faire accroire que le signifiant pourrait précédé le signifié vient de ce que le signifiant est presque toujours appris en tant que tel par l'enfant, à partir de l'entourage social. Piaget lui-même est revenu sur l'importance qu'il avait accordé initialement à un langage "subjectif". Mais lorsque l'enfant adopte un nouveau signifiant, il le fait cadrer avec un signifié qu'il a lui-même construit. Il en résulte les "bons mots" des enfants et surtout l'évolution du signifié qui se transforme avec le développement cognitif de l'enfant, alors même que le signifiant demeure.

On serait alors en droit de se demander comment il peut se faire que tous les membres d'un groupe social placent finalement un même signifié approximatif derrière un signifiant donné. Il faut tout d'abord remarquer que la concordance n'est que relative, souvent source de confusion. Mais même si les écarts de sens étaient négligés, la concordance demeurerait explicable. Elle est tout simplement construite par l'ensemble des individus du groupe, au lieu d'être donnée comme le voudrait le réalisme de nature. L'utilisateur peut contrôler par la redondance habituelle du discours avec l'autre, si l'usage qu'il fait d'un signifiant est identique ou non à celle de cet autre. G. Miller explique par cette seule dynamique qu'un adolescent de 17 ans ait pu apprendre à donner à quatre vingt mille entités verbales différentes, le sens que leur attribue le groupe.

5.1.2. <u>Concepts et Symboles.</u>

Nous nous sommes essentiellement intéressé au concept et nous pourrions être interrogés sur la place que nous accordons au symbole non conceptuel. En fait, il nous semble que la différence entre symbole et concept n'est pas essentielle, mais plutôt latérale. Par ailleurs, le terme de symbole peut s'entendre de fort différentes façons.

Le concept est le noyau du signifié, une structure universelle qui a tendance à être partagée par tous, ce qui ne veut dire ni que le signifié est fermé, ni que la structure ne peut évoluer. Habituel, le concept favorise la relation sociale mais introduit fréquemment et quasi automatiquement dans le discours, il perd une grande part de sa prégnance(IV-4). Il en est de même du reste de la froide logique, souvent abandonnée pour des formes plus prégnantes de discours comme l'analogie.

En opposition, le symbole pourrait être considéré comme un concept ou une association d'images, en situation, enrichi par chacun d'attributions particulières subjectives qui renforce leur prégnance, créant un sentiment d'appartenance au moi (IV-4). La correspondance entre la chose et le signifié devient vécue bien plus que simplement posée. Le symbole acquiert ainsi une valeur d'attribut, d'emblème. Par ailleurs, au choix de l'analogie au lieu et place de la logique, répond l'utilisation de l'aspect métaphorique du symbole, également beaucoup plus prégnant. En revanche, nous récusons les conceptions qui voient dans le symbole, la traduction d'un lien constitutionnel contraignant entre deux notions distinctes, dont l'une devient le signifiant de l'autre; ce qui nous semble caractériser les

conceptions psychanalytiques, de Freud comme de Jung. Cela nous parait supposer un contenu mental pré-existant à l'activité neurologique au contact de l'environnement. Cela revient donc à un dualisme* implicite, ce que justement nous avons tenté de récuser.

Mais, inversement, le même terme de symbole est souvent utilisé pour une déviation inverse du signifié conceptuel. L'objet mathématique est ainsi souvent désigné comme un symbole. Or il n'est pas une réalité abstraite ontologique comme le voudraient les mathématiciens réalistes, mais il est ou devrait être le résultat d'une définition aussi totale et fermée que possible dans le champ d'utilisation, établie par rapport aux règles d'usage, contrairement donc à l'image de l'objet concret dont certaines propriétés sont retenues, les autres volontairement négligées, beaucoup indéterminées. En pratique, la définition précise s'applique effectivement à certains objets mathématiques comme le nombre naturel dans l'opération numérique, mais pas obligatoirement aux concepts mathématiques complexes comme l'infini, l'ensemble, l'écart différentiel. Les mathématiciens constructivistes, R. Apery notamment, soulignent qu'il s'agit d'un grave défaut lourd de conséquences.

Le terme de symbole est encore très souvent utilisé pour un signifié réduit à la simple existence, le "x" de l'algèbre. Le symbole devient alors le simple support concret qu'exige le déroulement d'algorithmes réduits à une pure succession d'opérations, traduisant purement et simplement le résultat des opérations. En fait tous les intermédiaires sont possibles entre l'utilisation symbolique du schizophrène et celle de l'ordinateur. Dans le premier cas, le mot "cage" peut avoir une telle prégnance qu'il conserve ses propriétés picturales quelle que soit son utilisation, et que la "cage thoracique" est vue avec des barreaux enfermant un oiseau. Nous avouons bien volontiers qu'au cours d'une expérience "scientifique" de prise d'une drogue hallucinogène, nous avons ressenti cette prégnance extraordinaire des mots, comme celles de taches d'encre du test de Rorschach, de dessins ou peintures. Dans le second cas, le symbole est dépouillé au moins provisoirement de toute signification. **Cette variation considérable de la tonalité affective des symboles ou signifiés nous parait un gage supplémentaire en faveur des thèses conceptualistes constructivistes qui réduisent tout concept à un vécu cérébral antérieur.**

5.1.3. Le Mot Social.

Tout ce que nous venons de dire sur le mot pouvait se rapporter à l'activité cérébrale intériorisée. En fait, l'application au fait social, forme particulière de l'environnement, peut être immédiate. Le mot est une stabilisation de l'activité du sujet qui est le support le plus habituel des échanges d'information avec l'autre. Korzybski fait remarquer que les sentiments ne sont pas discibles et que les mots sont dépourvus d'actions par eux-mêmes. Mais le mot a cette extraordinaire particularité de générer chez le récepteur, un état d'âme, une action instransmissibles par eux-mêmes. Le mot est donc à l'origine habituelle de la "sympathie" ou de tout processus de résonance affective. Le mot est encore à l'origine d'une résonance cognitive entre individus, qui permet à un interlocuteur d'imiter un comportement généré chez son vis à vis, par un événement pour lequel lui-même n'avait pas de réponse adaptative immédiate.

Nous avons vu plus haut que la relation concept/objet était dégénérée. C'est en situation sociale que la dégénérescence du concept apparaît la plus positive. En l'absence de dégénérescence, il ne pourrait pas y avoir un ajustement social du sens des mots. Le petit enfant ne pourrait faire siens les concepts dont il entend prononcer le signifiant. La traduction d'une langue étrangère serait impossible. Par ailleurs, si la dégénérescence est source d'imprécisions et d'erreurs d'interprétation dans la transmission du discours, un vrai dialogue bien conduit et qui vérifie en retour la signification des messages, peut réduire considérablement ces imprécisions ou erreurs; le seul caractère bénéfique de la dégénérescence est alors conservé. A notre sens, c'est ainsi que peut se concevoir la psychothérapie, indépendante de tout présupposé sur la valeur des symboles, mais aidant l'interlocuteur à préciser la valeur des symboles qu'il utilise, à accroitre la prise de conscience de son système cognitif propre; cela ne signifie pas obligatoirement la psychothérapie non directive de C. Rogers (annexe B).

5.2. La situation de la Logique.

L'analyse du discours permet de préciser l'intérêt et les limites de la logique au cours de la pensée naturelle, notamment de la logique bivalente. E.W. Beth et J. Piaget ont bien souligné combien les rapports entre la logique formelle et la pensée "réelle" était ambigus (019). La logique formelle est par elle même essentiellement tautologique en ce sens qu'elle ne fait que mettre en exergue ce qui n'était qu'implicite dans les prémisses. La conclusion logique reporte donc le contenu des prémisses, y compris l'indétermination obligatoire qui empêche les conclusions certaines. Il en résulte que la signification de la logique dans la pensée naturelle est complexe: aucunement source de certitudes, mais pas inutile et même autenthiquement créatrice. Encore faut-il préciser dans quelles conditions.

Les réflexions des logiciens intutitionnistes sont très intéressantes et doivent être élargies au delà de la question des ensembles totalement définis ou infinis sur laquelles ces auteurs ont travaillé surtout:

- les objets mathématiques simples étant totalement définis, les opérations mathématiques sur ces objets sont concluantes et le principe du tiers exclu peut leur être appliqué. Fait essentiel, l'algèbre de Boole est également concluante en elle-même lorsque les objets "quelconques" qu'elle manipule sont réduits à l'étiquette "p" ou "q" qui les caractérise. La situation est fondamentalement différente dans un ensemble infini dont tous les éléments ne sont pas déterminés, disent les intuitionnistes. Or cette situation est très proche de celle que nous avons reconnue à la pensée naturelle; les représentations d'objets, les concepts, les symboles manipulés par la logique ne sont que très partiellement définis, l'activité logique ne peut alors être concluante. Si dans une classe d'équivalence L même totalement définie, deux sous classes M et N ne sont pas totalement définies, le tiers exclu dans L ne peut être affirmé. L'application de la logique formelle traditionnelle à la pensée naturelle ne saurait s'effectuer aisément.

- inversement la rationalité restreinte* explique que l'homme ne peut mobiliser que quelques unités cognitives à la fois. Il est donc contraint à simplifier les suites d'opérations en un résultat condensé. Un sens peut être présent dans les prémisses tout en étant inutilisable parce que masqué, existant seulement en puissance. L'actualisation de ce sens par la logique, traduisant un passage de la puissance à l'acte, est donc authentiquement créateur, et c'est là que l'apport de la logique intervient. André Siegfried a fait remarqué que la transitivité réfléchie, consciente d'elle-même, est une caractéristique de la pensée occidentale, dont le défaut marque cruellement d'autres types de pensée. Du fait de la rationnalité restreinte, l'homme est continuellement contraint dans un premier temps à l'approximation qui ramène un objet x à un modèle conceptuel fermé, à un "p" ou un "q" de la logique formelle, reliant des concepts considérés eux-mêmes comme définis. Dans la confrontation des modèles ainsi définis, la logique est concluante et d'un intérêt essentiel. Il est cependant évident que les conclusions logiques valent alors seulement pour les modèles et non pour les objets eux-mêmes. L'erreur ne vient pas de la logique mais de l'oubli de l'approximation initiale.

La logique doit donc s'inscrire dans un processus utilitaire complexe, d'une activité mentale qui porte par nécessité sur des approximations admises provisoirement; c'est la seule manière de procéder du fait de la rationalité restreinte*. L'important n'est pas de critiquer une méthode qui est la seule possible. L'important est de retenir que la logique n'établit que des projets, des suppositions cohérentes, des hypothèses de travail et qu'elle ne débouche que sur le **vraisemblable.** Projets ou hypothèses indispensables pour "avancer" dans la connaissance mais qui n'ont de sens que pour pr une vérification expérimentale. C'est le sens même du raisonnement abductif décrit par C.S. Pierce.

Aristote utilisa le terme d'abduction pour qualifier un syllogisme dont la majeure est certaine mais dont la mineure est seulement probable. Pierce a fait de l'abduction la caractéristique de tout raisonnement dont la conclusion est seulement vraisemblable parce qu'il n'y a pas de certitude sur les prémisses. Si nous rapprochons cette définition des

précision de Keynes sur les proposition proprement hypothétiques, nous voyons que le propre de la logique est de former des hypothèses cohérentes, non de fournir des certitudes. Le syllogisme et la déduction ne sont pas premiers dans la pensée naturelle mais apparaissent en réponse à une question préalable. "La pensée est activée par l'irritation d'un doute", dit Pierce. Le propre de la logique est de passer de l'irritation du doute à l'acceptation de la croyance. L'inférence déductive se déroule avec l'idée implicite que les conclusions n'auront de valeur que *pour autant que* les prémisses soient valables. De ce fait, l'invalidation de l'hypothèse déductive par la vérification empirique doit être admise implicitement (annexe C), ce qui soumet toute déduction au contrôle empirique.

On peut alors remarquer que l'abduction de Pierce conduit obligatoirement à une réaction circulaire* : si l'hypothèse vraisemblable est démontrée fausse, il y a lieu de revenir sur les prémisses pour les modifier. Le propre de la pensée naturelle est donc de dérouler un processus complexe et circulaire dont la déduction n'est qu'un maillon. Sous cet aspect, logique formelle et pensée réelle peuvent faire bon ménage. Contrairement à l'opinion courante, la déduction n'est que le caractère local de la démarche dont l'abduction est le caractère global.

Cependant, même dans sa forme abductive, la logique ne peut obtenir que des résultats provisoires, ce qui marque ses limites mais devrait en faire la noblesse dès que ce caractère de provisoire est retenu. Triomphante, la vérification concrète démontrera que le projet ou l'hypothèse ne sont pas faux, non qu'ils sont vrais. L'impossibilité de parvenir à une certitude en fait un résultat certes provisoire mais indispensable à l'activité cognitive actuelle, comme à un progrès cognitif ultérieur.

En définitive, la logique est un outil d'utilité, non de vérité. De ce fait et paradoxalement, la logique bivalente nous parait demeurer la plus utile dans la pensée naturelle, lorsqu'elle est régularisée par des boucles existentielles récursives. Apparaissent alors spontanément toutes les limitations qui marquent les logiques modales ou la logique intuitionniste. Ces logiques sont en quelque sorte simulées ou reproduites par une logique bivalente qui réduit la portée des conclusions au degré de précision et de validité des prémisses. La situation est toute autre en programmation (annexe C).

Un dernier aspect qui doit être étudié est celui de la place exacte que doit occuper le principe de réfutabilité* de Popper dans le discours. Il est manifeste que les déclarations négatives, les conclusions négatives lors de la vérification concrète des hypothèses sont seules capables d'approcher la certitude. Il ne faudrait pas oublier pour autant que l'induction est le seul véritable moteur du progrès cognitif (annexe C). L'important est seulement de retenir que toute induction est hypothétique et ne doit être acceptée que provisoirement. Si nous ajoutions "jusqu'à preuve du contraire", nous constaterions immédiatement que la réfutation est un temps qui fait normalement suite à des inductions antérieures.

6. Les Systèmes cognitifs.

A la base de toute connaissance, il y a la mise en évidence d'une relation. Le schème initial exprime une relation entre une action du sujet et l'environnement. Le concept est une convergence de plusieurs relations. Mais ni le schème, ni le concept ne pourraient avoir de pleine valeur s'ils étaient pris isolément. Ils doivent pouvoir être comparés, confrontés à d'autres schèmes, d'autres concepts avec lesquels ils sont en relation. Ainsi se trouvent constitués des systèmes cognitifs. Ces systèmes présentent les mêmes particularités que les schèmes ou les concepts qui les constituent. Ils ont eu une histoire marquée par la convergence des schèmes ou des concepts. Ils ont une stabilité temporaire qui les justifient et les spécifient. Ils demeurent ouverts à des transformations, ponctuelles ou profondes.

Le premier système cognitif est celui qui oppose le moi et le non-moi. Ce sont des particularités biologiques, notamment l'appétence pour l'imitation, bien développées chez les oiseaux et les primates sociaux, qui expliquent que le non-moi puisse se fractionner ensuite rapidement entre l'environnement physique et "l'autre" que l'on peut imiter car il est à la fois

non-moi et comme-moi. Ainsi s'établit le passage de la conscience adualistique* à la conscience dualistique*, construite mais qui demeure permanente tout au long de la vie et autour duquel s'articulent toutes les évolutions cognitives.

Les systèmes cognitifs qui font suite traduisent pour une large part une prise de conscience des mécanismes cérébraux constitutionnels. Ainsi la construction d'un espace, d'abord topologique, puis projectif, enfin euclidien, ne fait que découvrir une organisation cérébrale préalable. P. Maddy pense que la perception simultanée de chaque objet et d'une collection qui les réunit, base de la notion d'ensemble, repose également sur un pré-établi. En ces domaines, l'aspect de construction à partir de "presque rien" qui apparaît dans les analyses piagétiennes pourrait être fortement critiqués.

Nous ne pensons pas qu'on puisse qualifier de systèmes cognitifs propres, les mathématiques et la logique. Les opérations logico-mathématiques réunissent des affirmations d'existence, des constats, de relations essentiellement topologiques et elles montrent comment des séquences de telles opérations peuvent être présentées sous une forme simplifiée. Ces opérations sont au cœur de tout système cognitif plus qu'elles ne constituent un système par elles-mêmes; **j'ai** "3" d'un côté et **j'ai** "4" de l'autre, et je simplifie le résultat en exprimant que j'ai "7". Les opérations sont donc indiscutables par elles-mêmes puisque simplement posées et elles sont spécifiées par les objets sur lesquels elle portent. Tout au plus peut-on insister sur un double aspect évolutif :
- les premières relations posées au cours du développement ontogénétique, sont évidemment plus isolées; ce sont des actions "intuitives" plus que des opérations de groupe.
- dans la mise en évidence d'une nécessité, l'implication concrète précède évidemment l'implication logique.

On peut alors considérer que la "théorie" est la forme la plus achevée d'un système cognitif. Nous utilisons ce terme de théorie dans un sens très large, incluant aussi bien une cosmogonie animiste que la mécanique des quanta. Le constructivisme permet de comprendre la nature holographique de la relation entre la théorie et les données cognitives qu'elle inclut. La théorie n'est rien d'autre comme le voulait P. Duhem que l'accord optimal qui équilibre les données cognitives entre elles. Mais ces données n'ont pas seulement un noyau structurel stable. Elles présentent également des éléments indéterminés qui prenent des valeurs variables selon les circonstances et l'environnement, constituant autant d'"états" différents. Les données cognitives sont donc sensibles aux effets de la théorie qui les regroupent. Si donc la théorie est définie par les données cognitives qu'elle réunie, les données cognitives sont précisées par la théorie.

Ainsi définie, la théorie présente une stabilité réelle mais provisoire. C'est la stabilité qui justifie la théorie comme outil cognitif mais l'intérêt fondamental de la théorie exige une fragilité qui permette le progrès. Point fixe d'équilibre temporaire, la théorie peut heureusement être mise en défaut par un seul fait contradictoire. Or ce fait contradictoire est une donnée vue au travers de la théorie. C'est donc bien l'exercice de la théorie qui contient en germe son évolution. Il faut donc parler de théorie féconde et non de théorie vraie : une théorie féconde est une théorie qui se montre prédictive alors qu'elle **aurait pu** être infirmée par l'expérience, et qui, en cas d'échec, génère une autre théorie, plus prédictive.

A la métaphore holographique, on pourrait adjoindre l'évolution spiralée décrite par Piaget, notamment lorsqu'il considère les interrelations des disciplines scientifiques, et qui prend en compte le facteur temps. C'est une théorie précédente qui a spécifié une donnée cognitive et les révisions apportées par l'appartenance à une nouvelle théorie marquent en même temps un retour sur la donnée et un progrès. Cette forme d'évolution est joliment exprimée par J. Piaget lorsqu'il dit que le fait d'une nouvelle théorie est d'introduire de nouvelles questions vis à vis des mêmes réponses.

Au total, les connaissances stabilisées ne traduisent nullement les données fixées que postule le réalisme de nature. Ce sont des structures dont la stabilité et même la vie, sont provisoires, avec un passé fondateur, un avenir évolutif et une disparition. Ces structures sont

des points d'arrêts indispensables au fonctionnement cérébral de la rationalité restreinte* car elles résument en unité globale et étiquetée, un algorithme cognitif aussi complexe qu'il est désirable. Ces points d'arrêts sont tout aussi indispensables pour établir une référence stable dans les communications inter-individuelles. Inversement, ces structures sont temporaires, ne peuvent avoir de valeur fixée et ne peuvent se concevoir sans la dynamique du discours qui les accompagnent, de même que l'A.D.N. de l'œuf est un corps chimique passif lorsqu'il est séparé de la machinerie cellulaire. Platon avait raison de redouter la fixation du discours écrit. Les connaissances stabilisées ne prennent leur pleine signification et leur intérêt qu'incluses dans une dynamique. Le dialogue, interne ou social, sous toutes ses formes, y compris la discussion des théories, des choix métaphysiques, est une première traduction de cette activité dynamique lorsqu'il comprend des aller-retours qui diminuent peu à peu les divergences d'interprétation. Mais il n'empêche que tout discours, tout système cognitif, demeurent l'expression d'un possible dont la portée doit être précisée car s'il peut y avoir un effet de conviction, c'est en raison d'adhésions de croyance, de fidélité vis à vis de l'orateur et non parce qu'il existe des vérités indiscutables.

Dans ses formes élémentaires, la dynamique cognitive manipule des données perceptives et reproduit directement un scénario possible. Cependant ce scénario évolue au niveau d'un modèle, puisque la perception est une version tout à fait subjective de la réalité. Cette traduction a ses limites qui impose très vite une description symbolique qui corrige la subjectivité perceptive et la dépasse par les constructions opératoires neuves qu'elle permet. L'étendue des possibles ainsi définis, impose une gestion par l'implication logique, mais il faut strictement limiter la valeur de démonstration contraignante que présente cette implication puisque les objets sur lesquels elle porte sont provisoires et mal déterminés.

C) Les bases de la Validité Cognitive.

Le réalisme rattache par la logique toute connaissance à des vérités d'évidence. L'idéalisme repose sur des propriétés subjectives acceptées a priori. Ces références absolues manquent totalement aux conceptions épistémologiques basées sur la seule rencontre sujet/objet et sur les thèses que nous avons défendues. De ce fait, tout critère de vérité disparait, le concept de vérité est vidé de toute signification. Il ne faudrait cependant pas en conclure à l'acceptation nécessaire du relativisme d'un P. Feyerabend ou du conventionnalisme d'un H. Poincaré. Il existe en effet des critères de validité qui peuvent différencier les affirmations cognitives entre elles. Ces critères se résument tous à un constat de **cohérence*** entre des appréciations faites sous des angles très différents, aux "repères croisés" de K. Popper. Si la confrontation de plusieurs appréciations sur un même événement fait apparaître des contradictions, on peut supposer que certaines appréciations au moins sont fortement entachées d'erreur. Si une concordance est constatée entre un maximum d'appréciations distinctes, il est raisonnable d'accepter au moins provisoirement les conclusions communes. On peut rapprocher cette validité probabiliste des données cognitives de la belle définition de l'objectivité par H. Poincaré, " ce qui est commun à plusieurs êtres pensants et pourrait être commun à tous".

Il est cependant manifeste qu'il faut réunir les notions de cohérence* et d'utilité. Si la connaissance est recherchée en dehors de tout critère d'utilité, le constat de cohérence* et l'aspect de probabilité qui en résulte, peuvent paraître bien pauvres. Si en revanche, le facteur utilitaire prime, le seul fait d'isoler la description cognitive la plus probable devient essentiel. Nous acceptons personnellement totalement le critère d'utilité et nous serions tout à fait tenté de suivre les conclusions de P. Feyerabend s'il s'agissait pour l'auteur de caractériser des connaissances auxquelles certains accordaient un statut de validité ontologique.

Nous sommes confortés dans notre position du caractère fondamentalement utilitaire de la connaissance par l'analyse de la perception. Nous avons vu que les systèmes perceptifs

déforment le réel (V-C) pour mieux servir les orientations comportementales. Or l'étude de la perception ne souligne pas seulement ce caractère utilitaire mais de plus, il souligne la part faite à la cohérence*. La perception s'effectue à partir de multiples canaux et c'est la seule concordance entre les données de ces différents canaux qui nous donne le sentiment de réalité. Le nourrisson de quelques jours réagit déjà lorsqu'on réalise artificiellement une discordance entre une localisation auditive et une localisation visuelle (025); c'est donc bien la preuve qu'en temps normal, il assimile la concordance. Pensons à la cohérence* qu'apporte la concordance des images visuelles d'un même objet, effectuées au travers d'au moins sept canaux de définition ou de fréquence spatiale* différente.

L'analyse de la perception démontre donc l'extraordinaire validité du concept de multicrucialité* défini par G. Pinson (IX-C) :
- une concordance entre un nombre limité de catégories permet de définir par intersection,
- une concordance au delà des exigences de la définition confirme en démontrant une cohérence*.

Sur le plan des connaissances apprises, le sujet connaissant dérive normalement à partir des événements rencontrés, des systèmes universels faits de lois prédictives. Il n'y a pas de connaissances isolées. Aucune perception n'est significative par elle-même chez l'individu humain, hormis les très pauvres conduites perceptivo-motrices innées. L'analyse d'une donnée cognitive ou d'une perception à partir de systèmes cognitifs permet alors de faire apparaître aisément concordances et discordances, conduisant à un constat de cohérence*. Ce constat peut traduire des concordances internes et des concordances externes.

1. La Cohérence* interne et l'Implication.

La cohérence* interne d'un système cognitif s'apprécie en étudiant si l'application en de multiples situations, des lois cognitives que le sujet a construites, ne révèle pas de contradictions. Ces contradictions ne viennent ni de l'environnement, ni de la constitution du sujet mais d'une imperfection dans la construction du système de connaissance. Un progrès dans la connaissance est obtenu chaque fois que le sujet révise ses systèmes de connaissance pour obtenir une meilleure concordance entre les lois dérivées de ces systèmes.

On pourrait considérer que la cohérence* interne n'est rien d'autre que le respect des implications concrètes ou logiques. Cela ne serait vrai que si les prémisses ou les concepts pouvaient être considérés comme "vrais". Or nous nous sommes efforcés en permanence de démontrer que la vérité était un concept vide et que les concepts traduisaient un constat provisoire, utile et ouvert aux révisions. La cohérence* interne doit donc respecter au minimum les règles d'implications mais elle doit aller au delà en soumettant les concepts eux-mêmes à critiques. La théorie newtonienne, nous dit Hertz, est "vraie" parce que les concepts qu'utilisent la théorie sont définis dans le cadre de cette théorie. Dès lors qu'il est démontré que les définitions conceptuelles dérivent de l'application de la théorie, la cohérence* interne peut s'effondrer dans le respect des implications logiques. Au total, il est possible de rechercher un maximum de cohérence* interne, mais cette recherche a obligatoirement les limites que Church, Gödel et Tarsky ont reconnu à tout système qui cherche à s'affirmer par lui-même. Inversement, la dégénérescence obligatoire explique l'intérêt d'une cohérence* interne approchée pour mieux établir les conditions d'une validation externe.

La seule façon d'échapper à la contradiction qui se dessine est d'élargir au maximum le champ de confrontation d'une donnée cognitive. J. Piaget a bien montré que l'ensemble des sciences dessine une spirale: la physique et la chimie s'appuient sur les lois logico-mathématiques, la biologie bien comprise s'appuie sur la physique-chimie et conditionne la physiologie, une psychologie bien comprise est conforme aux données de la physiologie et précise le sens des opérations logico-mathématiques. Il s'agit d'une spirale et non d'un cercle car la circulation entre les disciplines s'enrichit de données nouvelles. De proche en proche, toute donnée cognitive est rattachable au système cognitif dans son ensemble, ce qui multiplie les occasions de constater concordances et discordances, d'apprécier une

cohérence* interne, au niveau de la donnée isolée comme au niveau du système cognitif global.

L'approche cognitive de l'homme est particulièrement délicate puisqu'alors l'homme est simultanément sujet et objet de connaissance, juge et partie. La recherche d'une cohérence* interne devient particulièrement essentielle. Elle doit se faire en général au travers de la spirale des disciplines scientiques, mais d'un intérêt tout particulier est la confrontation entre les données de l'organisation neurobiologique du cerveau à la naissance, celles de l'observation directe du jeune nourrisson et de l'enfant, celles d'une réflexion psychologique sur le comportement de l'homme mature.

2. La Cohérence* externe et la Vérification.

Compte tenu des réserves concernant la cohérence* interne, la cohérence* externe, accord entre l'hypothèse et le fait, est indispensable. Elle n'est cependant ni plus ni moins importante que la cohérence* interne, car elle s'applique au mieux après un effort de recherche de la cohérence* interne. L'hypothèse dont on recherche la validité doit évidemment présenter une cohérence* interne qui lui assure une certaine probabilité d'intérêt.

Une cohérence* externe élémentaire, à la fois fondamentale et dont nous n'avons même pas conscience est l'accord maintenu entre les schémas représentatifs d'un objet, que nous avons pu construire et les données perceptives que fournit cet objet lorsque nous le retrouvons ultérieurement. Cette cohérence* essentielle qui entretient la continuité de la vie psychique, ne devient manifeste qu'en cas de désaccord, lorsque l'objet n'apparaît pas semblable à l'image que nous en avions construit. L'importance psychologique de ce désaccord est souligné par le fait qu'il constitue un obstacle contraignant dans le déroulement de l'activité mentale et qu'il conduit à un appel obligatoire à une réflexion consciente. C'est donc bien qu'en temps normal, ce contrôle de cohérence* se produit régulièrement de façon automatique.

Mais d'une façon plus générale, la cohérence* externe se juge sur la "convenance" comportementale des systèmes de connaissance vis à vis d'un événement nouveau qui comporte à la fois des différences et des points communs avec des événements anciens, et qui a constitué de ce fait, un "obstacle" dans le déroulement de l'activité mentale. Les événéments anciens ont servi à établir le système de connaissance, l'événement nouveau juge du bien fondé de l'extrapolation que traduit tout système cognitif. Il y a passage d'une probabilité à une adéquation au moins provisoire.

Dans la pratique, les événements extérieurs survenant de façon stochastique, il peut être difficile d'affirmer rapidement la convenance des systèmes de connaissance. C'est ce qui explique l'importance considérable de l'expérimentation qui renouvelle des événements aussi identiques que possible entre eux et permet au mieux de juger cette cohérence* externe. Ainsi apparaissent les deux critères essentiels de validité que sont la prédiction et la répétabilité.

On peut remarquer à ce propos que les discussions de validité se posent très différemment selon que la connaissance analysée se prête ou ne se prête pas au contrôle expérimental. On voit mal un partisan engagé du relativisme comme P. Feyerabend discuter de la portée de découvertes biologiques récentes que des centaines d'expérimentations confirment tous les jours. Il est évident que toutes les discussions épistémologiques portent sur les données cognitives où la vérification expérimentale est difficile. Or l'expérience invoquée n'est pas du tout un substitut comme l'indiquait Claude Bernard car l'anecdote isolée, même parfaitement bien décrite, peut recevoir de multiples explications cohérentes (X-B). Lorsque manque la vérification par expérience provoquée, il devient justifié de rechercher toutes les formes de cohérence* externe, même si elles sont de valeur très relative.

3. La Concordance entre Individus.

Dès le plus jeune âge, "l'autre" est reconnu pour lui-même. Cet autre est au centre des conduites d'imitation et de dialogue qui sont essentielles. Faut-il alors aller plus loin et accorder une valeur de cohérence* externe aux concordances d'opinion ?

Il est de fait que par de nombreux côtés, l'autre est en quelque sorte un équivalent fonctionnel du moi. On peut considérer qu'aux erreurs pathologiques près, les constitutions sont identiques et notamment que les données d'interfaces sont recueillies extérieurement de façon identique et signifiées intérieurement de la même façon. Mais cette similitude de constitution ne valide véritablement que les données les plus concrètes, celles justement qui se prêtent le mieux à une démonstration de cohérence*.

La situation est en revanche très différente pour les opinions complexes qui font l'objet d'acceptation par les uns, de refus par les autres. L'expérience historique montre que des précurseurs dont l'opinion a été acceptée ultérieurement, se sont vus critiqués initialement de façon quasi universelle. Le cas "Wegener" n'est qu'un exemple. Inversemment, l'opinion qui avait été adoptée par la plupart se révèle ultérieurement fausse vis à vis de ces précurseurs. Le poids de l'histoire personnelle, des options métaphysiques expliquent bien cette situation et souligne que l'acceptation par le plus grand nombre a une valeur de cohérence* très relative.

En définitive, il est manifeste que G. Bachelard a répondu par avance à tout ce qu'il y a d'excessif chez T. Kuhn, P. Feyerabend ou même M. Foucault. Lorsqu'il s'agit d'émettre des opinions qui ne se prêtent pas à la vérification expérimentale, y compris les extrapolations de théories scientifiques, le relativisme cognitif peut être légitimement avancé parce que par définition, aucun point de vue ne peut prévaloir. En revanche, l'expérience scientifique authentique et bien conduite s'impose d'elle-même, tout spécialement vis à vis de l'expérience commune. Malgré tout, de nombreux points s'appuient sur des inductions non contrôlées et de ce fait, il y a simultanément un aspect anarchique dans l'évolution et la pratique scientifique. Mais il existe parallèlement une orthogenèse cognitive, dessinant un progrès régulier. Imprévisible par avance, cette orthogenèse, selon l'expression de L. Brunschvicg est constatée "après coup", ce qui est le credo du constructivisme et de la théorie de l'autonomie.

4. La Cohérence* et le Solipsisme.

La distinction affirmée entre cohérence* interne et cohérence* externe est fondamentale car elle revient à affirmer l'existence du réel, tout en proclamant conjointement l'impossibilité de préciser ses propriétés ontologiques. Cette distinction marque la frontière entre solipsisme et constructivisme génétique, et correspond au réalisme minimal que nous avons défendu.

- le solipsisme consisterait à affirmer que la cohérence* externe est un simple cas particulier de cohérence* interne entre d'une part ce que le sujet "décide" venir d'un environnement qu'il a en fait construit, et d'autre part l'ensemble de son système cognitif.

- le constructivisme admet l'existence d'un réel capable de semer sur notre passage des obstacles qui heurtent le déroulement interne de notre activité mentale. Il y a à la fois l'affirmation que le réel existe et qu'il est doté de particularités permettant l'expression de régularités. Mais ces particularités sont inaccessibles à l'analyse directe et la connaissance se réduit à seulement **prévoir des comportements qui conviennent**, après analyse de l'événement. De ce fait, le réel en tant que tel ne se manifeste qu'à partir des obstacles imprévus qui interrompent le déroulement de l'activité mentale intérieure : " La conscience commence par être centrée sur les résultats des activités avant d'atteindre les mécanismes de celles-ci ; la conscience part donc de la périphérie et non de mécanismes centraux. Et encore ne surgit-elle qu'à l'occasion de désadaptations, les mécanismes fonctionnant normalement d'eux-mêmes ne fournissant pas de telles occasions " (J. Piaget).

- il nous semble cependant possible d'aller plus loin en partant des "repères croisés" de la perception, et en considérant que le réel construit par la perception est "vraisemblable", comme le dit K. Popper. Il n'est ni le simple imaginaire que semble exprimé le réel inventé de P. Watlawick, ni une réalité certainement isomorphe aux données perceptives corrigées. La conclusion pourrait être que nous n'avons guère de raison de discuter des différences entre la réalité et nos constructions, à la condition de demeurer à notre propre échelle de temps et d'espace, ne pas en faire une base indiscutable d'implications et d'extrapolations. Pour reprendre un exemple de K. Popper, il peut être considéré comme vrai que le soleil se lèvera toutes les 24 heures dans les jours qui viennent, en deça des cercles polaires. Il serait faux de construire une théorie cosmogonique universelle sur ce fait.

En un mot, nous n'avons aucune raison de douter de l'existence de l'environnement mais nous devons reconnaître qu'un effort permanent de notre part est indispensable pour mieux qualifier cet environnement que ne le fait l'image qui nous en est donné par les mécanismes perceptifs constitutionnels ou les connaissances déjà acquises. Les rencontres occasionnelles nous permettent de valoriser des relations pouvant valider ou surtout invalider les systèmes cognitifs existants. Une association minimale de relations définit une hypothèse substitutive. L'adjonction supplémentaire de relations apporte le bénéfice d'une cohérence* constatée qui peut valoriser cette hypothèse. Cette cohérence* valorise le cadre cognitif global accepté et s'ajoute aux obstacles imprévus pour mieux construire la prégnance du réel.

5. La Cohérence* et la probabilité subjective.

Si la cohérence* pouvait apporter une certitude, il y aurait tout simplement un retour aux critères de vérité. La cohérence* ne débouche que sur une probabilité, une vraisemblance, une "vérisimilitude" selon l'anglicanisme tiré de l'oeuvre de Pierce, mais vraisemblance ou vérisimilitude qui relèvent d'une validation après coup.

La probabilité de vraisemblance est vécue comme une probabilité subjective, par et pour le sujet, mais on ne peut parler de probabilité réfléchie qu'en présence d'un observateur extérieur au sujet, car ce dernier n'a que rarement consciente que son activité cognitive est de type probabiliste. Pourtant, pour l'observateur :
- le découpage du monde qui marque le premier temps de toute démarche cognitive est subjectif, que ce découpage soit imposé par la constitution au niveau du système d'interface, ou qu'il soit réfléchi.
- les critères de validation des démarches cognitives sont utilitaires et donc subjectifs.
- le passage du possible au vraisemblable est apprécié par le sujet.

A ces caractères subjectifs, s'associent obligatoirement une possibilité d'évolution. Chaque fois qu'une connaissance possible est mise en jeu, le succès ou l'échec devraient normalement modifiés la probabilité. Le processus "d'immunisation" décrit par K. Popper peut constituer un frein prolongé dans cette modification des probabilités mais il n'a habituellement que des effets temporaires.

La théorie des probabilités subjectives, édifiée notamment par J. Cohen dans la suite des idées de F. P. Ramsey, n'est paradoxalement pas une réponse. Elle ne fait que traduire le biais subjectif que découvre l'observateur dans le comportement du sujet vis à vis d'événements régis par des probabilités accessibles partiellement ou en totalité. De même, la théorie traditionnelle des probabilités n'est pas conforme car les probabilités cognitives ne sont fixées ni dans l'espace ni dans le temps. Seule est adaptée la théorie des probabilités généralisées où tout se passe comme si l'espace de probabilité était continu. De ce fait, un découpage de cet espace doit précéder toute attribution de probabilité. Or les découpages possibles sont multiples et conventionnels. A tout instant, les probabilités existantes peuvent être remises en cause et c'est notamment ce qui se passe durant l'évolution cognitive, individuelle ou collective. A tout moment, on peut définir un aspect de probabilité subjective, qui est l'idée cognitive que se fait chaque sujet de connaissance et un aspect de probabilité objective que pourrait calculer un observateur du sujet de connaissance.

C'est encore dans une optique probabiliste qu'il nous parait souhaitable de confronter la connaissance et la croyance, la Science et la Métaphysique. Par croyance, nous n'entendons pas un système de pensée qui associe intimement une explication totale du monde, une éthique et une invocation de puissances surnaturelles, mais un système établi à côté d'une explication scientifique légitimée, comme par exemple dans l'oeuvre de P. Duhem. Ce qui caractérise la Science est un ensemble de données "vraisemblables", validées par l'expérience et qui en fin de compte doit permettre d'appliquer, au mieux des délais et des tâtonnements, des stratégies efficaces en face de toute situation. Cette connaissance est doublement limitée puisqu'elle ne peut conduire à des certitudes et qu'elle ne peut répondre à toutes les interrogations légitimes. C'est cette limitation qui définit l'approche métaphysique qui porte des hypothèses complémentaires, au delà de toute possibilité de vérification. L'option métaphysique devrait donc être un pari dans un domaine où seul le pari est possible et il ne peut être validé rapidement. Que cette option inclut ou non des points de vue religieux est finalement contingent dans une confrontation avec la Science. L'important, comme le souligne Pierre Duhem est de considérer qu'approche scientifique et approches métaphysiques sont toutes deux respectables, mais à la condition de ne pas se chevaucher et de bien être prises pour ce qu'elles sont :

- la Science ne doit pas prétendre établir des lois expliquant tous les aspects de la réalité, réservant une réalité profonde ou nouménale, inaccessible. La Science ne doit pas penser pouvoir aller au delà de son domaine qui est celui du plus probable, ou du vraisemblable, ce qui est à peu près synonyme.

- la Croyance ou la Métaphysique ne doivent pas prétendre influencer le choix des théories scientifiques et plus encore, elles doivent conserver leur aspect de pari, d'option, ce qui impose la tolérance pour le pari ou l'option des autres. Il n'y a pas de paris ridicules en ce domaine, malgré ce qu'a pu en dire le poète, mais justement parce que et si, le croyant ou le partisan d'une idéologie ont conscience de demeurer dans le cadre du pari.

CONCLUSION

Nous aurions souhaité que le chapitre précédent soit considéré comme un résumé de toute notre réflexion épistémologique. Par ailleurs, nous avons également précisé avant chaque chapitre, ce qui nous y paraissait essentiel. Nous ne voulons donc nullement en cette conclusion, reprendre des idées générales. Nous souhaiterions, en revanche, préciser le sens de notre travail, son but, les applications que nous pensons pouvoir en tirer.

Que peut apporter un constructivisme rénové qui intègre une organisation cérébrale innée riche, stable au cours de la vie et immédiatement capable d'organisation perceptive ? Tous les aspects de la connaissance nous semblent concernés.

1. Les approches métaphysiques

Bien que Piaget ait été discret sur ce point, ses analyses ont été inspirées en partie par des préoccupations métaphysiques et religieuses, que nous partageons du reste totalement. Le schéma piagétien nous parait capable de résoudre le conflit du dualisme et du monisme, celui de la dichotomie de l'esprit et du corps face à l'affirmation d'une réduction biologique et unitaire de la nature humaine. Ce conflit est un reliquat de l'épistémé aristotélicienne de la substance et n'a plus guère de sens à l'âge moderne où la relation a occupé progressivement totalement le devant de la scène épistémologique. Aussi, la réponse à donner au conflit n'est-elle pas au milieu des deux thèses. Ce n'est pas une oscillation entre deux vérités ou deux mensonges comme aurait dit Giraudoux, mais un dépassement du conflit.

1.1. L'émergence de la pensée

Bien peu de psychologues, sauf peut-être des psychanalystes, pouvaient accepter de voir proposer un constructivisme psychologique reposant sur l'exercice du réflexe de succion. Le premier chapitre de " La naissance de l'intelligence chez l'enfant", intitulé l'exercice des réflexes appauvrissait considérablement à notre avis l'ensemble des analyses piagétiennes. Il est devenu possible aujourd'hui de réécrire ce chapitre sous le titre de l'exercice des mécanismes cérébraux constitutionnels, ce qui devrait réconcilier en partie les positions de N. Chomsky et Piaget. Il devient possible de récuser le mentalisme excessif de T.G.R. Bower tout en acceptant l'essentiel de ses travaux démontrant l'autonomie du très jeune nourrisson. Une synthèse devient possible qui intègre les travaux de P. Eimas ou de Meltzoff aussi bien que ceux de Piaget sur l'analyse des représentations infantiles. Pour toutes ces raisons, la thèse qui fait de l'esprit, une émergence de l'activité biologique au contact de l'environnement, peut se développer beaucoup plus librement. Au travers de l'innéité et de la permanence des mécanismes perceptifs tout au long de la vie, il devient plus facile de situer la filiation du fonctionnement mental par rapport au fonctionnement biologique, aussi bien que l'originalité de ce fonctionnement mental.

Si la perception est directement générée par des mécanismes cérébraux et seulement signifiée par l'expérience, il devient facile de comprendre que la perception puisse se détacher des informations sensorielles qui l'ont fait naître et ainsi s'intérioriser. Si le cerveau peut donner immédiatement un aperçu fortement structuré de l'environnement, il devient facile de comprendre que des circuits spécifiques apparaissent, identiques devant des régularités d'environnement qui se renouvellent, plus encore au cours de la réflexion sur les mécanismes mis en jeu à l'occasion de ces régularités. Peu à peu, par facilitation apprise et potentiation synaptique, ces circuits acquièrent une identité au sein du fonctionnement cérébral. Or ils n'appartiennent pas à l'organisation cérébrale innée puisqu'ils ne se sont formés qu'à l'occasion de rencontres effectives avec l'environnement. Mais ils ne reproduisent pas non plus l'environnement puisque le système des interfaces sensorielles ne transmet pas les structurations externes. Ces circuits traduisent donc la rencontre entre l'organisme et l'environnement et sont pleinement originaux par rapport à l'organisation cérébrale innée, comme par rapport à l'environnement. Que ces circuits deviennent mobilisables et deviennent capables de moduler les mécanismes cérébraux, et ils forment l'activité cérébrale intérieure. Que de tels circuits nés dans les centres visuels s'accordent spécifiquement avec des circuits identiques nés dans les centres auditifs et des signifiants se trouvent reliés à des signifiés nouveaux. Ainsi naît l'activité intérieure conceptuelle que nous appelons pensée ou esprit.

Ainsi, la fonction mentale apparaît comme une émergence, à partir de l'activité biologique au contact de l'environnement, une organisation entièrement nouvelle et pourtant totalement générée par l'exercice de structures plus anciennes au contact de l'environnement, "résultats d'une succession de théorèmes qui s'obligent les uns les autres sans être aucunement contenus dans les axiomes de départ". L'esprit diffère du biologique comme l'individu à la naissance diffère de l'ovocyte, comme l'enzyme

protidique diffère des acides aminés qui le compose totalement. Comme l'activité biologique persiste, directement pour elle-même et comme support obligé de l'activité mentale, il y a dualité fonctionnelle et non dualisme.

1.2. L'Autonomie biologique

Il nous semble que le point le plus central du conflit opposantle dualisme et le monisme, le spiritualisme et l'empirisme est celui de l'autonomie. Les spiritualistes, à la suite de Descartes, ne pouvaient concevoir une autonomie qui se définisse en termes biologiques; avec raison, ils refusaient une réduction biologique qui scotomisait manifestement l'autonomie. Claude Bernard a donc franchi une frontière décisive en décrivant une autonomie pleinement ancrée sur les mécanismes biologiques. Encore fallait-il traduire cette donnée pour la hisser jusqu'au niveau de l'explication psychologique, ce qu'a fait magistralement Jean Piaget. La précision croissante d'une organisation neurobiologique à la naissance ne fait que renforcer la crédibilité et la cohérence de l'oeuvre piagétienne en gommant les effets néfastes d'extrapolations trop rapides.

La richesse démontrée de l'organisation neurobiologique à la naissance a une autre conséquence essentielle en dessinant une étape intermédiaire bien plus cohérente sur le plan d'une conquête de l'autonomie par elle-même. Si les effets d'une évolution dynamique des espèces, la récapitulation de ces effets au cours du développement embryologique, peuvent aboutir à cette construction extraordinaire de l'organisation innée, il y a moins à s'étonner des conquêtes d'autonomie dont l'homme est capable durant son développement post-natal. La confrontation de toutes les formes de développement effectuée dans "Biologie et Connaissance" devient beaucoup plus cohérente. Du même coup, la conception même d'une connaissance reconstruite par chaque individu à partir de ses expériences, peutlibrement s'affirmer.

1.3 L'Autonomie anticipée et le Projet de libération

Il est essentiel de relier le sens de l'émergence de l'esprit et celui de l'autonomie biologique. Loin de s'opposer, le biologique et le spirituel apparaissent alors en résonance car la conquête de l'esprit vient couronner la démarche de l'évolution biologique vers une autonomie accrue, selon une ligne d'orthogenèse constatée après coup, mais continue. La pensée, issue de l'activité biologique, marque néanmoins une réorganisation profonde. Elle permet une représentation et une réflexion, dirigée vers des situations "à venir" et non encore rencontrées, construite sur les formes moins évoluées d'autonomie mais les dépassant. Les animaux disposent d'une autonomie apprise et d'une liberté réelle mais essentiellement "vécue". La liberté réfléchie y est à peine ébauchée. De ce fait, l'autonomie anticipée y est rudimentaire. Elle est néanmoins présente dans le jeu et l'apprentissage. La mère guépard développe l'autonomie de ses petits en leur permettant d'exercer sans nécessité immédiate, des conduites prédatrices sur une jeune gazelle qu'elle a capturée vivante pour ce faire. L'autonomie anticipée est plus importante chez le chimpanzé qui "apprend" à utiliser un bâton pour se protéger contre le léopard, par imitation du groupe et avant d'être lui-même impliqué dans une rencontre avec le félin. La jeune chimpanzée apprend par observation des mères, les soins à donner aux petits. L'autonomie anticipée manifeste que traduit "l'outil à fabriquer des outils (chopper,enclume)" est apparue plusieurs centaines de milliers d'années avant l'homo sapiens. La ligne de progrès est donc continue. Mais inversement la liberté réfléchie et l'autonomie anticipée ne prennent leur pleine dimension que chez Homo sapiens sapiens, avec le plein développement de la pensée. La liberté humaine est plus riche parce qu'elle est réfléchie. L'homme n'est pas seulement libre, il a de plus conscience de sa propre liberté et de la gestion de cette liberté, ce dont l'animal est incapable.

Il ne faut donc pas aller trop loin dans la réduction biologique. Pour être le résultat d'une histoire, la pensée n'en est pas moins une fonction essentielle, originale, porteuse d'un potentiel de liberté considérable. La nature humaine n'est pas le "paradigme perdu" que voudrait Edgar Morin. L'autonomie anticipée est la forme la plus achevée de l'autonomie, la pensée est la forme la plus achevée de l'activité cérébrale. Mais le sens premier de la pensée est justement de permettre le plein développement de l'autonomie anticipée, ce qui la relie directement aux formes moins élaborées de l'autonomie biologique.

1.4. Une réinterprétation du Fait social

L'une des conséquences les plus essentielles de ces analyses est une réinterprétation du fait social. Nous en avons un grand besoin au moment où les dangers du collectivisme sont devenus manifestes et où du même coup, les dangers de l'individualisme resurgissent. L'analyse conjointe de l'autonomie et des dispositions hiérarchiques des structures démontre que l'élément ne perd pas son autonomie du fait de son appartenance à une structure qui le dépasse. Le comportement de l'élément, qui se définit par rapport à l'environnement rencontré, est seulement spécifié par la permanence d'environnement que traduit l'appartenance à une structure plus large. Mais la réalisation des potentialité d'autonomie dépendant des circonstances rencontrées, l'inclusion de l'individu dans le groupe social, enrichit en fait l'autonomie individuelle.

Le bénéfice de l'appartenance au groupe social ne se limite pas au partage des tâches favorisant une spécialisation, source d'efficacité, et la possibilité de réaliser des tâches inaccessibles à l'individu isolé, notamment la création d'infrastructures permettant pour tous un environnement immédiat sur mesure. Beaucoup plus encore, l'appartenance au groupe permet l'entretien d'une pensée dépassant considérablement, dans le temps et l'espace, celle à laquelle pourrait parvenir l'individu isolé.

Nous avons l'impression d'être les créateurs de notre pensée. La moindre réflexion sur les mots ou la logique, démontre que nous empruntons tout le matériel de notre pensée à la culture sociale. Comme Descartes ne l'avait pas vu, l'homme pensant est d'abord un homme social. Personne ne peut dire "Cogito, ergo sum" qui n'en a pas préalablement appris les mots à partir de son entourage social.

D'une façon très générale, l'homme n'est ce qu'il est qu'à partir de son appartenance au groupe. Un système autonome ne précise son autonomie qu'au travers de réponses aux contraintes de l'environnement. L'homme social ne conquiert son autonomie sociale que dans ses réponses aux exigences des relations ou interdépendances sociales. On peut remarquer pour qui se soucierait d'équité, que le groupe n'attend ni la demande, ni l'accord de l'individu pour tout lui apporter ce qui l'autonomise et le spécifie comme être social.

L'homme, dans sa pensée individuelle et collective, doit concevoir cette situation mitigée d'autonomie individuelle et de dépendance vis à vis du groupe, et rechercher l'équilibre holographique qui assure de façon optimale, l'autonomie individuelle de tous, au sein du groupe. Deux attitudes nous paraissent permettre d'atteindre cette harmonie de l'affirmation individuelle dans le respect de l'autonomie des autres :

- l'attitude de Jason, c'est à dire un effort individuel vers une indépendance, un détachement vis à vis de toutes les particularités d'environnement dont dépend initialement l'équilibre de l'individu et qui sont en fait autant de contraintes. Si j'ai "besoin" de beaucoup d'argent pour vivre, je ne suis pas libre vis à vis du manque d'argent. Si j'ai besoin de fumer pour supporter les difficultés de la vie, je ne suis pas autonome vis à vis du tabac. Nous ne craignons pas de valoriser la recherche d'ascèse qui se découvre dans la préparation au voyage qu'effectue Jason.

- la seconde attitude est celle d'une relation à l'autre "sans calcul immédiat", "dépassant le respect et la réciprocité sans les abolir....ménageant pour l'autre un espace de liberté où il puisse exister (M. Domergue)", seul véritable moyen de faire décroître les tensions sociales amorcées, favoriser l'évolution positive du groupe. En quelque sorte, il faut accepter que la finalité sociale englobe la finalité individuelle; le retour sur les véritables libertés individuelles est évident puisque l'environnement social devient plus favorable du fait des actions de chacun. L'homme, être social, est enrichi par l'enrichissement du groupe social auquel il appartient et enrichi veut dire libéré. Chacun s'autonomise en participant à l'autonomisation de l'autre.

Il nous semble que se dessine alors un idéal aussi bien laïc que religieux. Sous une forme laïque notamment, c'est le système idéal d'Edgar Morin, "système fondé sur l'intercommunication et non la coercition, système polycentrique et non monocentrique, système fondé sur la participation créatrice de tous,.... système accroissant ses possibilités organisatrices, inventives, évolutives."

Dans une vision holographique, les deux attitudes que nous avons essayé de définir, sont éminemment complémentaires. L'indépendance individuelle vis à vis des conditions d'environnement permet seule une disponibilité aux autres.

1.5. Le refus vigilant du Discours premier

L'histoire est émaillée des très nombreux crimes commis au nom du discours premier. Roscelin ou Abélard, au Moyen Age, ne sont que les victimes les plus voyantes, les plus directes. Mais tous les martyrs massacrés au nom d'un dogme quel qu'il soit et qu'ils refusaient, viennent les rejoindre. Que de crimes commis au nom seul de liberté ! Le discours premier est le support obligé et principal de toute idéologie et c'est sur le discours premier que s'appuient tous les totalitarismes idéologiques. Le discours premier situe le sens de l'homme en dehors de lui-même et le replace, pour des raisons d'intérêt corporatif et selon les cas, au niveau de l'État, de l'éducateur ou du thérapeute, supprimant autonomie et responsabilité individuelle.

L'action néfaste du discours premier va d'ailleurs bien au delà du crime patent. Combien de contraintes imposées au nom de principes dont le contenu ne dépassait guère les mots qui les exprimaient ! Que penser de tout ce que chacun place à loisir dans ce qu'il appelle "morale naturelle" comme seule justification d'une contrainte qu'il souhaite imposer !

En consacrant le discours premier et en imposant sa dictature, Lacan n'a fait que conclure le mouvement amorcé par Freud depuis 1897 et qui a accru sans arrêt le poids du symbole et du discours premier dans l'explication psychanalytique du comportement humain. Qu'est-ce qu'un symbole dont on affirme sans preuve le caractère premier si ce n'est un discours réaliste d'un autre genre ? Que penser alors de ces pauvres parents découvrant que leurs enfants ne peuvent communiquer et qu'on accuse d'en être les responsables parce qu'ils ont formulé un mauvais discours ?

Mais nous sommes également tout à fait conscients de faire le procès du mot avec des mots. Ce n'est pas pour nous le signe d'une boucle qui se referme définitivement, mais bien une indication du retour constant d'un discours que l'on chercherait à évacuer. Il n'est donc pas suffisant de critiquer le principe du discours premier. Il faut également prendre conscience de

l'adéquation du discours à la rationalité restreinte qui caractérise le fonctionnement mental. Il faut reconnaître la prégnance sans égale que le discours premier apporte à l'activité mentale. Une vigilance sans faille apparaît alors indispensable pour refuser de transformer en certitudes, tous les possibles que crée le discours. Il est notamment évident que le discours premier n'est pas toujours aussi explicite que chez Lacan. Tout discours qui se referme sur lui-même, qui cherche en lui-même sa validité, tout discours même que l'on prolonge par de nombreuses démarches logiques en cascade, tout discours qui recherche en lui-même des certitudes est implicitement un discours premier.

Ainsi défini, le discours premier est le moteur, l'outil principal de que C. Pierce appelait les mauvaises convictions : la ténacité qui fait se cramponner aux croyances antérieurement acquises, l'autorité qui impose une unanimité de façon cohercitive, l'apriorisme métaphysique qui fait adhérer d'avance à ce qui séduit.

Le constructivisme psychologique et la théorie de l'autonomie se dressent conjointement contre la dictature du discours premier en affirmant que le discours est créé par l'homme et pour son seul usage, qu'il traduit provisoirement, non une réalité ontologique, mais seulement toute l'expérience humaine accumulée au contact de l'environnement : une expérience qui ne peut être qu'imparfaite, associant des indétermination et des erreurs à côté d'exactitudes possibles, qui ne saurait donc se valider elle-même et qui doit rester ouverte sur des corrections futures. Un discours qui débute comme le dit Gassendi et qui se termine comme le veut C. Pierce. "Omnis idea ortum ducit a sentibus", des sensations à l'origine des idées mais des sensations qui ne traduisent pas fidèlement une réalité ontologique, des sensations à l'origine de constructions perceptives subjectives qui ont besoin d'être corrigées. A son terme, un discours qui établit seulement des propositions de corrections, propositions qui ne peuvent devenir "claires" qu'une fois appliquées concrètement à l'environnement.

Le discours ainsi défini, apparaît encore plus créateur de sens que le discours réaliste puisqu'il génère lui-même, en totalité, un modèle de l'environnement. Mais le discours ne génère que des modèles, des possibles qui se doivent donc d'être contrôlés par une recherche de validation située hors du discours.

2. L'approche systémique

Il est dit que "la systémique regroupe les démarches théoriques, pratiques et méthodologiques relatives à ce qui est reconnu comme trop complexe pour pouvoir être abordé de façon réductionniste et qui pose des problèmes de frontières, de relations internes et externes, de structures, de lois ou de propriétés émergentes, caractérisant les systèmes comme tels, ou des problèmes de mode d'observation, de représentation, de modélisation ou de simulation d'une totalité complexe". Dans cette définition de la systémique par le Collège de systémique de l'AFCET, nous n'apprécions guère l'opposition dialectique qui est faite entre le réductionnisme et les notions de frontières, de relations, d'émergence. Nous avons tenté de montrer que le rapprochement néguentropique des éléments suffisait à l'apparition d'une structure nouvelle et inversement que la disposition hiérarchique est au cœur des structures. Une systémique qui refuserait la réduction d'une structure en éléments devrait se contenter d'explorations comportementales de boite noire et se priverait notamment de toute mise en évidence de finalité, interne ou externe.

En fait, nous pensons que le Collège de systémique condamne l'approche réaliste du réductionnisme, celle qui se fait dans le contexte de la substance et non celui de la relation, celle qui considère un élément impassible vis à vis de son voisinage. Nous voudrions au contraire défendre un réductionnisme qui explique bien une structure par ses éléments, mais en insistant sur toutes les relations entre éléments, notamment les relations de type holographique. Nous avons essayés notamment de souligner combien la biologie est riche d'exemples très démonstratifs en ce domaine.

3. Quelques lignes d'applications pratiques

3.1. Le rôle de l'explication biologique dans l'activité cognitive humaine

Nous avons débuté notre travail en soulignant combien il nous paraissait aberrant que la constitution biologique humaine soit pratiquement négligée dans les analyses épistémologiques. Nous voudrions conclure en soulignant combien cette négligence est coûteuse et absurde. Comme nous le disons plus haut, l'organisation biologique est chronologiquement et structurellement première par rapport à l'organisation mentale; nécessairement donc, le biologique conditionne le mental. Nous pensons qu'aucune démarche épistémologique ou psychologique ne devrait être envisagée avant que soient accumulées toutes les connaissances disponibles sur le fonctionnement biologique du cerveau; nous sous sommes personnellement toujours efforcés de suivre cette règle. Autant, il est vain de rechercher à traduire exclusivement le mental en terme de mécanismes cérébraux, autant il est vain de penser définir correctement un mécanisme mental sans la connaissance des mécanismes cérébraux qui l'ont généré par abstraction réfléchissante des relations avec l'environnement. "Bien que les forces ayant conduit à des modifications plastiques sur le cerveau mature, soient omniprésentes et manifestes, il est important d'insister sur la précision et

la stabilité globale du diagramme des connexions cérébrales. Nous ne pourrions pas évaluer l'environnement ou nous mouvoir de façon coordonnée, à plus forte raison penser, s'il en était autrement. Toutes les études des fonctions cérébrales les plus élevées doivent prendre en considération la façon précise et aujourd'hui largement connue, dont les neurones du cerveau sont interconnectés à la naissance (modifié à partir de G.D. Fischbach, Pour la Science, novembre 1992) ".

3.2. La pathologie, la variance génétique et les incapacités mentales

Nous avons tenté de démontrer qu'il est parfaitement cohérent de décrire une organisation cérébrale constitutionnelle relativement stable au cours de la vie et qui dérive d'une réflexion sur son activité au contact du milieu, une forme nouvelle et originale d'organisation que nous nommons esprit ou pensée. Ce schéma a évidemment des conséquences essentielles en psychologie mais il en a également dans l'étude des variations individuelles du fonctionnement mental et dans la pathologie mentale.

L'organisation cérébrale étant première et stable conditionne l'organisation mentale alors que l'inverse n'est pas vrai. Aucune activité mentale ne peut venir altérer directement l'organisation cérébrale, même s'il est évident que la plasticité cérébrale est normalement sensible au déroulement de la pensée. Les seuls effets morbides possibles en retour d'une activité mentale pathogène sont indirects, notamment ceux des habitudes de drogues, alcool, cannabis, cocaïne ou opiacés notamment. Cela n'exclut pas évidemment le fait que de "mauvaises idées" puissent avoir des conséquences dramatiques, mais ces conséquences se situent au niveau du vécu et non des mécanismes cérébraux constitutionnels. L'erreur s'inscrit dans le cerveau exactement comme l'idée juste.

Par ailleurs, il nous parait nécessaire et possible de distinguer dans la variance des activités mentales, ce qui peut provenir des particularités du vécu. La cohérence entre les différentes facettes du développement cognitif notamment permet de préciser dans une déficience, ce qui peut provenir d'un manque d'occasion, d'un environnement social, d'un vécu particulier et d'une variance constitutionnelle. Cela beaucoup plus facilement que F. Jacob ne l'exprime dans le jeu des possibles.

Les travaux qui démontrent une part importante d'origine génétique dans les variations mesurées de l'efficience intellectuelle sont innombrables et concluants si des précisions chiffrées excessives ne sont pas demandées. De même sont évidentes les incidences pathologiques des dysgénésies comme la trisomie 21, l'influence des séquelles des lésions cérébrales à la naissance pour ne citer que les cas favorisant une étude prospective.

Il nous parait en fait beaucoup plus intéressant d'ouvrir le chapitre de la pathologie de l'autonomie. L'autonomie n'est pas de droit divin comme le voulait Descartes. En tous cas, elle ne devrait pas l'être entièrement et directement même pour le croyant. Ce sont des mécanismes cérébraux constitutionnels, précisés au cours de la phylogenèse qui permettent l'exercice le plus élevé possible de l'autonomie, tel qu'on le constate dans l'espèce humaine. Ces mécanismes stables au cours de la vie sont nécessairement soumis à une variance génétique et sensibles aux effets de la pathologie. Les psychoses, schizophrénies, manies ou dépressions, les névroses traduisent un déficit des mécanismes cérébraux de l'autonomie. Freud lui-même mentionne le fait, bien qu'il se soit reconnu incapable à l'époque d'en tirer des conclusions pratiques. Nous pensons qu'une définition de l'autonomie biologique et de ces mécanismes devrait ouvrir une voie royale vers l'analyse des affections dites mentales.

3.3. Les applications éducatives

A l'empirisme, latent ou implicite, correspond une image de l'éducation comme une authentique formation par le pédagogue. Théoriquement du moins, la réussite ou l'échec, sont alors attribués aux maîtres et aux parents, selon du reste très souvent un partage rigoureux qui attribue l'essentiel du succès aux maîtres et l'essentiel de l'échec à l'insuffisance affective ou culturelle des parents.

La théorie de l'autonomie biologique ne nie nullement les effets de la variance sociale et de l'affectivité, mais elle les considère autrement. Reconnaissant que l'enfant lui-même gère ses conquêtes d'autonomie et est seul capable de construire ses connaissances, elle conduit à des attitudes très différentes de celles que dicte l'empirisme :

- la variance génétique et pathologiques des capacités est à la fois reconnue et combattue. Reconnue car il est impossible de concevoir une autonomie biologique qui ne fasse pas appel à des mécanismes cérébraux constitutionnels, mécanismes obligatoirement cibles d'une variance génétique et exposés à une pathologie. Mais combattue, car reconnaître une incapacité, un défaut des mécanismes d'autonomie est la condition première qui permet d'optimiser la situation.

- il doit être admis que l'enfant n'apprend qu'en fonction de ce qu'il a déjà appris, de ce qu'il sait déjà. C'est la règle d'or d'une pédagogie qui veut intégrer l'autonomie biologique. Une acquisition cognitive est alors conçue comme une modification ponctuelle au sein d'une organisation cognitive antérieure. Le "bruit" facteur d'auto-organisation ne peut être décrit par lui-

même mais à partir du constat d'insolite, de "fait surprenant" qu'il provoque. La structuration dissipative qui peut révolutionner profondément un système cognitif est déclenchée par un epsilon et totalement déterminée par les "conditions initiales".

- le rôle du pédagogue doit donc être de situer son enseignement par rapport à ce qu'il constate du niveau cognitif de l'enfant. Il doit s'assurer que l'enfant a bien rencontré toutes les occasions d'une confrontation avec l'environnement physique et social, pour se faire une idée du potentiel comme de l'acquis. Le pédagogue doit renoncer à espérer une ingurgitation allonomique d'un modèle stéréotypé, conçu pour tous et donc inadapté à chacun. Il nous faut remarquer que cette attitude du pédagogue est particulièrement "respectueuse" de la personne de l'enfant, qu'elle va spontanément avec le respect des consciences et des identités individuelles que demandait Jules Ferry.

Mais inversement, le respect de l'autonomie de l'enfant ne signifie pas un renoncement à toute manifestation d'autorité. Pédagogue et parents doivent comprendre comme Rudyard Kipling, que les capacités optimales d'autonomie ne s'acquièrent pas dans l'expression d'une volonté incontrôlée et qu'un dosage soigneux doit être fait entre la contrainte et le respect de l'autonomie, ne rejetant pas une pression orientant fermement l'enfant vers l'acquisition d'une meilleure autonomie. Pour ne citer que ce cas particulier, il est possible de valoriser la capitulation sans condition ni véritable réflexion, qui marque la fin de ce que les psychanalystes appellent la période oedipienne, et qui traduit en fait l'acceptation du principe de la contrainte sociale. C'est une étape préalable indispensable pour que soit accepté le principe de la règle sociale, permettant ensuite d'intégrer dans un premier temps les lois sociales, en comprendre ensuite le sens d'une affirmation légitime de soi dans le respect des autres et de l'organisation sociale. La théorie de l'autonomie pousse le respect de l'enfant jusqu'à l'autorité qui impose les meilleures conditions d'une optimisation de l'autonomie.

Nous voudrions pour finir tenter de répondre par avance à quelques critiques. A la thèse de l'autonomie biologique pourrait être adressée le commentaire, favorable pour les uns, pejoratif pour les autres d'être une thèse matérialiste. Cela est peut-être vrai quoique nous contestion que la notion de matière puisse avoir un sens. Mais il s'agirait alors d'un matérialisme qui hausserait la matière aux niveaux des propriétés habituellement réservées à l'esprit et justement déniées à la matière. La théorie de l'autonomie biologique est en tous cas la plus forte dénégation possible d'un matérialisme empiriste qui a nié la responsabilité, l'individualité humaine, qui a ramené l'individu à la fiction grammaticale du "je", à un simple lieu géométrique d'effets sociaux accumulés. Par ailleurs, une analyse attentive de la pensée religieuse la plus traditionnelle révèle que cette pensée a été beaucoup plus hésitante qu'on ne le croit généralement sur une dualité esprit/matière et qu'elle est toujours restée ouverte à une conception unitaire de l'homme.

De même, la condamnation du réalisme platonicien peut paraître une condamnation de la promulgation d'un dogme quel qu'il soit. Cela est exact dès que le dogme est perçu comme un discours. Cela est faux si le dogme est considéré comme une réflexion maintenue ouverte et toujours enrichie, sur une parole révélée.

Il pourrait être fait également le reproche que la théorie de l'autonomie biologique, et plus encore l'interprétation que nous en faisons, conduit à des positions très réactionnaires sur le plan pédagoqique. La référence éminemment provocante à Rudyard Kipling que nous avons faite en pleine connaissance des risques encourus, ne pourrait que renforcer ce sentiment. Mais l'égalitarisme biologique est une thèse qui n'est généreuse qu'en apparence puisqu'elle doit être immédiatement payée d'une négation de la réalité individuelle. Si effectivement, il existe une variance biologique et pathologique des mécanismes cérébraux, leur reconnaissance est le préalable indispensable pour en limiter les conséquences. Si l'autorité s'avère nécessaire pour orienter un enfant vers la conquête de son autonomie, est-il possible de proposer à un pédagogue un but plus noble que de participer à la conquête de leur propre liberté par les enfants qui leur sont confiés ?