

CST 01

Epistémologie générale

Bruno Bachimont¹

¹Université de technologie de Compiègne
Costech

Février 2024

Plan

1 **Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?**

2 **Préambule : la science et l'écriture**

3 **Le rapport au réel**

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 **Le rapport à la connaissance**

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 **Les produits de la science**

6 **Quelques épistémologies régionales**

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 **Une synthèse originale : Bachelard**

8 **Histoire des sciences et évolution des sciences**

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Caractériser la science ? Comment la reconnaître ?

On peut définir la science est de manière normative ou descriptive :

normative : on définit la forme de savoir que *doit* être la science ; on y associe souvent un *principe de démarcation*, permettant de distinguer la science de ce qui n'en est pas ;

descriptive : on caractérise ce que l'on fait quand on fait de la science.

Si on se risque à caractériser (description) la science, on peut dire que la science :

établit des ponts entre ce qui relie les phénomènes d'une part, et les langages d'autre part.

La science articule un langage au monde, de manière à rendre intelligible (via un langage) ce qui arrive dans le monde (manifesté par des phénomènes qui se succèdent).

Différents langages : une pluralité épistémologique

Traditionnellement La science est le savoir de ce qui est ; la science est donc vraie dans la mesure où elle est conforme à ce qui est ; l'épistémologie est adossée à l'ontologie.

Problème : de quel réel veut-on parler ? A quelle ontologie doit-on confronter la science ?

Deux points de vue se distinguent :

- s'appuyer sur sa perception et rapport phénoménologique au monde, la langue donnant la grammaire de la sensation et sa structuration donnant la caractérisation du monde ;
- s'appuyer sur un autre rapport au monde, contournant notre rapport langagier et perceptif au monde pour lui substituer une autre structuration ou caractérisation.

Une première opposition

L'ontologie du sens commun : l'homme commun voit dans la table un objet plein et solide, ayant des rapports d'encombrement et de force avec son environnement ;

L'ontologie des sciences physiques modernes ne voit pas la table (elle n'existe pas dans cette ontologie), mais un ensemble de particules tenues par des forces et occupant un espace plus fait de vide que de plein.

Laquelle est plus vraie que l'autre ? A laquelle faut-il / peut-on faire confiance ?

Une seconde opposition

On peut donc élaborer des sciences fondamentalement distinctes :

Une science < **phénoménologique** > : c'est la science antique et médiévale, notamment la science aristotélicienne ; elle repose sur le rapport au monde via la perception structurée par le langage ;

Exemple : on suit les termes de la *langue* naturelle pour classer les objets du monde (Adieu, veaux, vaches, cochons...).

Une science < **abstraite** > contournant la médiation du langage et fondée sur l'expérimentation et le calcul ; c'est la science moderne. On idéalise un phénomène, rapporté à sa mesure, via les lois formelles qui décrivent l'évolution de ces mesures

Exemple : un mobile est abstrait à son centre de masse que l'on réduit à une masse et une position). On invente un *langage* formel pour décrire ces mesures.

Deux instances remarquables

Pour la science antique, on a un réalisme du langage et de la perception ; ce que je vois est ce qui est, et les propositions exprimant cette perception ont une structure reflétant les structures du réel :

- *Aristote est mortel* : on a donc une substance, Aristote, qui possède le propriété de mortalité ;
- *L'homme est un animal, l'animal est vivant*, j'en déduis avec vérité que *l'homme est vivant*.

La grammaire, la logique sont donc les outils principaux pour construire et mener une compréhension scientifique du monde.

Pour la science moderne, on a un nominalisme :

- les entités linguistiques ne renvoient à rien de réel, ce ne sont que des conventions et des signes plus ou moins arbitraires.
- Le monde se décrit autrement, par la mesure et le calcul.

La science moderne repose donc sur l'expérimentation et la mathématisation.

Langues et langages

Un distinction :

Les langues sont les langues naturelles, telles qu'elles sont parlées ; ensemble des énoncés effectivement proférés (le français, l'anglais, l'allemand, etc.).

La langue est l'abstraction d'une langue naturelle qui en explicite les règles et les structures (la langue française, la langue anglaise, etc.).

Le langage est une faculté (tout humain peut parler) ou un principe commun partagé par toutes les langues empiriques (l'origine du langage, l'apprentissage du langage chez les enfants, etc.).

Les langages sont des écritures conventionnelles permettant d'exprimer un type de rapport (langage mathématique, langages de programmation, etc.)

Notre rationalité scientifique s'est édifiée en articulant voire opposant les langues naturelles aux langages formels pour exprimer les phénomènes. Mais dans les deux cas, la possibilité de construire une science à partir des langues ou langages reposent sur une condition : l'écriture. Il faut savoir écrire pour constituer ce type de savoir qu'on appelle science.

Les cultures orales ont donc des savoirs, mais pas de sciences comme telles, c'est-à-dire des savoirs qui se distinguent des pratiques qui les mettent en oeuvre : différence entre l'arpentage et la géométrie.

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

La notion de cosmos

Mot grec *Kosmos* : signifie l'ordre, la parure, l'ornement. Il désigne la beauté issue de l'ordre et de l'ornement. A donné dans le français moderne « cosmétique ». Une semblable étymologie paraît à l'origine de monde, *mundus* : mot latin qui signifie primitivement « toilette, parure de la femme » dont le sens « cosmologique » a été tiré par le parallélisme avec le grec.

Ce que les grecs appellent kosmos, nous l'appelons mundus à cause de son élégance parfaite et sans défaut. Pline l'Ancien.

- Héraclite fut le premier à utiliser le terme dans son acception cosmologique : « Ce monde (*kosmon*), le même pour tous, ce n'est ni un des dieux, ni un des hommes qui l'a fait, mais toujours il était, il est, il sera : feu toujours vivant, s'allumant et s'éteignant en mesure. »
- C'est Platon qui consacre cet usage, en particulier dans le *Timée* : la réalité est un tout ordonné, à la fois beau et bon.

Au même moment...

La Grèce antique connaissait une révolution technologique majeure : l'**écriture alphabétique** ;

- l'écriture devient une **écriture de sons** (sonogrammes), où tous les sons sont représentés, non seulement les consonnes mais aussi les voyelles (contrairement à l'alphabet hébreux par exemple).
- cela succède aux écritures logographiques (**écriture de mots**), en particulier les écritures syllabiques, à la suite des **écritures pictographiques** ou **idéographiques**.

Cette écriture entraîne des conséquences particulières :

- l'écriture n'est plus réservée à une caste (les scribes), car la pratiquer n'implique plus d'en faire son métier du fait de sa difficulté ;
- on peut savoir écrire, et avoir un autre métier, et s'adonner à d'autres activités ;
- on peut donc écrire et étudier le monde.

Comment voit-on le monde quand on sait écrire ?

Écriture et Parole

Problème : l'écriture est-elle seulement la transcription de la parole ?

Constat : l'écriture possède deux fonctions principales ;

- **le stockage** : l'écriture permet d'enregistrement un contenu et ainsi de communiquer à travers le temps et l'espace ; cette fonction peut se partager avec d'autres moyens d'enregistrement : l'enregistrement sonore de la parole.
- **le passage de l'auditif au visuel** : l'écriture permet d'examiner autrement le contenu, de l'agencer et de le réarranger autrement. En particulier, l'écrit permet de *découper* et d'*isoler* des unités dans le contenu. **L'écrit permet de *décontextualiser*, de *délinéariser* le flux temporel de l'auditif.**

Conséquence : l'écrit modifie le rapport au contenu : *il est autonome par rapport à l'oral* :

- l'écrit peut subsister indépendamment de toute oralité : e.g. le latin savant ;
- l'écrit modifie la manière de parler ;

si l'écrit est autonome, n'implique-t-il pas des rapports cognitifs spécifiques, différents de la langue parlée ?

Ce que fait l'écriture à la pensée

Ce que fait l'enregistrement qu'est l'écriture à la parole :

- Passage de l'oral, temporel et successif, à l'écrit, spatial et permanent ;
- L'écrit permet la **synopsis** (voir ensemble) du discours en le posant, le **syn-thétisant** (poser ensemble) dans un même espace
- L'ordre et le rythme de la lecture sont indépendant de ceux du discours.

Nouvelles possibilités

- Créer un ordre arbitrairement différent de celui du discours oral
- Voir des rapports spatiaux qui n'étaient pas audibles, penser à travers ces rapports ce qui n'était pas pensable par l'ordre oral.

Un exemple : la grammaire

Grammaire :

- instrument décrivant la structure d'une langue s'appuyant sur son objectivation par l'écriture (il n'y a pas de grammaire oral, mais des grammaires de l'oral depuis qu'on sait l'enregistrer).
- Repose sur la possibilité de comparer et structurer les éléments du discours indépendamment de l'ordre du discours

Exemple : Repérer les mots possédant les mêmes radicaux pour les rassembler en conjugaison

Grammaire et raison graphique - 1

Je **parle** même si certains parlent aussi entre eux, mais nous parlerons ensemble lors de la discussion.



Parl - e

Grammaire et raison graphique - 2

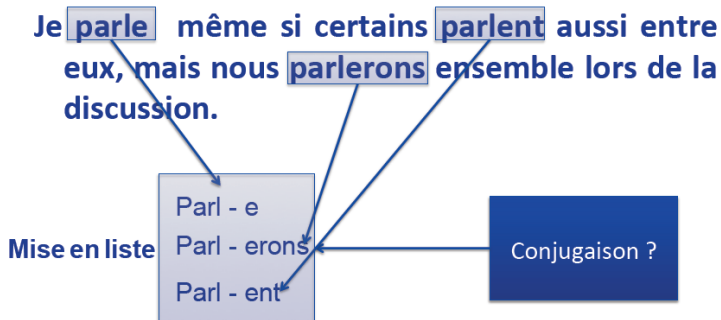
Je **parle** même si certains **parlent** aussi entre eux, mais nous **parlerons** ensemble lors de la discussion.

Parl - e

Parl - erons

Parl - ent

Grammaire et raison graphique - 3



Écriture et raison classificatoire

L'écriture permet de construire des structures fondamentales :

la liste : ordre spatial entre différentes unités, permettant plusieurs lectures possibles.

La liste est apparue pour inventorier des objets, des actions, mais aussi des mots. L'écriture de mots a permis d'entamer une réflexion sur les mots, car elle les objective.

le tableau : disposition spatiale où les rapports topologiques sont vecteurs de sens.

la formule : énoncé dont l'intelligibilité est purement écrite et ne peut se dire oralement.

Ces structures permettent la fonction conceptuelle de classement :

- la liste permet de ranger des unités par catégories ;
- le tableau permet de définir des systèmes de catégories ;
- la formule permet d'établir des rapports formels entre catégories.

Liste et catégorisation

UTILE

- Une valise pour bébé
- Des vêtements confortables
- Des coussinets d'allaitement
- Poussette et/ou porte bébé
- Robot cuiseur mixeur
- Kit biberons ou allaitement
- Chaise haute
- Table à langer
- Baignoire
- Berceau et/ou lit
- Armoire ou commode
- 2 à 3 gigoteuses
- Bon tapis d'éveil (épais)
- Sac à langer

FUTILE

- Transat de bain
- Chauffe biberon
- Stérilisateur biberons
- Cale bébé
- Coussin anti tête plate
- Parc
- Trotteur
- Humidificateur d'air
- Pèse bébé
- Poubelle à couches

POURQUOI PAS

- Lit parapluie
- Thermomètre de bain
- Mouche bébé
- Eponge naturelle
- Babyphone
- Matelas style Cocoonababy
- Transat
- Pousseur
- Mobile, veilleuse
- Tour de lit

This Year's Resolutions:

- Stop smoking.
- Stop drinking.
- Find inner poise.
- Go to the gym three times a week.
- Don't flirt with boss.
- Reduce thighs.
- Learn to love thighs.
- Forget about thighs.
- Stop making lists.



Tableau et systématisation

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

The image shows a standard periodic table of elements. It is organized into groups (vertical columns) and periods (horizontal rows). The groups are labeled with Roman numerals I through 10, and the periods are labeled with numbers 1 through 7. The elements are arranged in order of increasing atomic number from top-left to bottom-right. The table includes element symbols, names, and atomic numbers. For example, Hydrogen (H) is at the top left, and Helium (He) is at the top right. The table also includes some special groups like Lanthanides and Actinides at the bottom.

Tableau de Mendeleiev.

CAROLI LINNÆI REGNUM VEGETABLE

The image shows an open book with two pages. The left page is titled 'CAROLI LINNÆI' and the right page is titled 'REGNUM VEGETABLE'. The pages contain a detailed classification of plants, organized into a grid-like structure. The columns represent different levels of classification, such as Kingdom, Class, Order, Genus, and Species. The rows list various plant species, with their names written in Latin. The text is dense and handwritten, typical of an 18th-century scientific work.

Classification de Linné.

Formule et formalisation

$$(u+v)' = u' + v'$$

$$(ku)' = ku' \quad k \text{ étant une constante}$$

$$(uv)' = u'v + uv'$$

$$(u^n)' = nu'u^{n-1} \quad (n \in \mathbb{N}^*)$$

$$\left(\frac{1}{u}\right)' = -\frac{u'}{u^2}$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \left(\frac{u'v - uv'}{v^2}\right)$$

$$(v \circ u)' = (v' \circ u)u'$$

$$(e^u)' = u'e^u$$

$$(\ln u)' = u'/u$$

Goody et la tomate

« Mais un problème du genre : la tomate est-elle un fruit ou un légume ? ne rime absolument à rien dans un contexte oral ; il est même d'un intérêt douteux pour la plupart d'entre nous, mais il peut se révéler décisif quant aux progrès de nos connaissances systématiques concernant la classification et l'évolution des espèces naturelles. C'est ce genre de problèmes qu'engendrent les listes écrites. [...] On pourrait dire qu'est à l'œuvre ici un processus d'hyper-généralisation, dont on voit très clairement comment il opère. Dans le discours oral, il est parfaitement possible de traiter la « rosée » dans un certain contexte comme une chose terrestre et dans un autre comme une chose céleste. Mais, quand il faut lui assigner sa place dans un sous-ensemble d'une liste ou dans une colonne d'un tableau, on est alors contraint de choisir entre deux solutions : il faut la mettre soit dans les rangées du bas, soit dans celles du haut, soit dans la colonne de gauche, soit dans celle de droite. Le seul fait d'avoir à insérer cet élément dans une liste tout à fait détachée du contexte parlé ordinaire confère au choix retenu une généralité qu'il n'aurait pas autrement. » p. 187, Goody *la raison graphique*

De l'écriture à la logique

« Comme la langue implique nécessairement espacement et ponctuation, on peut dire, avec Derrida, qu'elle est toujours déjà à cet égard une écriture et que les jeux écrits en révèlent la nature plus qu'ils ne la pervertissent. Mais l'important pour Goody n'est pas seulement que l'écriture rende visible, « matérialise », l'articulation inhérente à la langue, c'est aussi que la projection graphique permette d'agencer les significations tout autrement, dans un espace bidimensionnel. La notion saussurienne de linéarité du signifiant est une métaphore graphique dont il faut tirer toutes les conséquences. D'une part, la ligne écrite ne « représente » que fort mal la chaîne temporelle selon laquelle s'ordonnent nécessairement les éléments parlés ; le texte ne connaît pas cette contrainte : qui « lit un livre comme il écoute un discours » ?

...

Écriture et Parole

...

D'autre part, la linéarité graphique est double, autant verticale et horizontale. Et c'est pourquoi Goody centre délibérément son analyse des processus écrits de la connaissance sur ces techniques purement graphiques et totalement dissociées de l'énonciation orale que sont la liste et le tableau. Il ne s'agit pas de simples modes de présentation du savoir, mais bien de matrices formelles qui en déterminent partiellement le contenu. Cette mise en ordre a sa dynamique propre : dans le tableau, chaque élément se voit assigner une place et une seule et il ne doit pas y avoir de case vide. La symétrie impose ses propres effets de pensée : entre les termes mis en colonne, la relation tend à n'être que de contradiction ou d'équivalence. Il y a une raison ou une logique (la Logique ?) graphiques. »

Préface des traducteurs, dans *La raison graphique*, Jack Goody,

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme

- Le phénoménisme

- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme

- L'empirisme

- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique

- Les sciences humaines et sociales

- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

La question du réel

Une question essentielle que se pose tout scientifique est de savoir à quoi correspondent les théories qu'il échafaude : sont-elles des descriptions de ce qui existent, en toute transparence, sont-elles des fictions utiles et pratiques ? Les points de vue sont diversifiés.

La question de la réalité en science reprend la question du réalisme en philosophie :

Le réalisme, dit ici métaphysique, soutient que la réalité existe en soi, indépendamment de mon interaction avec elle.

L'idéalisme est la vision contraire, et soutient que le monde est une construction, de mon esprit.

Le scientifique reprend cette question en la transformant :

Réalisme essentialiste : le monde existe et la connaissance que j'en ai est le reflet, la description fidèle de ce monde. Le réalisme scientifique considère qu'une théorie est vraie quand elle correspond à la réalité.

Instrumentalisme : la science rassemble des constructions commodes pour organiser, systématiser les phénomènes. Les théories et les concepts d'objets scientifiques sont des fictions utiles pour organiser les connaissances.

Réalisme et vérité

Le premier clivage oppose donc les **théories - reflets** aux **théories - outils** :

- les premières décrivent le réel, découvrent ce qui était déjà là, une théorie vraie est vraie dans l'absolu (elle a toujours été vraie sans attendre son élaboration) ; une théorie a toujours été fausse ou vraie, elle peut simplement avoir été crue vraie ou fausse à tort ou à raison à un moment donné et changé dans la croyance qu'on en a, mais non dans sa vérité ;
- les premières organisent les phénomènes : les objets scientifiques ne préexistent pas à la théorie mais en résultent ; une théorie devient vraie lorsqu'on s'accorde à l'utiliser pour organiser les connaissances, non en fonction de l'état du monde.

Réalisme et réalité

Les positions de réalisme scientifique ou d'instrumentalisme ont certaines conséquences :

- le réaliste scientifique soutient nécessairement un réalisme métaphysique : non seulement la réalité existe, mais ma théorie en est la transcription fidèle. De ce fait, la science est forcément *unique*.
- l'instrumentalisme peut être réaliste ou idéaliste : s'il est réaliste, son instrumentalisme le contraint à dire qu'il n'y a pas de correspondance entre sa théorie et la réalité qui cependant existe bien. Souvent l'instrumentalisme adopte une forme de réalisme qui se traduit par le fait que la théorie ne peut être quelconque et qu'elle est contrainte par la réalité, même si son image est construite par la science et non découverte.

La science peut être plurielle : plusieurs théories peuvent être contradictoires entre elles et parfaitement justifiées et légitimes.

Valeur de la science

Selon sa position, comment valider la vérité d'un énoncé, ou du moins sa scientificité ?

Argument classique : l'efficacité prédictive d'une théorie est la preuve de sa vérité ou de sa valeur.

Contre argument :

- 1 l'histoire des sciences regorgent de théories efficaces prédictivement mais considérées comme fausses.... Par exemple l'astronomie ptolémaïque.
- 2 Dans une même période, certaines théories sont incompatibles mais avec le même pouvoir prédictif.

finalement... l'efficacité prédictive ne permet pas de déduire la vérité d'une théorie.

Les instrumentalistes s'accomodent assez bien de cette situation, plus douloureuse pour les réalistes.

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

● Le réalisme

● **Le phénoménisme**

● Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

● Le rationalisme

● L'empirisme

● L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

● Les mathématiques et la logique

● Les sciences humaines et sociales

● L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Le phénoménisme

Cette posture épistémologique est très liée à la philosophie de Ernst Mach, qu'on reverra avec le Cercle de Vienne mais pas seulement. Elle consiste dans les thèses suivantes :

- 1 Lorsque tout repose sur les sensations, il s'agit de sensualisme. Les mots de la langue, les concepts de la science ne sont que des labels sur ces complexes de sensations : Thé = chaud + coloré + étrange. Professeur = apparence d'humain + comportement inhumain, etc.
- 2 Lorsque tout repose sur des énoncés d'observation, il s'agit de physicalisme. Les énoncés scientifiques sont des constructions à partir des énoncés d'observation qui les organisent sans rien n'y ajouter.

Le principe est donc de s'en tenir strictement à ce que donne l'expérience, sans aller au delà.

Phénoménisme et antiréalisme

Le phénoménisme se réduit souvent à ne considérer comme réels seulement les phénomènes, les sensations, le reste étant des constructions. Le phénoménisme est une forme d'antiréalisme :

Les notions abstraites qui constituent l'outillage de la physique, les concepts de masse, force, atome, qui n'ont pas d'autre rôle que de rappeler les expériences systématisées dans un but d'économie, sont dotés par la plupart des investigateurs de la nature d'une existence réelle, en dehors de la pensée. Bien plus, on en arrive à croire que ces masses et ces forces sont les choses essentielles à rechercher [...]. L'homme qui ne connaîtrait l'univers que par le théâtre, et qui viendrait à découvrir les trucs et les machinations de la scène, pourrait penser que l'univers réel a aussi des ficelles et qu'il suffirait de les trouver pour acquérir la connaissance ultime de toutes choses. Nous ne devons [...] pas considérer comme bases de l'univers réel des moyens intellectuels auxiliaires dont nous nous servons pour la représentation du monde sur la scène de la pensée.

Ernst Mach, *La mécanique, exposé critique et historique de son développement.*

Phénoménisme et réalité

Cependant, le phénoménisme est compatible avec une forme de réalisme :

- le phénoménisme nie le réalisme essentiel : les objets construits sont des instruments organisant les sensations ou les énoncés d'observation.
- il est compatible avec un réalisme sous jacent où la réalité comme telle reste inconnaissable, mais elle s'exprime à travers les phénomènes qu'elle contraint dans leur manifestation et organisation.

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 **Le rapport au réel**

- Le réalisme

- Le phénoménisme

- **Le conventionnalisme**

4 **Le rapport à la connaissance**

- Le rationalisme

- L'empirisme

- L'herméneutique

5 **Les produits de la science**

6 **Quelques épistémologies régionales**

- Les mathématiques et la logique

- Les sciences humaines et sociales

- L'histoire

7 **Une synthèse originale : Bachelard**

8 **Histoire des sciences et évolution des sciences**

Le conventionnalisme de Poincaré

Henri Poincaré, mathématicien et physicien, propose un point de vue original sur les lois scientifiques :

- les lois sont des conventions permettant de décrire les phénomènes et leur comportement ;
- ce sont des conventions car elles sont non nécessaires, elles ne sont pas imposées par l'ordre des choses, on aurait pu choisir une autre convention ;
- elles ne sont pas pour autant arbitraires, car elles sont motivées, pour leur cohérence, efficacité prédictive, commodité d'utilisation.

Le conventionnalisme n'est pas radical, dans la mesure où cette posture est intenable et autocontradictoire :

- tous les discours se vaudraient, y compris les discours de fictions, n'importe quelles productions linguistiques ;
- le conventionnalisme radical ne permet pas d'expliquer que certaines conventions peuvent être écartées par les faits observés.

La science et l'hypothèse

Les énoncés géométriques ne sont pas des énoncés a priori ni des faits expérimentaux. Ce sont seulement des conventions. En conséquence [...] que doit-on penser de la question : est-ce que la géométrie euclidienne est vraie ? Elle n'a aucun sens. Une géométrie ne peut pas être plus vraie qu'une autre. Elle peut simplement être plus commode.

La science et l'hypothèse, Henri Poincaré, 1902.

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 **Le rapport à la connaissance**

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 **Le rapport à la connaissance**

- **Le rationalisme**
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Les thèses du rationalisme

- Toute connaissance vient de la raison.
- Les sens donnent une vue confuse et provisoire de la réalité des choses.
- Notre perception peut nous duper tandis que le raisonnement pur conduit de façon sûre à des connaissances valides.
- Toute science s'appuyant sur l'observation (médecine, astronomie, physique) est douteuse, tandis que les sciences qui procèdent de la pure déduction sont certaines et indubitables (géométrie, logique).

Conséquences :

- Le mode de raisonnement privilégié est la déduction : le raisonnement est le gage de la véracité de la conclusion.
- On a besoin de principes premiers à partir desquels fonder toutes les inférences : des axiomes, des règles de raisonnement (modus ponens, modus tollens, etc.)

Connaissance et opinion

Une connaissance n'est pas la constatation d'un fait avéré, mais son explication en raison : la connaissance n'est pas une opinion vraie, mais une formulation justifiée et fondée en raison :

*THÉÉTÈTE – J'ai moi-même, Socrate, entendu quelqu'un faire cette distinction ; je l'avais oubliée, mais elle me revient à présent. Il disait que l'opinion vraie accompagnée de raison est science, mais que, dépourvue de raison, elle est en dehors de la science, et que les choses dont on ne peut rendre raison sont inconnaissables, c'est le mot qu'il employait, et celles dont on peut rendre raison, connaitissables.
(Platon, Théétète).*

Une opinion justifiée est-elle une connaissance ?

Question :

- toute connaissance est une croyance / opinion justifiée : l'opinion justifiée est une condition nécessaire à la connaissance.
- mais est-ce que toute opinion justifiée est une connaissance ? l'opinion justifiée est-elle une condition suffisante ?

Une horloge est en panne. Elle s'est arrêtée il y a plusieurs jours à midi. Supposons que j'entre dans la salle où se trouve l'horloge à midi très exactement. Je regarde cette horloge qui ne fonctionne pas et forme la croyance qu'il est midi sur la base de l'horloge que je vois. J'ai donc une croyance vraie (il est véritablement midi) et ma croyance est justifiée (je m'appuie sur l'horloge, d'une manière générale on a toutes les raisons de se fier à une horloge). Pourtant, je ne sais pas qu'il est midi. Si j'avais regardé l'heure un peu plus tôt ou un peu plus tard, j'aurais acquis une fausse croyance. Ma croyance n'était pas fiable.

Bertrand Russell (1948), Human Knowledge

Un trilemme

L'infinitisme : On ne s'arrête jamais. Mais il semble douteux qu'un sujet possède une infinité de connaissances.

Le fondationnalisme : On s'arrête à un moment. Mais alors on est dogmatique : on considère que certaines connaissances n'ont pas à être justifiées.

- Le dogme de l'expérience : les faits sont des absolus, à partir on induit une connaissance révisable.
- Le dogme des vérités de raison : des règles ou lois sont absolues (principes d'identité, de causalité, etc.).

Le cohérentisme / l'herméneutique : On retombe au bout d'un moment sur notre croyance de départ. mais alors la justification est circulaire. Exemple : Smith croit que

① Brown est honnête

parce qu'il croit que

② Jones est honnête et

③ Jones lui a juré que Brown était honnête.

Et Smith croit que Jones est honnête parce qu'il croit que

④ Brown est honnête

⑤ Brown lui a juré que Jones était honnête.

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 **Le rapport à la connaissance**

- Le rationalisme
- **L'empirisme**
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Les thèses de l'empirisme

- Tout ce que l'esprit humain connaît lui vient de l'extérieur (expérience sensible).
- Nos connaissances ne sont pas innées mais acquises grâce à nos expériences sensorielles (\neq Théories des idées de Platon).
- L'empirisme est le fondement de la démarche expérimentale : le scientifique n'a accès à la réalité que par l'intermédiaire de l'observation et de l'expérience. L'observation fournit une base sûre et objective à partir de laquelle peuvent être extraites des vérités / lois générales.

Conséquences :

- Le mode de raisonnement privilégié est l'induction : l'expérience permet d'observer les faits et d'induire le général, la connaissance ;
- Le problème est de fonder la vérité du général sur la vérité du particulier (cf. infra, Popper et le falsificationnisme).

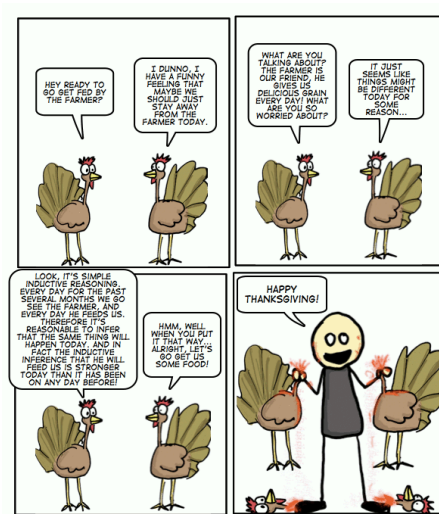
Une fin de non recevoir : le scepticisme

- Le scepticisme est un mouvement philosophique qui ne croit pas en la possibilité d'atteindre avec certitude la connaissance et la vérité.
- La vérité n'existe pas, ou il est impossible de l'atteindre.

Conséquences :

- Le scepticisme est contradictoire : Affirmer que « rien n'est vrai » c'est affirmer que nous avons alors une certitude : que cet énoncé est vrai
- Le scepticisme peut se rapporter à une simple suspension du jugement, c'est-à-dire le refus de paraphraser le monde par le/un langage : le scepticisme ne renonce pas à la vérité comme telle, mais à sa formulation.
- Il reste alors l'action : le vrai est dans l'action, et dans la bonne action. Mais en pratique, la pratique peut-elle renoncer au langage ? Agir, c'est en effet se comporter selon des raisons, c'est-à-dire un discours justifiant le comportement.

Critique de l'empirisme : La dinde de Russell



Critique de l'empirisme : Vénus

Les énoncés d'observation s'appuient sur des théories et sont donc faillibles.

Chalmers (p. 65) :

- Du temps de Copernic (avant la lunette), on considérait comme une observation établie de tous temps que la taille apparente de Vénus ne change pas au cours de l'année.
- Cet énoncé s'appuie sur la théorie, fautive, que l'œil évalue correctement la dimension des petites sources lumineuses.



Critique de l'empirisme : faire des expériences, mais lesquelles ?

Chalmers (p. 68) :

- En 1888, Hertz effectue l'expérience qui lui permet d'être le premier à détecter les ondes radio.
- S'il avait été un pur inductiviste, il aurait dû refaire son expérience en faisant varier une infinité de paramètres, y compris, la couleur de ses chaussures, le jour de la semaine, la dimension du laboratoire . . .
- En fait, Hertz testait la théorie de Maxwell qui prédisait que les ondes radio se déplaçaient à la vitesse de la lumière. Or plusieurs mesures de Hertz aboutirent à un résultat différent . . . Les ondes radio se réfléchissaient sur les murs du laboratoire et brouillaient les mesures. Un paramètre « hors-sujet » est en fait essentiel.

Faire varier les conditions expérimentales suppose aussi une théorie

Aparté : les 3 formes d'inférences (Peirce)

Tous les grains du sac sont noirs

Ces grains
viennent du sac

Donc ils sont noirs



Déduction



Il y a des grains dans ce sac

Ces grains
viennent du sac

Donc tous les grains du sac sont noirs



Induction



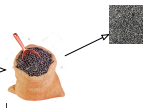
Tous les grains du sac sont noirs

il y des grains noirs à
côté du sac

Donc ces grains viennent du sac



Abduction



Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 **Le rapport à la connaissance**

- Le rationalisme
- L'empirisme
- **L'herméneutique**

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Les thèses de l'herméneutique

- Toute formulation exige pour sa compréhension d'être reformulée et explicitée en d'autres formulation ;
- La compréhension est alors circulaire : le cercle herméneutique.
- La science est-elle forcément herméneutique ou circulaire ?
 - Oui :** si la science s'exprime dans un langage qui est son propre méta-langage (par exemple la langue naturelle), elle est herméneutique.
 - Non :** si on établit une distinction entre le méta-langage, et le langage objet, la science s'exprime dans le langage objet et n'est pas alors circulaire ; on peut en faire l'exposé systématique et axiomatisé ; mais elle ne peut tout dire, elle est incomplète.

Conséquences :

- les sciences étudiant les phénomènes humains s'appuient sur la langue naturelle car les humains sont à la fois sujets et objets des expériences : on modifie son comportement quand on se sait observé.
- les sciences étudiant les phénomènes naturels établissent une distinction entre le phénomène observé (langage objet) et l'observateur (méta-langage). Mais cette distinction devient délicate quand on reconnaît une interaction observateur / observé : cf. Physique quantique.

La tradition herméneutique

Plusieurs époques :

L'interprétation des textes : comprendre le sens des passages obscurs, ou trouver le sens caché (cf. hermétique = sens obscur). Chladénius (17e siècle) dit : « interpréter, ce n'est rien d'autre que de fournir les concepts qui sont nécessaires à l'intelligence complète d'un passage » (*Einleitung zur richtigen Auslegung vernünftiger Reden und Schriften*).

Un paradigme pour la compréhension : Schleiermacher fait de l'herméneutique le principe de base de toute compréhension ; par défaut, on ne comprend pas un texte, il faut le traduire dans ses propres termes pour le comprendre. Tout est caché et obscur, il faut donc tout traduire.

Un paradigme philosophique : avec Heidegger, l'existence elle-même devient herméneutique ; l'être humain, le *Dasein*, est là où l'Être s'exprime et se manifeste. Exister, c'est s'interpréter comme un Être qui s'exprime de manière détournée à travers la condition humaine, seule condition cependant ayant conscience de son être, pour laquelle « il en va de son être ».

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Théorie, loi, modèle

- Théorie :** elle se définit autour d'un secteur du réel, caractérisé par un objet empirique souvent vague : le mouvement, la chaleur, la vie etc. Ces objets sont ensuite idéalisés et formalisés par les lois élaborées par la théorie et qui la constituent.
- Loi :** c'est l'expression idéalisée et formalisée d'un rapport universel et nécessaires entre phénomènes. Les phénomènes sont des données ou faits établis selon les standards de la théorie (un objet physique est rapporté à un point et une masse associée par exemple). La loi, comme la gravitation universelle, s'applique toujours et partout dès lors que sont constatés les phénomènes sur lesquelles elle porte.
- Modèle :** représentation d'un objet concret ou d'une situation singulière. Le modèle est une approximation croisant différentes lois, relevant de plusieurs disciplines. Il a pour but de tenir lieu, de pouvoir remplacer l'objet ou la situation qu'il représente. L'objectif est de pouvoir expérimenter le modèle (simulation) plutôt que le réel lui-même car il en retient les principes fonctionnels essentiels.

Lois

Domaine	Phénomènes considérés	Statut de la variation non légalement prévue
Physique	Mesures approximant des phénomènes idéalisés de la nature	Erreur de mesure : l'expérimentation doit être refaite. Réfutation : la loi doit être révisée
Biologie	Mesures approximant des phénomènes concrets rencontrés dans des systèmes vivants	Erreur : la loi repose sur des mécanismes dont le fonctionnement « normal » prescrit des résultats nécessaires, mais dont la mise en œuvre peut connaître des erreurs.
Droit	Faits imputés à des agents humains	Infraction : la loi doit être confrontée aux circonstances et aux lois ou principes
Sociologie	Faits collectifs	Écart : l'individu est décrit dans son écart à la norme ou la loi, non pour réviser la seconde ou juger le premier, mais pour en rendre compte en tant qu'individu. Mais la loi doit être révisée quand les écarts dans leur multiplicité réfutent le caractère typique qu'elle prédit.

Modèles

Deux enjeux :

Validité du modèle : le modèle doit être calibré pour définir les paramètres de son fonctionnement et établir son périmètre de validité.

Finalité du modèle : un modèle peut avoir une finalité cognitive (on se représente et on simule un objet pour comprendre les interactions), ou prédictive. Dans ce cas, on peut avoir ;

- une finalité de conception
- une finalité de diagnostic
- une finalité décisionnelle

Modèle et calcul

Les modèles sont opérationnalisés par le calcul. On construit alors deux types de modèles :

Modèles de théorie : ce sont des modèles établis à partir de théories et de leurs lois ; le modèle computationnel opérationnalise le modèle établi et approxime au niveau du calcul les approximations théoriques faites par le modèle.

Modèles de données : ce sont des modèles construits à partir des données et des corrélations établies par leur moyen. Le modèle n'implémente aucune théorie sinon les théories formelles de calcul, mais ne fait pas d'hypothèse sur monde. Il propose des abstractions des données.

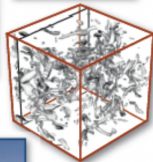
Modèle de données : le 4e paradigme

Science Paradigms

- Thousand years ago:
science was **empirical**
describing natural phenomena
- Last few hundred years:
theoretical branch
using models, generalizations
- Last few decades:
a **computational** branch
simulating complex phenomena
- Today: **data exploration** (eScience)
unify theory, experiment, and simulation
 - Data captured by instruments
or generated by simulator
 - Processed by software
 - Information/knowledge stored in computer
 - Scientist analyzes database/files
using data management and statistics



$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{4\pi G\rho}{3} - K\frac{c^2}{a^2}$$



X-info

X-Info

- The evolution of X-Info and Comp-X for each discipline X
- How to codify and represent our knowledge



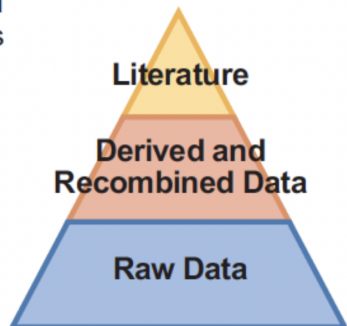
The Generic Problems

- Data ingest
- Managing a petabyte
- Common schema
- How to organize it
- How to reorganize it
- How to share it with others
- Query and Vis tools
- Building and executing models
- Integrating data and literature
- Documenting experiments
- Curation and long-term preservation

Toute la science reconstruite

All Scientific Data Online

- Many disciplines overlap and use data from other sciences
- Internet can unify all literature and data
- Go from literature to computation to data back to literature
- Information at your fingertips for everyone-everywhere
- Increase Scientific Information Velocity
- Huge increase in Science Productivity



Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 **Quelques épistémologies régionales**

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 **Quelques épistémologies régionales**

- **Les mathématiques et la logique**
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Le problème des mathématiques

Les mathématiques posent plusieurs difficultés :

- elles ne sont pas d'origine empirique, car l'expérience ne permet pas de démontrer un théorème. Si l'expérience permet d'imaginer un objet mathématique et se le représenter, ce dernier n'acquiert une consistance que si il est soumis à la définition et démonstration.
- Elles ne sont pas de pures constructions mentales, car on ne peut dire n'importe quoi et soumettre les objets mathématiques à l'arbitraire de la pensée : les objets mathématiques résistent et donc ils consistent ;

Mais si les mathématiques ne sont ni dans le monde (origine empirique) ni dans l'esprit (origine mentale), où sont-elles ? Où vivent les objets mathématiques ? Et comment pouvons nous, nous êtres humains concrets et sensibles, avoir accès à des mathématiques abstraites et idéales ?

C'est le problème de l'existence des objets mathématiques d'une part, et de notre accès à eux d'autre part : si on y a accès, c'est qu'ils n'existent pas en propre, s'ils existent, on ne devrait pas pouvoir y accéder...

La solution aristotélicienne

Pour Aristote, les mathématiques sont des entités « séparables mais non séparées » :

- Tout étant, toute chose, est un composé de matière et de forme :
 - La matière**, c'est ce dont une chose est faite ; c'est par exemple le bois du coffre.
 - La forme**, c'est la forme que revêt la matière pour donner la chose. C'est l'essence ou la quiddité de la chose, ce qu'elle est en tant qu'elle n'est pas autre chose, en tant qu'elle est déterminée, un ceci et non pas cela. C'est la forme de coffre qui s'applique au bois.

C'est la composition *hylémorphique* des choses.

- L'esprit, par l'acte de perception et de connaissance, reçoit la forme des choses : la sphère qui est dans cette pomme peut être considérée pour elle-même par mon esprit qui la perçoit et qui est in-formée par elle.
- Les objets mathématiques sont donc des formes qui sont dans les choses, et qui ne se rencontrent jamais à part elles, mais que l'esprit peut séparer de leur matière pour les considérer en tant que telles : elles sont en effet séparables.

La solution kantienne

Kant refonde la philosophie de la connaissance à partir des bouleversements apportés par la nouvelle physique newtonienne, notamment son caractère mathématique :

- *hypotheses non fingo* : « je ne forge pas d'hypothèses » dit Newton, au sens où il ne fait que des constats mis en forme par des lois mathématiques.
- Mais comment expliquer que l'on puisse avoir des lois universelles et nécessaires (e.g. la gravitation universelle) alors que l'expérience « me dit qu'une chose est comme ceci ou comme cela, mais non qu'elle ne puisse être autrement » ?
- comment concilier la *nécessité* des lois scientifiques avec la *contingence* de l'expérience ?

Le cadre a priori de l'expérience

Kant propose une solution originale :

- la connaissance est le résultat de la rencontre entre l'expérience, la donnée d'une intuition, chez Kant un divers spatio-temporel (ce que l'on peut comprendre comme une mesure expérimentale d'un phénomène), et un sujet connaissant qui accueille l'expérience dans le cadre de son appareil cognitif et noétique.
- ce cadre n'est pas quelconque : c'est l'espace et le temps. Tout phénomène est reçu dans un temps et dans un espace : mais ces derniers ne sont pas une propriété absolue du monde, mais la manière sous laquelle le sujet perçoit les phénomènes :

L'espace est la forme du sens externe ;

Le temps est la forme du sens interne.

- Chaque forme donne lieu à des constructions a priori que l'on est capable de faire, et qui structure la forme, le cadre qui accueille l'expérience :

La géométrie est la construction a priori dans l'espace ;

L'arithmétique est la construction a priori dans le temps.

Les mathématiques kantienne : a priori, mais valant pour l'expérience

- Les mathématiques sont donc des constructions a priori du sujet connaissant : a priori, elles ne dépendent pas de l'expérience, et sont donc universelles et nécessaires.
- Mais, comme elles structurent le cadre de l'expérience, la manière dont je reçois et interprète l'expérience, elles s'appliquent nécessairement à l'expérience.
- C'est pourquoi je peux avoir des lois nécessaires, car mathématiques et provenant de mon esprit, à propos de phénomènes contingents qui ne viennent pas de mon esprits, mais qui me sont donnés.

La solution Frégéenne : Le troisième Royaume

Frege, logiciel du début de 20e siècle, postula ainsi un « troisième royaume » (outre le monde et l'esprit) pour accueillir les objets mathématiques :

Les pensées (Gedanken) ne sont ni des choses du monde extérieur ni des représentations. On doit reconnaître un troisième royaume (Ein drittes Reich muß anerkannt werde).

Les pensées pour Frege sont :

- intemporelles,
- inaccessibles à la perception sensible,
- indépendantes à l'égard de celui qui les pense,
- publiques.

On peut donc conclure :

La pensée n'appartient ni à mon monde intérieur, en tant que représentation, ni au monde extérieur, au monde des choses perceptibles par les sens. [...] Outre (1) [le] monde intérieur, il faudrait distinguer (2) le monde extérieur proprement dit, celui des choses perceptibles par les sens, et (3) le royaume de ce qui n'est pas perceptible par les sens. (G. Frege, « Der Gedanke » KS 360 ;

Les approches contemporaines

Aujourd'hui, la philosophie des mathématiques considère 3 grands courants :

Le logicisme : défendu en son temps par Frege et Russell, le logicisme veut réduire les mathématiques à des lois de la logique. Ce programme de réduction se retrouve par exemple dans la fondation des mathématiques dans la théorie des ensembles, lorsque les nombres entiers et ordinaux sont définis comme des ensembles construits à partir de l'ensemble vide :

$$\emptyset \subset \{\emptyset\} \subset \{\emptyset, \{\emptyset\}\} \subset \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}\} \dots$$

L'intuitionisme : fondé par Brouwer, l'intuitionisme considère que les mathématiques sont des constructions de l'esprit, et que les lois mathématiques ne peuvent être prouvées que dans la mesure où on peut les obtenir à partir d'une construction effective de l'esprit ;

Le formalisme : fondé par Hilbert, le formalisme considère que les mathématiques ne sont que des écritures de symboles manipulés formellement et dont le sens ne vient que de la manipulation effectuée et non de l'interprétation apportée.

La question des preuves constructives

En mathématiques, on distingue :

Les preuves constructives : d'un point de vue informel, une preuve est constructive quand elle permet de construire ce dont elle parle. D'un point de vue formel, cela signifie qu'on ne prouve pas une existence sans construire (au moins) un objet correspondant à cette existence, et qu'on ne prouve pas une disjonction sans prouver qu'au moins un des membres de la disjonction est vrai.

Les preuves non-constructives ou formelles : il suffit de montrer la non-contradiction de l'existence d'un objet pour être assuré de son existence, même si on ne sait pas le construire ni même fournir un exemple. De même, on peut savoir qu'une disjonction est vraie même si on ne sait pas quel membre l'est (cf. les futurs contingents par exemple).

La logique intuitionniste veut que la logique soit constructive, c'est-à-dire qu'une preuve n'est recevable que si elle est aussi une méthode pour construire l'objet de la preuve. On aura une correspondance forte entre le fait de prouver quelque chose, et le fait d'avoir un programme pour construire cette chose, une correspondance donc entre *preuve* et *programme*.

Précurseurs



Kurt Gödel (1906 - 1978)

Platonicien, il considère que les objets mathématiques existent, et qu'il suffit de les découvrir. Les mathématiques ne sont pas un langage, et leur réalité excède ce que le langage peut en dire : tout n'est pas formalisable, d'où son fameux théorème d'incomplétude.



Luitzen Brouwer (1881 - 1966)

Kantien, il considère que les objets mathématiques sont des constructions de l'esprit à partir de l'intuition pure. Mais comme Gödel, il considère que le caractère intuitif des mathématiques leur confère un caractère non linguistique, donc non complètement formalisable.

Exemples non constructifs

On veut montrer : il existe deux nombres irrationnels a et b tels que a^b soit rationnel.

Preuve on pose $r = (\sqrt{2}^{\sqrt{2}})$. On a deux cas possibles selon le tiers exclu ($p \vee \neg p$ tautologie) : soit r est rationnel, soit il ne l'est pas :

- Si oui, il suffit de poser $a = \sqrt{2}$, et $b = \sqrt{2}$.
- Si non, on pose $a = r = \sqrt{2}^{\sqrt{2}}$ et $b = \sqrt{2}$. Par hypothèse, r est irrationnel, et on sait que $\sqrt{2}$ l'est. Et $a^b = \sqrt{2}^{\sqrt{2}^{\sqrt{2}}} = 2$, qui est rationnel.

On voit qu'on prouve la disjonction, grâce au tiers exclu, sans savoir quel membre est vérifié. Elle ne produit aucun couple (a, b) répondant à la question posée.

Une preuve constructive est possible cependant : on pose $a = \sqrt{2}$ que l'on sait être irrationnel (Merci les Grecs!), et $b = 2 \ln_2(3)$ que l'on peut prouver être irrationnel. On a $a^b = \sqrt{2}^{2 \ln_2(3)} = 3$ qui est bien rationnel.

Ce que pensent les mathématiciens... Ils sont tous platoniciens !

Pour moi, et je suppose pour la plupart des mathématiciens, il y a une autre réalité, que j'appellerai la "réalité mathématique" [...] J'ai la conviction que la réalité mathématique nous est extérieure, que notre rôle est de la découvrir et de l'explorer, et que les théorèmes que nous démontrons, et que nous décrivons de manière grandiloquente comme nos "créations", sont seulement des comptes-rendus de nos observations.

Godfrey Harold Hardy, *Apology of a mathematician*.

Le périple du mathématicien est un voyage dans une autre géographie, dans un autre paysage, au cours duquel il se heurte à une autre réalité. Cette réalité mathématique est tout aussi dure, tout aussi résistante, que la réalité matérielle dans laquelle nous vivons.

Alain Connes, *Matière à penser*.

Pour finir, Gödel himself

Les classes et les concepts peuvent être conçus comme des objets réels, les classes seraient des 'pluralités de choses' ou des structures consistant en pluralité de choses, tandis que les concepts sont conçus comme existant indépendamment de nos définitions et constructions. [...] Il me semble que supposer l'existence de tels objets est aussi légitime que de supposer l'existence de corps physiques et qu'il y a tout autant de raisons de croire à leur existence. Les classes et les concepts sont aussi nécessaires à l'obtention d'un système satisfaisant de mathématiques que les corps physiques sont nécessaires à l'obtention d'une théorie satisfaisante à propos de nos perceptions sensibles.

Gödel, *Collected Works*

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 **Quelques épistémologies régionales**

- Les mathématiques et la logique
- **Les sciences humaines et sociales**
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Expliquer et Comprendre

Au XIXe siècle, Wilhelm Dilthey oppose deux manières d'envisager la construction rationnelle distinguant les sciences de la nature d'une part et les sciences de l'esprit de l'autre :

Les Naturwissenschaften, ou sciences de la nature recourent à l'explication, qui rapporte le phénomène étudié à un ordre qui lui est extérieur et qui permet de le mesurer et de l'appréhender. L'expliquer renvoie à la mesure, au calcul, au formel et au quantitatif.

Les Geisteswissenschaften, ou sciences de l'esprit, renvoient au fait d'appréhender un phénomène en le comprenant, c'est-à-dire en le ressentant ou en en ayant un « vécu ».

Alors que l'expliquer est externe aux phénomènes, le comprendre est plutôt comprendre.

Dilthey

Les sciences de l'esprit se distinguent tout d'abord des sciences de la nature en ce que celles-ci ont pour objet des faits qui se présentent à la conscience comme des phénomènes donnés isolément de l'extérieur, tandis qu'ils se présentent à nous-mêmes de l'intérieur comme une réalité et un ensemble vivant originellement. Il en résulte qu'il n'existe d'ensemble cohérent de la nature dans les sciences physiques et naturelles que grâce à des raisonnements qui complètent les données de l'expérience au moyen d'une combinaison d'hypothèses ; dans les sciences de l'esprit, par contre, l'ensemble de la vie psychique constitue partout une donnée primitive et fondamentale. Nous expliquons la nature, nous comprenons la vie psychique. Car les opérations d'acquisition, les différentes façons dont les fonctions, ces éléments particuliers de la vie mentale, se combinent en un tout, nous sont données aussi par l'expérience interne. L'ensemble vécu est ici la chose primitive, la distinction des parties qui le composent ne vient qu'en second lieu. Il s'ensuit que les méthodes au moyen desquelles nous étudions la vie mentale, l'histoire et la société sont très différentes de celles qui ont conduit à la connaissance de la nature.

Dilthey, Idées descriptives.

Dilthey : Le monde de l'Esprit

Nous appelons compréhension le processus par lequel nous connaissons un “ intérieur ” à l'aide de signes perçus de l'extérieur par nos sens. C'est l'usage de la langue, et la terminologie psychologique fixe dont nous avons tant besoin ne peut être mise sur pied que si tous les auteurs conservent régulièrement toutes les expressions déjà solidement établies, bien délimitées et propres à rendre des services. La compréhension de la nature - *interpretatio naturæ* - est une expression figurée. Mais nous appelons aussi, assez improprement, compréhension l'appréhension de nos états particuliers. Je dis par exemple : “ je ne comprends pas comment j'ai pu agir de la sorte ” et même : “ je ne me comprends plus ”. J'entends par là qu'une manifestation de moi-même qui s'est intégrée dans le monde sensible me semble venir d'un étranger et que je ne suis pas capable de l'interpréter en tant que telle, ou, dans le second cas, que je suis entré dans un état que je regarde comme étranger. Ainsi donc, nous appelons compréhension le processus par lequel nous connaissons quelque chose de psychique à l'aide de signes sensibles qui en sont la manifestation. Dilthey, *Le Monde de l'Esprit*, 1, Aubier-Montaigne, 1947, p. 320-322

Les néokantiens de l'Ecole de Bade : Windelband

« Nous nous trouvons devant une division purement méthodologique des sciences de l'expérience, fondée sur des concepts logiques sûrs. Ce principe de division est le caractère formel de leurs buts de connaissance. Les unes recherchent des lois générales, les autres des faits historiquement particuliers. Pour utiliser le langage de la logique formelle : l'objet des unes est le jugement général apodictique, celui des autres la proposition singulière et affirmative

[...]

Nous pouvons donc dire ceci : dans la connaissance du réel les sciences de l'expérience recherchent ou bien le général, sous la forme de la loi de Nature, ou bien le particulier, dans sa figure historiquement déterminée ; tantôt elles considèrent la forme stable, immuable, tantôt le contenu singulier, déterminé par lui-même, des événements réels. Les unes sont les sciences de la loi, les autres les sciences de l'événement ; celles-là enseignent ce qui est toujours, celles-ci ce qui ne fut qu'une fois. S'il m'est permis de forger une expression nouvelle, je dirais que la pensée scientifique est, dans le premier cas nomothétique, dans le second idiographique.

» Discours du rectorat, Strasbourg, 1894.

Les néokantiens de l'Ecole de Bade : Rickert

Les sciences de la nature : « D'une part, on trouve les sciences de la nature. Le terme de « nature » les caractérise tout autant pour ce qui est de leur *objet*, que pour ce qui est de leur *méthode*. Elles voient dans leurs objets un être ou événement libre de tout rapport à une valeur, et leur intérêt se porte sur la découverte des relations conceptuelles et générales, si possible des lois, qui concernent cet être ou événement. Le particulier n'est pour elles qu'un « exemplaire ».

Ceci vaut pour la *psychologie* tout autant que pour la *physique*. Toutes deux ne font aucune sorte de différence entre les divers corps et âmes par rapport aux valeurs et aux évaluations, toutes deux rejettent l'individuel en tant qu'inessentiel, et toutes deux ne saisissent dans leurs concepts que ce qui est *commun* à la *plupart* de leurs objets. Il n'existe aucun objet qui soit soustrait par principe à ce traitement relevant des sciences de la nature au sens le plus large du terme. La nature est *l'ensemble de la réalité* psycho-physique, indifférente sur le plan axiologique et saisie par voie de généralisation. » p. 137

Les néokantiens de l'Ecole de Bade : Rickert encore

Les sciences de culture : « En tant que sciences de la *culture*, elles traitent des objets liés aux *valeurs* culturelles générales, et compris par conséquent comme signifiants, et tant que sciences *historiques*, elles représentent l'évolution *unique* de ces objets dans sa particularité et dans son individualité ; en cela, le fait qu'il s'agit de processus culturels fournit à leur méthode historique le principe de sa formation de concepts, car l'essentiel pour elle est uniquement ce qui, en tant que porteur de sens, et sans sa spécificité individuelle, possède une signification pour la valeur culturelle directrice. » p. 138

De ce fait, elles sélectionnent en tant que « culture » au sein de la réalité, sur le mode de l'*individualisation*, tout autre chose que les sciences de la nature, qui considèrent la *même* réalité en tant que « nature » sur le mode de la *généralisation* ; dans la plupart des cas en effet, la signification d'un processus culturel repose sur la *spécificité* qui le différencie de tous les autres, alors qu'à l'inverse, ce qu'il possède en commun avec d'autres, donc ce qui constitue son essence pour les sciences de la nature, sera inessentiel pour les sciences historiques de la culture.

Un précurseur français : Cournot

Sciences théoriques : sciences qui s'intéressent aux lois générales de la Nature -
physis - ; *Les lois de la gravitation*

Sciences historiques ou cosmologiques : sciences qui s'intéressent à la structure
du Monde - cosmos - et abordent la réalité du point de vue de la
contingence de l'histoire. *Le nombre de satellite de la Terre*

L'opposition de Cournot entre Monde et Nature = différence entre **Loi (étude des régularités)** et **Fait (étude des singularités)**.

"Quand on réfléchit sur la classification des sciences, on ne tarde pas à y reconnaître deux embranchements ou deux voies collatérales : l'une qui comprend des sciences telles que la physique et la chimie, qu'on peut qualifier de théoriques ; l'autre, où se rangent des sciences telles que l'astronomie ou la géologie, auxquelles conviendrait l'épithète de cosmologiques ; celles-ci se référant à l'idée d'un Monde dont on tâche d'embrasser l'ordonnance, les autres à l'idée d'une Nature dont on cherche à constater les lois, en tant qu'elles sont indépendantes de toute ordonnance cosmique". Matérialisme, Vitalisme, Rationalisme, Paris, Vrin, 1987 [1875], p. 43.

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 **Quelques épistémologies régionales**

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- **L'histoire**

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

L'héritage augustinien : connaître dans le présent

Augustin est le premier à opposer

l'éternité de Dieu : il est vraiment car il est hors du temps

la sempiternité : le fait d'être toujours, mais dans le temps, donc de manière précaire. . .

« Ces deux temps-là donc, le passé et le futur, comment “sont”-ils, puisque s’il s’agit du passé il n’est plus, s’il s’agit du futur il n’est pas encore ? Quant au présent, s’il était toujours présent, et ne s’en allait pas dans le passé, il ne serait plus le temps mais l’éternité. . . Nous ne pouvons dire en toute vérité que le temps est, sinon parce qu’il tend à ne pas être. » (XI, 14, 17)

Le paradoxe fondateur

Connaître le passé :

- Comment connaître ce qui n'est plus ?
 - On ne connaît que ce qui est, or ce qui n'est plus n'est pas.
- Comment connaître ce qui est ?
 - Ce qui est est ce qui est présent ;
 - Le présent est évanescent et plus on veut cerner sa présence, plus elle fuit entre un passé n'est plus et un futur qui n'est pas encore ;

Solution classique On ne peut connaître que ce qui est hors du temps, ce dont la présence est intemporel, sans passé ni futur. Les concepts, les idées mathématiques, les idées philosophiques ; Le reste ne constitue que des apparences évanescentes qui n'ont de réalité que ce qui les fondent sur les idées intemporelles.

Rapport au passé

- Problème :** Viser le passé (ce qui est révolu, ce n'est pas car n'est plus) à travers le présent.
- 3 niveaux :**
- Conscience du passé :** Conscience phénoménologique du temps qui permet de viser le passé comme tel ;
 - Contenu du passé :** Déterminer le contenu de ce qui est visé comme passé, entre fiction et vérité : distinguer ce qui n'est pas (temps virtuel de la fiction ou de l'idéalité) de ce qui n'est plus (temps révolu mais réel).
 - Sens du passé :** Donner un sens à ce qui est passé : retrouver le fait humain dans le vestige présent.
- Approche :** Récit qui reprend les traces pour en faire une expérience narrative qui temporalise (conscience) et qui détermine un référent (contenu) de manière empathique (sens).

Le Fait humain : objet de la recherche historique

Ce qui est arrivé, ce qui aurait pu m'arriver :

Fait humain

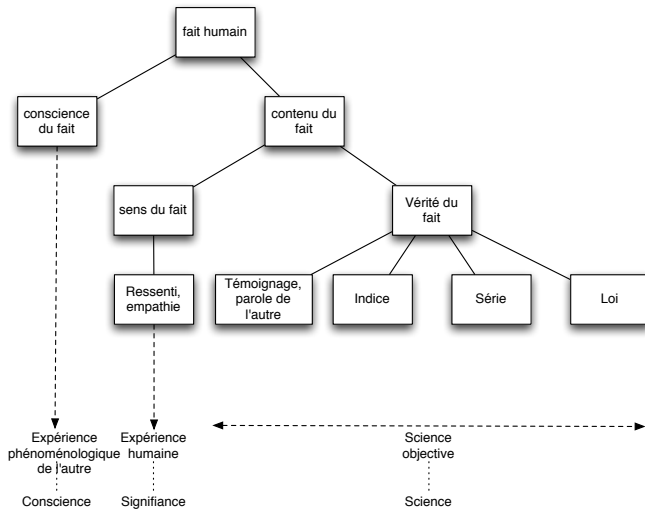
- Interpréter les termes du récit en l'assimilant à ses propres vécus : « ça me parle »
- Retrouver soi dans le discours de l'autre, adresser l'autre dans le discours de soi.
- Empathie comme mode d'interprétation et de compréhension : ce qui aurait pu m'arriver ; Ressentir le sens de ce qui arrive.

Fait humain

Mobiliser le terme dans sa valeur logique et informationnelle :

- Cohérence logique
- Confirmation empirique
- Ce qui est arrivé : Conjecture critique sur la reconstruction des faits

Faire l'histoire



Plan

1 **Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?**

2 **Préambule : la science et l'écriture**

3 **Le rapport au réel**

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 **Le rapport à la connaissance**

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 **Les produits de la science**

6 **Quelques épistémologies régionales**

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 **Une synthèse originale : Bachelard**

8 **Histoire des sciences et évolution des sciences**

Le refus de l'empirisme naïf

L'empirisme considère que toute connaissance vient de l'expérience. Or, toute science pour Bachelard est un mixte en théorie et observation :

- les phénomènes observés sont en fait construits techniquement et non trouvés dans la nature. Cette construction est une conséquence de la théorie dont on dispose déjà sur la nature, les appareils sont des « théories matérialisées » ;
- ces instruments de mesure provoquent les phénomènes qui résultent de l'interaction entre ces instruments et le monde réel ; le phénomène est autant une construction technique qu'une propriété de la nature. Bachelard parle donc d'une « phénoménotechnique ».

Interdépendance entre théorie et observation : déjà un constat ancien...

C'est seulement la théorie qui décide de ce qui peut être observé [...]. C'est seulement la théorie, c'est-à-dire la connaissance des lois naturelles qui nous permet de déduire, à partir de l'impression sensorielle, le phénomène qui se trouve à la base de l'observation.

Albert Einstein, cité dans *La partie et le tout*, Werner Heisenberg.

La physique est une tentative pour appréhender ce qui est de façon conceptuelle, comme quelque chose de pensé indépendamment du fait qu'il soit perçu. C'est en ce sens qu'on parle de "réel physique".

Werner Heisenberg *Documents autobiographiques*.

Bachelard ajoute ici le fait que les instruments de mesure dépendent *aussi* de la théorie.

Un rationalisme ouvert

Bachelard dénonce l'idée selon laquelle la raison reste immuable et identique au cours de l'évolution des sciences : la raison se transforme au gré des domaines étudiés, des phénomènes construits et des appareillages élaborés. Il faut donc opposer :

Un rationalisme clos sur lui-même, la raison restant immuable ;

Un rationalisme ouvert où les sciences produisent leur propre norme et rationalité, et redéfinissent les critères d'évaluation de leurs énoncés.

Les travailleurs de la preuve

Le rationalisme ouvert n'est pas un anarchisme épistémologique (tout se vaut). Il s'oppose à la fois à la vérité - correspondance, et la vérité - consensus. Ce rationalisme se construit via des procédés discursifs permettant de produire des arguments et des preuves :

- la théorie scientifique se construit comme l'accord obtenu sous l'effet de raisons intersubjectivement examinées et auxquelles chacun doit finalement se rendre ;
- la discussion et sa dialectique mobilisent un « cogito d'obligation mutuelle » :
je pense que tu vas penser ce que je viens de penser en avant de ce que je pensais
- la science est alors la forme de discours la plus appropriée à la recherche du vrai, sans que les autres types de discours n'aient à être déconsidérés.

Poser des problèmes

La science ne consiste pas à répondre à des questions mais à poser des problèmes :

- le problème est ce qui permet de faire la part entre ce que l'on sait et ce qu'on ignore, de formuler l'inconnu à travers le filtre de la connaissance acquise.
C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique.

in La formation de l'esprit scientifique.

- La science ne vérifie donc pas la correspondance de ses énoncés avec le réel mais se définit comme la conformité à des objectifs internes (programme de recherche) définis par des projets normés évolutifs (les problèmes posés).

L'obstacle épistémologique

Pour poser des problèmes, il faut les détecter, envisager ce qui reste à connaître. Il faut donc surmonter ses « obstacles épistémologiques », c'est-à-dire ce qui dans une connaissance entrave l'accès à une connaissance autre. Or les théories en vigueur induisent des manières de penser qui font de certaines pensées des évidences, et d'autres des impossibilités, des impensables.

Ce sont des habitudes intellectuelles, rencontrées dans la science mais aussi dans l'éducation, qui empêchent de penser autrement et de voir ce qui fait problème au delà des évidences installées :

Notre esprit a une irrésistible tendance à considérer comme plus claire l'idée qui lui sert le plus souvent.

L'obstacle épistémologique fait obstacle à l'invention (science) et l'acquisition (éducation).

Histoire des sciences et obstacles épistémologiques

Bachelard distingue 3 grandes périodes dans l'histoire des sciences :

L'âge préscientifique : il s'agit de la période où l'opinion, le sens commun, font obstacle à la science. Le pittoresque et le naïf sont la base de l'interprétation de la nature : les mobiles désirent tomber, la nature a horreur du vide, etc.

L'âge scientifique : la science apparaît en recourant à l'abstraction mathématique et la formulation de lois. Elle reste cependant attaché à l'intuition et l'expérience sensible.

Le nouvel âge scientifique : la science rompt définitivement avec les intuitions du sens commun pour élaborer des physiques « non classiques », qui sont un défi à notre compréhension commune.

La science, chez Bachelard, est en quelque sorte une sortie hors du sens commun et de la compréhension spontanée du monde, qui en sont des obstacles. Il y a une rupture entre le sens commun et le sens scientifique, entre les connaissances de sens commun et les connaissances scientifiques.

Cette posture ne sera pas partagée par toutes les épistémologies contemporaines, dont certaines affirment la continuité du sens commun aux connaissances scientifiques.

Plan

1 Prologue : de quoi la science est-elle le nom ?

2 Préambule : la science et l'écriture

3 Le rapport au réel

- Le réalisme
- Le phénoménisme
- Le conventionnalisme

4 Le rapport à la connaissance

- Le rationalisme
- L'empirisme
- L'herméneutique

5 Les produits de la science

6 Quelques épistémologies régionales

- Les mathématiques et la logique
- Les sciences humaines et sociales
- L'histoire

7 Une synthèse originale : Bachelard

8 Histoire des sciences et évolution des sciences

Plusieurs modèles

Les débats, notamment au début du XXe, distinguent 3 motifs de controverse :

L'internalisme / l'externalisme : la science évolue-t-elle selon des raisons qui sont propres à l'agenda scientifique, aux questionnaires posés par la science (internalisme) ou selon des considérations externes (externaliser) comme l'idéologie, la culture politique ou sociale, etc. ?

Le discontinuisme / le continuisme : les sciences sont-elles l'accumulation cohérente et linéaire de faits, découvertes et théories, ou a-t-on plutôt des ruptures donnant lieu à des théories incommensurables ?

L'historicisme / le présentisme : l'histoire des sciences ne doit-elle pas éviter de juger les controverses passées à l'aune des théories en vigueur aujourd'hui ? L'enjeu est de pouvoir décrire les débats en sachant faire abstraction des postures qui ont gagné.

Externalisme, Internalisme : origine d'un débat

La tradition fait remonter le débat au 2e Congrès international d'histoire des sciences à Londres en 1931. Boris Hessen (1893 - 1938), de la délégation soviétique, présente un article retentissant, *Les racines sociales et économiques des Principia de Newton* :

- Hessen souligne « la coïncidence parfaite entre les thèmes de la physique étudiés à cette époque, nés des besoins de l'économie et de la technique et le contenu principal des Principia. »
- c'est la culture « bourgeoise » de Newton qui l'empêcha de développer le germes matérialistes de PRincipia, et qui l'amena à introduire la main de Dieu pour mettre le soleil en mouvement.

Au delà de la provocation marxiste de ces thèses, les successeurs étudièrent le lien entre le développement des sciences et des facteurs externes comme l'économie, la religion, la société. A la suite de Weber, Robert King Merton (1910 - 2003) étudie l'influence du puritanisme et de la technique dans la genèse de la science moderne :

- les normes et valeurs du puritanisme, empirisme et rationalité, utilitarisme, ascétisme, libre examen, s'accordent avec les valeurs de la science.
- la mutation de la science classique au 16e siècle est commandée en partie par les besoins pratiques de la marine et des transports.

Externalisme, Internalisme : objet du débat

Le débat a principalement été dépassé par Alexandre Koyré qui fut pour beaucoup dans la fondation de l'histoire moderne des sciences. Il récuse la lecture marxiste de la science comme le produit d'ingénieurs et de militaire. Il renvoie plutôt à une logique des idées et des valeurs intellectuelles :

Les révisions radicales subies au cours des XVIe et XVIIe siècles par l'astronomie, les mathématiques, la mécanique et même l'optique doivent très peu aux instruments, expérimentations ou observation nouveaux. La méthode principale de Galilée, selon eux, est avant tout celle de l'expérience par la pensée [...]. Si des nouveautés culturelles sont nécessaires pour expliquer pourquoi des hommes comme Galilée, Descartes et Newton furent soudain capables de voir d'une façon nouvelle des phénomènes bien connus, ces nouveautés sont avant tout d'ordre intellectuel et regroupent le néoplatonisme de la Renaissance, le renouveau de l'atomisme antique et la redécouverte d'Archimède.

Etudes Newtoniennes. La science est avant tout *theoria*, une recherche de la vérité : *itinerarium mentis in veritatem*. L'internalisme de Koyré repose en fait sur un externalisme, celui de la philosophie.

Le continuisme

Le débat entre une évolution plus ou moins continue de la science, ou une histoire faite de révolution et de rupture. Duhem fut le chantre du premier point de vue :

La science mécanique et physique, dont s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes, découle, par une suite ininterrompue de perfectionnement à peines sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du Moyen-Âge ; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été le plus souvent que des évolutions lentes et longuement préparées : les soi-disant renaissances que des réactions fréquemment injustes et stériles ; le respect de la tradition est une condition essentielle du progrès scientifique. Duhem, les origines de la statique.

Le Discontinuisme

Bachelard et surtout Koyré et plus tard Kuhn ont milité pour un discontinuisme marqué :

- chez Bachelard, la discontinuité est plus intellectuelle qu'historique : par sa notion d'obstacle et de rupture épistémologiques, Bachelard argumente pour un fossé entre la science et le sens commun ;
- Koyré et Kuhn donnent un sens historique à ce discontinuisme et introduisent la notion de révolution scientifique. En 1957, Kuhn publie *La révolution copernicienne* et en 1962 *La structure des révolutions scientifiques* : la science évolue au rythme de paradigmes qui se succèdent par des crises et des révolutions scientifiques.

Le thème de la rupture sera repris par Althusser, et surtout par Foucault qui, dans sa conception structuraliste, étudie les ruptures d'épistème, autrement dit de paradigme au sens kuhnien.

Présentisme, historicisme : l'origine du débat

Le débat remonte pour partie à l'ouvrage *The Whig Interpretation of History* où Butterfield considère que l'histoire est trop souvent écrite par les Whigs (ancien parti libéral anglais), donc du point de vue des vainqueurs, selon le mouvement rétrospectif du vrai :

[Les historiens ont trop tendance] à faire l'éloge des révolutions pourvu qu'elles aient été victorieuses, à relever certains principes de progrès dans le passé et à produire une histoire qui est la ratification, si ce n'est la glorification du présent.

Cette dénonciation du Whiggisme (présentisme) s'est radicalisé avec Collingwood, et Koyré, pour qui « *il est essentiel de replacer les oeuvres étudiées dans leur milieu intellectuel et spirituel, de les interpréter en fonction des habitudes mentales, des préférences et des aversions de leur auteurs* ». Etudes d'histoire de la pensée scientifique.

Présentisme, historicisme : les tenants du débat

Les deux postures s'appuient sur des argumentaires opposés bien sûr, mais vigoureux :

L'historicisme veut faire une histoire des controverses insistant sur la symétrie (David Bloor) entre les acteurs du débat, faisant comme si la vérité ou la fausseté d'une thèse n'avait pas été établie. Il faut éviter d'écrire l'histoire du point de vue des vainqueurs (Latour).

Le présentisme a été défendu par Bachelard. L'histoire des sciences est une histoire récurrente où « c'est le présent qui illumine le passé ». Bachelard réfute l'historicisme, sans doute valable en histoire générale, mais intenable en science :

« en opposition complète aux prescriptions qui recommandent à l'historien de ne pas juger, il faut au contraire demander à l'historien des sciences des jugements de valeur. »

Bachelard s'appuie sur Nietzsche et sa considération intempestive :
« ce n'est que par la plus grande force du présent que doit être interprété le passé »

Peut on faire une histoire des sciences indépendamment de choix arbitraires commandés par notre présent ? Il faut alors l'assumer, et retrouver une intelligibilité des controverses plutôt qu'une vérité historique de toute manière imaginaire.

Un débat qui se transforme

Rheinberger montre que ce débat est d'une certaine manière indépassable ; on constate à présent une double fécondation :

Une épistémologisation de l'histoire des sciences : l'histoire pour elle-même des sciences doit inclure une réflexion sur les conditions de possibilité de la science, la forme de savoir qu'elle constitue (au delà de ses seules formes de reconnaissance sociale), les conditions de sa cumulativité et évolution.

Une historicisation de la philosophie des sciences : réciproquement, la philosophie des sciences ne doit pas seulement réfléchir à la science comme savoir dans l'absolu sur des phénomènes, mais comme processus historique où les idées ont leur genèse et leur évolution entre des considérations qui leur sont propres (philo des sciences) mais aussi liées aux acteurs qui les ont (histoire, sociologie des sciences).