

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

Vol. 10, N° 5, 1996

afcet

DUNOD

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 10, numéro 5, pages 485 - 508, 1996

De la pensée scientifique de Jean Ullmo
aux macaques de Seymir Zeki

Jean-Claude Tabary

Numérisation Afscet, août 2017.



Creative Commons

- S. MICHEL, Motivation, satisfaction et implication, in N. AUBERT *et al.*, *Management : aspects humains et organisationnels*, PUF « fondamental », Paris, 1991, p. 173-202.
- J. NUTTIN, *Théorie de la motivation humaine*, Paris, PUF, 1985.
- L. W. PORTER et E. E. LAWLER, *Managerial attitudes and performance*, Homewood, Dorsay Press, 1968.
- M. REUHLIN, La notion de motivation et les caractères propres des motivations humaines, in M. REUHLIN, *Psychologie*, PUF, Paris, 1990, p. 399-400 et p. 448-475.
- J. B. ROTTER, *Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement*, *Psychological monographs*, 80, n° 1, 1966.
- R. A. THIÉTART, *La dynamique de l'homme au travail. Une nouvelle approche de système*, Paris, Les éditions d'Organisation, 1977.
- G. TIBERGHEIN, Modèles de l'activité cognitive. In CAVERNI *et al.*, *Psychologie cognitive : modèles et méthodes*, PUG, Grenoble, 1988, p. 7-10.
- V. H. VROOM, *Ego-involvement, job satisfaction and job performance*, *Performance Psychology*, 1962, 15, p. 159-177.
- V. H. VROOM, *Work and motivation*, New York, John Wiley and Sons, 1964.

**DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE DE JEAN ULLMO
AUX MACAQUES DE SEYMRIR ZEKI**

Jean-Claude TABARY ¹

Résumé

Jean Ullmo a décrit avec précision en 1958 et 1967 la pensée scientifique en s'appuyant sur la notion de relation répétable et de définition opératoire. La question se pose de considérer ces deux notions comme propres à la pensée scientifique ou devant envahir tout le domaine de la connaissance. Cet article tente de démontrer que les mécanismes cognitifs décrits par Ullmo ont une portée universelle. Il s'appuie pour cela sur le constructivisme piagétien mais également sur les dernières données de la neurophysiologie.

Abstract

Jean Ullmo precisely described in 1958 and 1967 the scientific thought, lying on the notions of repeatable relation and operative definition. The question is to consider these two notions as peculiar to the scientific thought or common to any cognitive activity. This paper tries to show that the cognitive mechanisms described by Jean Ullmo have an universal extension. The basis of this reflexion is both the piagetian constructivism and the ultimate data of neuro physiology.

Dans deux écrits, publiés l'un en 1958, l'autre en 1967, Jean Ullmo s'est appuyé sur la physique pour poser les bases d'une épistémologie de la pensée scientifique, et cela, de façon conforme à toutes les exigences de la pensée systémique. L'objectif de la connaissance est défini dans ces écrits, comme une assimilation apprise des particularités de l'environnement du sujet. Jean Ullmo est parti de deux notions essentielles, celle de relation répétable et celle de définition opératoire. Il affirme ainsi que la connaissance scientifique de

1. Neuropsychiatre.

l'environnement ne peut porter que sur les relations qui s'y répètent, et plus encore, sur le constat de ces répétitions qui précède l'analyse des relations. Manifestement, Jean Ullmo n'entend pas par là, un simple caractère de reproductibilité permettant la vérification d'une hypothèse mais une stricte limitation du champ des connaissances possibles et de la façon d'acquérir ces connaissances. La définition opératoire est alors une conséquence obligée : ce qui caractérise une notion ou un concept n'est pas une réalité ontologique mais le processus actif de pensée qui constate la répétition et qui ensuite, l'analyse et la caractérise par confrontation avec d'autres relations répétables. L'action de mesurer et d'évaluer, l'instrument de mesure utilisé, doivent faire partie intégrante de la définition de tout concept de grandeur physique pouvant être légitimement utilisé dans une description scientifique. Jean Ullmo fait ensuite appel à ces deux notions essentielles pour définir ce qu'il appelle la pensée scientifique moderne, mais de plus, il valide en quelque sorte récursivement les notions qui forment son point de départ.

Le but de cet article n'est nullement de discuter une analyse épistémologique qui, à titre personnel, me paraît particulièrement riche et judicieuse, mais bien au contraire, d'étudier dans quelle mesure elle est applicable à toute démarche cognitive quelle qu'elle soit, pour un système autonome quel qu'il soit. Certes, toute proposition sur le sens de la connaissance est fortement récursive, et à ce titre, hors du domaine des certitudes ou même de celui des assertions garanties. Mais en revanche, en fonction de l'intérêt même de l'analyse, il m'a semblé essentiel de prolonger la réflexion de Jean Ullmo par une interrogation sur le constat de répétition. Si ce constat est bien à la base, non seulement de l'approche scientifique mais de toutes les constructions cognitives, il est essentiel d'analyser les démarches qui le permettent. On serait même en droit de se demander s'il n'est pas paradoxal d'affirmer à la fois qu'un organisme ne peut rien apprécier immédiatement de l'environnement, et qu'il peut relever néanmoins la réalité d'une répétition dans cet environnement. La question est peut-être futile dans le strict domaine d'une pensée scientifique accessible seulement à un adulte évolué, mais elle devient essentielle devant une tentative d'universaliser les réflexions de Jean Ullmo à toute démarche de connaissance. Or les données dont Jean Ullmo disposait ne permettaient pas de fournir, à l'époque, une réponse à ces questions cruciales. Je souhaiterai donc montrer comment il est possible aujourd'hui, grâce notamment aux progrès de la neurophysiologie et à ceux de l'observation scientifique du nourrisson, de préciser un certain nombre de points laissés en suspens. Il deviendrait alors possible de déduire des analyses de Jean Ullmo, une épistémologie cohérente, n'impliquant aucune

signification première, fort bien adaptée aux systèmes autonomes, et qui dépasserait le domaine de la science pour attendre celui des applications universelles.

Dans une première partie, j'exposerai brièvement les conceptions de Jean Ullmo. Je montrerai ensuite comment au temps de l'auteur pouvait être expliqué le constat de répétition, puis comment il peut être expliqué aujourd'hui. Dans une dernière partie, je tenterai de montrer que toutes les notions exposées conduisent à faire de toute connaissance, la création d'une relation entre des façons d'exister propres au système connaissant, ponctuelles ou globales, des « mode of itself » selon l'expression de G. Edelman (1982).

* * *

À la base de ses analyses, Jean Ullmo (1969) introduit deux paradoxes qui ont notamment comme conséquences de poser l'être humain comme un système autonome.

LE PREMIER PARADOXE DE LA CONNAISSANCE

L'objet de connaissance, l'environnement, est et demeure hors de nous, indépendant de nous et de notre existence. L'environnement est donc à la fois étranger sur le plan des connaissances et des significations, et physiquement extérieur, inaccessible à un organisme qui ne peut quitter ses propres limites. À l'origine de la connaissance d'un objet, il faut donc que naisse un signal qui ne peut résulter que de la rencontre, de l'interaction entre le sujet connaissant et l'objet de la connaissance. Comment ce signal dont la nature ne peut être connue d'emblée permet-il de décrire un objet qui ne peut être qu'induit puisqu'il échappe à toute assimilation directe ?

LE SECOND PARADOXE DE LA CONNAISSANCE

Le second paradoxe réside dans la différence de nature entre les formes que manipule la pensée et les formes supposées propres aux objets. Les formes de la pensée doivent notamment être stables, bien découpées, intemporelles. Le monde qu'elles décrivent est au contraire un monde en changement continu, et les objets qu'il contient s'inscrivent plus dans une histoire de transformations que dans une permanence relative. La limite même de ces objets ne peut être immédiatement accessible. Comment alors peut-il y avoir adéquation entre deux systèmes formels aussi différents ?

Il faut certainement rapprocher cette analyse de J. Ullmo et les paradoxes qu'il souligne, des approches très comparables de P. Valéry (Tabary, 1994) et de M. Mugur-Schachter (1991, 1992). Le premier insiste sur le fait qu'une forme de connaissance traduit un découpage artificiel de processus en déroulement continu et ne peut donc pleinement correspondre à la réalité décrite. M. Mugur-Schachter fait un emprunt aux mathématiques et indique que, pour le sujet qui analyse, l'environnement est un espace continu de probabilités d'événements, au sein duquel aucun constat ne peut être fait sans un découpage préalable, évidemment effectué par l'observateur. M. Mugur-Schachter introduit une donnée supplémentaire en indiquant que le résultat du découpage doit être spécifié par un « regard » obligatoirement particulier à chaque système cherchant à connaître.

Cette notion de découpage paraît donc bien essentielle mais elle débouche sur trois mécanismes possibles pour établir une connaissance :

- le premier mécanisme serait celui d'un découpage pré-existant, commun au sujet et à l'environnement. Il existerait conjointement chez le sujet et dans l'environnement, des formes pré-découpées et la connaissance consisterait à les mettre en correspondance. Une telle description correspond implicitement aux réalismes platonicien ou aristotélicien, et plus explicitement au mouvement phénoménologique de Husserl et à la psychologie de la forme développée à partir des conceptions de Brentano ;

- le second mécanisme serait celui d'un découpage pré-existant chez le sujet de connaissance, mais sans correspondance dans l'environnement ;

- le troisième mécanisme assurerait conjointement un découpage et une qualification de l'objet découpé, par le sujet de connaissance, sans aucun découpage primaire.

Ces second et troisième mécanismes ont l'avantage de faire l'économie partielle ou totale de formes pré-définies dont l'existence ne peut être qu'hypothétique, faute de pouvoir leur attribuer un processus propre de genèse. Inversement, ces mécanismes posent la question de la genèse des découpages.

Il est manifeste que J. Ullmo récusait le premier mécanisme et s'opposait très consciemment aux réalismes philosophiques. En revanche, il n'a pas souligné que le troisième mécanisme ne peut fonctionner, faute du moindre point d'ancrage pour débiter toute analyse cognitive.

Il faut encore remarquer que J. Ullmo situait l'homme comme un système autonome, même s'il ne le précisait pas implicitement, par manque sans doute de familiarité avec des concepts qui ne faisaient à l'époque que chercher à

s'affirmer L'être humain est à l'abri du monde, enfermé dans sa nature, ce qui lui assure une protection mais crée une barrière vis-à-vis de toute information extérieure. Par ailleurs, les seules règles de fonctionnement accessibles au savant sont les règles de sa propre nature, *a priori* différentes des règles qui établissent l'environnement.

LE RÔLE DE LA RÉPÉTITION

Les deux paradoxes de la connaissance ne peuvent être résolus, dit Jean Ullmo, que par la répétition « d'où l'induction fondamentale de la science tire la permanence et à la limite l'intemporalité ». Ce sont les relations découvertes dans les situations répétées qui constituent le matériau de toute connaissance. On pourrait alors s'étonner de voir glorifier une induction accusée de tous les maux depuis D. Hume et plus récemment par K. Popper (1991). En fait, les critiques de ces auteurs visent la prétention de voir dans l'induction une source de vérités ou de certitudes. Tel n'est pas du tout le point de vue de Jean Ullmo qui s'inscrit manifestement dans la droite ligne du pragmatisme américain, limitant le domaine de la connaissance aux « croyances » de C. S. Pierce et W. James, aux assertions garanties de J. Dewey ou encore à la vraisemblance de K. Popper. Dès lors, il est tout à fait cohérent d'affirmer que l'induction est la source habituelle des données d'observation, des faits, des prémisses à partir desquelles s'établissent les inférences du raisonnement abductif ou déductif. De plus, l'induction est le seul mécanisme pouvant établir une connaissance lorsque le réalisme philosophique est récusé.

Il faut encore éviter de s'arrêter au caractère trivial de la relation entre connaissance apprise et répétition. Il est bien évident qu'une connaissance apprise ne se révèle utile que lorsque l'événement qui a présidé à sa genèse se renouvelle. Ce n'est pas le plan sur lequel se place Jean Ullmo. Pour lui, c'est le constat d'une répétition d'un événement qui peut seul initier une construction cognitive car il est l'occasion d'analyser des relations propres à l'événement. Seules peuvent être « connues » les relations qui se répètent et la relation répétable définit toute connaissance possible.

Soucieux de faire une analyse critique de la démarche scientifique, Jean Ullmo insiste surtout sur le répétable qu'il faut « découvrir » dans tout ce qui change sans cesse. En fait cette notion de découverte est toute relative et il est facile de le constater dans l'exemple de la machine d'Atwood, choisi par l'auteur. Il est de fait que les relations de masse, d'accélération, de force devaient être découvertes au temps d'Atwood, moins d'un siècle après Newton, et ce à partir de relations répétables. Ces relations qui

semblent aujourd'hui évidentes à tout physicien, auraient été inaccessibles au Moyen Âge, à un Jean Buridan ou à un Nicolas Oresme. En quelque sorte, ce qui était scientifique au XVIII^e siècle ne l'était pas plus tôt. En fait, toute mise en évidence nouvelle de relations répétables n'est rendue possible que par des acquisitions antérieures qui sont, elles aussi, des découvertes de relations répétables. Il y a dans ce constat un point de départ pour envisager d'étendre la relation répétable du domaine scientifique à tout processus cognitif.

LA DÉFINITION OPÉRATOIRE

Une réflexion tout à fait comparable peut être faite, concernant la seconde notion proposée par Jean Ullmo, celle de définition opératoire. Jean Ullmo insiste sur le fait que les concepts authentiquement scientifiques ne désignent pas des catégories ou grandeurs ontologiques mais des processus subjectifs qui ont permis de dégager ces catégories ou grandeurs. Ainsi la notion de longueur doit être exprimée par une définition qui inclut et précise l'instrument de mesure utilisé, les conditions de la mesure et l'activité même de l'arpenteur assurant la juxtaposition de l'étalon et de l'objet à mesurer. Ce point de vue de Jean Ullmo est essentiel et il pourrait éviter bien des erreurs de conception s'il était systématiquement appliqué à tous les concepts physiques et mathématiques. Mais la frontière entre les termes scientifiques et les termes du langage courant est très floue, et l'exemple même de longueur choisi par J. Ullmo le suggère. En ce domaine également, seule l'acceptation du réalisme pourrait conduire à accepter des concepts qui ne relèveraient pas de la définition opératoire. Inversement donc, une extension universelle de la notion de définition opératoire, parfaitement envisageable, conduirait à penser que tout concept traduit une activité humaine. Il serait cependant alors essentiel de considérer que la perception est une démarche aussi active que la motricité. Ce faisant, on retrouverait le point de vue d'A. Korzybski (1980) pour qui il n'y a pas d'êtres abstraits mais seulement des activités humaines d'abstraction.

LA GÉNÉRALISATION DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE

J. Ullmo suggère lui-même cette généralisation lorsqu'il définit les relations scientifiques répétables par rapport aux répétitions triviales. Il est facile de prendre la véritable dimension de la relation répétable en quittant le domaine de la science et en envisageant les premières étapes de la connaissance, notamment chez le très jeune enfant. C'est alors de l'expérience courante

que sont déduites les premières régularités, celles du mur qui blesse quand on le heurte, de l'objet qui tombe au sol quand on le lâche. La répétition se produit spontanément et n'a nul lieu d'être recherchée. La relation répétable devient alors une relation répétée, permettant la reconnaissance, à partir du retour d'un seul indice, d'un ensemble d'éléments liés. Si l'on veut tenter de chercher comment l'être humain peut établir un constat de répétition hors du domaine scientifique, c'est au niveau de ces situations triviales qu'il faut chercher, notamment pour tenter d'y trouver les amorces de toutes les activités cognitives.

Le même constat peut être fait pour la définition opératoire. Si l'on veut généraliser la notion de définition opératoire à tout concept, c'est également aux concepts les plus usuels, les plus fondamentaux dans la construction cognitive qu'il convient d'appliquer la même démarche. En effet, les auteurs réalistes eux-mêmes sont bien conscients que nombre de concepts s'expliquent simplement par combinaison de significations primaires qui, seules, pourraient avoir une existence propre. Apparaît alors un des nombreux points où Jean Ullmo et Jean Piaget se rejoignent. Pour ce dernier en effet, le mot est initialement une étiquette auditive, inventée par l'enfant ou empruntée à l'entourage social et qui désigne un schème sensori-moteur personnel, autrement dit une façon de procéder de l'enfant. L'objet perçu lui-même doit, avant d'être dénommé, être dégagé de son environnement comme entité permanente survivant à la perception, et indépendante d'une action. C'est en se situant sur ce plan qu'il faut rechercher l'acquisition des premières relations répétables et leur qualification.

En définitive, il n'y a pas d'objections sérieuses à opposer à une généralisation des conceptions de Jean Ullmo qui limiteraient aux relations répétables le domaine de toute la connaissance. De même, il est assez facile de concevoir qu'un effort constant d'analyse des relations répétables spontanées ou provoquées puisse ouvrir à un développement cognitif continu. La question demeure de savoir comment les premières relations répétables sont constatées et si elles peuvent justifier une conception de « *tabula rasa* » initiale, sans processus cognitif antérieur proprement dit et sans système formel pré-existant. Or sur ce plan, il existe manifestement une convergence entre les opinions de J. Ullmo et de J. Piaget, et c'est donc vers ce dernier auteur qu'il faut se tourner.

Jean Piaget est probablement l'épistémologue qui s'est le plus soucieux de rechercher chez le jeune enfant, les conditions de départ d'un développement cognitif. Pour décrire les premières activités cognitives de l'enfant, Piaget fit appel à la seule explication possible si le réalisme est récusé, celle de

l'exercice de conduites innées, élaborées antérieurement à la rencontre de cet enfant avec son environnement (Piaget, 1936). On peut cependant se demander si Piaget n'a pas cherché à minimiser au maximum cet appel nécessaire à une organisation innée. Il fit référence à la notion de réflexe et ne parvint guère à dépasser le cadre du seul réflexe de succion. Piaget a certainement l'excuse d'avoir travaillé à une époque où l'empirisme psychologique régnait en maître dans la plupart des pays et où il était donc difficile de s'y opposer totalement. Inversement, les analyses cognitives de J. Piaget chez le tout jeune nourrisson ne sont pas à la hauteur des explications qu'il fournit, portant sur l'activité cognitive des enfants plus âgés.

Quelques années plus tard, notamment sous l'influence de l'éthologie naissante, l'ambiance était totalement différente et c'est justement l'éthologie qui devait fournir les documents les plus intéressants sur les capacités comportementales au moment de la naissance. K. Lorenz notamment mettait en évidence de nombreuses conduites innées chez l'animal, en contradiction directe avec les principes empiristes puisque les théoriciens de l'empirisme avaient également tenté de s'appuyer sur l'observation animale. Plus encore, K. Lorenz soulignait que les capacités innées ne concernaient pas seulement la motricité mais également la perception, posant le principe des déterminants perceptifs innés.

L'observation du nouveau-né et du nourrisson humains a été ainsi reprise dans un climat renouvelé, mettant en évidence des compétences extrêmement précoces, notamment sur le plan perceptif. Les travaux récents sur le nourrisson apparaissent aujourd'hui avoir d'autant plus de valeur que la comparaison avec le jeune macaque souligne que le développement du nouveau-né humain durant les deux premiers mois de la vie, est avant tout lié à la continuité de la dynamique embryologique interne et a relativement peu à faire avec les relations d'environnement. C'est avec la plus grande réserve qu'il faut considérer comme apprises les transformations ou les compétences apparaissant durant les deux premiers mois de vie du nourrisson humain. Or, les travaux de T. G. R. Bower (1979) et ceux qui ont fait suite aux observations princeps de P. Eimas (1982) soulignent l'importance des compétences précoces du nourrisson. Ainsi, il apparaît que le nourrisson de quelques semaines découpe, sans apprentissage particulier, les sons en unités acoustiques et différencie les consonnes. Le nourrisson de deux mois intègre les lois de constance considérant comme unique un objet vu sous des angles différents et à des distances différentes. Mais en matière d'assimilation de données d'environnement, le travail le plus intéressant est sans doute celui de Meltzoff et Moore (1985). Ces auteurs ont retrouvé de façon totalement

indépendante, le fait déjà signalé dans les années cinquante par R. Zazzo, que le nourrisson de quelques jours, voire de quelques heures, reproduisait la mimique d'un expérimentateur placé en face de lui. Alors que Zazzo ne s'était intéressé qu'au tirage de langue, les auteurs américains ont standardisé les conditions d'observations et multiplié les mimiques reproduites. Dans l'interprétation des vidéogrammes ayant enregistré les mimiques du nouveau-né, les juges ont retrouvé en aveugle la mimique de l'expérimentateur au même moment, avec une réussite supérieure à 50 pour cent alors que la concordance de hasard dans ce travail était de 20 pour cent seulement.

Pour expliquer cette performance, Meltzoff et Moore font très justement appel à la notion de réaction « intermodale ». En Sciences du comportement, l'intermodalité signifie qu'un même résultat comportemental peut être obtenu à partir de plusieurs champs distincts d'analyse. C'est le cas par exemple lors de la reconnaissance par la perception manuelle, d'un objet identifié par la vision. Meltzoff et Moore soulignent que la reproduction de la mimique par le nourrisson, exige non seulement une compétence perceptive très développée, mais encore une similitude d'organisation innée des aires perceptives visuelles et des aires motrices, permettant aux aires motrices des actions calquées sur l'état présent des aires perceptives visuelles. Il y a donc là un point essentiel qui conduit à accorder au nouveau-né des capacités innées d'assimilation de l'environnement qui sont très complexes. Or, parallèlement, les progrès récents de la neurophysiologie permettent d'expliquer ces capacités.

LE MÉCANISME DE LA RÉACTION CIRCULAIRE

Il est tout aussi important de considérer la dynamique qui permet au sujet lui-même d'enrichir le nombre et la précision des relations répétables qui constituent son système cognitif. Il y a une certaine ambiguïté dans le terme de relation répétable puisque la notion est aussi bien applicable aux relations qui se répètent en dehors des initiatives du sujet qu'à celles que le sujet peut répéter à sa volonté. Il est probable que J. Ullmo envisageait cette double signification. Abordant spécifiquement la pensée scientifique, J. Ullmo avait certainement à l'esprit la répétition de l'expérience, voulue par l'expérimentateur. Mais par ailleurs, vulgarisant la notion de relation répétable, il donna en fait des exemples de *relations répétées* comme le soleil qui se lève tous les matins ou le caractère douloureux de toute rencontre brutale avec un mur. En fait, une précision sur ce plan est essentielle puisqu'en quelque sorte l'empirisme privilégie également les relations répétables en

affirmant que la répétition extérieure est à l'origine du conditionnement, conçu comme la forme unique de l'acquisition cognitive.

J. Piaget a longuement étudié cette question, notamment dans son opposition à l'empirisme. À la notion de réflexe conditionné, clé de l'empirisme moderne, il substitua celle de réaction circulaire, empruntée à J. M. Baldwin (1973). La réaction circulaire consiste à appliquer immédiatement la réponse qui paraît intuitivement la plus évidente devant un événement, et à organiser ensuite des essais de correction lorsque la réponse appliquée a été inefficace en partie ou en totalité. Baldwin et Piaget anticipaient donc K. Popper et H. Simon en considérant qu'un événement appelle spontanément, automatiquement, une réponse particulière, une théorie élémentaire selon Popper, une stratégie selon H. Simon. Cette orientation automatique du comportement provient des expériences antérieurement acquises, et à la limite, des conduites innées. L'échec partiel ou total de la réponse appelée est constaté par le sujet, ce qui constitue pour lui une information supplémentaire. Cette information oriente un certain nombre de tentatives de corrections qui, toutes, sont analysées et fournissent à leur tour des informations complémentaires. Le cycle de réponses successives, le va-et-vient de la conscience, dit Paul Valéry, s'arrête lorsque le sujet juge avoir obtenu une réponse efficace ou renonce par fatigue ou désintérêt. La mémorisation des différentes tentatives et surtout de celles qui ont été des succès, enrichit évidemment le corpus cognitif.

La répétition étant au cœur du réflexe conditionné comme de la réaction circulaire, il est important de souligner les oppositions qui distinguent ces deux mécanismes d'acquisition cognitive :

- le réflexe conditionné dépend passivement et directement du nombre de répétitions d'un événement et d'une reproduction aussi exacte que possible de l'événement. Ce sont donc les particularités du milieu qui permettent le développement du réflexe et l'initiative du sujet est réduite à rien. La réaction circulaire se suffit d'un seul retour événementiel, sous la forme d'un « insolite », c'est-à-dire d'une répétition associant des éléments communs et des éléments différents par rapport à un événement antérieur. L'initiative du sujet y est primordiale,

- le réflexe conditionné ne peut fixer qu'une « forme » préexistante de l'environnement, ce qui paradoxalement impose un découpage pré-existant et identique du sujet et de l'environnement, donc l'acceptation du réalisme pourtant contesté dans de nombreux aspects par les théoriciens du conditionnement. La réaction circulaire ne préjuge d'aucun découpage de l'environnement et module seulement des conduites propres au sujet qui connaît.

La réaction circulaire permet théoriquement et aisément un gain illimité d'information, en moindre dépendance des occurrences régulières de l'environnement que le conditionnement. Elle complète donc la notion de relation répétable pour expliquer le développement d'un système cognitif à partir d'un nombre très réduit de comportements innés et donc de significations pré-établies, elles-mêmes réduites à des liens entre les réactions élémentaires du sujet. Si quelques relations perceptivo-motrices innées, une capacité immédiate d'analyse perceptive, sont indispensables au développement initial, ces conduites innées peuvent être très limitées et pourtant suffire pour amorcer un développement cognitif considérable.

Au total, on peut légitimement penser que le nourrisson établit spontanément un ensemble de perceptions qui lui sont propres, et donc profondément marquées par les mécanismes perceptifs. Ces perceptions, sans que le nourrisson en soit conscient, sont d'abord des façons subjectives de réagir aux événements extérieurs. Elles sont également influencées par les particularités et les régularités de l'environnement, et elles permettent donc une élaboration progressive d'un modèle de cet environnement. Mais physiquement, ces perceptions traduisent avant tout des activités cérébrales qui pourraient être décrites indépendamment de tout environnement et qui n'ont pas la richesse obligée de significations que nous leur attribuons. Le nourrisson perçoit sans savoir qu'il perçoit et sans pouvoir donner un sens à ce qu'il perçoit. Il devient tout à fait concevable qu'il puisse faire un constat de répétition sans même avoir à donner un sens aux répétitions constatées.

Dans une telle situation, les relations répétables sont non seulement aisément concevables mais, de plus, elles sont la base obligée de toute construction de signification. Cependant, ces relations répétables prennent un sens particulier car elles ne sont pas d'abord des particularités d'environnement mais bien d'abord des particularités du fonctionnement interne. Il ne faudrait pas parler du constat qu'un élément *A* dans l'environnement est obligatoirement associé à un élément *B*, mais bien qu'une façon d'exister subjective locale *A* est régulièrement associée à une autre façon d'exister *B*. Bien entendu, cette façon de parler constitue une réflexion sur l'activité interne parvenue à son terme et qui n'est pas le fait du nourrisson. Au départ, il y a ce que Baldwin a appelé une conscience adualistique et la relation répétable n'est même pas attribuée à un acteur. Par la suite, la réflexion du nourrisson le conduit à distinguer les changements qui ne sont pas le fait de son initiative et ceux qui en relèvent. Le premier type de changements initie un modèle d'environnement, le second un modèle du moi. L'ensemble permet de jouer les variations d'environnement sur le modèle du

C.E.M. (corps, esprit, monde) décrit par Paul Valéry (1973) où le vécu est un théâtre intérieur dans lequel la partie du corps qui joue le « moi » répond à la partie du corps qui joue le monde. Il reste à rechercher dans l'approche neurophysiologique, un support concret pour étoffer cette approche théorique.

L'introduction d'une argumentation biologique dans une analyse systémique ou épistémologique est en général délicate et souvent contestée par principe. Cependant, la relation avec l'environnement est une exception. Si manifestement Platon a conçu l'idée en indépendance de la sensation, Aristote et saint Thomas d'Acquin, bien qu'également réalistes, ont affirmé que rien ne venait à l'intelligence qui n'était passé par les sens. Cette affirmation a pu être parfois contestée en tant que telle, notamment par les logiciens de Port Royal, mais elle est très généralement admise. J. Ullmo lui-même ne semble pas avoir abordé la question mais sa critique du réalisme dur, implicite dans toute son œuvre, ouvre également la porte au primat de la sensation. D'une façon générale, il serait aujourd'hui peu cohérent d'appuyer une discussion épistémologique sur le fait qu'il pourrait y avoir une prise de connaissance en indépendance des sens. Ce serait ouvrir l'épistémologie à toutes les hypothèses les moins établies et les plus hasardeuses. Inversement, si une juste place est accordée au primat des sens dans l'analyse de l'environnement, il devient vite manifeste que des connaissances biologiques très bien établies peuvent apporter un support très solide au primat de la relation répétée comme source de toute connaissance.

LA LOI NEURONALE DU TOUT OU RIEN

Un premier principe essentiel à l'analyse épistémologique, concerne le fonctionnement du neurone sensoriel. C'est peu après les premiers balbutiements de la neurophysiologie que J. Muller a posé le dilemme fondamental : un même neurone sensoriel transmet-il toutes les informations qualitativement différentes fournies par l'environnement, ou bien y a-t-il une grande variété de neurones dont chacun ne transmet qu'une seule qualité sensorielle ? Avec raison, J. Muller favorisait la seconde hypothèse qui apparaît aujourd'hui globalement exacte. Après les travaux d'Adrian et Zotterman en 1926, l'unicité du fonctionnement du neurone sensoriel est décrite sous le nom de « loi de tout ou rien ». Quelles que soient la nature ou l'intensité de l'excitant, la réponse du neurone sensoriel est nulle ou constante en durée et amplitude. *Autrement dit, l'information fournie par l'excitation d'un neurone sensoriel, quel qu'il soit, est limitée à un bit, quel que soit l'événement excitant.* La fréquence des réponses neuronales pouvant

varier en fonction de l'énergie fournie par l'excitant, le neurone sensoriel peut néanmoins fournir une notion d'intensité. Comme le dit très joliment H. von Foerster (1988), le neurone peut dire « combien » à partir du nombre de réponses par unités de temps mais il ne peut pas dire « quoi ». Comment, dans ces conditions, la variété des événements extérieurs peut-elle être perçue ?

La seule réponse possible à cette question réside dans la variété constitutionnelle et comportementale des neurones sensoriels, variété effectivement très marquée. Ces neurones sont au nombre de 10^7 à 10^8 et diffèrent tous les uns des autres :

- soit par l'emplacement sur le corps ;
- soit à la fois par l'emplacement et une sensibilité spécifique à une forme particulière d'énergie.

Il faut tout d'abord noter « qu'une forme d'énergie » est une notion complexe, dégagée par de nombreuses relations répétées et qu'elle n'est en rien première et indépendante de l'observateur humain. Au départ donc, il faut concevoir simplement plusieurs ensembles distincts de neurones spatialement répartis, les neurones d'un même ensemble étant de sensibilité qualitativement et quantitativement équivalente. Il y a sûrement bien plus d'ensembles distincts que les cinq sens décrits par Aristote mais il est peu probable que leur nombre dépasse la centaine. Une exception notable est celle des neurones auditifs où, à la différence d'emplacement de chaque neurone, est associée une sensibilité spécifique pour une fréquence particulière de vibration.

Il est essentiel de bien préciser toutes les conséquences fonctionnelles des propriétés de l'échelon neuronal de la prise d'information extérieure, mais avant tout les propriétés liées à la loi du tout ou rien ;

- l'échelon neuronal assure un *découpage* de l'environnement dans l'espace et dans le temps, et tout ce que nous pouvons connaître de l'environnement est marqué par ce découpage particulier, l'un parmi une infinité d'autres découpages possibles qui spécifieraient d'autres moyens de saisir l'environnement et qui sont définitivement hors de portée de nos analyses. Les physiciens quantiques ont parfaitement compris que les instruments de mesure qu'ils fabriquaient étaient des intermédiaires qui devaient finalement être « lus » par les sens. Nous ne pouvons donc percevoir qu'une seule « tribu » selon le terme de probabilité parmi toutes les tribus qui pourraient être découpées dans l'espace continu de l'environnement. Notre connaissance de l'environnement est donc tout à fait particulière et ne peut en rien être généralisée à un observateur non humain. Par essence, une tribu ne peut servir à définir l'espace continu qui la supporte. En un mot, nous ne pouvons connaître le monde mais seulement l'état de nos

neurones en présence d'un événement inféré et c'est là un aperçu très subjectif et très spécifique de l'environnement. En termes physiques, l'espace que nous percevons n'est pas un espace extérieur mais le champ spatial de nos neurones. De plus, comme l'a fait remarquer H. Poincaré (1968), l'affirmation même d'un espace est anthropomorphique. Théoriquement, nous ne sommes même pas capables de faire la différence entre une modification neuronale traduisant un événement authentique ou une fluctuation aléatoire des tissus qui environnent les neurones ;

– ce qui est à l'origine des contrastes dans nos perceptions n'est donc pas un ensemble de qualités extérieures mais les écarts des réponses de nos neurones devant un même événement qui les affecte différemment. De ce fait, les configurations significatives qu'un événement peut faire apparaître sur l'ensemble de nos neurones ne témoignent en rien de configurations isomorphes dans l'environnement. Les configurations perçues traduisent une « carte » des excitations neuroniques, carte liée aux propriétés différentielles des neurones autant qu'à des distributions extérieures. À nouveau, l'espace perçu est l'espace de nos neurones et nous n'avons aucune donnée qui nous permettrait de reconstruire un espace extérieur qui serait indépendant de la façon dont des observateurs différents en tirent des modèles variés. Il en est de même pour toute configuration reliant entre eux les états propres des neurones à un instant *t*.

Si l'on cherche à transcrire l'espace des neurones notamment rétiniens, on pourrait le rapprocher d'un écran d'ordinateur où apparaîtraient de nombreux points blancs traduisant les décharges instantanées de neurones. Tout naturellement, et même si les décharges étaient aléatoires, nous verrions de temps à autre apparaître des constellations liées au seul fait qu'une décharge régulièrement spontanée de certains neurones, sans vouloir ou pouvoir accorder une signification à ces constellations, à la manière dont nous percevons la nuit les constellations stellaires. Comment peut alors s'effectuer le passage d'un ensemble de points aux images significatives que nous percevons ?

Il n'y a *a priori* que deux solutions concevables en réponse à cette question :

– la première, qui est celle du sens commun, est que l'ensemble des neurones dresse une copie de l'environnement qui serait assimilée directement. Or, dans l'état actuel des connaissances neuro-physiologiques, aucun mécanisme ne peut expliquer simplement la reconstitution d'images de l'environnement à partir du pointillisme neuronal, et encore moins leur intégration dans l'activité mentale. La continuité du spectacle est perdue et ne saurait être retrouvée miraculeusement. Un processus d'analyse de la

distribution des points s'impose et s'il existe, il marquera autant le résultat final que la distribution des points elle-même. Il ne peut donc y avoir un copiage passif.

– la seconde solution, qui est celle du traitement complexe de l'information neuronale pointilliste est donc la seule actuellement concevable : *les images que nous percevons sont le résultat d'une élaboration interne complexe, dérivée du pointillisme neuronal.*

Or ce point de vue théorique est totalement confirmé par quarante ans de recherches neuro-physiologiques récentes, tout spécialement dans le domaine de la vision. Je voudrais illustrer cette affirmation par deux exemples particulièrement probants et se rapportant au domaine de la vision : d'une part, la synthèse de la ligne droite et d'autre part, la notion de canaux perceptifs indépendants pour toutes les catégories perceptives qui font l'environnement, non seulement la couleur, mais aussi la forme, la taille, l'étendue, le déplacement, l'opposition du contenu et du contenant, de l'objet et du fond sur lequel il apparaît.

LA SYNTHÈSE DE LA LIGNE DROITE

En 1953, S. W. Kuffler montrait que les neurones rétiniens profonds, dits cellules ganglionnaires, ne traduisaient pas directement le paysage que nous contemplons par la vue. Une large étendue uniforme bien éclairée ne provoque aucune réponse rétinienne. La stimulation est obtenue par une zone éclairée ponctuelle sur un fond sombre ou par une zone ponctuelle obscure sur un fond éclairé. Par ailleurs, les réponses marquent l'allumage et l'extinction mais ne durent pas. Ce sont donc seulement les contrastes dans l'espace et le temps qui sont enregistrés. Les influx qui naissent des cellules ganglionnaires font donc tout sauf représenter la continuité des images que nous percevons. Il semble du reste que les batraciens et les reptiles ne voient que les déplacements d'objets et sont aveugles vis-à-vis des données fixes. Il est fort possible qu'il n'en soit pas ainsi chez l'homme et les mammifères parce qu'ils initient un mouvement permanent des yeux qui introduit des contrastes artificiels de temps devant une image fixe. En effet les images stables disparaissent à la perception lorsque ce balayage oculaire fin est artificiellement supprimé.

Un peu plus tard, D. Hubel et T. Wiesel (1994) ont montré que les fibres issues des cellules ganglionnaires faisaient relais, point par point, avec des cellules d'une petite structure du tronc cérébral, le corps genouillé latéral. Les fibres issues de ces dernières cellules transmettent ensuite les informations rétiniennes jusqu'au cortex cérébral. Or, Hubel et Wiesel ont fait la découverte

essentielle qu'une cellule corticale répond de façon spécifique à un ensemble de cellules ganglionnaires alignées au fond de la rétine, sur une longueur déterminée. On pouvait supposer qu'il existait des cellules corticales pour chaque région de la rétine et chaque alignement de cellules ganglionnaires, pour toutes les longueurs et toutes les directions. Autrement dit, ce qui génère une impression de segment de droite continu, défini en emplacement en taille et en direction est la stimulation d'une cellule cérébrale particulière. Quand nous pensons percevoir un tel segment de droite dans l'environnement, nous enregistrons en fait la stimulation d'une cellule ponctuelle. Même si l'idée que la stimulation de cellules corticales spécifiques suffit à construire une image, n'est plus guère retenue aujourd'hui, il demeure certain qu'en aucun cas, le cerveau ne contient une cartographie de l'espace, isomorphe à ce que nous croyons percevoir. Notre vision du monde apparaît donc essentiellement synthétique et traduisant le fonctionnement cérébral.

Y a-t-il une signification à nous interroger sur l'existence authentique, indépendante de l'observateur, de segments rectilignes continus dans l'environnement? Aucune réponse n'est possible. Il est évident que nous ne disposons d'aucun moyen de comparaison puisque toute « règle utilisée » serait soumise à la même interprétation subjective que le segment de droite mesuré. Par ailleurs, au même titre que la notion globale d'espace, celle de segment de droite continu est immédiatement du moins, anthropomorphique.

LA MULTIPLICITÉ DES CANAUX PERCEPTIFS INDÉPENDANTS

L'impression de synthèse subjective des données visuelles est largement confirmée par les travaux de Seymir Zeki (1990) et de son équipe, chez le macaque. Les travaux de Hubel et Wiesel étaient centrés sur l'aire corticale striée qui apparaît aujourd'hui une véritable plaque tournante, enregistrant les données brutes provenant des corps genouillés latéraux, noyaux du tronc cérébral, les transmettant à des aires cérébro-corticales secondaires et recevant en retour de ces aires, tous les éléments pour former une image synthétique telle qu'elle peut parvenir à l'exploration consciente. Or S. Zeki et son équipe ont montré que ces aires corticales secondaires élaboraient chacune une particularité de l'image finale. Une aire élaborait la couleur, une autre la forme, une troisième l'emplacement, une quatrième le mouvement et ainsi de suite. Ces élaborations sont indépendantes les unes des autres. Autrement dit, les qualités de l'image visuelle, correspondant à certaines « catégories » aristotéliciennes, traduisent bien plus des aspects particuliers du traitement de l'information rétinienne qu'ils ne se spécialisent dans la

photographie d'une scène extérieure. Le processus est particulièrement net pour la couleur dont certains auteurs au cours des siècles ont toujours admis qu'elle était une pure création du cerveau. Les catégories d'Aristote deviennent autant de mécanismes distincts dans l'analyse du pointillisme rétinien. Par ailleurs, la synthèse de l'image exige un synchronisme parfait pour que les informations élaborées indépendamment les unes les autres, soient correctement coordonnées au sein d'une image unique. Le moindre asynchronisme et la couleur par exemple, sera perçue à côté du dessin de la forme. Il est donc bien évident que ce que nous attribuons à l'environnement est une élaboration synthétique originale de notre cerveau.

Il est possible de rapprocher ces données physiologiques de la conception d'H. Poincaré sur l'espace et le temps. C'est cette capacité de la représentation visuelle d'associer une appréhension large d'un « contenant » et d'une appréhension ponctuelle d'un « contenu » qui pourrait définir l'espace. De même, ce serait la variation des rapports entre des contenus et un contenant qui pourrait définir le temps physique.

Quoiqu'il en soit, le résultat final est que l'activité perceptive traduit une intégration complexe de points, par des canaux différents, et constitue l'essentiel de la formation des images puisqu'à la limite, il n'y aurait nul besoin d'une réalité extérieure pour générer ces points. Paradoxalement, l'environnement est donc contingent dans la perception. En pratique, évidemment, un problème de cohérence se pose et il faut bien qu'il y ait quelque part un générateur de points qui puisse attribuer un minimum de régularité dans le groupement des points. On peut conclure sans grand risque que l'environnement est le seul générateur concevable mais sans faire état d'un isomorphisme obligé entre les particularités et les régularités de l'extérieur et celles des images perceptives. Le monde perceptif est essentiellement un monde subjectif. On pourrait paraphraser von Foerster et dire qu'une variation d'environnement a stimulé un neurone particulier mais on ne peut pas dire ce qu'était cette variation. Il faut remarquer du reste que l'absence de concordance isomorphique entre un environnement supposé et les images perceptives dérivées de cet environnement, n'a aucune conséquence comportementale. Une image perceptive une fois construite permet une reconnaissance mais sans que l'image reconnue ait une signification primaire contraignante, mis à part les déterminants perceptifs innés décrits par K. Lorenz. Dans tous les autres cas, c'est la réponse adaptative modifiant l'image perceptive qui spécifie seule le « sens » de cette image, et elle le fait aussi bien qu'il y ait correspondance isomorphique ou non avec l'environnement.

Quelle conclusion fondamentale peut-on tirer de ces données pour définir une situation de *tabula rasa* au départ de toute connaissance? Le mieux que l'on puisse dire est que le nouveau-né est dans la situation paradoxale où il perçoit un monde précis et imagé mais ne sait pas ce que représente ce monde, ne sait même pas qu'il perçoit un monde. Cette situation est comparable à celle que nous attribuons à l'aveugle de naissance dont nous pensons qu'il découvre peu à peu par expérience, un espace réel; en fait l'aveugle également explore peu à peu un espace tactile, proprioceptif, auditif qui lui est propre et tout aussi établi avant expérience. Le point de départ obligé est bien alors celui de la relation répétable. Le nourrisson doit meubler de significations le monde qu'il perçoit et il ne peut le faire que par constat de relations répétables:

- relations passives, la perception d'un élément *A* étant toujours associée à la perception d'un élément *B*, simultanément dans l'espace ou successivement dans le temps;

- relations actives, une action *A* du sujet provoquant régulièrement l'apparition d'un élément *B* attribué à l'environnement.

Mais comme le dit J. Ullmo de l'exploration scientifique, les éléments *A* ou *B* sont initialement flous, aléatoires et doivent être précisés par le dégagement des relations répétables les plus positives, qui ne peuvent être les premières édifiées. Le constructivisme devient la conception épistémologique obligée. La réaction circulaire à elle seule, dont l'expérimentation active du savant n'est qu'un exemple, peut être la clé unique de ce constructivisme.

CONCLUSION

Les données conjointes de l'éthologie, de l'observation du jeune nourrisson et de la neurophysiologie semblent donc bien apporter un support aux conceptions de Jean Ullmo, résolvant de façon satisfaisante les deux paradoxes de la connaissance soulignés par l'auteur. Du même coup, il apparaît que ces conceptions ne valent pas seulement pour la pensée scientifique mais également pour toute approche cognitive. De plus, il se dessine une orientation très particulière de l'analyse des capacités cognitives au sein des systèmes autonomes. Les conséquences en sont multiples. Une certaine révision des analyses piagétienne chez le tout jeune nourrisson, au point de départ des connaissances humaines, paraît s'imposer, mais ce n'est pas le plus important, et la plupart des principes du constructivisme piagétien ne sont en aucune façon invalidés. Il est de beaucoup plus grande conséquence qu'il soit possible de décrire de façon cohérente une épistémologie générale des systèmes

autonomes sans faire appel à une préexistence des significations, avec les difficultés épistémologiques et philosophiques qui en résultent. Plus encore, il devient possible de rechercher dans les systèmes autonomes eux-mêmes, les références cognitives qui peuvent qualifier la découverte progressive de l'environnement et du réel. Il est tout à fait justifié de postuler une notion qui est plus ou moins implicite dans les thèses de Jean Ullmo, qu'un organisme autonome en général, et l'être humain en particulier, peuvent bien naître fonctionnellement dans une situation de *tabula rasa* en ignorance totale d'un environnement immédiatement inaccessible sur le plan cognitif et sans disposer d'un système de formes ou de significations pré-établies. De ce fait, une construction cognitive fondée sur le constat de répétition des événements trouve légitimement sa place. Cependant, cette construction cognitive ne doit pas être considérée comme une prise de conscience progressive, une intégration d'un réel pré-défini mais bien comme une authentique construction du réel représenté.

Lors de la naissance fonctionnelle d'un système, c'est-à-dire lorsqu'il est placé pour la première fois en face d'un environnement qui lui est inconnu, la relation avec cet environnement peut être décrite au mieux comme la situation d'un sujet de connaissance devant un espace continu de probabilité. Cela ne veut pas dire que l'environnement est un espace mathématique monotone mais c'est un espace qui ne permet au sujet aucune prédiction immédiate, car celle-ci exige auparavant un découpage et un regard qualifiant.

Comme le souligne la théorie généralisée des probabilités, l'approche d'un espace à la puissance du continu est, dans sa généralité, sans solution. Pour parvenir à un résultat pratique, il faut dans un premier temps, isoler par découpage de l'ensemble des sous-ensembles possibles, une tribu, qui traduit l'action de découpage. Mais de plus, comme y insiste M. Mugur-Schachter, il faut encore que le résultat du découpage soit qualifié par l'organisme connaissant, ce qui exige un « regard » particulier. Faute de quoi, chaque élément découpé serait un point sans qualité. À la base de toute démarche cognitive, il y a donc un découpage et un regard préalables : un découpage isolant des tribus au sein de la continuité de l'espace de probabilité et un regard qualifiant les résultats de ce découpage. C'est là un principe universel, à la base de toute activité cognitive dans un système autonome. La question essentielle qui se pose alors concerne la nature du découpage et du regard.

Découpage et regard qualifiant relèvent du contact du sujet avec l'espace continu et sont le fait du sujet lui-même. Il en résulte un premier fractionnement, excluant de toute connaissance possible la part de l'environnement qui n'est pas entrée en contact avec l'organisme et qui

demeure totalement inaccessible aux processus cognitifs. Cependant, l'espace accessible est lui-même un espace continu de probabilités concernant les événements pouvant agir physiquement sur l'organisme, et être de ce fait à l'origine de signaux qui peuvent acquérir une signification pour le système récepteur.

Pour que l'autonomie soit immédiatement assurée, tout système autonome doit disposer, dès son premier contact avec l'environnement, d'un certain nombre de conduites adaptatives innées, associant une analyse perceptive d'assimilation et une réponse effectrice d'accommodation.

Il ne semble cependant pas que l'exercice de ces conduites puisse à elle seule, déboucher sur une riche évolution cognitive, développée en profondeur hiérarchique, construisant un modèle de l'environnement. L'exercice des conduites innées assure principalement une précision de ces conduites par spécialisation vis-à-vis des situations effectivement rencontrées. Le processus de découpage, de fractionnement des conduites initiales mis en avant par J. Piaget a d'étroites limites. Le véritable bénéfice cognitif tiré des rencontres avec l'environnement ne peut donc guère, contrairement à ce que pensait Piaget, s'appuyer exclusivement sur l'exercice des activités réflexes présentes à la naissance.

L'analyse neurophysiologique, combinée à l'éthologie et à l'observation du nourrisson conduisent à penser qu'il existe des capacités de découpage et de regard qualifiant qui vont bien au-delà de l'exercice des conduites perceptivo-motrices immédiatement disponibles. Parallèlement à ces conduites, il existe un ensemble de processus innés assurant spontanément un découpage et un regard qualifiant, de façon initialement gratuite sur le plan d'un bénéfice comportemental immédiat. Mais ce découpage et ce regard qualifiant assurent une analyse perceptive immédiate de l'environnement qui permet les constats d'une répétition de certains événements, constats qui eux, ne sont nullement gratuits sur le plan cognitif. Les perceptions répétées sont « épinglées » avant tout du fait d'un intérêt comportemental pleinement ressenti par le sujet. Les nourrissons de Bower (1979) reconnaissent le cube qui leur indique le début d'une partie de plaisir dont ils ont le souvenir. Les mouches d'Y. Dudai (1981) reconnaissent le bleu qu'elles ont associé à une forte réaction nociceptive. En fait, tout ce que l'empirisme traditionnel qualifiait de conditionnement traduit en fait une reconnaissance active par le sujet, d'une relation répétable ayant des conséquences comportementales. Les constats de répétition perceptive, outre la réalité de la répétition, associent deux éléments découpés de l'environnement qui apparaissent « ensemble », ou encore relient les données qui ont assuré l'identification perceptive d'un événement, et

les modifications internes à l'organisme qui se sont manifestées lors de l'événement pour effectuer une adaptation. Les processus d'assimilation et d'accommodation décrits par Piaget se trouvent ainsi à la fois individualisés et reliés.

Fait essentiel, *le constat de répétition est premier et relativement indépendant de l'analyse du contenu de la répétition*. Ce que constate l'organisme lors de la répétition d'un événement, est qu'il est mis dans un état identique sur le plan perceptif à un état précédent vécu. Très habituellement, au cours de ce vécu antérieur, des liens nouveaux ont été acquis par réaction circulaire. L'organisme est conduit à en déduire que les relations non contraignantes, établies en partie par tâtonnements lors de la première occurrence, sont *a priori* de nouveau significatives et doivent être utilisées pour établir une conduite. Il apparaît alors, soit une validation meilleure des relations isolées, soit un point de départ pour une correction et un enrichissement si la similitude entre les événements successifs n'est que partielle. Il y a un progrès cognitif dans les deux cas.

Un raisonnement par l'absurde permet de valider les relations répétables. Si un événement correctement identifié ne se reproduit jamais, même sous une forme approchée, l'information recueillie est sans bénéfice aucun. Si un événement est totalement nouveau, aucune des acquisitions cognitives antérieurement effectuées ne peut favoriser l'analyse de cet événement. C'est donc la succession d'événements ayant des points communs et des points différents qui permet seule une évolution cognitive. En l'occurrence points communs et relations répétables sont parfaitement synonymes.

Si le constat de répétition engage le sujet connaissant, qu'en est-il du contenu de la répétition ? La réponse à cette question éloigne encore un peu plus le constructivisme de l'empirisme. Le contenu de la répétition n'est pas une donnée en soi de l'environnement, également significative pour un observateur quelconque, mais bien les démarches actives, perceptives ou motrices que le sujet a effectué face à l'événement.

Théoriquement les liens appris sont de trois types. Certains caractérisent l'élaboration d'une identification perceptive, indépendamment de la réponse comportementale. D'autres permettent de définir une réaction adaptative dite d'accommodation, indépendamment du stimulus qui peut demander cette réaction. D'autres enfin, privilégient une réponse accommodatrice particulière, à la suite d'un processus d'identification perceptive bien défini. Mais dans les trois cas, ces liens consistent à privilégier des combinaisons d'éléments comportementaux qui pouvaient être définis antérieurement aux événements

analysés. Ils actualisent donc une façon d'exister propre à l'organisme, un « mode of itself » selon l'expression de G. Edelman.

Le fait est évident pour la réaction d'accommodation de l'organisme vis-à-vis de l'événement puisque cette réaction se résume de façon évidente à une action de l'organisme. Cependant les liens appris qui caractérisent cette action sont dictés par l'identification perceptive préalable et sont donc dépendants de celle-ci. Le lien entre perception et accommodation est fixé par le succès et l'utilité, mais dans sa nature, il est relatif à la nature des processus de perception et de réponses adaptatives. Si donc ces processus et réponses sont réductibles à des façons d'exister propres à l'organisme, le lien entre elles l'est aussi obligatoirement. C'est donc la nature de la réaction perceptive qui doit être au centre d'une discussion sur la nature de l'organisation du vécu face à l'environnement.

Or, l'analyse neuro-physiologique semble bien fournir des données déterminantes sur ce point. La perception n'est nullement une copie fidèle d'un environnement existant par lui-même mais une activité constructive effectuée à partir des réactions de l'organisme au contact de l'environnement. La seule particularité qui distingue la perception d'autres comportements internes est de naître à partir d'un système d'interface, placé en périphérie du système et dont les modifications ne rompent pas gravement l'équilibre interne. Mais aux modifications d'interface s'associent des processus de traitement d'information qui sont typiquement des comportements internes de conduite. Les schèmes perceptifs sont des schèmes actifs au même titre que les schèmes moteurs.

Une perception est donc une configuration qui relie de façon originale des façons d'exister propres à l'organisme. Éléments et configurations pourraient être décrits en dehors de l'événement et ils sont seulement actualisés parce qu'ils équilibrent un événement. Ils ne sont réellement reliés à cet événement qu'en raison de la très faible probabilité qu'ils puissent se constituer en dehors de lui.

En définitive, ce qui est créé au cours de l'activité cognitive débute par un constat de répétition, puis est suivi par une valorisation de liens entre des composantes comportementales élémentaires pré-existantes et propres à l'organisme. C'est secondairement que ces liens dessinent un « réel ». Fait essentiel qui n'a pas été retenu par J. Piaget, les composantes comportementales élémentaires peuvent donc concerner de pures activités perceptives sur un segment de l'espace d'environnement. Si la perception est considérée comme une élaboration comportementale subjective, on est conduit à admettre, sans réserve aucune, que les liens acquis et mémorisés

caractérisent les façons qu'a un individu de vivre un événement, bien plus que l'événement lui-même. Le réel tel que le conçoit l'individu est donc une construction reliant de façon originale, des façons d'exister définissables avant toute rencontre avec l'environnement. Tout ce qui est appris, tout ce qui est objet de connaissance est un lien particulier entre des façons de vivre du système qui étaient antérieurement distinctes. Ce qui marque la connaissance est un lien entre deux façons d'exister propres à l'individu. Ce lien est un lien dessinant un espace « physique » lorsqu'il concerne deux façons d'exister locales et simultanés. Ce lien peut dessiner le temps « physique » lorsqu'il concerne deux actions globales successives. Il serait même juste de dire que l'espace et le temps physiques n'ont pas d'autre origine, d'autre réalité : *les liens entre deux façons d'exister locales et simultanées génèrent l'espace, les liens entre deux façons d'exister successives, locales ou globales, génèrent le temps*. De même, l'objet isolé traduit un découpage perceptif qualifié par un regard subjectif.

Ainsi, le fleuve d'Héraclite n'est pas un fleuve physique car il n'existe pas de fleuves bien découpés de leur environnement, indépendamment de la pensée du géographe. C'est celui-ci qui découpe le fleuve de l'au-delà des berges et qui réunit la source et l'embouchure : l'écoulement du fleuve est l'écoulement de la pensée du géographe. Le fleuve physique n'est qu'inféré. Si le géographe ne peut descendre deux fois le même fleuve, c'est parce qu'il n'effectue pas exactement la même construction perceptive au cours de deux événements successifs.

Pour en terminer, revenons à l'enrichissement progressif de la connaissance, tant chez l'enfant qu'au cours de l'évolution des civilisations. Pour expliquer cet enrichissement, J. Piaget a privilégié l'abstraction réfléchissante qui est une réflexion du sujet sur son propre comportement, aboutissant à une connaissance simultanée du moi et de l'environnement. L'analyse moderne des processus de la perception aboutit à étendre considérablement le domaine de l'abstraction réfléchissante au-delà même de ce que pensait Piaget. Le constat de répétition qui est à la base de la connaissance est une réflexion sur soi-même qui identifie deux façons d'exister successives. Pour une très large part, la construction du réel est une abstraction réfléchissante portant sur les mécanismes perceptifs constitutionnels. La réflexion sur les constances des mécanismes permet de générer l'isolement de l'objet ainsi que les catégories perceptives que constituent la distinction entre les sens, la couleur, la forme, le nombre, l'opposition du fond et de la forme, etc. Ces catégories constituent les systèmes de référence permettant de qualifier la réflexion sur les particularités existentielles. Dans ses lignes générales comme dans ses lignes particulières,

la connaissance apprise est une réflexion sur les mécanismes de la perception et le résultat de leur mise en jeu. La connaissance ne s'arrête cependant pas là et la réflexion peut aller au-delà des catégories perceptives. La relation répétable y devient alors la source évidente des acquisitions perceptives. La qualification ne peut cependant être qu'opératoire et sans traduction véritable en termes perceptifs. La mécanique quantique, comme l'ont bien compris aussi bien N. Bohr que J. Ullmo vient donc à son heure comme le résultat actuellement ultime de l'abstraction réfléchissante.

Références

- M. BALDWIN, *Social and ethical interpretations in mental development*, Arno Press, New York, 1973.
- T. G. R. BOWER, *Human Development*, W. H. FREEMAN, San Francisco, 1979.
- Y. DUDAÏ, L'intelligence de la mouche, *La Recherche*, n° 118, janvier 1981, pp. 58-64.
- G. M. EDELMAN, *The Mindful Brain M.I.T. Press*, Cambridge, 1982.
- P. D. EIMAS, Speech perception, In J. MEHLER, E. WALKER et M. GARETT, *Perspectives in mental representation*, Laurence Erlbaum, Hillsdale, 1982.
- H. von FOERSTER, La construction d'une réalité. In Paul WATZLAWICK, *L'invention de la réalité*. Paris, Seuil, 1988.
- D. HUBEL, *L'œil, le cerveau et la vision*, Paris, Belin, 1994.
- A. KORZYBSKI, *Science and Sanity*, Lakeville, Institute of general semantics, 1980.
- S. W. KUFFLER, Discharge patterns and functional organization of the mammalian retina, *J. Neurophysiol.*, 16, pp. 37-68.
- A. N. MELTZOFF et M. K. MOORE, Cognitive foundations and social functions of imitation, In J. MEHLER et R. FOX, *Neonate cognition*, Laurence Erlbaum, Hillsdale, 1985.
- M. MUGUR-SCHACHTER, Spacetime quantum probabilities, Relativized descriptions and Popperian Propensities, *Foundations of Physics*, 21, n° 12, december 1991, et 22, n° 2, February 1992.
- J. PIAGET, *La naissance de l'Intelligence*, Neuchatel, Delachaux et Niestlé, 1936.
- H. POINCARÉ, *La Science et l'hypothèse*, Paris, Flammarion, 1968.
- K. POPPER, *La connaissance objective*, Paris, Aubier, 1991.
- J.-C. TABARY, Introduction à la méthode de Paul Valéry, *Rev. Intern Systématique*, 8, n° 3, 1994, pp. 287-306.
- J. ULLMO, *La pensée scientifique Moderne*, réédition, Paris, Flammarion, 1969.
- J. ULLMO, Les Concepts Physiques, In Jean PIAGET, *Logique et Connaissance scientifique*, Paris, Gallimard, 1967.
- P. VALÉRY, *Cahiers*, Tome I, Paris, Gallimard, 1973.
- S. ZÉKI, La construction des images par le cerveau, *La Recherche*, n° 222, juin 1990, pp. 712-721.

COMMENT UNE ÉPISTÉMOLOGIE FORMELLE EST-ELLE POSSIBLE ?

Michel BITBOL¹

Résumé

La réflexion collective du *Centre de Synthèse pour une Épistémologie Formelle* créé en 1994 sous l'impulsion de Mioara Mugur-Schächter s'est donnée deux objectifs : *définir* la discipline nommée « épistémologie formelle » à travers une pratique visant à pallier les déficiences d'autres disciplines méthodologiques, et *l'appliquer* à la clarification des savoirs contemporains. Cet article représente une tentative de délimiter le projet spécifique de l'épistémologie formelle, par comparaison avec celui de la logique, et de la « grammaire » au sens de Wittgenstein. Comme la logique et la « grammaire », l'épistémologie formelle peut être tenue pour une *méta-discipline non méta-théorique* (G.G. Granger). Comme la « grammaire », elle est une méta-discipline évolutive et non fondationnelle. Mais à la différence des deux autres méta-disciplines, elle laisse en suspens la concordance linguistico-opératoire. Ce trait caractéristique la met en mesure de prendre en charge la situation rencontrée par la mécanique quantique, dans laquelle l'accord entre la coordination des activités opératoires et la structure de la langue n'a rien d'évident.

Abstract

The *Centre de Synthèse pour une Épistémologie Formelle* was created by Mioara Mugur-Schächter in 1994. Its double aim was to define a new discipline called "formal epistemology" by trying to overcome the deficiencies of other methodological disciplines, and to apply it to contemporary science. This paper represents an attempt at picking out the specific project of formal epistemology by comparison with logic and "grammar" in Wittgenstein's sense. In the same way as both logic and "grammar", formal epistemology can be regarded as a *non meta-theoretical meta-discipline* (G.G. Granger). In the same

1. CNRS-IHPST, 13, rue du Four, 75006 Paris.