

Chapitre 3 (suite)

La valeur des théories scientifiques

Référence:

Soler L., *Introduction à l'épistémologie*, Ellipses, 2009.



3.4 La démarcation entre sciences et pseudosciences, enjeu de certaines controverses

Plusieurs exemples :

- L'homéopathie
- Le dessein intelligent
- Le climatoscepticisme
- L'affaire de l'hydroxychloroquine



L'homéopathie

Homéopathie fondée sur 3 principes :

- Principe de similitude : un patient devrait être traité au moyen d'une substance produisant expérimentalement chez une personne saine des symptômes semblables à ceux présentés par la personne affectée (homéo pathos = même maladie)
- Principe d'individuation : le traitement doit être adapté en fonction du patient, individuellement et pris dans sa globalité
- Principe de dilution : succession de dilutions, les concentrations sont si faibles qu'on trouve statistiquement moins d'une molécule active par dose



L'homéopathie

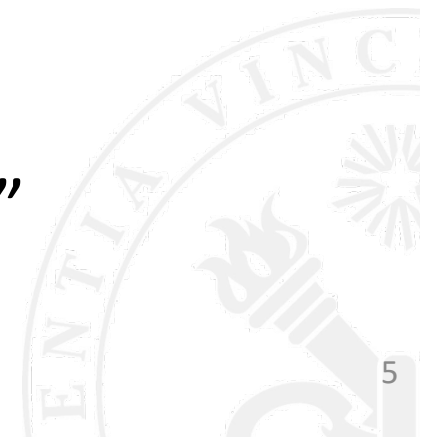
Plusieurs problèmes épistémologiques

- Contraire à tous les principes de la chimie et de la biologie modernes : par définition, aucune réaction chimique ne peut avoir lieu en l'absence de molécule active
- L'homéopathie est-elle « réfutable »?
Non car impossible de réaliser des essais cliniques en double aveugle à grande échelle en vertu du principe d'individuation
- Pseudo-science ou non-science?



Le dessein intelligent

- Darwinisme depuis toujours problématique aux USA car lobbies conservateurs puissants
- Retour en force du créationnisme sous Reagan
- 1981, Arkansas : « Public schools within this State shall give balanced treatment to creation-science and to evolution-science. »
- Créationnisme = science ou religion? (cf. 1^{er} Amendement)
- Procès → verdict: la “science de la création” n’est pas une science



Années 1990 : « Intelligent Design », USA

- Acceptent la théorie de l'évolution, mais en changent les causes
- Objectif : faire passer l'ID pour de la science sans connotation religieuse afin que celle-ci soit enseignée dans les écoles
- Procès de Dover en 2005
→ Verdict : l'ID n'est pas de la science
- Problème épistémologique:
Créationnisme et DI non réfutables



La valeur des théories scientifiques

1. Les différentes conceptions de la vérité
2. Le réalisme et l'instrumentalisme
3. Le problème de la démarcation
4. La notion de preuve



4. La notion de preuve

Une preuve est une argumentation plus ou moins rigoureuse en faveur d'une thèse.

4.1 Complexité de la notion de preuve

La notion de preuve n'est pas absolue :

- elle varie en fonction des disciplines (Stengers, 2003)
- elle est provisoire
- elle peut dépendre d'une convergence d'arguments



4.1.1 La notion de preuve est fonction des disciplines scientifiques (et même des champs de recherches)

- Exemples
 - Mathématiques → Démonstration
 - Pharmacologie → test contre placebo en double aveugle
 - Sociologie, psychologie cognitive → Corrélations
- Les disciplines sc. ne sont donc pas « égales face à l'impératif de preuve » (Stengers, 2003, p. 304)
- Consensus disciplinaire sur ce qui est tenu pour acceptable en tant que preuve



Remarque : confusion corrélation vs causalité

- La corrélation évalue la tendance qu'a une mesure de varier de concert avec une autre
- « Quand on est malade, il ne faut surtout pas aller à l'hôpital : la probabilité de mourir dans un lit d'hôpital est 10 fois plus grande que dans son lit à la maison » (Coluche)
- Mais... deux événements peuvent être corrélés sans pour autant avoir des rapports de cause à effet.

Références:

Gould S., The mismeasure of man, New York, Norton, 1996.

<http://www.cndp.fr/entrepot/themadoc/probabilites/reperes/causalite-et-correlation.html>



4.1.2 Une preuve peut dépendre de la convergence d'arguments multiples

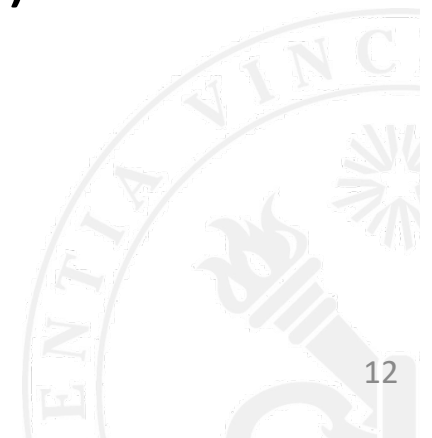
La preuve peut résider « dans une série d'arguments qui se dégagent d'un ensemble de recherches sans qu'il soit possible de dire exactement lequel est vraiment décisif » (Lepeltier, 2013, p. 98)

Exemple: l'atomisme (cf. supra)



4.1.3 Une preuve est provisoire

- Cf. histoire des sciences : des théories « prouvées » sont remplacées par d'autres théories
 - Newton → Einstein
 - Fixisme → Evolutionnisme
 - ...
- Problème de la dynamique de la production des connaissances scientifiques (voir chapitre 4)



4.3 Conclusion sur la notion de preuve

- Une théorie « prouvée » pourra toujours être remise en question...
- Pertinence de la notion de corroboration



Structure du cours

1. La science moderne
2. Les concepts de la démarche scientifique
3. La valeur des théories scientifiques
4. La dynamique de la production des connaissances
5. La démarche des (bio)ingénieurs



Chapitre 4

La dynamique de production des connaissances scientifiques



La dynamique de la production des connaissances scientifiques

1. Les facteurs qui influencent la dynamique de la production des connaissances sc.
2. Les différentes conceptions du progrès scientifique



La dynamique de la production des connaissances scientifiques

1. Les facteurs qui influencent la dynamique de la production des connaissances sc.
2. Les différentes conceptions du progrès scientifique



1. Les facteurs qui influencent la dynamique de la production des connaissances sc.

1.1. Facteurs internes et facteurs externes

- Facteurs internes = facteurs qui interviennent au sein même de l'activité sc. (théories admises, nouvelles hypothèses, procédures de mise à l'épreuve, expériences, démonstrations, concepts disponibles,...)
- Facteurs externes = facteurs contextuels, entre autres contraintes économiques, sociales, religieuses, idéologiques, politiques, etc.



1.2 Facteurs internes

- Théories admises, nouvelles hypothèses, procédures de mise à l'épreuve, expériences, démonstrations, concepts disponibles
- Facteurs "esthétiques":
voir texte sur la découverte du photon
Rôle de l'unité et de la simplicité pour Einstein
- Obstacles épistémologiques :
Obstacles à l'accès à une nouvelle connaissance



La notion d'obstacle épistémologique

Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938. (Voir extrait portfolio)

- La science consiste à formuler des problèmes et à tenter de les résoudre et, pour ce faire, il faut surmonter des « obstacles épistémologiques »
- Obstacle épistémologique ?
 - « ce qui (...) entrave l'accès à une connaissance *autre* » (Soler, 2009)
 - Exemples: les habitudes intellectuelles, les « symboles inconscients », le besoin d'unité et d'homogénéité, ...

1.3 Facteurs externes

Typologie des contraintes externes

- Facteurs politiques et militaires
exemples : Guerre froide, nanotechnologies, climat, ...
- Facteurs économiques et financiers
exemples : nanotechnologies, pharmacologie
- Facteurs sociétaux
exemple : développement des sciences arabo-musulmanes – épidémiologie, pharmacologie



- Facteurs institutionnels
exemple : les quasi-cristaux
- Facteurs idéologiques
exemples: « science » nazie, Lyssenko, ...
- Facteurs religieux
exemples :
 - passage du géocentrisme à l'héliocentrisme
 - interdiction actuelle de la recherche sur les cellules souches dans certains pays
 - développement des sciences arabo-musulmanes : astronomie, optique
- ...



La dynamique de la production des connaissances scientifiques

1. Les facteurs qui influencent la dynamique de la production des connaissances sc.
2. Les différentes conceptions du progrès scientifique



2. Les différentes conceptions du progrès scientifique

2.1 Qu'entend-on par progrès scientifique?

2.2 La conception moderne du progrès

2.3 Le progrès en tant que processus discontinu



2.1 Qu'entend-on par progrès scientifique?

- 2 idées centrales :
 - Changement
 - Amélioration
- Concept très moderne :
Elle apparaît avec Francis Bacon et se développe avec les Lumières



2.2 La conception **moderne** du progrès

- Conception moderne de la science dominante depuis les Lumières
- L'activité scientifique = dévoiler les phénomènes naturels
- Un phénomène "dévoilé" le serait une fois pour toutes
- Processus cumulatif : les nouvelles connaissances viennent s'ajouter aux connaissances antérieures (élargissement du champ des connaissances)



« Nous sommes comme des nains juchés sur des épaules de géants. Nous voyons ainsi davantage et plus loin qu'eux, non parce que notre vue est plus aiguë ou notre taille plus haute, mais parce qu'ils nous portent en l'air et nous élèvent de toute leur hauteur gigantesque. »

(Bernard de Chartres, XII^{ème} s.)

Repris par Newton!

→ Savoir cumulatif, progrès continu



Evolution des sciences guidée par une fin/un but
(telos) : dévoiler les phénomènes naturels

→ Conception téléologique du progrès



Un progrès scientifique continu ?

- D'un point de vue historique
 - La notion de progrès est à relativiser dans l'espace et dans le temps (cf histoire des sciences)
 - Progrès continu ne s'impose pas comme une évidence
- D'un point de vue épistémologique
 - Le progrès n'est pas forcément un processus continu, fondé sur une accumulation linéaire du savoir
 - Karl Popper
 - Thomas Kuhn

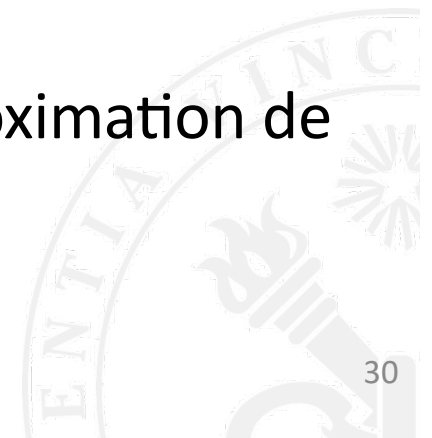


2.3 Le progrès en tant que processus discontinu

2.3.1 Popper : une conception évolutionniste du progrès

Rappel:

- Pour Popper, la science évolue en tentant de réfuter les théories, et l'attitude scientifique consiste à repérer et à éliminer les fausses théories
- La science cherche à éliminer toujours davantage de théories fausses
- Progrès des théories en direction de la vérité, approximation de plus en plus fine du réel (Popper est réaliste)



« (...) la science est l'une des rares activités humaines – et sans doute la seule – où les erreurs soient systématiquement critiquées et, bien souvent, avec le temps, rectifiées. C'est pourquoi, dans le domaine scientifique, nos erreurs sont fréquemment instructives, et c'est ce qui explique aussi qu'on puisse parler sans ambiguïté et de manière pertinente de progrès dans ce domaine. »

Popper, *Conjectures et réfutations*, 1963, in Soler, 2009, p. 122



- Evolution des théories suit un processus de sélection naturelle
 - La réfutation joue le rôle de la mortalité en biologie
 - Les théories les plus adaptées sont celles qui décrivent le mieux la réalité et qui « survivent » aux tests
- **Conception évolutionniste du progrès**
>< Conception téléologique du progrès
- « Nous choisissons la théorie qui se défend le mieux dans la compétition avec d'autres théories, celle qui, par sélection naturelle, prouve qu'elle est la plus apte à survivre » (Popper K., *La logique de la découverte scientifique*, 1934, in Soler, 2009, p. 123)



- Le progrès scientifique n'est pas une simple accumulation d'observations, il repose sur l'élimination de théories scientifiques qui sont réfutées
- Le savoir n'est pas cumulatif, le progrès est conçu comme un processus discontinu
- Progrès vers une vérité qu'on ne pourra jamais atteindre avec certitude



2.3.2 Thomas Kuhn (1922-1996) : Science normale et révolutions scientifiques

Thomas Kuhn, *Structure of scientific revolutions*, University of Chicago Press, 1962.



Evolution cyclique de la science :
Science normale → anomalies → crise → révolution
scientifique → science normale → crise → ...



Science normale et paradigme

- Science normale
Lorsqu'une discipline est « mûre »
- Science normale → régie par un paradigme, sorte de cadre de référence adopté par la communauté scientifique
- Paradigme = ce qui fait consensus au sein d'une communauté scientifique
- Exemples :
Le paradigme géocentrique (Ptolémée),
le paradigme newtonien, le paradigme quantique, le paradigme darwinien de l'évolution, etc.



- Un paradigme comprend des éléments hétérogènes :
 - des contenus théoriques (non remis en question)
 - des méthodes, y compris des techniques et des instruments
→ un savoir-faire pratique
 - des normes de recherche scientifique
- Le paradigme newtonien comprend :
 - les trois lois de la dynamique + la loi de la gravitation
 - des méthodes pour appliquer les lois de Newton à divers problèmes
(ex: mouvement des pendules)
 - des instruments de mesures et les techniques expérimentales adéquates
(ex : télescope)



- Science normale → activité scientifique consiste à préciser les contenus du paradigme, mais pas d'innovation fondamentale
- Un paradigme admet un certain nombre de problèmes – ou énigmes – non résolus = des anomalies

exemple : la trajectoire d'Uranus = anomalie dans le paradigme newtonien



- Science normale : le nombre et la gravité des anomalies sont assez faibles
→ pas de mise en cause des fondements du paradigme
- Lorsque le nombre d'anomalies ou leur gravité augmente, confiance de la communauté scientifique ébranlée
→ la science entre en crise



Crise et révolution scientifique

- Pendant la crise → activité scientifique : prolifération de nouvelles théories, potentiellement radicalement différentes des précédentes
- Cette crise est surmontée par une révolution scientifique qui promeut un nouveau paradigme



Exemples

- (XVI-) XVII^{ème} s. :
 - Astronomie : paradigme géocentrique rencontre une succession d'anomalies (cf. Kepler, Galilée, etc) → entre en crise → remplacé par le paradigme héliocentrique
 - Physique : physique aristotélicienne → physique newtonienne
- XVIII^{ème} s. : Alchimie → chimie
- XIX^{ème} s. : Fixisme → Darwinisme
- XX^{ème} s. physique de Newton → physique d'Einstein



















De l'alchimie à la chimie

- Alchimie → transmutation des métaux
- Alchimie née à Alexandrie dans l'Antiquité et diffusée dans le monde arabo-musulman
- Transmise au XII-XIII^{ème} s. en Occident
- Développement important au moment de la Renaissance
- Prise très au sérieux (Newton)

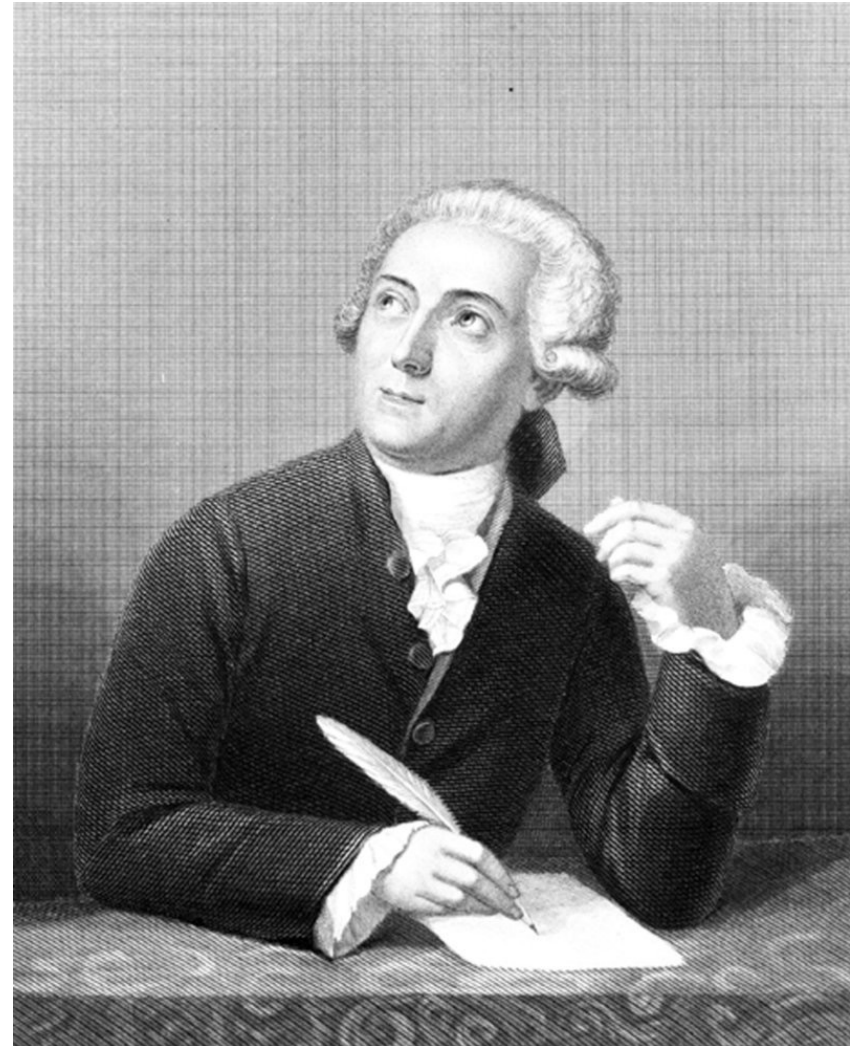


- Transmutation des métaux
- Avec une dimension spirituelle et symbolique
- Cadre théorique de l'alchimie:
 - 4 éléments (eau, terre, air, feu)
 - 2 principes (souffre et mercure)
 - XVI^{ème} s. → introduction d'un 3^{ème} principe par Paracelse : le sel
 - Fin XVII^{ème} s. → introduction d'un 4^{ème} principe : le phlogistique

QUELQUES SYMBOLES ALCHIMIQUES			
			Feu (chaud + sec)
			Eau (chaud + humide)
	Or = Soleil		Air (froid + sec)
	Mercure		Terre (froid + hum.)
	Cuivre = Vénus		Salpêtre (nitre)
	Argent = Lune		Vitriol (ac. sulfurique)
	Fer = Mars		Soufre
	Etain = Jupiter		Arsenic
	Plomb = Saturne (--> satumisme)		Pierre philosophale



XVIII^{ème} s. :
Développement de la
chimie moderne
Antoine Lavoisier
(1743-1794)



- Théorie du phlogistique renversée :
Lavoisier explique la combustion par l'oxygène
→ importance de la balance
→ chimie quantitative
- Combustion de l'hydrogène pour obtenir de l'eau → Lavoisier montre que l'eau n'est pas un élément « primordial »
{Qu'est ce qu'un élément ?}
- Lavoisier introduit la nomenclature moderne
→ nouvelle « langue »
 - Vitriol → acide sulfurique
 - Esprit de sel → acide chlorhydrique



Lavoisier :

- Nouveau cadre théorique
 - Importance d'instruments (balance)
 - Nouvelle langue
 - Manuel de chimie
 - Revue : *Les annales de chimie*
 - Programme de recherche (découverte des éléments)
- Nouveau paradigme !



Le progrès chez Kuhn

Incommensurabilité des paradigmes, entre autres:

- Les concepts mobilisés par des paradigmes différents n'ont pas la même signification
exemples:
 - La notion de mouvement chez Aristote ou chez Newton
 - La notion de masse chez Newton ou chez Einstein
- Les problèmes qui se posent ne sont pas les mêmes au sein de paradigmes différents



Dans ces conditions, le progrès est-il possible?

- Science normale : savoir cumulatif, progrès continu
- Révolutions scientifiques ?
 - Incommensurabilité des paradigmes
 - Mais le nouveau paradigme est meilleur car plus efficace en termes de résolution d'énigmes
 - Confiance dans la communauté scientifique
- Chez Kuhn, il y a bien progrès scientifique
- Mais ce **progrès est discontinu, le savoir est non cumulatif** car anciennes théories peuvent être éliminées ou transformées

