

SCIENCES DE LA VIE, PHILOSOPHIE, SCIENCES HUMAINES

Guy Rumelhard

Le positivisme impose une représentation des savoirs scientifiques dénuée de toute dimension spéculative. L'enseignement des disciplines scientifiques reste aujourd'hui essentiellement opératoire et manipulateur. Les découvertes résultent de la mise au point d'instruments, de techniques, d'observations, de mesures et de calculs. L'objectif semble être de former un ingénieur ou un expert. En biologie, cependant, la prise en compte des représentations qui font obstacle à l'assimilation du savoir, l'irruption des questions éthiques, la nécessité d'articuler le psychique et le somatique, la nécessité d'interpréter les observations, la proximité du médical difficilement séparable du biologique conduisent à se poser le problème du passage de l'un à l'autre et donc à repenser les finalités de l'enseignement biologique. La réflexion philosophique est présente en acte au cœur même de la pensée et de l'enseignement scientifique dans la mesure où l'on ne peut, par exemple, isoler les questions de santé, de normalité et de normativité. La méthode réductionniste, qui est une condition de possibilité des progrès scientifiques, met ces questions provisoirement entre parenthèses, mais une approche réellement culturelle et formatrice doit les réinscrire en amont, en aval et aussi au cœur du travail scientifique.

une inter-
disciplinarité
très large...

...mais intra-
scientifique

Dans l'enseignement scientifique, remettre la science au cœur de la culture consiste tout à la fois à affermir le concept de discipline et à étendre très largement les passages interdisciplinaires indispensables entre éthique, politique, linguistique, ethnologie, psychanalyse, idéologie et biologie. Or dans la recherche biologique, l'interdisciplinarité semble la règle. Dans son travail de recherche le biologiste fait feu de tout bois tant au niveau des outils conceptuels, que des appareils et des techniques de laboratoire. La dissection ou l'opération chirurgicale s'accompagne de produits chimiques (analgésiques, anesthésiques, antibiotiques) mais aussi d'appareils (manomètre, rayons X, ultracentrifugeuse, chromatographie, scintigraphie, microscope) provenant de divers domaines de la physique ou de la chimie. Certains concepts ont également des provenances multiples : mathématiques (probabilité, hasard), technologique (régulation), chimique (énergie, flux, réaction). Les échanges existent également d'une discipline à l'autre à l'intérieur de la biologie. Ainsi les concepts de mutation génétique, ou d'anticorps monoclonal peuvent devenir des outils techniques d'expérimentation. Mais cette *interdisciplinarité* reste *intrascientifique* même quand elle fait appel aux concepts de code, message, erreur, programme, puisque ceux-ci proviennent de la théorie de l'information. L'enseignement reproduit cette interdisciplinarité très libre, mais sans franchir non plus ces limites.

Faut-il donc admettre un partage absolu entre les sciences dites "dures" et les sciences humaines et sociales dites "molles", et *a fortiori* avec la philosophie ou la littérature. Il n'y aurait aucun point commun entre l'emploi en biologie et l'usage littéraire ou courant des termes de *milieu* ou de *métamorphose*. Les débats visant à "remettre la science au cœur de la culture" ne seraient que rhétorique pour discours de tribune. La science est dans la culture comme le noyau dans le fruit !

1. LA DISTINCTION ENTRE SCIENCES DURES ET SCIENCES MOLLES

1.1. Une frontière supposée étanche

Pour réactualiser d'une manière nouvelle le débat sur la distinction entre sciences dures et sciences molles, et lutter contre une tendance actuelle à relativiser cette distinction, le physicien américain Alan Sokal a réalisé un canular qui avait pour lui valeur de preuve expérimentale. Rappelons rapidement de quoi il s'agit. Dans la tradition du faux littéraire, le physicien a fait accepter par le comité de lecture d'une revue américaine intitulée "*Social text*" consacrée à ce que l'on appelle les *cultural studies* un pastiche épistémologico-politique intitulé "*Trangressing the Boundaries : towards a transformative hermeneutics of quantum gravity*". Le texte largement constitué de citations ou de paraphrases d'intellectuels français ayant une influence aux États-Unis contenait également un nombre non négligeable d'erreurs et d'absurdités scientifiques et épistémologiques patentes. Sokal a révélé ensuite sa supercherie et publié un livre qui exploitait de manière plus exhaustive les données et citations sous le titre "*Impostures intellectuelles*" (1). Pour cet auteur les concepts perdent toute signification quand on les extrait de leur contexte précis. Ils deviennent de pures métaphores sans rôle opératoire explicatif ou inventif. Ainsi on peut mystifier un comité de lecture avec des erreurs manifestes, et ceci est censé apporter la "preuve expérimentale" du fait que les procédures de contrôle sont fragiles (2).

Ce faux a déclenché de nombreux commentaires mais n'a pas pour autant tranché définitivement le débat. Bien évidemment, l'auteur pense que le canular inverse est impossible. Il est peu probable de faire accepter par un comité de lecture composé de quelques spécialistes mondiaux d'un domaine

une preuve
expérimentale
de la frontière

franchir
la frontière dans
un seul sens

(1) SOKAL, A., BRICMONT, J. (1997). *Impostures intellectuelles*. Paris : Odile Jacob.

(2) JEANNERET, Y. (1997). Décontamination intellectuelle : l'expérience échoue. *L'Aventure humaine*, 8, 81-89.

précis de la physique un faux manifeste. Les procédures de contrôle font appel à la cohérence conceptuelle et aux vérifications expérimentales. Il existe cependant des domaines de la biologie où la distinction n'est pas aussi immédiatement évidente. Par ailleurs, sans chercher à défendre les intellectuels pris à partie par Sokal, on peut cependant admettre qu'observer les scientifiques comme le font les ethnologues ou les sociologues contribue à souligner les *limites* et les *dérives possibles* du travail réalisé dans les laboratoires. Les travaux du sociologue Bruno Latour, par exemple, critiqués par Alan Sokal, contribuent cependant à montrer que l'activité de recherche s'inscrit dans un environnement social et politique, dans des modes d'organisation et de financement, des stratégies individuelles, des équipes et des institutions qui expliquent les déviations, les blocages, les reculs à un moment donné. Tout ceci est utile et sain, mais ne transforme pas pour autant les résultats scientifiques en simple discours équivalent d'un roman, d'un poème ou d'un mythe. Il existe un travail collectif de théorisation, de mathématisation (quand c'est possible), de discussion critique et d'expérimentation qui confère une validation aux résultats et aux explications scientifiques *indépendamment du contexte*. Exporter, de manière peut-être discutable ou mal informée, hors de leur champ d'origine, certains concepts physico-mathématiques vers les sciences humaines n'invalide pas pour autant tout travail de sociologie qui tente d'importer des concepts. Faut-il faire la chasse aux "*concepts nomades*" ? Implicitement l'auteur soutient aussi la thèse de la *monosémie stricte des concepts* comme source de progrès dans les sciences physico-mathématiques du moins. La polysémie ne serait jamais source de progrès, et si une science humaine utilise les concepts d'une science dure, ceux de la topologie par exemple, c'est nécessairement sans rien y comprendre, ou en les vidant de toute substance.

la scientificité
ne dépend pas
du contexte

la monosémie
garantit
la rigueur

1.2. Une frontière crée des points de passage et d'échange

Tout n'est pas si simple. Particulièrement en biologie il existe des mathématisations erronées, mais, inversement, des modélisations qui ne sont que des métaphores, des domaines "en attente" d'une vérification expérimentale provisoirement impossible, des polysémies qui sont sources de progrès (3). Nous en avons développé des exemples ailleurs. Quant au *relativisme* il peut être soutenu et développé par les scientifiques eux-mêmes. Selon Claude Allègre l'équation de Schrödinger sera un jour dépassée. Il pense que ces équations

(3) MOULIN, A.-M. (1990). Le récepteur en immunologie, polysémie-polyphonie historique. *Aster*, 10, 155-169.

le relativisme
n'est pas une
valeur culturelle

tions sont provisoires (4). Un jour on trouvera des modèles plus performants, plus généraux avec d'autres équations. Ainsi "l'enseignement de la science est celui de l'incertitude". "La valeur culturelle de la science c'est l'enseignement du relativisme comme le montre assez l'histoire des sciences." Ce relativisme historique et mathématique conduit à relativiser la vérité et la réalité, même si cette position s'accompagne d'une réification du fait d'observation, d'une conception des sciences comme radicalement *exogène* par rapport à la philosophie, d'une négation du statut de science à la psychologie. Si l'histoire des sciences écrite dans une perspective épistémologique a un intérêt, c'est d'apporter un regard critique et non pas de soutenir le relativisme. Elle peut montrer que tout concept reste ouvert sur sa propre rectification. Mais ce n'est ni nécessaire ni systématique. Les rectifications successives constituent des approximations. Mais approximation ne signifie pas relativisme.

le critère
heuristique
s'énonce
a posteriori

Un autre auteur tardivement popularisé à partir de la traduction française de son livre préfacé par Jacques Monod et intitulé "La logique de la découverte scientifique" (5) a tenté de proposer un critère de démarcation pour les sciences expérimentales : la possibilité de réfuter une théorie à partir d'observations ou d'expériences. Ce critère a semblé séduisant à de nombreux scientifiques car il semble tracer une limite nette entre les sciences et ce qu'il nomme la métaphysique. Une partie de la biologie en ce qui concerne les théories de l'évolution et une partie de la géologie ne répondent cependant pas à cette possibilité dans la mesure où elles comportent une *dimension historique*. Ce critère de réfutabilité est également séduisant car il peut s'énoncer *a priori*, mais il oublie un deuxième critère réellement historique, qui ne peut donc s'énoncer qu'*a posteriori* : le critère heuristique c'est-à-dire la possibilité d'un *développement du savoir*. L'invention de théories nouvelles guidant de nouvelles expérimentations ou de nouvelles observations prend autant d'importance que la mise au point de procédures de réfutation. Un concept comme celui de régulation (6) ne se limite pas à ce qu'il dit explicitement au moment de son importation en biologie dans le domaine de la thermorégulation. Il entraîne des questions nouvelles dans de nombreux domaines de la génétique des individus et des populations, de l'embryologie, du fonctionnement des organes (cœur, vaisseaux, glandes), des écosystèmes. Ces *développements du savoir contenus dans*

-
- (4) ALLÈGRE, C., FINKIELKRAUT, A., LURÇAT, F. (1996). Promesses et menaces de la science. *Alliage*, 27, 3-12.
- (5) POPPER, K. (1934). *Logik der Forschung*. (1959). *The logic of scientific discovery*. (1973). *La logique de la découverte scientifique*. Paris : Payot.
- (6) SCHNEEBERGER, P. (1992). *Problèmes et difficultés de l'enseignement d'un concept transversal : le concept de régulation*. Thèse, Université Denis Diderot, Paris 7.

le concept initial lui confèrent une extension et une compréhension différentes. Il contribuera par la suite à la constitution d'une science nouvelle, la cybernétique. Ces développements confèrent rétrospectivement une scientificité au concept qui par la suite s'incorporera à toute la culture contemporaine. Les études historiques montrent également qu'il dérive de toute une réflexion en astronomie, en technologie, mais aussi en économie, et, de manière plus inattendue, en théologie (Rumelhard, 1994).

Le canular d'Alan Sokal entraîne également une discussion sur le bon emploi des métaphores. Les concepts des sciences physiques ne doivent pas être utilisés en dehors du contexte précis où ils ont été définis. Les termes de fractale, de chaos, ou la topologie perdent tout leur sens dans un discours de philosophe et ne servent qu'à mystifier le public. Cette position stricte est en quelques sorte "anti-interdisciplinaire". Chacun chez soi ! Mais ici aussi les choses ne sont pas si simples. Autant les mathématiques semblent définir les conditions et les limites de leur emploi, autant les métaphores qui jouent réellement un rôle opératoire ne contiennent pas en elles-mêmes les limites de leur emploi. Leur fécondité se révèle bien souvent *a posteriori*. Très rapidement la cybernétique a prétendu s'intéresser au raisonnement humain et à la possibilité d'une intelligence artificielle. La machine de Turing conduit à élaborer une théorie de l'apprentissage (7). Bien évidemment cette science de l'apprentissage tend à éliminer toute forme de *subjectivité*, de *signification* ou de *symbolique*. Dès les années 50 il se crée une société de pédagogie cybernétique et une revue qui étudient comment transmettre et mémoriser des informations (8). L'apparition de systèmes expert semble légitimer cette importation de concepts et lui donner une certaine consistance. Cette science s'adresse certainement à *l'homme cognitif*, ou plus exactement à *l'homme comportemental*, création du scientisme inventée par les adeptes du cerveau-machine, plus qu'à *l'homme tragique* qui vit son apprentissage et l'exercice de son intelligence sans en éliminer la dimension dramatique. L'apprentissage de la lecture par exemple ne relève pas uniquement d'une technique, il doit également inclure une réflexion sur la richesse du texte lu, sur le fait qu'il "parle" à l'élève, qu'il a un sens pour lui. Il reste alors à se demander si le concept "*d'apprentissage allostérique*" (Giordan, 1989), qui utilise la métaphore des enzymes allostériques qui ont une fonction de régulation en biochimie, est une réactualisation et une rénovation légitime de la pédagogie cybernétique, ou bien une exportation totalement inap-

les métaphores jouent un rôle opératoire mais ne contiennent pas en elles-mêmes les limites de leur emploi...

(7) BOUCHERON, S. (1992). *Théorie de l'apprentissage. De l'approche formelle aux enjeux cognitifs*. Paris : éd. Hermès.

(8) COUFFIGNAL, L. (1963). *La cybernétique*. Paris : PUF.

... et véhiculent
l'idéologie

propriété qui pourrait tomber sous le coup des critiques d'Alan Sokal.

La question inverse mériterait une étude fine, précise et patiente. Quel est "*le rôle des métaphores dans les progrès de la biologie*" (9) ? De même, quel est le rôle des métaphores dans l'enseignement et la vulgarisation du savoir scientifique ? Et en particulier, quel est le rôle des métaphores pour véhiculer l'idéologie au cœur de la société ou au cœur de la science ? Un récent discours de cinquante minutes d'un premier ministre parlant d'économie et de chômage contenait quinze fois le mot régulation.

Sans développer ici ces questions rappelons la conclusion de la thèse de Georges Canguilhem sur "*La formation du concept de réflexe aux XVII^e et XVIII^e siècles*" en 1955 (10) : "*la notion de réflexe met cent soixante-trois ans, entre le De motu musculari de Willis (1670) et le premier Mémoire de Marshall Hall (1833) à devenir un fait. Au terme de cette période, l'image analogique sur laquelle repose la notion est à la fois familière et oubliée*" (le rayon lumineux réfléchi)... Quand certains auteurs reprochent à Willis de confondre une image et un argument et de croire tenir une preuve quand il a découvert une analogie, Canguilhem fait remarquer que c'est "*témoigner d'une espèce de puritanisme logique selon lequel toute forme d'imagination serait néfaste à la recherche scientifique*". Mais aussi, c'est bien en étant obligé d'avoir recours à ces métaphores, que les scientifiques ne peuvent pas manquer d'être philosophes.

Reprenons maintenant certaines de ces questions méthodiquement, dans les limites de ce court article, pour montrer que, dans l'enseignement scientifique, remettre la science au cœur de la culture consiste tout à la fois à affermir le concept de discipline scientifique et à étendre très largement les passages interdisciplinaires. Nous laisserons les physiciens reprendre pour leurs propres disciplines.

1.3. Se tenir éloigné de la frontière

On peut penser qu'il est possible de se tenir très éloigné de ce débat tant au niveau de la recherche que de l'enseignement et considérer donc qu'il est non avenu. En analysant ou en enseignant la structure des allèles qui déterminent une maladie génétique (polymorphisme, répétition, translocation, transmission en méiose ou en mitose) on n'est pas obligé de se poser la question de la détection prénatale ou préim-

(9) FOX KELLER, E. (1999). *Le rôle des métaphores dans les progrès de la biologie*. Paris : Institut Synthélabo. Traduit de l'anglais.

(10) CANGUILHEM, G. (1955). *La formation du concept de réflexe aux XVII^e et XVIII^e siècles*. Paris : Vrin. 2^e éd. augmentée, 1977.

la question
des échanges
ne se pose pas
nécessairement

plantatoire de ce gène, des conséquences de la généralisation de cette détection à la totalité des naissances dans un pays donné, de l'apparition possible d'un "eugénisme démocratique" si aucun traitement n'existe et si l'avortement ou la non implantation se généralisent, des relations entre un gène et son milieu, ou de la question plus large de l'hérédité de l'intelligence, des autorisations que peut ou non donner la CNIL pour suivre ce gène au cours des générations dans des familles, des conséquences psychologiques de telles maladies génétiques et de leur révélation, des différences entre un réductionnisme méthodologique indispensable et un réductionnisme philosophique, du changement de la vision du monde lié à la génétique moléculaire. Quand on enseigne l'écologie on n'est pas obligé de se demander si la nature est *sauvage* ou *vierge*. Et pourtant les représentations qui guident l'exploitation ou au contraire la préservation de la nature viennent s'ancrer dans ces deux mots. Dans une vision naïvement anthropocentrique, la sauvagerie appelle le redressement et la maîtrise. Au contraire, la nature intacte n'a pas encore été souillée par l'homme, et sa préservation devient un devoir (11). Tout dépend du sens étroit ou large que l'on donne à l'expression de "culture scientifique" et des finalités que l'on fixe à l'enseignement scientifique (12).

tout dépend
des finalités de
l'enseignement

Mais il faudrait immédiatement ajouter que toutes les présentations de l'enseignement de la biologie, même celles qui s'en croient le plus éloignées, adoptent des positions philosophiques implicites, sans le savoir et donc sans le dire. Citer plusieurs maladies cérébrales en évoquant seulement les mécanismes biochimiques de quelques synapses et les drogues qui agissent à ce niveau comme activateur ou antagoniste c'est faire, sans le dire, une place prédominante sinon unique à la psychopharmacologie. Et en proposant une nécessaire standardisation des prescriptions chimiques, les thérapeutiques psychologiques à base de médicaments tendent à exclure la singularité de chaque patient et l'écoute de sa *subjectivité* (13). Aucun manuel de biologie de lycée ne va cependant jusqu'à traiter "d'élucubration fumeuse" les approches philosophiques ou psychologiques des conflits humains. Mais peut-être cela va-t-il mieux sans le dire. L'idéologie a besoin de demeurer cachée. Il y a donc peu de risque de trouver un texte violemment polémique s'appuyant sur des résultats expérimentaux inexpliqués tel celui du Dr Escoffier-Lambiotte, autrefois chargée de la chronique médicale au journal "Le Monde" : "c'est un simple sel, le lithium, et non un discours politique, qui a mis fin à l'interminable

l'idéologie
doit demeurer
masquée

(11) LARRÈRE, C. (1997). *Les philosophies de l'environnement*. Paris : PUF.

(12) GIL, D. (1993). *Bachelard et la culture scientifique*. Paris : PUF.

(13) ZARIFIAN, E. (1999). *La force de guérir*. Paris : Odile Jacob.

martyr des psychoses périodiques. Combien suivaient, depuis dix ou quinze ans, des traitements psychanalytiques inopérants... Le plus mauvais service que l'on puisse rendre à la cause psychiatrique est de l'éloigner encore du support objectif – l'étude du système nerveux central – qui devient peu à peu le sien pour en faire un discours – mieux, un argument politico-philosophique où les vrais problèmes ne sont nulle part abordés."

les métaphores
du génome sont
nombreuses

L'enseignement utilise également un grand nombre de métaphores dont le contenu implicite n'est pas innocent. Dans le *séquençage du génome humain* les discours des promoteurs du projet parlent d'un programme qu'il suffirait de déchiffrer pour connaître la "nature" de l'homme. Cette investigation de type naturaliste semble tout simplement viser à lire comme dans un livre l'intégralité des trois milliards de nucléotides comme s'il s'agissait d'un simple texte tout en sachant que moins de 5 % de ces séquences ont un rôle connu. Mais les métaphores disent autre chose. Citons l'escalier en double hélice, structure de soutien et plan de construction, les images mécaniques évoquant des pièces défectueuses, un puzzle géant cassé en petits morceaux dispersés, celle du bricolage, celle de la plomberie (découper, souder, coller, ligaturer), celle de la carte (carte géographique, carte à jouer pour la loterie de l'hérédité), et enfin et surtout la métaphore du programme codé, le décryptage d'un texte (ce qui suppose qu'il serait volontairement crypté pour échapper à la lecture, mais par qui, et dans quelle intention ?). Sans parler de la place centrale des ordinateurs comme outil technique, mais aussi comme modèle et triomphe de la pensée opératoire, interactive, instantanée. Bien évidemment certains scientifiques n'adoptent pas cette attitude mécaniste et naturaliste. Il ne sont pas prêts à admettre que pour connaître il suffit de "voir" ou de "lire". La connaissance du génome relève de "l'exégèse", autrement dit de l'interprétation à partir d'hypothèses et de *vérifications expérimentales indispensables*. La description d'une séquence et sa comparaison avec d'autres séquences dans diverses espèces animales n'y suffisent pas. Quant à l'expression de ce génome elle dépend également du milieu. La métaphore de la recette de cuisine apparaît alors. Il ne suffit pas de disposer d'une recette très précise (le programme génétique), la réussite du plat à cuisiner dépend également de la qualité et de la fraîcheur des ingrédients achetés (14) (le milieu). Mais c'est bien chez Henri Atlan que l'on trouve les critiques les plus radicales de la métaphore du "programme génétique" (15).

le programme
génétique
est aussi une
métaphore

(14) DANCHIN, A. (1999). Interview. In *Le Monde des Débats*, 7, Octobre, p. 23.

(15) ATLAN, H. (1999). *La fin du tout génétique ? Vers de nouveaux paradigmes en biologie*. Paris : INRA.

2. LES FAITS, LES THÉORIES ET LES INTERPRÉTATIONS

2.1. La didacture des faits bruts

Pour de nombreux scientifiques le fait visible observable constitue la source première et dernière de vérité. Source première dans la mesure où le point de départ d'une recherche est bien souvent une observation empirique faite sans idée préconçue, et en physiologie la description empirique des nombreuses maladies qui peuvent atteindre l'homme. Source dernière dans la mesure où, selon Claude Bernard (16), "*en présence d'un fait nouveau bien constaté et en contradiction avec une théorie, au lieu de garder la théorie et d'abandonner le fait, (on) garde le fait étudié et on laisse la théorie, alors même que celle-ci, soutenue par de grands noms, est généralement adoptée*". Cette affirmation, maintes fois reprise depuis, a souvent conduit à penser que les faits bien observés ne périssent jamais, et que, par contre, les théories et les hypothèses sont éphémères. On peut donc soigneusement distinguer et dissocier les faits, les conjectures que l'on peut faire à partir de ces faits et *leur interprétation*. Cette croyance positiviste dans la pérennité du fait brut semble tracer une coupure nette permettant d'enseigner, sans risquer de tomber dans un discours incertain ou vague. La *dictature du fait brut*, le "*hard fact*" de nos modernes anglosaxons conduit bien souvent à la crainte d'émettre des théories fausses, et par un processus puissant d'autocensure, à une quasi interdiction de simplement spéculer, même dans le domaine scientifique, à partir de résultats établis (17). Cette affirmation renforce également les auteurs qui pensent que tout travail scientifique en biologie doit commencer par un travail naturaliste consistant à *nommer, décrire, classer et dresser un tableau* des observations de manière empirique. Claude Bernard est plus nuancé. S'il reconnaît un rôle d'obstacle aux idées fixes auxquelles le savant tient au point de ne pas y renoncer même en présence d'une contradiction, il soutient au contraire fortement le rôle directeur des idées, c'est-à-dire le rôle moteur dans le travail de recherche. Une idée anticipe sur l'expérience, et elle permet d'aller au-delà des faits. Il ne fait aucun éloge de l'ignorance, mais le petit jeu des citations tronquées et sorties de leur contexte permet de le faire apparaître beaucoup plus positiviste ou plus spiritualiste qu'il ne l'est. Donnons quelques exemples de formulations équilibrées extraites du livre cité précédemment :

faut-il renoncer
à une théorie
devant un fait ?

les idées ont
un rôle moteur
dans la
recherche

(16) BERNARD, C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*.

(17) PROCHIANTZ, A. (1990). *Claude Bernard. La révolution physiologique*. Paris : PUF.

“ Toute l’initiative expérimentale est dans l’idée, car c’est elle qui provoque l’expérience. La raison ou le raisonnement ne servent qu’à déduire des conséquences de cette idée et à les soumettre à l’expérience...”

Une idée anticipée ou une hypothèse est donc le point de départ nécessaire de tout raisonnement expérimental. Sans cela on ne saurait faire aucune investigation ni s’instruire; on ne pourrait qu’entasser des observations stériles. Si l’on expérimentait sans idée préconçue, on trait à l’aventure; mais d’un autre côté, ainsi que nous l’avons dit ailleurs, si l’on observait avec des idées préconçues, on ferait de mauvaises observations et l’on serait exposé à prendre les conceptions de son esprit pour la réalité...

Ce qu’il faut seulement noter pour le moment, c’est que l’idée expérimentale n’est point arbitraire ni purement imaginaire; elle doit avoir toujours un point d’appui dans la réalité observée, c’est-à-dire dans la nature. L’hypothèse expérimentale en un mot doit toujours être fondée sur une observation antérieure. Une autre condition essentielle de l’hypothèse, c’est qu’elle soit vérifiable expérimentalement. En effet, si l’on faisait une hypothèse que l’expérience ne pût pas vérifier, on sortirait par cela même de la méthode expérimentale pour tomber dans les défauts des scolastiques et des systématiques...

Si les faits donnaient nécessairement naissance aux idées, chaque fait nouveau devrait engendrer une idée nouvelle. Cela a lieu, il est vrai, le plus souvent, car il est des faits nouveaux qui, par leur nature, font venir la même idée nouvelle à tous les hommes placés dans les mêmes conditions d’instruction antérieure. Mais il est aussi des faits qui ne disent rien à l’esprit du plus grand nombre, tandis qu’ils sont lumineux pour d’autres. Il arrive même qu’un fait ou une observation reste très longtemps devant les yeux d’un savant sans lui rien inspirer...

On donne généralement le nom de découverte à la connaissance d’un fait nouveau; mais je pense que c’est l’idée qui se rattache au fait découvert qui constitue en réalité la découverte.”

Le statut des mathématiques dans le travail scientifique constitue une autre pierre d’achoppement pour situer la place des faits par rapport à la théorie. Selon la pensée commune les mathématiques ne servent qu’à décrire les résultats, à leur donner une forme, et non pas à expliquer le réel et encore moins à le constituer, à produire des observations, à en constituer la condition de possibilité indispensable. Cette épistémologie de la “traduction” est largement partagée et nie tout rôle créateur aux mathématiques (Lange, 2000). Et pourtant selon Georges Canguilhem, c’est bien “dans l’effort pour probabiliser le jugement médical qu’il faut voir un des vrais commencements de la scientificité de la médecine” et ceci dès le début du XIX^e siècle, bien avant Magendie et Claude Bernard. “La logique du probable que la

il existe des faits
qui ne disent
rien à l’esprit

une science
du risque est
une science
de la vie

médecine doit prendre en compte est une science de l'espérance et du risque. Sous ce rapport elle est authentiquement une science de la vie." (18). Insistons immédiatement et nous y reviendrons par la suite. La vie c'est le jeu des possibles, autrement dit une combinatoire au niveau des mutations des nucléotides, c'est aussi une éthique du risque assumé, du dépassement, de l'adaptation à des situations nouvelles et non pas du repli défensif. Il est vrai que si nous n'enseignons pas explicitement la médecine dans l'enseignement secondaire, elle sert bien souvent de faire valoir de la biologie directement ou dans ses recommandations pratiques, préventives ou prédictives.

2.2. Les faits bruts n'existent pas

Bachelard (19) citant A. Koyré rappelait que "les propositions théoriques cherchaient naturellement leur vérification expérimentale". Mais il indiquait également que ce même auteur soulignait l'existence d'un mouvement inverse. Il faut "qu'un fait, pour être vraiment un fait scientifique, soit vérifié théoriquement". Entendons, il faut qu'un fait trouve sa place dans une théorie rationnelle.

un fait doit être vérifié théoriquement

• Conceptualiser pour observer

On ne peut "observer" un message nerveux circulant dans un nerf sans l'aide du concept de codage. L'observation empirique montre une suite de potentiels de fréquence plus ou moins régulière. On peut en calculer la fréquence moyenne ou bien distinguer plusieurs parties et en particulier la petite "bouffée" initiale. Seule l'idée que ces changements de fréquence puissent traduire diverses informations provenant d'un récepteur (d'un fuseau neuro-musculaire par exemple) sous une forme codée en fréquence peut laisser supposer que ces potentiels forment un message (ou plusieurs). Il reste alors à se demander ce qui est ici codé : valeur absolue de la longueur du muscle, variation relative de la longueur, vitesse de variation de la longueur lors d'un mouvement, ou plusieurs paramètres à la suite.

le concept de mutation désigne une réalité potentielle

Le concept de *mutation* n'est pas la simple description des divers accidents qui peuvent intervenir au niveau de la séquence des nucléotides dans la molécule d'ADN : délétion, substitution, addition, inversion, répétition, etc. C'est aussi le concept d'un *réalité potentielle* (mais non virtuelle), qu'il est possible de réaliser au laboratoire grâce à divers rayonnements par exemple. Le laboratoire fait apparaître ces *causalités dormantes* et qui ne sont éventuellement pas viables

(18) CANGUILHEM, G. (1994). Le statut épistémologique de la médecine. In *Études d'histoire et d'épistémologie des sciences concernant les vivants et la vie*. Paris : Vrin, 7^e éd. augmentée.

(19) BACHELARD, G. (1972). *L'engagement rationaliste*. Paris : PUF, p. 41.

dans la nature. Le concept de mutation est celui d'une combinatoire susceptible de se réaliser au niveau des codons. C'est également le concept d'un outil d'analyse des fonctions de tel ou tel mécanisme grâce à sa suppression ou à sa modification. C'est ce jeu des possibilités qui conduit à rechercher des cas observables comme dans le cas du polymorphisme des hémoglobines par exemple (20).

l'hérédité,
est-ce un moule
ou un plan?

Conceptualiser l'hérédité ce n'est pas simplement constater des ressemblances d'une génération à l'autre et connaître un mécanisme de transmission. Il faut également se demander ce qu'il y a à transmettre. Pour construire un organisme faut-il transmettre un "moule" qui va permettre de fabriquer le nouvel organisme par moulage, ou bien faut-il transmettre un "plan" de construction pour organiser des matériaux synthétisés par ailleurs ? La thèse de Marcelle Goix (1996) tente de répondre à cette question.

On pourrait multiplier les exemples en citant les travaux de didactiques qui abordent tel ou tel aspect.

Établir une *carte géologique* peut donner le sentiment qu'il suffit de se déplacer à pied sur le terrain, d'établir des relevés, de prélever des échantillons et de reporter le tout sur un fond topographique. La thèse de Pierre Savaton (1998) montre que c'est beaucoup plus complexe et que la part d'interprétation est fondamentale.

L'utilisation d'une technique d'observation telle le *microscope* semble simplement prolonger le regard et en augmenter les capacités. La thèse de Najoua Ben Ouadday (1999) montre bien que cet instrument est en fait le prolongement de la pensée et non pas de l'œil. De même les *images médicales du "cerveau"* qui envahissent les manuels scolaires (et sous forme colorisée les revues de vulgarisation) offrent le sentiment de donner à lire le fonctionnement du cortex cérébral sinon même de "visualiser la pensée". Mais elles induisent sans le dire une vision localisatrice et mécaniste du fonctionnement (Mafféo, 1999).

il faut
conceptualiser
pour observer

Les *fossiles* stimulent l'attention du collectionneur et de l'amateur de singularités ou d'objets esthétiques. L'analyse naturaliste consistant à nommer, décrire, classer semble ici privilégiée. Et pourtant le simple problème de leur fossilisation et donc de la non conservation éventuelle guide la recherche d'une *absence* ou de *traces*. Sans parler des concepts nécessaires aux reconstitutions paléocéologiques, aux datations ou aux théories de l'évolution. Ici encore il faut conceptualiser pour observer (Delrue, 2000). Il en sera de même chaque fois que l'on veut "constater" une absence, un

(20) RUMELHARD, G. (1998). Le jeu des possibles et la réfutation. *Biologie-Géologie (APBG)*, 1, 113-119.

vide, une disparition telle *la subduction des plaques lithosphériques* (21).

La construction d'*arbres moléculaires* à partir de l'analyse des séquences d'acides aminés ou de protéines de diverses espèces animales ne relève pas de l'empirisme succédant à une simple lecture des séquences (Fortin, 1993). En un mot il faut toujours poser un *problème*, surmonter des *représentations*, *conceptualiser* ou *modéliser* pour produire des faits à observer (Orange, 1997).

Inversement certaines expériences tentant de reconstituer *l'apparition de la vie sur Terre* produisent des faits d'observation indubitables, mais qui n'ont peut-être aucune signification par rapport à l'histoire réelle qui s'est déroulée il y a quelques milliards d'années (Tirard, 1996).

• **Interpréter**

distinguer,
connaître et
comprendre

Si l'on adopte la distinction classique du philosophe allemand Dilthey entre *connaître* et *comprendre*, c'est-à-dire entre "expliquer" et "chercher le sens", on croit tenir à nouveau une distinction claire permettant de tracer une limite dans l'enseignement des sciences biologiques et géologiques. On peut décrire les mécanismes de la douleur et les médicaments permettant de la supprimer, mais on laisse de côté la question du sens de la douleur, de la maladie, sinon même du mal. La question du sens pourrait rester hors du champ de l'enseignement des sciences biologiques et géologiques. Notons cependant que le mot "comprendre" est le plus couramment utilisé et non pas le mot "connaître". Analysons quelques cas pour lesquels la distinction n'est pas immédiate.

Gravure et écriture : la vallée des merveilles (22)

répertorier
les gravures
ne suffit pas
à les interpréter

Dans les deux vallées du Mont Bego, la vallée des Merveilles au nord de Nice et celle de Fontanalba, on a relevé plus de 100 000 gravures martelées entre 1800 et 1500 ans avant Jésus-Christ. Depuis la fin du siècle dernier les préhistoriens s'y sont intéressés. Formés à l'école naturaliste, ils ont répertorié les gravures, les ont cartographiées, classées avec toute la patience et la rigueur nécessaire. Mais aucune interprétation réellement convaincante n'avait été proposée. En 1991 une épigraphiste se pencha sur cet ensemble. Elle avait appris à lire *cunéiformes et hiéroglyphes, emblèmes et symboles, mythes et allégories*. Composées avant l'écriture ces gravures apparurent aussi bien dans leur ensemble que dans leurs parties comme un texte analogue à ceux des très vieilles

(21) GOHAU, G. (1987). *Histoire de la géologie*. Paris : éd. La Découverte.

(22) MASSON, E. (1993). *Vallée des Merveilles, un berceau de la pensée religieuse européenne*. Dijon : Éditions Fatou (distribué par les PUF) ; ainsi que *Les dossiers d'Archéologia*, Avril-Mai 1993. *Archéologia*.

tribus indo-européennes. Partout dans le monde les images symboliques ont précédé l'écriture. Le cadre naturel du Mont Bego a guidé l'ordonnancement rigoureux des représentations comme dans beaucoup d'autres sites rupestres. Ceci a permis de remarquer une figure toujours passée inaperçue : le centre de l'organisation du site est constitué par une figure sculptée par la seule nature sur un éclat triangulaire détaché de la Cime des Lacs et pointant vers le ciel. Cette figure majestueuse est haute d'une bonne quarantaine de mètres. Une nouvelle fois, observation et interprétation sont difficilement séparables. Et de plus l'interdisciplinarité entre la préhistoire et l'origine de l'écriture est indispensable.

Les outils et le langage des hommes préhistoriques (23)

La paléontologie des hommes préhistoriques n'a aucun critère précis purement anatomique pour attribuer le caractère humain à un fossile. La recherche de la possibilité d'un langage devrait trouver des organes (larynx, cordes vocales) fossilisés ce qui est bien improbable. Le naturaliste prudent s'en tiendra là. Il dessine des lignées continues, ramifiées ou parallèles de pièces osseuses fossiles sans tracer de limite ou plutôt de "seuil" d'homínisation. Le philosophe dira que l'on ne peut envisager l'humanité sans langage, pas plus qu'on ne saurait concevoir l'homme sans technique. Le paléontologue André Leroi-Gourhan précise que s'il est possible, dans l'abstrait de concevoir une éducation technique purement gestuelle, dans le concret une éducation muette déclenche malgré tout, chez l'éducateur comme chez l'éduqué, la mise en marche d'un symbolisme réfléchi. L'apprentissage par pure imitation gestuelle est une hypothèse insoutenable. Le lien entre technique et langage paraît suffisamment fort pour que l'on puisse associer aux outils de pierre trouvés à côté de certains squelettes la maîtrise d'un langage de niveau correspondant à celui de leurs outils. La réalisation du moindre galet aménagé, et *a fortiori* d'un biface demande de nombreuses opérations qui préexistent à l'occasion d'en faire usage. Par ailleurs l'outil persiste en vue d'actions ultérieures. Il y a donc la possibilité d'un langage à partir du moment où la préhistoire livre des outils. Par contre ce qui caractérise chez les grands singes le "langage" et la "technique" c'est leur apparition spontanée sous l'effet d'un stimulus extérieur et leur abandon non moins spontané ou leur défaut d'apparition si la situation matérielle qui les déclenche cesse ou ne se manifeste pas. Les trente signaux vocaux différents des chimpanzés sont l'exact correspondant mental des bâtons emmanchés pour attirer la banane suspendue, c'est-à-dire aussi peu un langage que l'opération des bâtons n'est une technique au sens propre. Le naturaliste

outil et langage
ne se séparent pas

peut continuer de penser qu'il s'agit là d'une pure "interprétation" bien imprudente qu'aucun "fait" concret et visible ne vient appuyer. Mais il privilégiera une autre position qui n'est pas plus neutre, celle de la continuité entre le langage animal et le langage humain.

2.3. L'idéologie du "fait brut"

Au moment de la création d'un poste de médiateur au journal "*Le Monde*", le journaliste André Laurens appelé à remplir cette fonction a centré sa première intervention du 16 avril 1994 sur "les faits et leur interprétation". Citant les propos du fondateur Hubert Beuve-Méry dans le premier numéro daté du 19 décembre 1944, il rappelait que "*Le Monde*" se donnait pour ambition d'assurer au lecteur des informations claires, vraies et, dans toute la mesure du possible, rapides, complètes. En ajoutant immédiatement que "*notre époque n'est pas de celles où l'on puisse se contenter d'observer et de décrire*".

les faits bruts
n'existent pas

La presse américaine se croit infiniment plus objective que ses équivalents européens, auxquels elle reproche avec mépris de mélanger les faits et l'analyse. "*Facts are facts*", telle est la règle d'or d'un certain journalisme américain réputé pour sa persistance à déterrer les secrets qui déplaisent au pouvoir. Le fait doit être distingué à tout prix du commentaire. Mais qu'est-ce qu'un fait ? Un mensonge de McCarthy ou de toute autre personne est-il un fait tout simplement parce qu'il l'a dit ? Pour les Américains, celui qui écrit, preuves à l'appui, qu'il s'agit d'un mensonge n'expose pas un fait, il fait déjà un commentaire (24). On voit ici apparaître la représentation commune attachée à la notion de fait. Chacun le sait, "personne ne peut nier les faits", "quand les faits sont là il faut être de mauvaise foi pour les refuser", "les faits s'imposent d'eux-mêmes". Il suffit de constater un fait pour que la conviction se forme de la seule façon possible. C'est sur cette idéologie commune du fait que s'appuie le procureur Kenneth Starr lorsque, dans un procès célèbre à l'encontre du Président des États-Unis il s'exclame : "*des faits, des faits, qu'on me donne des faits ; les faits parlent d'eux-mêmes*". C'est dans cette même optique qu'une chaîne de télévision nommée *Euro News* peut diffuser simplement des images accompagnées du laconique "*no comment*" ! Les faits positifs sont de l'ordre du visible et parlent d'eux-mêmes. Pour un certain journalisme, au total *comprendre c'est voir* (25) (c'est-à-dire connaître selon la distinction précédente).

(24) TOINET, M.-F. (1984). Comment la presse a entretenu l'hystérie. In *Le Monde Diplomatique*, Février, p. 9.

(25) RAMONET, I. (1999). *La tyrannie de la communication*. Paris : Galilée, p. 88.

il ne suffit pas
de voir

La pédagogie emprunte sans le savoir cette idéologie particulièrement en biologie et en géologie. Connaître c'est voir. La pédagogie de l'évidence (au sens anglais très fort du mot *evidence*) privilégie l'observation, mais on ne sait plus toujours si le concept a provoqué l'observation, celle d'un réflexe par exemple, ou bien si le concept décalque tout simplement l'observation de la percussion d'un tendon par le marteau du médecin.

il ne suffit pas
de faire

De leur côté les méthodes actives privilégient "le faire" et les capacités, ou les compétences (est capable de). Dans cette optique *connaître c'est faire*. La survalorisation de l'expérimental, c'est-à-dire du fait produit, donné à observer et qui apporte l'évidence, trouve ici une raison supplémentaire.

Connaître c'est voir ; connaître c'est faire. Les deux affirmations sont en partie vraies, mais à condition qu'elles ne soient pas prises isolément et absolument. Connaître c'est aussi et surtout poser des problèmes, forger des concepts et porter des jugements de vérité. Donc le refuge protecteur derrière "le fait brut", observé empiriquement ou produit expérimentalement et qui permettrait d'éviter de prendre parti, sinon même d'éviter de réfléchir, met l'enseignement scientifique au service d'un anti-intellectualisme qui n'est pas tenable. Il le circonscrit dans l'infinie platitude d'un monde réduit à l'observable et qu'il suffirait de lire et de décrire, pas même de décrypter ni de découvrir, à supposer que quelqu'un l'ait "recouvert", mais qui et dans quel but ?

3. SCIENCE ET CULTURE

un autre
objectif de
l'enseignement:
le passage

Restaurer dans l'enseignement de la biologie la tension intellectuelle réelle, les passages entre la culture et les sciences et non maintenir une simple juxtaposition entre deux entités "hétérogènes", ou des échanges marginaux de contrebande comme le suggère la métaphore de la frontière, tel est l'objectif que l'on peut ajouter dès que l'on se préoccupe de représentations et d'obstacles à l'assimilation des résultats scientifiques. Prenons quelques exemples pour nous faire comprendre en laissant cependant de côté l'épistémologie et l'histoire des sciences ou plus exactement l'épistémologie historique maintes fois illustrée par ailleurs à propos de l'analyse des résistances à l'apprentissage.

3.1. Le psychique et le somatique

L'enseignement de la biologie est profondément tronqué et réduit à l'organique pour l'essentiel, en attendant l'envahissement par les molécules synaptiques et la psychopharmacologie. On trouve cependant de timides incursions pour relier les deux, telle le concept de *stress* analysé par Hans Selye dès 1946. Ses travaux sont popularisés dans les années

le concept de
stress réintroduit
la subjectivité

50 (26). Ce concept n'est cependant introduit dans l'enseignement secondaire que très tardivement en 1989 et presque immédiatement supprimé. Son intérêt réside en particulier dans l'étude de situations pathogènes spécifiquement humaines. La difficulté vient du fait qu'on ne peut établir une échelle objective des stimuli ou des agents pathogènes, et encore moins les mesurer. Ces agents ne sont pas reçus par l'organisme comme des faits physiques bruts, mais ils sont vécus par la conscience comme des "signes" de tâches ou d'épreuves. Placer en tête d'une échelle de stress le décès du conjoint prête aisément à discussion. Tout dépend donc de la *signification* que cela prend pour tel individu, à un moment donné, en un lieu donné. La médecine, ivre de mesures et de nombres, a tendance à éliminer le stress des facteurs de risque envisageables pour les maladies cardiaques par exemple. Voici donc un domaine de physiologie médicale dans lequel la *subjectivité* ne peut être éliminée. Est-ce pour cela qu'on l'élimine des programmes d'enseignement et même de l'analyse médicale de certaines maladies ?

le placebo
implique
la relation
médecin-
malade

Le concept de *placebo* a compliqué la démonstration de l'efficacité d'une thérapeutique prescrite. La nécessité de travailler en "double aveugle" correspond à la prise en compte des observations de la médecine psychosomatique, à l'intérêt accordé à la relation intersubjective médecin-malade, au rôle joué par la simple présence du médecin et l'écoute attentive de la souffrance (27). Cette question n'a jamais été inscrite au programme de l'enseignement secondaire fut-ce sous l'angle d'une simple prudence méthodologique.

3.2. Surmonter les obstacles et les surdéterminations

La thèse des *représentations* qui font obstacle à l'assimilation des connaissances a été très largement popularisée et illustrée de nombreux exemples en didactique de la biologie et de la géologie pour qu'il soit inutile d'y revenir longuement ici. Les travaux à citer seraient trop nombreux. Rappelons cependant qu'il ne s'agit pas seulement de la lutte "externe" contre les préjugés, les ténèbres obscurantistes, ce qui est, somme toute, assez facile (quand on a expliqué l'éclipse du soleil par la lune à l'aide des orbites et d'un calcul il est assez aisé de contester toutes les autres explications) mais contre soi-même, à "l'intérieur" de soi-même. Bachelard utilisait la notion "*d'engagement rationaliste*". Pour lui la rationalité n'est pas une "*position*" dans laquelle on pourrait "*s'installer*" et à partir de laquelle on pourrait dévaloriser tous les

(26) SELYE, H. (1950). *Stress*. Montréal.

(27) SCHWARTZ, D. et al. (1970). *L'essai thérapeutique chez l'homme*. Paris : Flammarion.

unerectification
permanente

préjugés. On connaît l'aveu : "*Rationaliste ? Nous essayons de le devenir.*" En ce sens le centre de gravité d'un enseignement scientifique réside dans le *passage* des représentations qui font obstacle aux concepts dans une sorte de rectification et de rupture permanente avec soi-même.

3.3. Santé et environnement

la physiologie
du mammifère
qui vit en nous

Peut-on inscrire les questions de santé et d'environnement dans l'enseignement non pas comme simples faire-valoir de la science, en évoquant les bienfaits et les risques du progrès et de ses "applications", mais pour les questions éthiques, psychanalytiques, juridiques et politiques qu'elles posent ? Dans le cas de la santé par exemple : définition du concept, autorisation d'expérimenter, enquêtes généalogiques, dépistage, prévention, prédiction, expérimentation sur l'embryon, etc. La définition "objective" du concept de santé derrière laquelle un enseignement scientifique pourrait se réfugier ne résiste pas aux analyses sérieuses. La santé qui d'une certaine façon est l'objet même de toute la physiologie cellulaire et de la physiologie de l'organisme entier vivant dans diverses conditions de milieu (travail, sport, loisirs) se situe à la croisée des notions populaires et *a priori* qui contiennent une part de vérité, d'une approche scientifique qui met temporairement entre parenthèses autant que faire se peut toute forme de *subjectivité*, de *signification* ou de *symbolique*, réduisant l'analyse à celle du Mammifère qui vit en nous, et des différentes idéologies socio-politiques au premier rang desquelles vient l'idée même de *guérison*. Une analyse parallèle serait à faire pour le concept d'environnement en relation avec l'approche écologique scientifique nécessairement réductrice.

éthique
de la peur ?
ou éthique
du risque ?

La *bioéthique* a été introduite dans les programmes d'enseignement, mais la question n'a jamais été posée à l'examen du baccalauréat. Dans les manuels elle n'est pas traitée à proprement parler. Seuls des extraits de textes de personnalités ou du Comité national d'éthique y figurent mais on ne trouve aucun exposé de *principes* qui pourraient guider les *jugements* des élèves. Un manuel rédigé avant les lois de juillet 1994 affirme même que ces questions relèvent de la conscience personnelle ce qui est parfaitement discutable puisque des médecins sont également concernés. Y aurait-il accord spontané entre le "droit subjectif" d'un individu et le "droit subjectif" d'un médecin dont le métier est par ailleurs défini par un "serment" d'Hippocrate (28) ? Par ailleurs la seule éthique possible serait-elle une éthique de la *peur* comme celle préconisée par Hans Jonas ? N'y aurait-il pas de place pour une éthique du *dépassement*, du *risque affirmé*

(28) AMBROSELLI, C. (1988). *L'éthique médicale*. Paris : PUF, coll. *Que sais-je ?*

et assumé par l'individu pour *franchir ses limites* et s'ouvrir de nouveaux horizons (29) ?

3.4. Combattre certaines idéologies

Certains manuels scolaires tentent de montrer que l'on peut critiquer le racisme au nom de la génétique. L'intention est généreuse, mais il n'est pas sûr qu'elle atteigne son but. Il ne suffit pas de montrer à l'aide d'un calcul que nous "*sommes tous différents, tout en étant tous parents*" pour lutter contre une idéologie politique aux racines profondes à l'intérieur de chacun (Abrougui, 1997). On a peut-être trop oublié, à cause des crimes de l'Allemagne nazie (30), que les manuels scolaires contenaient jusque dans les années 30 des incitations eugénistes (31) au nom de la même génétique. Plus brutalement Henri Atlan précise que "*les généticiens de tous les pays, américains, anglais, français, allemands, de droite comme de gauche, depuis les débuts de la génétique jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, ont été eugénistes. Pour eux, la génétique était un moyen d'améliorer la race humaine. Le programme de Platon se trouve repris par tous les généticiens, soit explicitement, soit implicitement.*" (32). Quant à "*l'éloge de la différence*" il n'est pas dénué d'ambiguïtés même s'il est bien intentionné. Après avoir insisté sur "l'unité" du vivant les programmes insistent désormais sur "l'unicité" de chaque individu. Ici encore le non-dit prévaut. Il est peu probable de rencontrer dans un manuel scolaire une discussion visant à montrer qu'une fétichisation de la différence aboutit à l'inverse de ce qu'elle vise. Inventée aux États-Unis il y a trente-cinq ans la politique de *discrimination positive (affirmative action)* consiste à mettre en œuvre légalement un traitement préférentiel en faveur de groupes humains victimes d'injustices. Elle repose sur l'idée que pour réparer une inégalité il convient de valoriser une différence contre une autre différence. Or une discrimination ne peut jamais être *positive* puisqu'elle suppose toujours l'existence d'une autre *victime* servant de bouc émissaire par sa différence même (33).

l'eugénisme
omniprésent

(29) LECOURT, D. (1990). *Contre la peur, de la science à l'éthique...* Paris : Hachette. 2^e éd. augmentée (1993). Paris : Hachette, coll. *Pluriel*.

(30) BÄUMER-SCHLEINKOFER, A. (1995). *Nazi Biology and Schools*. Bern : Peter Lang. Translated by Neil Beckhaus.

(31) DE HART HURD, P. (1978). The historical/philosophical background of education in human genetics. *The BSCS Journal*, 1, 1.

(32) ATLAN, H. (1999). La biologie de demain n'est pas l'eugénisme nazi. *Le Monde des Débats*, Novembre, p. 11.

(33) ROUDINESCO, E. (1999). L'universel, la différence, l'exclusion. In *Pourquoi la psychanalyse* (pp. 171-177). Paris : Fayard.

le risque
d'une science
comme religion

Il faudrait encore développer ici les arguments qui conduisent Jean-Jacques Salomon à conclure que *"le biologiste de demain sera tout à la fois chercheur, détective, expert, juge, augure et prêtre, confesseur, inquisiteur, prix Nobel et gardien de l'ordre social. La métaphore du Graal ne nous fait pas seulement entrer dans un monde où la science est réconciliée avec la religion. Dans les certitudes du post-modernisme, c'est en somme la science qui est la religion révélée."* (34)

3.5. L'individu

L'existence d'individus a souvent été présentée comme un obstacle à l'activité scientifique. Il n'y a de science que du général et du répétable. Et pourtant la question des rapports de l'individu au type d'une espèce, celle de la variabilité individuelle, celle des fondements biologiques de l'individualité (35) proposés par la génétique immunologique sont au cœur des questions que se posent les chercheurs en biologie. Elles ne sont pas sans résonances fortes en sciences humaines (36).

3.6. Organes des sens, organes du sens

l'œil n'est pas
seulement un
récepteur...

Il ne s'agit pas d'un mauvais jeu de mots s'appuyant sur la polysémie très large d'un terme. L'étude de la perception des couleurs, des sons, des odeurs et des saveurs, etc. n'est pas au programme du second cycle de l'enseignement secondaire. L'œil en tant qu'organe des sens l'a longtemps été avant d'être supprimé. Le terme de "récepteur" banal et classique en soi induit une vision passive de cet organe et oriente toute l'étude vers les caractéristiques des paramètres physiques "reçus". Qu'un didacticien de la physique prenne cette direction d'étude ne l'empêchera pas de buter sur le fait que les courbes de sensibilité de l'œil sont relatives à l'observateur (37) et posent un problème de signification tout autant que d'explication. Mais le terme de "détecteur" ou de "cap-teur" induit un rôle actif et sélectif. Il ne suffit pas que le rayonnement soit présent pour qu'il soit détecté. Tout dépend en fait de la "signification" qu'il prend pour l'animal ou l'homme dans une situation donnée. La subjectivité est ici réintroduite. Dans le même ordre d'idées, il faut certainement être un adepte forcené des procédés de restauration rapide (fast food) pour considérer que les questions d'alimentation peu-

... c'est aussi
un détecteur

(34) SALOMON, J.-J. (1999). *Survivre à la science. Une certaine idée du futur*. Paris : Albin Michel.

(35) MOULIN, A.-M. (1986). Les fondements biologiques de l'individualité. In Barreau, H. (éd.) *op. cit.*

(36) BARREAU, H. (éd.) (1986) *Le même et l'autre. Recherches sur l'individualité dans les sciences de la vie*. Paris : CNRS.

(37) CHAUVET, F. (1994). *Construction d'une compréhension de la couleur intégrant sciences, techniques et perception*. Thèse Université Denis Diderot, Paris 7.

vent se réduire à des questions quantitatives et qualitatives de glucides, lipides, protides, sels minéraux et vitamines.

3.7. Résonance affective des connaissances

La connaissance scientifique déçoit, incise, inquiète, angoisse même parfois au moins autant qu'elle soulève l'espoir d'un progrès, d'une amélioration des conditions de vie ou de santé. L'explication des maladies en termes de maladie microbienne, génétique, auto-immune, psychosomatique, etc. ne peut laisser indifférent quant à l'incidence affective et sociale. Nous l'avons déjà développé ailleurs : la maladie microbienne désigne un objet identifiable et extérieur à l'individu. Cette théorie est en quelque sorte déculpabilisante pour l'individu atteint et accusatrice de la société. La maladie expliquée par la génétique, avec ou sans incidence du milieu, est autrement difficile à admettre par son caractère culpabilisant pour la filiation familiale. Être malade à cause d'une "erreur" biochimique n'a pas la même résonance pour l'individu et pour la société qui peut également s'en préoccuper (détection prénatale ou préimplantatoire, prédiction avant la fécondation). Un enseignement ne peut ignorer cette dimension qui peut être totalement absente dans un congrès scientifique. Ou plus exactement en l'ignorant, comme il le fait actuellement, il prend le risque de blesser ses élèves.

la maladie
microbienne
est déculpabilisante

3.8. La fécondation *in vitro*

L'innocente et bienfaisante FIVETE semble répondre à une demande unanime des couples ayant des difficultés pour avoir un enfant. En fait elle a désérialisé l'origine de la vie. Peut-on donc l'enseigner de manière neutre sinon anecdotique, ou même la célébrer comme un important progrès des recherches médicales et biologiques étroitement associées ? On peut au contraire penser que l'externalisation de l'œuf humain, la possibilité de procréer sans sexualité, qui descelle l'alliance des sexes dans la parentalité sont des événements d'une importance gigantesque pour l'humanité. Certains la célébreront comme une émancipation qui nous désaliène de toutes les différences, celles des sexes, celles des générations, différences qui sont à la source d'un formidable potentiel d'amour, mais aussi de graves conflits. Or la filiation parentale n'est pas une donnée d'évidence et doit être construite. Les repérages de la filiation permettent de construire les identités et la raison elle-même, c'est-à-dire d'échapper au délire (38). Sans avoir une culture psychanalytique approfondie et personnellement vécue, il est possible d'apercevoir derrière

la filiation
parentale doit
être construite

(38) VACQUIN, M. (1999). *Main basse sur les vivants*. Paris : Fayard.

transgresser
les interdits
fondateurs

cette technique le vœu infantile de toute puissance par excellence, le vœu d'auto-engendrement et la tentation, au nom de droits illimités, de nous libérer de tout devoir, de tout interdit donc de toute civilisation. Le mythe à l'œuvre dans cette technique de fécondation *in vitro* n'est pas tant celui de Prométhée, que celui d'Œdipe. Le sentiment de toute puissance qui est destructeur, implique qu'on limite son pouvoir d'action. La problématique n'est pas ici celle de la peur face à des innovations inquiétantes, peur qu'il faudrait exorciser grâce à l'alibi d'une thérapeutique bienfaisante source de progrès incontestables puisqu'elle diminue les souffrances, mais celle de *l'interdit fondateur de la culture et de la pensée* qu'il ne faut pas transgresser. En méconnaissant ces questions un enseignement de la biologie peut-il ignorer qu'il donne alors inconsciemment appui aux questions infantiles : "je ne suis pas né d'un rapport sexuel", "mes parents ne sont pas mes parents", "j'ai été conçu après la mort de mon père", "ma mère est vierge", et ceci d'autant plus que ces fantasmes deviennent réalité. On pourra encore soutenir que tout progrès scientifique se réalise en surmontant des obstacles, et bien souvent au prix d'une transgression. Mais il n'y a aucune raison d'en faire un critère *a priori* de scientificité. Il y a des transgressions salutaires et d'autres qui sont mortifères.

3.9. Une anthropologie de la résistance et des valeurs négatives

résistance aux
normalisations,
résistance à la
mécanisation

Nous n'avons pas épuisé le sujet avec ce rapide énoncé des questions qui donnent lieu à une tension, un va-et-vient, un passage entre l'analyse scientifique et les données des sciences humaines ou de la culture et ceci dans les deux sens. Terminons cependant avec la plus importante : la biologie, qui n'est pas réduite à une physico-chimie, soutient une anthropologie de la résistance (39). Résistance aux normalisations des écarts (Arrighi, 2000), des déviations, des déviances sociales, des anomalies, des mutations, des monstres, des erreurs ; résistance à la mécanisation du travail (40), à la technicisation de la médecine et, pour ce qui concerne la didactique, à la technicisation de l'apprentissage (41), c'est-à-dire à toutes les réductions qui oublient la vie non pas comme concept métaphysique, ou comme philosophie vitaliste, mais comme indicateur critique qui relance sans cesse les problèmes temporairement mis entre parenthèses et oubliés par une rationalisation scientifique à courte vue. "Il

(39) SALOMON, J.-J. (1985). Georges Canguilhem ou la modernité. *Revue de métaphysique et de morale*, 1, 52-62.

(40) FRIEDMANN, G. (1946). *Problèmes humains du machinisme industriel*. Paris : Gallimard.

(41) ASTOLFI, J.-P. (1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF.

y a dans la connaissance de la vie des phénomènes qui la tiennent à distance de toute connaissance qui peut se référer aux domaines physico-chimiques ; c'est qu'elle n'a pu trouver le principe de son développement que dans l'interrogation sur les phénomènes pathologiques. Il a été impossible de constituer une science du vivant sans que soit prise en compte, comme essentielle à son objet, la possibilité de la maladie, de la mort, de la monstruosité, de l'anomalie, et de l'erreur." (42). C'est en ce sens seulement que son enseignement a une réelle valeur culturelle (43).

Guy RUMELHARD
Lycée Condorcet, Paris
Unité "Didactique des sciences
expérimentales", INRP

BIBLIOGRAPHIE

ABROUGUI, M. (1997). *La génétique humaine dans l'enseignement secondaire en France et en Tunisie. Approche didactique*. Thèse, Université Lyon 1.

ARRIGHI, M. Mémoire de thèse en cours.

BEN OUADDAY, N. (1999). *Approche par le microscope des objets biologiques et des problèmes spécifiques liés*. Thèse, Université Paris Sud.

DELRUE, M. Mémoire de thèse en cours.

FORTIN, C. (1993). *L'évolution, du mot au concept. Étude épistémologique sur la construction des concepts évolutionnistes et les difficultés d'une transposition didactique*. Thèse, Université Denis Diderot, Paris 7.

GIORDAN, A., DE VECCHI, G. (1989). *L'enseignement scientifique. Comment faire pour que ça marche ?* Nice : Z'éditions.

GOIX, M. (1996). *Les concepts de croissance et de développement : obstacles et représentations chez les élèves de collège ; propositions de situations didactiques pouvant faciliter l'apprentissage*. Thèse, Université Denis Diderot, Paris 7.

LANGÉ, J.-M. (2000). Mémoire de thèse en cours.

MAFFÉO, V. (1999) *Statut et rôle des images médicales du cerveau humain dans l'enseignement secondaire*. Thèse, Université Lyon1, Claude Bernard.

(42) FOUCAULT, M. (1985). La vie : l'expérience et la science. *Revue de métaphysique et de morale*, 1, 3-14.

(43) RUMELHARD, G. (1992). L'enseignement de la biologie comme culture. *Aster*, 15, 145-167.

ORANGE, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris : PUF, coll. *l'éducateur*.

RUMELHARD, G. (1994). *La régulation en biologie. Approche didactique. Représentation, conceptualisation, modélisation*. Paris : INRP.

SAVATON, P. (1998). *L'enseignement de la carte géologique dans le secondaire. Bilan historique et didactique, réflexions et propositions d'apprentissages nouveaux*. Thèse, Université Denis Diderot, Paris 7.

TIRARD, S. (1996). *Les travaux sur l'origine de la vie de la fin du XIX^e siècle jusqu'aux années 1970*. Thèse, Université Denis Diderot, Paris 7.