

Samedi 20 octobre 2007

Intervention de Guy RUMELHARD , didacticien, INRP

Il y a dans l'assemblée des enseignants de SVT, de lettres, d'histoire et de philosophie. Nous avons donc un problème d'interdisciplinarité et de culture commune. En tant qu'enseignants de SVT, nous connaissons cette difficulté puisque l'on a dû successivement acquérir une culture et enseigner l'éthique, l'épistémologie, utiliser des mathématiques, utiliser de la physique, de la chimie.

Se confronter au créationnisme c'est pouvoir rendre compte du statut de scientificité du savoir que l'on enseigne. Une première question vient immédiatement : à partir de quand a-t-on fixé dans notre enseignement cet objectif qu'on pourrait appeler « *philosophie des sciences* » ou « *épistémologie* » ? En fait, cela pose plusieurs problèmes car la seule circulaire officielle à laquelle on se réfère est un texte du 17 octobre 1968, signée du Recteur GAUTIER qui était géologue, et écrit en partie par le doyen de l'Inspection Générale de l'époque, F. CAMPAN. Il s'adressait aux classes de 6<sup>ème</sup> s'intitulait « *Initiation expérimentale* ». Or en biologie toutes les méthodes scientifiques ne sont pas expérimentales.

Le deuxième problème concerne le fait que ce texte est une répétition scolaire du texte de Claude BERNARD écrit en 1865<sup>1</sup>. Donc au moment où la circulaire est écrite, elle a cent ans d'existence comme si l'épistémologie était dans un espace et un temps immobiles alors que la biologie pendant ce temps a évolué considérablement. Il y a actuellement des interrogations au CAPES et à l'Agrégation sur quelques données épistémologiques qui nous ramènent pratiquement 170 ans en arrière quant aux réponses attendues.

Autre difficulté, il n'y a aucune référence bibliographique à la disposition des étudiants et des enseignants. Pas même des références d'histoire des sciences puisque l'épistémologie doit être, dans la tradition française, appuyée sur l'histoire. Michel MORANGE en a fourni de nombreux exemples<sup>2</sup>.

Je vais me risquer ici, en dehors de mon domaine de compétence initial. C'est une compétence seconde, acquise, et que j'ai essayé de faire certifier mais c'est toujours un peu délicat.

Je vais évoquer quatre points :

- 1 - Quels sont les critères de scientificité puisqu'on a comme objectif de se démarquer des doctrines religieuses en général et des idéologies politiques. L'une des façons de s'y prendre est de développer les épreuves de la réfutation.
- 2 - Deuxième critère de scientificité qui déplace la question de la scientificité : quelle est la fécondité des concepts ?
- 3 - Quelles relations y a-t-il entre faits et théories ?
- 4 - Quelle est la place de la notion d'obstacle ?

### 1. La réfutation.

Quand on s'intéresse à la philosophie des sciences, on a l'impression que certains philosophes souhaiteraient s'ériger en « *tribunal de la science* » et donc décider *par avance* de ce qui est vrai et de ce qui n'est pas vrai selon un certain nombre de critères. Je renvoie la question aux philosophes : que signifie cette recherche de critères ? Dominique LECOURT<sup>3</sup> a une petite phrase dure pour dire que c'est une espèce de *philosophie de la garantie*. On voudrait avoir une garantie par avance du fait que ce qu'on dit est objectif. Il faudrait y voir *une peur du risque et de l'aventure*.

Claude BERNARD (1865) ne parle pas explicitement de réfutation. Ce terme est réellement apparu en épistémologie française à l'incitation de Jacques Monod en 1973 avec la traduction du livre de

1 BERNARD Claude (1865) *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Garnier Flammarion 1966

2 MORANGE Michel (1994) *Histoire de la biologie moléculaire*. Paris : La Découverte et beaucoup d'autres livres.

3 LECOURT Dominique (2001) *La philosophie des sciences*. Paris : PUF Que sais-je ? n°3624 ; (1992) *L'Amérique entre la Bible et Darwin* Paris : PUF

Karl POPPER publié en 1937<sup>4</sup>. Il avait été utilisé auparavant par L. BRUNSCHVIG mais cela n'était pas connu.

Cela a pris comme une traînée de poudre chez les scientifiques eux-mêmes qui étaient très contents que l'on parle de leur travail quotidien, c'est-à-dire de leur travail de laboratoire et de ce travail de réfutation. Cela entraîne un raisonnement négatif. Or, le pédagogue fait un raisonnement positif. Il recherche ce qui « prouve ». Traditionnellement il commence son cours par une « *expérience de mise en évidence* » qui ne met en général rien en évidence.

Il est certain qu'en tant que critère de scientificité, il est extrêmement important de dire que toute théorie doit être soumise à l'épreuve des faits. Simplement, la réfutation ne peut pas se présenter comme un critère unique, universel, qui permettrait effectivement de délimiter le vrai du faux.

Je prends un exemple qui renverse les relations entre faits et théories. En statistiques Daniel Schwartz<sup>5</sup> dit que : « *Tester une hypothèse ce n'est pas évaluer la vraisemblance de l'hypothèse en fonction des données, mais la vraisemblance des données en fonction de l'hypothèse* ». L'hypothèse que l'on teste quand on veut prouver l'efficacité d'un traitement, c'est l'hypothèse de son inefficacité, ce qu'on appelle l'hypothèse nulle en statistiques. Ce test se faisant toujours avec un certain risque d'erreur que l'on choisit en général à 5 %.

Autrement dit, il reste une part d'indécidabilité à ce niveau là. Le créationnisme n'admet pas de telles incertitudes, ni de tels renversements.

## 2. Le critère heuristique ou critère de fécondité.

On peut citer le physicien Max PLANCK<sup>6</sup> : « *la grande question n'est pas de savoir si telle idée est vraie ou fautive, pas même de savoir si elle a un sens énonçable, mais bien plutôt de savoir si l'idée sera source d'un travail fécond* ». Autrement dit, pour lui, ce n'est pas la vérité qui est la question première.

Citons un autre exemple que je dois à Michel MORANGE<sup>7</sup>. Il concerne la formation du concept de prion. Vous connaissez les encéphalopathies spongiformes bovines. Au moment de l'attribution du prix Nobel à Monsieur PRUSINER le commentateur de la revue *Nature* ajoute : « *l'attribution du prix Nobel a été une surprise car les idées de Prusiner restent non prouvées* ».

Quelles sont ces idées ? L'agent des encéphalopathies spongiformes transmissibles est une protéine seule. Il existe dans un organisme sain, une protéine normale, et la seule différence entre celle-ci et l'agent pathogène est une différence de conformation, autrement dit de forme spatiale. De plus, la forme pathogène favorise la trans-conformation de la protéine normale en protéine pathogène. Voilà en quoi consiste la contagion.

Beaucoup plus largement, on peut dire que cette découverte est extraordinaire car elle ouvre un champ de recherche totalement nouveau et elle ouvre la possibilité d'une *hérédité non génétique*, de protéine à protéine. Une hérédité à transmission horizontale dans une population et à transmission verticale d'une génération à l'autre.

Apparemment la sélection naturelle n'a pas retenu massivement ce procédé et a préféré l'autre, c'est-à-dire l'ADN transmis horizontalement chez quelques bactéries (plasmides), mais surtout verticalement d'une génération à l'autre, pour fabriquer les protéines. A côté de l'ADN, il y a donc une autre façon de transmettre les informations.

On peut citer d'autres exemples pour montrer que ce qui préoccupe le scientifique c'est le *développement du savoir*, c'est quelque chose qui est potentiellement présent et qui va ouvrir un travail de recherche.

G. CANGUILHEM a introduit une idée un peu difficile à comprendre qui est celle de « *concept en attente* »<sup>8</sup>. Par exemple, Pasteur parle de vaccination mais il n'a pas fondé l'immunologie. On peut

4 POPPER Karl (1973) *La logique de la découverte scientifique*. Paris : Payot (trad. 1937)

5 SCHWARTZ Daniel (1963) *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. Paris : Flammarion

6 PLANCK Max (1927) *Initiation à la physique* p. 272

7 MORANGE Michel (1998) *La part des gènes*. Paris : Odile Jacob p. 50-52. ; SCHWARTZ Maxime (2001) *Comment les vaches sont devenues folles* Paris : Odile Jacob

8 CANGUILHEM Georges (1988) Le statut épistémologique de la médecine. In *History and Philosophy of Life Sciences*. Réédité dans : *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences concernant les vivants et la vie* Paris :

Vrin 7<sup>ème</sup> ed. 1994 ; MOULIN Anne-Marie (1996) *L'aventure de la vaccination* Paris : Fayard p. 139

dire que l'immunologie est « *en attente* » dans les travaux de Pasteur.

Ce qui m'intéresse aussi, c'est que cette idée de fécondité est une idée beaucoup plus large puisqu'on va la retrouver en psychanalyse et en pédagogie. Françoise DOLTO disait souvent que l'individu est un « *allant devenant* » et que l'important c'est de remettre en route une dynamique chez un individu figé hors du temps. C'est pour elle, l'idée fondamentale surtout à une époque où la psychanalyse est perçue en référence à la sexualité et non pas à la fécondité.

On peut reprendre aussi cette idée pour le pédagogue qui est obligé d'évaluer un état à un moment donné sous forme d'un devoir, d'un examen, d'un jury, etc. Mais il risque toujours de catégoriser un élève et donc de le figer. En fait son travail principal devrait être de relancer la dynamique du travail et non pas de l'évaluer.

Le créationnisme est figé hors du temps et il est stérile.

### **3. La théorie et l'épreuve des faits.**

Il est très facile de développer de nombreux exemples dans lesquels un fait n'est pas un fait s'il n'est pas pris dans une théorie.

En 1966, quand je passe l'agrégation, une éclogite dans le traité de minéralogie de Monsieur JUNG, c'est une roche très rare, et bizarre car elle a une composition un peu étonnante. Il y a des grenats dont on suppose qu'ils sont faits sous haute pression et haute température. Mais les grenats sont auréolés d'une petite couronne qui peut par exemple être de la chlorite dont on ne voit pas trop ce qu'elle fait là car les conditions thermodynamiques supposées de sa formation sont très différentes. Actuellement tout élève de terminale S, est normalement capable d'expliquer ce qu'est une éclogite en fonction des processus de subduction avec tout le trajet que la roche a pu faire lors de l'enfouissement, puis de la réapparition en surface lors d'une collision. Ce fait observé empiriquement en 1966 n'est pas compris car il n'y avait pas de théorie explicative ni même de connaissance des conditions thermodynamiques expérimentales de la formation des minéraux.

On pourrait prendre l'exemple de l'apoptose. C'est ce qu'on appelé de manière médiatique le « *suicide des cellules* » ou la « *mort programmée* ». Marcel BESSIS en 1955, fait un film où l'on voit effectivement des noyaux de la lignée hématologique qui se fragmentent et des cellules qui sont ensuite phagocytées. Mais on n'en dit rien de plus. Le concept d'apoptose proposé à peu près vingt ans plus tard en 1972. A l'époque, on connaissait seulement la mort par nécrose mais pas cet autre type de mort qui avait été observée mais qui n'avait pas de cadre théorique pour l'accueillir.

On peut citer aussi MENDEL qui affirme en 1865 « *qu'il est inutile d'aller lire tous les travaux des auteurs qui ont fait des hybridations et qui l'ont précédé parce qu'ils les ont faits sur un trop petit nombre d'individus et il est vraisemblable que tous les cas possibles et attendus ne soient pas réalisés* ».

Donc un fait n'existe pas sans théorie. Une théorie, évidemment, doit être confrontée au fait, mais G. BACHELARD renverse l'expression en disant « *qu'un fait doit toujours être vérifié théoriquement* »<sup>9</sup>.

J'insisterai sur un autre point qui est tout à fait typique quand on s'intéresse à la modélisation mathématique. Quand on travaille avec des *modélisations aléatoires*, ce qu'on cherche c'est l'*écart* par rapport au modèle qui est *moteur de recherche*. Puisqu'on hésite actuellement pour savoir combien il y a effectivement de gènes dans une molécule d'ADN, on demande aux mathématiciens de donner une réponse. Le mathématicien modélise l'ADN avec ce qu'on appelle les chaînes de Markov<sup>10</sup>, mais finalement ce qu'il modélise, ce sont les parties banales, c'est à dire les parties qui ne nous intéressent pas. Autrement dit, ce qui nous intéresse c'est quand cela s'écarte du modèle parce que là on se dit qu'il doit y avoir une fonction physiologique et l'on transfère la séquence aux biologistes.

Le créationnisme quant à lui ne se confronte pas réellement aux faits.

### **4. Notion d'obstacle**

Cette notion d'obstacle n'a pratiquement pas pénétré l'enseignement des SVT mis à part une petite phrase dans le programme de spécialité de Terminale S.

<sup>9</sup> BACHELARD Gaston (1938) *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin

<sup>10</sup> RUMELHARD Guy (2006) Analyse statistique de l'ADN. Modélisation probabiliste par les chaînes de Markov, simulation et détection de biais. *Biologie-Géologie* (APBG) n°3 479-505

On a beaucoup parlé d'idéologie sans la qualifier. J'ajouterais à chaque fois idéologie politique. BACHELARD parlé de « *connaissances communes* », de « *contre pensées* » comme de quelque chose qui est interne au travail du scientifique et contre lequel il doit en permanence œuvrer, pour s'en démarquer. Il n'utilisait pas le concept d'idéologie mais la notion est ici présente.

Cette idée a été largement reprise en histoire des sciences. En lisant par exemple l'article « *Vie* » dans *l'Encyclopédia Universalis* vous avez la surprise de lire un paragraphe entier sur la notion d'obstacle avec des illustrations. L'illustration la plus typique est le concept de métamorphose qui relie complètement la biologie et la culture littéraire, mythologique et fantastique.

Dans son livre publié en 1977 chez Vrin sous le titre « *Idéologie et rationalité* », CANGUILHEM propose le concept « *d'idéologie scientifique* », et non pas d'idéologie *descientifique*. C'est un peu délicat à utiliser d'autant qu'on emploie le plus souvent le mot « idéologie » sans le qualifier. Pourquoi idéologie ? C'est parce que, comme dans l'idéologie politique remise à l'ordre du jour par Louis ALTHUSSER<sup>11</sup>, il y a un rapport renversé au réel. On peut remonter à Bachelard (1938) qui dit que « *le pensée commune se précipite au réel* », « *qu'elle prend le réel comme un bien que l'on possède* », or effectivement l'attitude scientifique est tout l'inverse. Elle est déplacement, substitution et détour.

En physique, ceci est facilement illustré car les obstacles surmontés constituent de grandes ruptures fondamentales auxquelles on ne pouvait pas échapper. On parle de révolutions. En biologie, les différences peuvent être décrites comme *partielles*, *infinitésimales* et le plus souvent *inaperçues*.

Je vais prendre un exemple. Je discutais récemment avec Dominique ROJAT, inspecteur général de SVT parce que dans son dernier livre, à propos de la régulation de l'insuline, il utilise les mots « *réglé* », et « *système réglant* ».

Il faut dire « *système régulé* » et non pas réglé. Cette expression a été lancée par Jean Claude HERVE, ancien inspecteur pédagogique régional, et tout le monde l'a reprise. Il faut faire attention aux mots qu'on utilise, il faut être extrêmement précis. Il y a quatre termes voisins : régulier, régularisé, régulé, réglé.

Sur le plan phonétique, ils sont extrêmement proches. Régulation vient de la technologie où il y a des régulateurs, mais mot est passé au niveau social ce qui ajoute à la confusion. On parle de régulation de la circulation automobile. Il est utilisé en politique au niveau socio-économique pour dire que le marché régule (soit disant) l'économie. Il est utilisé par le géologue Claude ALLEGRE pour dire que le taux de CO2 est régulé dans l'atmosphère, ce qui est assez étonnant puisqu'on se demande qui a fixé le point de consigne du taux de CO2 à 0,03%. Est-ce Dieu ?

Pour comprendre la distinction entre régler et réguler, on peut consulter l'historique du concept de régulation<sup>12</sup> écrit par G. CANGUILHEM. A un certain moment il introduit LEIBNITZ et NEWTON qui ont un débat dans lequel ils font appel à Dieu. A l'époque, cela se faisait.

LEIBNITZ dit : « *Dieu est l'ajusteur initial d'un mécanisme fiable qui n'a aucune défaillance* » Cela c'est le réglage. « *Dieu avec sa toute puissance et sa présience a prévu par avance tous les accidents possibles et y a remédié. Dieu a réglé par avance toute chose* ». quand on utilise tout à coup le mot « réglé », on est en train de penser que le système est harmonieux et qu'on est pratiquement dans une vision théologique.

Par contre le Dieu de Newton, après avoir créé le monde, va continuer à le surveiller et à le rectifier. En effet, pour Newton, du fait du vide interplanétaire, le mouvement tend à diminuer. Donc le Dieu de Newton est pour sa créature un surveillant permanent. Evidemment à l'époque, il n'y a pas d'expérience, il n'y a pas d'observation, il n'y a pas de satellite artificiel dont l'orbite se dégrade. On parle d'astronomie et pas de biologie. Cependant cette idée de rectification correspond à ce que nous nommons actuellement régulation, c'est-à-dire qu'il y a un écart, la détection de l'écart et un mécanisme qui rectifie et qui ramène à la valeur initiale.

Autrement dit, entre deux petits mots voisins et qui en permanence sont utilisés l'un pour l'autre n'importe comment, on a peut être ici tout à coup un appel à une vision métaphysique, celle de l'harmonie.

Un autre exemple sera celui du pH sanguin qui ne varie pas, du moins quand on est à l'intérieur des capacités du système tampon. On dit qu'il est régulé alors que le mécanisme agit par avance et

11 ALTHUSSER Louis (1968) *Philosophie et philosophie spontanée des savants*. Paris : Vrin

12 CANGUILHEM Georges (1977) *La formation du concept de régulation au XVIIIème et XIXème siècle*. Paris : Vrin p. 81-99

empêche la variation. En fait on parle de régulation du pH sanguin seulement si on sort des possibilités du système tampon. L'utilisation du mot régulation pour le pH sanguin est traditionnelle, mais elle est contestable.

L'exemple qui a été introduit dans le programme est celui de MENDEL (1865) qui pour formuler sa conception de l'hérédité doit surmonter un obstacle. Il s'agit de l'obstacle de l'hérédité mélange, l'obstacle le plus évident, le plus simple qui soit, qui s'appuie sur le métissage, les couleurs café au lait. Celles-ci « suggèrent » d'emblée une conception erronée de l'hérédité comme mélange et non pas comme juxtaposition de particules qui se combinent de manière aléatoire. Cette expression : « les faits suggèrent » se retrouve systématiquement dans les chapitres sur le darwinisme et la théorie de l'évolution. C'est peut-être moins marqué que le mot « prouve » mais c'est tout aussi discutable. C'est la théorie qui donne un sens à ces faits observés. On peut multiplier aisément ce genre d'exemple. Le créationnisme ne rectifie pas la pensée commune, ni ses propres affirmations.