

# Aspects historiques de la démarche scientifique

P. Schneeberger - IUFM d'Aquitaine

## BIBLIOGRAPHIE

- BACHELARD G. (1938), *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin, Paris,
- BALIBAR F. et PREVOT M.-L. (1995), *Pasteur Cahiers d'un savant*, Paris, CNRS, Editions Collection Manuscrits
- BERNARD C., *Introduction à la médecine expérimentale*, Paris, Flammarion, 1984.
- GRMEK M.(1991), *Claude Bernard et la méthode expérimentale*, Paris, Editions Payot
- JACOB F. (1987), *La statue intérieure*, Paris, O. Jacob
- LATOUR B., WOOLGAR S. (1988), *La vie de laboratoire*, Paris, Editions La Découverte.
- POPPER K.(1985), *Conjectures et réfutations*, Paris, Payot

Revue

Les cahiers de sciences et vie / Les grandes controverses

n°4 Pasteur. La tumultueuse naissance de la biologie moderne

# 1. Qu'est-ce qu'une expérience ?

- a) Expérience commune / langage courant
- b) Point de vue des empiristes : toute connaissance dérive de l'expérience au sens de "données des sens "
- c) **En science**, on parle d'expérimentation pour désigner un processus voulu et provoqué par l'expérimentateur pour vérifier ou infirmer une loi supposée vraie par lui ou pour mettre en évidence un phénomène.

A l'opposé de l'observation qui a un caractère passif, l'expérience en sciences a donc un **caractère actif, volontaire**.

*" Au lieu d'attendre que la nature nous donne des situations à observer, nous essayons d'en créer." (Carnap)*

## 2. Depuis quand fait-on des expériences ?

En biologie, on associe immédiatement l'idée de méthode expérimentale à **Claude Bernard** qui fut le premier à formaliser la démarche expérimentale dans l'Introduction à la médecine expérimentale.

*« L'expérimentateur se fait le contremaître de la nature, un inventeur de phénomènes. »*

### **3. Un « précurseur » de la méthode expérimentale :**

#### **Bacon (1561-1626)**

se démarque de la conception dominante des **scolastiques** qui pratiquent une science démonstrative en partant de postulats.

#### **Pensée de Bacon :**

La science se construit brique après brique, axiome de dernier ordre après axiome de dernier ordre, partant d'expériences pures pour atteindre un jour peut-être ces axiomes généralissimes qui seront le fruit de la connaissance.

## Une nouvelle manière de raisonner

- le raisonnement hypothético-déductif (hypothèse = conjecture)

→ rupture avec la déduction catégorique (hypothèse = postulat)

- le traitement mathématique du réel / approche quantitative

exemple de Harvey (1578-1657)

→ rupture avec l'approche descriptive

- l'appel à l'expérimentation : quitter la sphère spéculative pour entrer dans la pratique

→ courant des grands expérimentateurs (Réaumur, Spallanzani)

## 4. L'expérimentation comme méthode scientifique

Texte du 18ème siècle : Leçon inaugurale sur l'ablation de la rate des chiens et les enseignements à tirer de ces expériences (1735)

*« Il n'est pas étonnant que l'insatiable passion de connaître, armée de fer, se soit efforcée de se frayer un chemin jusqu'aux secrets de la nature (...) afin de s'assurer (...) de la fonction exacte de ce viscère (...) »*

*Ainsi on espérait pouvoir facilement observer, sur les chiens survivant à l'ablation de la rate, quelque phénomène au sujet duquel les mêmes observations seraient impossibles sur les autres animaux intacts et pourvus de ce même viscère. »*

## 4. L'expérimentation comme méthode scientifique

Claude Bernard : les 3 temps de l'expérimentation

« *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* » (1865)

*"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."*



Lapins soumis à un jeûne	Etapes successives
<p>« On apporta un jour dans mon laboratoire des lapins venant du marché et j'observai par hasard que leur urine était claire et acide » ... comme l'urine des carnivores</p>	<p>L'observation d'un fait qui pose problème</p>
<p>Lapins transformés en « véritables animaux carnivores vivant de leur propre sang »</p>	<p>Formulation d'une hypothèse = imaginer une explication</p>
<p>Donner de l'herbe à manger aux lapins → Urines devenues troubles et alcalines</p> <p>Lapins (les mêmes) soumis à l'abstinence → Urines redevenues claires et acides</p>	<p>Vérifier par l'expérience = confronter à la réalité Fournir un résultat qui serve de contrôle à l'hypothèse</p>
<p>Même expérience chez le cheval</p>	<p>Généralisation</p>
<p>« A jeûn, tous les animaux se nourrissent de viande »</p>	<p>Proposition générale</p>
<p>Nourrir des lapins avec du bœuf bouilli → Urines claires et acides → Observation des signes d'une bonne digestion</p>	<p>Contre-épreuve</p>

## Les ambiguïtés de l'œuvre de Claude Bernard

→ grande importance attribuée aux faits (attitude positiviste)

→ primauté des idées sur les faits :

*"Un fait n'est rien par lui-même, il ne vaut que par l'idée qui s'y rattache ou 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. "*

*"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."*

## Décalage entre pratique et description

Analyse des cahiers de laboratoire de C. Bernard (Mirko Grmek)

*"Souvent, entre les expériences, ou même pendant leur déroulement, Bernard note une idée, formule une hypothèse, projette une nouvelle expérience, pose des questions, donne une explication. Il s'interroge, il observe, il constate, il suppose ... Nous y rencontrons les hypothèses les plus hardies que Bernard n'aurait jamais osé rendre publiques, car il ne les formulait qu'en vue d'une éventuelle confirmation expérimentale. (...) Parfois, Bernard cueillait au vol une pensée et la fixait sur une feuille de papier, la première qu'il avait sous la main."*

*"Les raisonnements clairs et élégants des textes imprimés cachent une réalité complexe : cours tortueux des recherches, piétinements, échecs, éclairs de génie, que seul le témoignage des manuscrits nous fait maintenant entrevoir."*

Eloge de Pasteur :

*« On n'a rien écrit de plus lumineux, de plus complet, de plus profond sur les vrais principes de l'art si difficile de l'expérimentation. »*

Et pourtant ...

Aspect buissonnant de la recherche :

- Superposition de plusieurs réponses enchevêtrées.
- Cohabitation d'hypothèses fécondes et d'autres stériles, de bonnes et de mauvaises interprétations, de blocages

## 5. Le travail des historiens des sciences

### Deux exemples

- La génération spontanée
- La fonction glycogénique du foie

## • **La génération spontanée**

**Histoire d'une controverse de 1860 à 1864**

**deux savants aux présupposés différents : Pasteur et Pouchet**

Un duel conduit avec les mêmes armes : des expériences réalisées dans leurs laboratoires respectifs

Pour mettre fin à cette controverse, l'Académie des sciences nomme une commission chargée d'arbitrer.

→ Pasteur utilise de l'eau de levure sucrée portée à ébullition conservée dans des ballons scellés qu'il fait ouvrir en différents endroits.

→ Pouchet utilise des décoctions de foin.

Pouchet refait la même expérience dans les glaciers de la Maladetta à 3000m. Les flacons sont féconds à 100%.

Donc les expériences donnent raison à Pouchet.

Et pourtant la commission tranche en faveur de Pasteur et Pouchet capitule.

Le préjugé de Pasteur l'emporte contre l'évidence des faits.

## **Caractère public de la production du savoir**

Les savoirs scientifiques, à l'inverse des savoirs privés, doivent être soumis à la discussion publique.

Bachelard (1938) : "*Nous proposons de fonder l'objectivité sur le comportement d'autrui (...); toute doctrine de l'objectivité en vient toujours à soumettre la connaissance au contrôle d'autrui.*"

Popper (1985) : "*Une assertion, si réfutable qu'elle soit, n'est rien, d'un point de vue scientifique, si elle n'est pas rendue publique et largement débattue*"



## **Le travail de preuve intéresse une communauté de chercheurs**

Canguilhem (1983): *"L'union des "travailleurs de la preuve" telle est l'admirable formule par laquelle Bachelard enseigne que la science se fait en tant seulement qu'on y travaille ensemble à la preuve, mais qu'on y travaille ensemble la preuve."*

Pour Bachelard *"cette organisation de la production des concepts scientifiques ne se fait pas dans l'espace pur d'esprits éthérés. Elle se matérialise sous forme d'institutions, de rencontres, de colloques..."* Il s'est en effet constitué ce qu'il appelle une *"cité scientifique"* au sein de laquelle on échange des arguments, on produit de nouvelles données, on propose de nouvelles interprétations.

**Deuxième exemple :**

**la découverte de la fonction glycogénique du foie**

<b>Étapes successives</b>	<b>Exemple de la fonction glycogénique du foie</b>
L'observation d'un fait qui pose problème	Le taux de sucre dans le sang est constant quel que soit l'alimentation en sucre des lapins
Formulation d'une hypothèse = imaginer une explication	Un organe spécialisé emmagasine le sucre et le restitue sous une forme dérivée dans le sang au fur et à mesure des besoins
Vérifier par l'expérience = confronter à la réalité Fournir un résultat qui serve de contrôle à l'hypothèse	Prélèvements tout au long du circuit sanguin Différence dans le taux de sucre entre l'entrée et la sortie du foie Expérience du lavage du foie
Proposition générale	Le foie produit du sucre  P. Schneeberger - IUFM d'Aquitaine

## Le contexte historique

*"la théorie régnante à cette époque (...) admettait que le sucre qui existe chez les animaux provient exclusivement des aliments et que ce sucre se détruit dans l'organisme par des phénomènes de combustion, c'est-à-dire de respiration".*

Selon cette théorie, l'élaboration du sucre est un phénomène de synthèse végétale que l'animal ne saurait réaliser.

C. Bernard, se conformant d'abord à cette conception (ou à cet interdit) a donc recherché l'organe qui était à l'origine de la disparition du sucre apporté par l'alimentation (et non sa fabrication).

# Rôle de l'expérimentation

## dans le bouleversement des idées reçues.

Face à la répugnance de ses contemporains pour l'idée de *"croire que les animaux se donnent la peine de faire du sucre quand ils le trouvent tout fait dans les végétaux"*

C. Bernard rétorque qu'il lui *"répugne de croire que les animaux qui sont des êtres d'un ordre supérieur ne puissent pas faire ce que font les végétaux, qui sont d'un ordre inférieur"*

## **Idée d'obstacle épistémologique de Bachelard**

*« (...) c'est dans l'acte même de connaître, intimement, qu'apparaissent, par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles. »*

*« En fait on connaît contre une connaissances antérieure (...) »*

*« Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés. »*

Sorte de barrage qui se dresse dans l'esprit même

## Conclusion (1)

- non continuité entre observation de faits et élaboration de nouveaux savoirs : idée de rupture et donc audace
- diversité des fonctions de l'expérimentation :
  - mise à l'épreuve d'un modèle
  - confrontation des idées explicatives avec le réel
  - identification des modèles (quantification)
  - relevés descriptifs

## Conclusion (2)

- le processus réel de la découverte est un jeu continu d'actions et de rétroactions entre la pensée et l'observation, entre la théorie et la pratique.

- La nature de l'investigation empirique dépend du point de vue sur la connaissance : invention ou découverte