

ÉLÉMENTS D'ÉPISTÉMOLOGIE DES SCIENCES EXPÉRIMENTALES ET DE LA BIOLOGIE EN PARTICULIER¹

Les auteurs de référence :

Aristote parce qu'il est celui qui a donné ses fondements scientifiques à l'étude des animaux et des végétaux et qui a promu la logique comme forme de pensée.

Francis Bacon comme initiateur d'un courant de pensée pré- positiviste mais aussi représentatif, par ses positions, du bouleversement des conceptions qui agite le monde scientifique depuis la Renaissance.

Auguste Comte comme fondateur de l'école de pensée positiviste et **Claude Bernard** qui formalisera l'approche expérimentale, consommant ainsi la rupture avec l'approche descriptive engagée plus de deux siècles auparavant par Harvey et Santorio et développée par les grands expérimentateurs de la fin du XVIIIème siècle comme Rédi, Réaumur, Lavoisier ou Spallanzani.

Karl Popper et Gaston Bachelard comme chefs de file d'une école cherchant à concilier rationalisme et empirisme.

Thomas Kuhn pour son introduction de la dimension sociologique dans le processus de construction des savoirs.

Ernst Mayr enfin qui replace cette étude très inspirée par l'épistémologie de la physique dans le cadre, voisin mais néanmoins différent, de la biologie.

¹ Ce cours a été construit à partir d'un texte de synthèse rédigé par Bernard DARLEY (non publié) et de la bibliographie proposée.

ÉLÉMENTS D'ÉPISTÉMOLOGIE DES SCIENCES EXPÉRIMENTALES ET DE LA BIOLOGIE EN PARTICULIER

Les principaux courants de pensée

Ils s'opposent deux à deux tout en se complétant l'un l'autre.

Idéalisme et réalisme

Idéalistes et réalistes s'opposent tout d'abord sur l'étendue de la perception que l'on peut avoir du monde. Pour les réalistes, le monde existe en soi et cette existence dépasse la simple perception que nous en donnent nos sens. Point de vue qui n'est, pour les idéalistes, que pure métaphysique. Le monde, pour eux, est une construction mentale faite, et ce de manière exclusive, à partir de la perception du monde que nous procurent nos sens².

Cette distinction dans l'idée que l'on se fait du monde qui nous entoure va avoir des conséquences directes sur la qualité des lois et théories que l'on va inférer des observations ou des expérimentations. La recherche des causes, relevant, pour les idéalistes, de la métaphysique, les lois et théories que ces derniers seront à même de proposer ne pourront donc être que descriptives et prédictives, mais en aucun cas explicatives, puisqu'expliquer c'est répondre au "pourquoi?". A l'inverse, les réalistes pourront proposer des lois et théories qui seront à la fois descriptives (même s'ils ne tiennent pas ces dernières en haute estime), prédictives et explicatives.

Empirisme et rationalisme

Empiristes et rationalistes s'opposent sur la manière d'aborder le monde. Par l'observation et l'expérience pour les empiristes (qui peuvent être aussi bien idéalistes que réalistes), seul moyen d'avoir une base objective sur laquelle établir des relations et des lois entre phénomènes. Par la réflexion préalable et analyse du problème pour les rationalistes pour qui l'observation n'a de sens que si un cadre rationnel est déjà là pour l'interpréter. Bien entendu acquiescent les positivistes, à condition que cette réflexion soit subordonnée au verdict des faits puisqu'elle n'a de sens que relativement à ces derniers. Non, répondent les rationalistes critiques, l'assertion a une portée plus large et un fait seul ne peut la réfuter. Il faut pour cela que le fait s'inscrive lui-même dans une théorie capable de remplacer avantageusement la première. Sans cette théorie de remplacement le fait "déstabilisateur" n'aurait d'ailleurs aucun sens.

Universalisme et relativisme

Il y a enfin les partisans d'une méthodologie universelle qui transcenderait le savant, et ceux pour qui la science est d'abord une activité humaine et donc soumise aux contraintes sociologiques (Thomas Kuhn) et psychologiques (Paul Feyerabend) associées à ces activités.

²Pour les nominalistes l'existence de l'objet commence lorsqu'il reçoit un nom.

ÉLÉMENTS D'ÉPISTÉMOLOGIE DES SCIENCES EXPÉRIMENTALES ; ET DE LA BIOLOGIE EN PARTICULIER

1 - L'ANTIQUITÉ

1.1 - ARISTOTE (-348, -322)

S'opposant à Platon, Aristote montre que les êtres vivants, qu'ils soient végétaux ou animaux, présentent des caractères constants, spécifiques, qui permettent leur identification et leur regroupement au sein de classes, initiant ainsi les premières systématiques animales et végétales (G. Lloyd, 1983). Il fut de plus, si l'on en croit encore G. Lloyd, à l'origine du cadre théorique qui a donné sens aux dissections animales. La théorie des causes (et les causes finales plus particulièrement) finalise la forme d'un organe en l'associant à la fonction pour laquelle il a été créé. En attribuant à chacun des organes une fonction précise, la dissection prend sens en devenant une recherche de l'adéquation entre la structure et la fonction.

Aristote et son école vont laisser derrière eux, en plus d'un cadre philosophique pour la pensée scientifique, un ensemble de traités de zoologie, de botanique et de géologie qui, associé à la Bible, va constituer l'essentiel du savoir de référence jusqu'au XVI^e siècle. D'un côté un corpus de quelques ouvrages et auteurs de référence : la Bible et Aristote bien sûr, mais aussi Hippocrate et Galien pour la médecine, Euclide pour la géométrie, Dioscoride pour la botanique, Physiologos pour la zoologie. De l'autre un mode de raisonnement (la logique). La connaissance était du domaine des livres et la logique un exercice de l'esprit, souvent purement formel. Remettre en cause les premiers au moyen du second en confrontant leurs contenus au monde qui nous entoure revenait, de fait, à s'attaquer aux dogmes de l'Église et au domaine réservé de l'École. Quant à l'exploration du "monde d'en bas" elle relevait, pour l'essentiel, de l'alchimie.

2 - XVI^{ème} et XVII^{ème} SIECLE

2.1 - FRANCIS BACON (1561 - 1626)

Pour Francis BACON, il faut créer une science prenant résolument ses distances d'avec « *la science des premiers³ (qui) se fonde sur les réfutations, les sectes, les écoles, les disputes ; (et) celle des seconds⁴ (fondée sur) l'imposture, la transmission de bouche à oreille et l'obscurité* ». (ibid p. 58)

³les scolastiques

⁴les alchimistes

Francis Bacon se livre ainsi à une attaque en règle des méthodes "scientifiques" des scolastiques en dénonçant l'hégémonie du syllogisme⁵, «ce mode d'invention et de preuve qui commence par établir les principes les plus généraux, puis leur soumet les axiomes moyens, pour prouver ces derniers, est la mère de l'erreur et le fléau de toutes les sciences» (ibid p. 108).

Au syllogisme il faut donc opposer un mode de raisonnement qui ne peut se suffire à lui-même et qui nécessite un apport extérieur tangible comme point d'appui.

La bonne méthode est selon lui celle qui consiste à accumuler pièce à pièce les éléments du puzzle. Quant à l'expérience, elle sera utilisée, lorsque l'observation seule des phénomènes se révélera insuffisante ou comme moyen de départager deux hypothèses contradictoires.

Pour Francis Bacon il faut d'abord tenter de classer les événements, ordonner le monde avant de chercher à en comprendre les lois⁶. Des difficultés à ordonner jailliront les vrais problèmes que seule l'expérimentation pourra résoudre. Ces problèmes seront alors posés par la nature elle-même et ne seront plus ces produits formels de la raison dont les solutions ne sont pas autre chose que d'autres produits de la raison.

PS : Dans un monde où alchimie et pratiques magiques sont monnaie courante, ces principes, qui annoncent le déterminisme peuvent être considérés comme résolument modernes.

2. 2 - UNE NOUVELLE MANIÈRE DE PENSER

La question, en ce début de XVII^{ème} siècle n'est donc pas tant, comme l'écrit S. Moscovici (in R. Blanché p.10) «de réaliser une expérience **que d'établir les conditions qui la rendent possible**» ; et l'on pourrait ajouter : **qui lui donne sens** dans un contexte défini. C'est donc une nouvelle manière de raisonner, une nouvelle manière d'associer raisonnement et expérience qui apparaît.

Pour Robert Blanché cette nouvelle méthode s'oppose à celle pratiquée jusque là par trois points : l'usage d'un raisonnement hypothético-déductif, le traitement mathématique de l'expérience et l'appel à l'expérimentation.

Le raisonnement hypothético-déductif s'oppose à la déduction catégorique, chère aux scolastiques, en remplaçant l'hypothèse-postulat de la logique formelle par une hypothèse-conjecture qui n'affirme pas *a priori* sa valeur de vérité⁷. Hypothèse-conjecture dont le caractère heuristique réside non dans sa véracité intrinsèque mais dans les conséquences que

⁵principe de raisonnement de la logique formelle qui consiste à poser deux propositions ou prémisses (la majeure et la mineure) pour en tirer une troisième (la conclusion). Exemple classique : tous les hommes sont mortels (majeure) or Socrate est un homme (mineure) donc Socrate est mortel (conclusion).

⁶Principe de classification et d'ordonnement du réel que l'on retrouvera dans le positivisme d'A. Comte.

⁷ce qui va bien à contre courant de la science démonstrative telle que la définit Aristote, science dont «il est nécessaire quelle parte de prémisses qui soient vraies, premières, immédiates.» (Aristote, *Seconds Analytiques*, I, 2, in Blanché, 1969)

l'on peut en tirer et dans leur adéquation à représenter le réel que l'on testera par des expérimentations adéquates.

Par ailleurs, c'est à cette époque que le traitement mathématique fait son apparition, non sans mal.

Harvey (1578-1657), dont l'approche quantitative avait permis d'élaborer sa théorie de la circulation sanguine⁸, fut l'objet de critiques de la part des médecins galénistes qui lui reprochait de ne pas se servir de ses yeux et de privilégier le calcul :

« En vérité, vous ne vous servez pas de vos yeux et vous ne leur commandez pas de voir, lui reproche Caspar Hofmann, professeur de médecine à l'université d'Altdorf, mais au lieu de cela vous vous fiez à des raisonnements, à des calculs, vous supputez le nombre de pintes et, jusqu'à la plus petite unité près, la quantité de sang qui doit, à des moments déterminés, passer du cœur dans les artères en l'espace d'une petite demi-heure. Franchement, Harvey, vous pourchassez un fait qu'il est impossible de vérifier, une chose qui n'est pas calculable, qui est inexplicable, qui échappe à notre connaissance. »

(critique adressée à Harvey par Caspar Hofmann, professeur de médecine à l'université d'Altdorf, cité par Boorstin, p. 357).

De même que Harvey pour la circulation, Santorio (1561-1636) va, le premier, proposer une approche quantitative des flux de matière qui traversent l'organisme en se pesant systématiquement après chacun des actes qui impliquait une entrée ou une sortie de matière de son corps.

Cette approche mathématique du monde biologique, en augmentant l'abstraction des modèles qui le définissent, introduit une perception de l'objet qui le démarque notablement de celle que procure la vision⁹. L'approche quantitative va, peu à peu, se substituer à l'approche purement qualitative : l'objet ne se définit plus tant par sa description que par sa mesure.

L'apparition de l'expérimentation, enfin, comme recours systématique et comme base du discours scientifique, suppose, là encore, un changement des mentalités.

PS : Le XVII^{ème} siècle est une époque où la théorie l'emporte sur la pratique, où «la spéculation est supérieure à l'action, (où) l'idéal du sage est dans la vie contemplative» (Blanché p. 33).

PS : Une autre évolution va également permettre à l'expérimentation de prendre son essor en facilitant la diffusion des comptes rendus, ce sont les premières tentatives d'uniformisation des systèmes de mesure. Uniformisation qui ne prendra pas moins de trois siècles.

Mais expérimenter suppose auparavant que l'on ait défini dans quel cadre théorique l'expérimentation va s'intégrer, quelle vision du monde va donner sens à l'expérience.

⁸Le sang était considéré jusqu'alors comme une nourriture de l'organisme fabriquée par le foie. Le sang irrigait les organes où il était consommé. En faisant le calcul simple consistant à multiplier le volume cardiaque par la fréquence et de rapporter le tout à 24 heures Harvey montrait que 20.000 litres de sang passe par le cœur dans ce laps de temps, quantité qui paraît difficile à fabriquer. D'où l'idée d'une quantité finie de sang recyclé en permanence.

⁹ imposait le renoncement à l'attitude perceptive naturelle.

2.3 - LE REALISME ET L'IDEALISME

Le glissement de sens affectant les prémisses du raisonnement déductif est lourd de conséquences. Transformer les principes indémontrables que sont les postulats en conjectures, c'est contester leur vérité première, ce que l'Église ne peut tolérer. On verra donc apparaître deux attitudes qui vont se distinguer à la fois au plan scientifique, philosophique et théologique et dans leurs relations avec l'Église.

2.3.1 - *Le réalisme*

La première de ces attitudes consiste à penser que le monde qui nous entoure, qu'il soit physique ou biologique, a bien une existence en soi et que les phénomènes qui le traversent sont associés à des causes qu'il convient d'identifier. La réalité est complètement connaissable et l'objet de la science est de décrire la réalité telle qu'elle est, et pas seulement telle qu'elle nous apparaît. Il faut aller au-delà du monde sensible, au-delà de nos perceptions, au-delà donc des faits premiers.

Cette option amène donc la science, dans sa tentative à expliquer le monde, à se poser en rivale du dogme. Ce qui ne va pas être sans poser quelques problèmes à pareille époque. Les mésaventures de Galilée (dont l'entêtement à défendre sa conception réaliste du système solaire face à l'Église est resté célèbre) sont de bons exemples des conséquences de l'affrontement entre cette pensée réaliste, qui se place résolument dans le cadre d'une science qui donne du monde des explications validées expérimentalement, et la pensée religieuse qui lui oppose ses dogmes.

2.3.2 - *L'idéalisme*

A l'opposée du réalisme, la seconde attitude interprète la cause finale comme d'ordre divin, donc inaccessible à la misérable petitesse de la pensée humaine. La frontière est ainsi nettement tracée entre ce qui est du domaine de la foi, que l'on doit accepter comme hors de portée de notre entendement, et ce qui est du domaine de la science dont le rôle est de nous donner des outils propres à l'appréhension des phénomènes, seule partie du réel qui nous soit accessible. Ainsi foi et science peuvent-elles coexister sans empiéter sur leurs domaines respectifs.

Ainsi, comme l'écrit J. Largeaut (1984), « réalisme et idéalisme s'opposent terme à terme, l'un affirmant ce que l'autre nie ». Là où le premier voit des objets ayant une existence en soi, indépendante de toute observation et de toute pensée, le second n'y voit que construction de l'esprit qui doit être nécessairement ramenée non seulement à la situation donnée mais aussi à l'observateur lui-même.

PS : Cette attitude idéaliste va conduire à une vision instrumentaliste de la science, très bien résumée dans la célèbre introduction d'Osiander au *De revolutionibus orbium caelestium* de Copernic paru en

1543. Introduction dans laquelle il affecte de voir dans l'hypothèse héliocentrique non pas une explication du monde mais un simple artifice mathématique.

Ces deux attitudes face au réel, qui existaient depuis fort longtemps chez les philosophes, gagnent maintenant la sphère scientifique pour ne plus la quitter puisque la question est loin d'être tranchée aujourd'hui encore, à supposer qu'elle le soit un jour.

3 - LE XIX^{ème} SIECLE ET LE POSITIVISME

Le positivisme a marqué plus particulièrement la biologie par le retentissement que lui ont donné les travaux et surtout les écrits de Claude Bernard, qui reste, pour beaucoup de naturalistes, celui qui a formalisé la démarche expérimentale en biologie. Mais on ne peut pas évoquer Claude Bernard sans faire d'abord référence à Auguste Comte.

3.1 - LE POSITIVISME D'AUGUSTE COMTE

« Tous les bons esprits répètent depuis Bacon, qu'il n'y a de connaissance réelle que celles qui reposent sur des faits observés » (A. Comte p.32).

L'essentiel du point de vue d'A. Comte tient dans cette phrase : référence à Bacon, antériorité des observations sur la connaissance.

Pour A. Comte l'objet de la science est de définir les lois et les relations entre les phénomènes, tout le reste (la recherche des causes en particulier) relève de la métaphysique.

« La science positive «partant de faits observables définis relativement à l'observateur, les lois naturelles sont établies dans la constante subordination de l'imagination à l'observation ».(Discours sur l'esprit positif 1844, in Kremer-Marietti, 1984).

Une telle définition interdit donc toute spéculation *a priori*. La science positive doit se construire sur les interprétations *a posteriori* des faits observés.

Mais A. Comte est bien conscient qu'une observation n'a de sens que si elle s'intègre dans un cadre théorique déjà présent. Or comment définir ce cadre théorique sans anticiper *a priori* sur la connaissance ? Voici ce que répond A. Comte :

« Si d'un côté toute théorie positive doit nécessairement être fondée sur des observations, il est également sensible, d'un autre côté, que, pour se livrer à l'observation, notre esprit a besoin d'une théorie quelconque. Si en contemplant les phénomènes nous ne les rattachions point immédiatement à quelques principes, non seulement il nous serait impossible de combiner ces observations isolées, et, par conséquent, d'en tirer aucun fruit,

mais nous serions même entièrement incapables de les retenir ; et, le plus souvent, les faits resteraient inaperçus à nos yeux. (A. Comte, 1989, p.32).

Contradiction apparente qu'A. Comte lève de la façon suivante : avant d'atteindre sa maturité positive qui le verra se consacrer uniquement aux faits, notre esprit passe par un état primitif qui le voit accorder quelque importance à des spéculations sans fondement réel, mais qui constitueront l'architecture théorique dont il a besoin pour interpréter les observations qu'il sera conduit à faire par la suite.

La science positive interdisant toute anticipation, et après avoir habilement résolu le problème du cadre théorique propre à accueillir l'observation, reste à A. Comte à résoudre un second problème : à quel moment pourra-t-on énoncer une loi sans qu'il y ait anticipation sur la connaissance ? Ce problème, qui semble insoluble dans une démarche centrée sur l'induction, permet à A. Comte de donner de la démarche scientifique une définition qui reste aujourd'hui encore tout à fait recevable :

«... les hypothèses vraiment philosophiques doivent constamment présenter le caractère de simples anticipations sur ce que l'expérience et le raisonnement auraient pu dévoiler immédiatement, si les circonstances du problème eussent été plus favorables.»

(A. Comte, Cours de philosophie positive, t. II (1835), 28ème leçon, in Blanché pp.163-164,).

La rhétorique est, ici encore, remarquable. Mais, exception faite de ce tour de passe-passe, la définition de la fonction et de la place de l'hypothèse reste remarquablement claire : **l'hypothèse (par opposition aux hypothèses *ad hoc*) doit pouvoir être soumise à validation expérimentale et doit donc être formulée en fonction du cadre très précis dans lequel elle est censée s'appliquer** (ce qu'en d'autres termes on appellerait une hypothèse contextualisée).

3.2 - CRITIQUE DU POSITIVISME D'AUGUSTE. COMTE

Le positivisme d'A. Comte se place résolument dans le cadre d'une doctrine universelle. Sa philosophie positive est porteuse d'un message applicable à toute les sciences puisque, quel que soit leur état présent, leur devenir inéluctable est d'évoluer vers l'état de science positive. Peu de chose donc la sépare de la doctrine religieuse, comme le relève René Verdenal :

« Aussi Comte, bien avant l'invention de la religion positive, envisage-t-il d'emblée la science avec le point de vue d'une mentalité religieuse : il y voit un rite de la pensée, une

autorité dogmatique, un consensus social, et, pour préserver cette image de la science, il récuse l'interrogation théorique qui est frappée d'interdit. » (René Verdenal, 1973, p. 129).

Outre son aspect dogmatique, la grande faiblesse du positivisme est de vouloir dénier à la construction des théories, des modèles ou des paradigmes (le mot importe peu ici), toute anticipation sur la connaissance et toute réflexion sur les causes. Et les tours de passe-passe d'Auguste Comte n'ont fait que rejeter le problème sans le résoudre, tout en reconnaissant la nécessité d'en passer par là.

3.3 - CLAUDE BERNARD

Claude Bernard représente, en France au moins, la figure emblématique de la démarche expérimentale. Son *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* publiée en 1865 va très vite devenir un ouvrage de référence, «Bible de ceux qui n'ont pas de Bible» dira Jean Rostand (cité par Grmek, p. 16) au point qu'il deviendra une source d'inspiration majeure pour les rédacteurs des instructions officielles concernant l'enseignement de la biologie.

3.3.1 - D'une apparente transparence...

Pour Claude Bernard, la règle de base, à respecter impérativement pour qui veut faire de la science, est la suivante :

« La méthode expérimentale, considérée en elle-même, n'est rien d'autre qu'un raisonnement à l'aide duquel nous soumettons méthodiquement nos idées à l'expérience des faits. » (C. Bernard, 1989, p. 26)

On retrouve ici, clairement exprimé, le *credo* positiviste de la subordination de l'imagination à l'observation. L'accent principal est donné. Le fondement de la méthode expérimentale réside dans l'analyse des faits, ce que C. Bernard va répéter à loisir tout au long de son ouvrage.

Les étapes

« Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale. 1° il constate un fait ; 2° à propos de ce fait, une idée naît dans son esprit ; 3° en vue de cette idée, il raisonne, institue une expérience, en imagine et en réalise les conditions matérielles. 4° de cette expérience résultent de nouveaux phénomènes qu'il faut observer et ainsi de suite. L'esprit du savant se trouve en quelque sorte toujours placé entre deux observations : l'une qui sert de point de départ au raisonnement, et l'autre qui lui sert de conclusion.» (ibid, p. 54)

Les faits

La première observation va montrer les faits. Cette observation, fortuite dans la majorité des cas, peut être provoquée par ce que C. Bernard appelle des «expériences pour voir», ainsi nommées, écrit-il, «parce qu'elles sont destinées à faire surgir une première observation imprévue et indéterminée d'avance, mais dont l'apparition pourra suggérer une idée expérimentale et ouvrir une voie de recherche». (ibid, p. 51)

Expérience "pour voir" qu'il faut distinguer de "l'expérience". La première est une observation simplement provoquée, la seconde une observation qui est à la fois provoquée et organisée. L'imprévisibilité de l'observation, qu'elle soit fortuite ou provoquée, est nécessaire ; une bonne observation doit se faire sans idée préconçue.

« Les hommes qui ont une foi excessive dans leurs théories ou dans leurs idées (...) font de très mauvaises observations. Ils observent nécessairement avec une idée préconçue, et quand ils ont institué une expérience, ils ne veulent voir dans ses résultats qu'une confirmation de leur théorie. Ils défigurent ainsi l'observation et négligent souvent des faits très importants. » (ibid, p. 71)

De l'hypothèse à l'expérience

Pour Claude Bernard, la caractéristique essentielle de l'hypothèse est :

« ... qu'elle soit aussi probable que possible et qu'elle soit vérifiable expérimentalement. En effet, si l'on faisait une hypothèse que l'expérience ne pût vérifier, on sortirait par cela même de la méthode expérimentale pour tomber dans les défauts des scolastiques et des systématiques. » (ibid, p. 66).

De l'hypothèse découlera l'expérience dont la mise en œuvre devra répondre à une double exigence de rigueur intellectuelle dans sa construction et d'habileté dans sa réalisation pratique.

« Il serait impossible de séparer ces deux choses : la tête et la main. Une main habile sans la tête qui la dirige est un instrument aveugle ; la tête sans la main qui la réalise reste impuissante. » (ibid, p. 27)

Témoin et contre-épreuve

Là où Claude Bernard instaure une véritable révolution dans la démarche expérimentale, c'est en introduisant d'une façon systématique l'idée de témoin et de contre-épreuve.

« Si en effet on caractérise l'expérience par une variation ou par un trouble apporté dans un phénomène, ce n'est qu'autant qu'on sous-entend qu'il faut faire la comparaison de ce trouble avec l'état normal. » (ibid, p. 39)

L'expérience, observation provoquée et recherchée, n'a de sens que relativement à une autre observation. La variation d'un phénomène ne peut être mise objectivement en évidence que comparativement à un même phénomène, obtenu dans des conditions ne différant que par la variation d'une de ses causes. L'état "normal" comme témoin d'un état "pathologique".

La contre-épreuve est autre. Elle est le fruit du doute qui doit être le compagnon de tous les instants de l'expérimentateur, «doute philosophique qui laisse à l'esprit sa liberté et son initiative.» (ibid, p. 71)

« Jamais en science la preuve ne constitue une certitude sans la contre-épreuve (...). La contre-épreuve devient donc le caractère essentiel et nécessaire de la conclusion du raisonnement expérimental. Elle est l'expression du doute philosophique porté aussi loin que possible. C'est la contre-épreuve qui juge si la relation de cause à effet que l'on cherche dans les phénomènes est trouvée. Pour cela, elle supprime la cause admise pour voir si l'effet persiste. (...) la seule preuve qu'un phénomène joue le rôle de cause par rapport à un autre, c'est qu'en supprimant le premier, on fait cesser le second. » (ibid, p. 91-92)

La mise en évidence de variations par rapport au témoin est nécessaire pour identifier la cause mais elle n'est pas suffisante pour conclure définitivement quant à sa réalité. La preuve finale appartient à la contre-épreuve.

Le principe du déterminisme

Toute la rationalité de la méthode expérimentale de Claude Bernard, et la contre-épreuve en est une bonne illustration, repose sur le principe du déterminisme des phénomènes physiologiques (puisqu'il limite ses prétentions à cette discipline). Tout phénomène a pour origine un nombre fini de causes et toute altération de l'une de ces causes modifie le phénomène en conséquence et d'une manière qui doit être prévisible, c'est-à-dire toujours identique si l'altération est répétée.

Chez Claude Bernard, ce déterminisme est érigé en principe immuable, pierre angulaire de sa construction méthodologique, «principe absolu de toute théorie relative, invariant de toutes les variations heuristiques» (Canguilhem, 1979, p. 170).

Mais là, il ne fait donc qu'agrèer aux idées de son temps.

Rôle et devenir des théories

Pour Claude Bernard, les théories sont des « généralités ou des idées scientifiques qui résument l'état actuel de nos connaissances ».

Leur rôle est de servir de fondement aux raisonnements scientifiques. C'est grâce à elles que les observations s'intègrent dans un contexte cohérent et permettent l'émergence de nouvelles hypothèses dont les conclusions pourront élargir la portée de la théorie ou bien la condamner. Car, pour paraphraser Claude Bernard, c'est leur devenir que de mourir au champ d'honneur de l'expérimentation pour faire avancer la science.

« Le vrai progrès est de changer de théories pour en prendre de nouvelles qui aillent plus loin que les premières jusqu'à ce qu'on en trouve une qui soit assise sur un plus grand nombre de faits (...) Ce qui est important c'est d'avoir ouvert une voie nouvelle, car ce qui ne périra jamais, ce sont les faits bien observés que les théories éphémères ont fait surgir ; ce sont là les seuls matériaux sur lesquels l'édifice de la science s'élèvera un jour ». (C. Bernard, p. 231)

Construction de la connaissance par englobement successif des théories qui deviennent, par étapes régulières, de plus en plus générales.

Le raisonnement

A son rappel incessant que les faits sont à la fois l'origine et la conclusion de toute démarche expérimentale, on pourrait voir se profiler, derrière cette profession de foi, un strict raisonnement inductif. De l'observation attentive, de l'accumulation des faits naîtra la loi, c'est-à-dire le lien qui fera de cet accumulation un tout cohérent. Il n'en est rien. Si Claude Bernard ne rejette pas l'induction *a priori* il semble néanmoins, comme outil de travail, lui préférer nettement la déduction.

« Si l'esprit de l'expérimentateur procède ordinairement en partant d'observations particulières pour remonter à des principes, à des lois ou à des propositions générales, il procède aussi nécessairement de ces mêmes propositions générales ou lois pour aller à des faits particuliers qu'il déduit logiquement de ces principes. Seulement quand la certitude du principe n'est pas absolue, il s'agit toujours d'une déduction provisoire qui réclame la vérification expérimentale. (...) De tout cela je conclurai que *l'induction* et la *déduction* appartiennent à toutes les sciences. Je ne crois pas que l'induction et la déduction constituent réellement deux formes de raisonnement essentiellement distinctes.» (ibid, p. 78-81)

Les faits

Là encore la pensée de Claude Bernard est complexe et évite de tomber dans le mythe simpliste du fait transparent.

« Un fait n'est rien par lui-même, il ne vaut que par l'idée qui s'y rattache ou par la preuve qu'il fournit. Nous avons dit ailleurs, que quand on qualifie un fait nouveau de *découverte*, ce n'est pas le fait lui-même qui constitue la découverte, mais bien l'idée nouvelle qui en dérive ; de même, quand un fait prouve, ce n'est point le fait lui-même qui donne la

preuve, mais seulement le rapport rationnel qui s'établit entre le phénomène et sa cause.» (ibid, p. 88)

Ainsi le fait ne vaut que par l'idée qui s'y rattache¹⁰. Si les faits sont les matériaux nécessaires, «c'est la théorie qui constitue et édifie véritablement la science» (ibid, p. 56).

Un fait n'a donc pas de valeur en lui-même, il n'est intrinsèquement porteur d'aucune information. Mais alors *quid* des premier et second principes qui veulent qu'un expérimentateur constate un fait avant que ce dernier ne fasse naître une idée dans son esprit ?

L'idée a priori

L'idée *a priori* ou l'idée préconçue, puisque les deux termes sont employés indifféremment, est donc un passage obligé, spontané, qui permet à l'expérimentateur de savoir ce qu'il cherche et de comprendre ce qu'il trouve. Pour dépasser l'empirisme, et l'accumulation des faits qui l'accompagne, le scientifique doit anticiper sa recherche par une "intuition", un "sentiment"¹¹. Mais cette capacité à l'intuition, à avoir des idées, hélas, ne s'apprend pas ; elle est le propre de chacun et aucune méthode ne parviendra à rendre inventif quelqu'un qui ne l'est pas. N'ayant jamais été en panne d'idées, le mystère de la création scientifique n'est pas le problème de Claude Bernard qui se déclare incompetent à le traiter. Seule l'intéresse la mise en acte rationnelle de cette idée et des productions qui en découlent.

Cette idée est donc une construction de l'esprit, une invention, ce qui lui confère deux caractéristiques essentielles : en tant que construction elle doit conserver jusqu'au bout son statut de conjecture, en tant que produit de l'esprit elle se doit d'être rationnelle.

3.3.3 - En résumé

S'il n'a pas résolu le problème séculaire de la genèse de la connaissance, de l'émergence de l'idée heuristique, Claude Bernard a grandement contribué à donner à la recherche expérimentale en biologie le cadre méthodologique qui lui faisait défaut.

Il affirme la primauté de l'idée sur le fait, seul moyen de construire un système explicatif rationnel. Si l'idée est le fondement du raisonnement expérimental, elle n'en n'est pas pour autant le socle immuable. Et le fait ne valant que par l'idée qui s'y rattache, l'un comme l'autre peuvent et doivent être systématiquement remis en cause. Bien avant Karl Popper, Claude Bernard érige donc la réfutation en règle méthodologique.

Cette recherche de réfutation d'une idée ou d'une hypothèse n'est rationnellement possible qu'en appliquant, de manière systématique, l'expérimentation témoin et la contre-épreuve.

¹⁰ou, comme le dit François Jacob : «Pour qu'un objet soit accessible à l'analyse, il ne suffit pas de l'apercevoir. Il faut encore qu'une théorie soit prête à l'accueillir.»(F. Jacob, p.24)

¹¹Anticipation sur la connaissance qui est une autre entorse aux canons du positivisme

Enfin, en reconnaissant volontiers ne pas avoir toujours trouvé ce qu'il cherchait, il affirme la règle d'anticipation. Un résultat expérimental ne vaut que relativement à ce que l'hypothèse avait laissé prévoir.

On peut maintenant lui reprocher sa référence aux faits qui peut paraître quasi obsessionnelle. Outre qu'elle est fréquemment tempérée par la mise en avant de l'idée et de l'hypothèse comme structures heuristiques, il faut également replacer l'*Introduction* dans son contexte historique et social. Georges Canguilhem montre bien comment Claude Bernard se trouvait en rupture avec une idée essentiellement descriptive de la médecine encore largement défendue au moment de la sortie de son livre. Compte tenu de l'importance que revêtait l'observation dans cette médecine descriptive, la référence aux faits était donc un passage obligé pour qui voulait convaincre que l'on pouvait en faire autre chose que des catalogues. Un savant, aussi prestigieux soit-il, doit parfois savoir composer avec son environnement social.

BIBLIOGRAPHIE**Epistémologie/ démarche expérimentale**

- BACHELARD G. (1938). La formation de l'esprit scientifique. Paris : Vrin.
- BACHELARD G. (1984). Le nouvel esprit scientifique. Paris : PUF.
- BACHELARD G. (1970). Le rationalisme appliqué. Paris : PUF.
- BERNARD C. (1865). Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Paris : Flammarion, 1984.
- BLANCHE R. (1969). La méthode expérimentale et la philosophie de la physique. Paris : Armand Colin.
- CANGUILHEM G. (1968). Etudes d'histoire et de philosophie des sciences, Vrin, Paris, 1979.
- CHALMER A. (1976). Qu'est-ce que la science ? Paris : Ed. La Découverte, 1988.
- CHALMER A. (1991). La fabrication de la science, Paris : Ed. La Découverte.
- JACOB F. (1970). La logique du vivant, Paris : Gallimard.
- KHUN T. (1970). La structure des révolutions scientifiques, Paris : Flammarion.
- LAKATOS I. (1984). Preuves et réfutations, Paris : Hermann.
- LATOUR B. (1989). La science en action, Paris : Ed. La Découverte.
- LATOUR B., WOOLGAR S. (1988). La vie de laboratoire, Paris : Ed. La Découverte.
- PICHOT A. (1980). Eléments pour une théorie de la biologie, Paris : Maloine.
- POPPER, K. (1959). La logique de la découverte scientifique. Paris : Payot, 1973.
- POPPER, K. (1963). Conjecture et réfutation. Paris : Payot, 1985.