

# Causerie sur la science

**Avertissement.** Ceci n'est pas le texte d'un exposé. C'est une accumulation de réflexions personnelles pour servir de base à un exposé, où tout ne sera pas nécessairement dit, ni dit de cette manière. Dominique Meeùs, 18 mars 2016. Quelques notes additionnelles le 21 mars 2016.

## Table des matières

Qu'est-ce que la philosophie ?.....	1
De la philosophie à la science.....	2
Définition de la science.....	2
Exclusion d'un autre monde.....	3
Sciences naturelles, sciences humaines.....	3
Le monde, la nature, l'univers.....	4
Fausse pistes. Connaître, comprendre, expliquer.....	4
Aristote, chute des corps.....	5
Philosophie, science, technique.....	5
Terrain repris à la philosophie.....	5
Technique.....	6
Activité créatrice.....	6
Idées préconçues.....	6
Systématicité plutôt que critère strict ou méthode définie.....	7
Échec d'imposer un critère (Popper).....	7
Problème de la certitude raisonnable.....	8
Il n'y a pas une seule méthode, systématité.....	8
Systématicité de la vérification.....	9
Les croyants ne devraient pas se sentir blessés par la science.....	9
Sur l'exemple de la gravitation.....	10
Fausse sciences.....	11
Créationnisme.....	11
Astrologie.....	12
La science et les sciences, complexité, réduction.....	12
Émergence, survenance.....	14
Annexe 1. Les différentes dimensions de la systématité selon Paul Hoyningen-Huene.....	14
1. Beschreibungen, descriptions des objets, définitions.....	15
2. Erklärungen, explanations, explications.....	15
3. Vorhersagen, predictions, prédictions.....	15
4. Verteidigung von Wissensansprüchen, the defense of knowledge claims, garanties de validité....	15
5. Kritischer Diskurs, critique.....	15
6. Epistemische Vernetztheit, epistemic connectedness, connexion entre connaissances.....	15
7. Ideal der Vollständigkeit, ideal of completeness, idéal de complétude.....	15
8. Vermehrung von Wissen, knowledge generation, multiplication des connaissances.....	16
9. Strukturierung und Darstellung von Wissen, the representation of knowledge, exposé de la connaissance.....	16

## Qu'est-ce que la philosophie ?

Philosophie. Mettre de l'ordre dans les idées. On a des tas d'idées sur le monde, sur la nature, sur la vie, sur le sens de la vie, sur sa propre vie, sur le bonheur, sur l'éthique... Parfois, il faut prendre le temps de faire le point, de mettre de l'ordre dans toutes ces idées. Lesquelles sont les plus

convaincantes, pourquoi ? Si j'admets telle thèse, je dois renoncer à telle autre qui la contredit. Si j'admets telle thèse, je dois admettre aussi telle autre qui en est la conséquence. Des hommes ont fait ça plus que d'autres, plus systématiquement, ont écrit leurs conclusions ; on les a appelés philosophes.

## De la philosophie à la science

L'homme est un animal nettement plus intelligent que les autres. Il ne se contente pas de trouver dans la nature ses moyens d'existence, il les fabrique. Le fait de manipuler des choses pour les transformer change le regard sur le monde. (Pour les mots, on peut hésiter entre univers, monde, nature. Parfois je veux opposer le monde à un « au-delà » que l'on peut appeler un « autre monde », ce que les mots univers ou nature ne permettent pas.)

La pratique de la production conduit à privilégier des solutions qui semblent avoir un lien de proximité avec le problème. Par exemple, si on taille des silex, on constate que parfois ça réussit mieux que d'autres. On peut penser que c'est lié aux phases de la lune, mais la pratique conduit à penser que c'est lié à la qualité de la pierre, au type d'instrument avec lequel on la frappe, avec la manière, l'angle d'attaque... (Le même problème de plausibilité des causes se pose quand on bat des blancs d'œufs en neige ou quand on fait de la mayonnaise.) La pratique de la production encourage à chercher dans le monde, et pas en dehors, des explications sur le monde.

Cette conviction peut être partielle : oui pour les silex, mais la pluie elle serait commandée par un « autre monde ».

Donc, au milieu des réflexions sur toute sorte de choses, qui constituent la philosophie, il y a en a qui portent sur la recherche dans le monde de connaissances ou d'explications sur le monde. Le but est bien sûr des connaissances ou explications qui soient vraies, c'est-à-dire qui concordent avec le monde. On part d'observations sur le monde et des connaissances antérieures, y compris d'autres personnes en d'autres temps et en d'autres lieux. On est un peu provocateur aussi : on pousse le monde dans ses retranchements pour voir comment il va réagir dans des situations particulières et ainsi en apprendre plus. Mais des connaissances et des explications, ce sont des idées, c'est dans notre tête. Il reste encore à les faire comparaître devant le tribunal du monde : est-ce que ça concorde ?

On apprend dans la pratique de la production ou dans d'autres expériences concrètes de ce genre. Le but est de produire quelque chose, pas d'apprendre, mais en le faisant, par la bande, en prime, on apprend beaucoup. On pourrait exiger, pour parler de science, qu'apprendre et expliquer devienne le but recherché, et pas un accident. La science, c'est constituer à côté de la pratique de production, une pratique spécifique : observer le monde et chercher à l'expliquer.

### Définition de la science

Ainsi, toute l'expérience générale de l'humanité et en particulier la réflexion philosophique conduisent à

**def-0** : l'idée, l'espoir (basés déjà sur une certaine expérience positive, entre autres sur la pratique de la production) que c'est dans le monde — et pas dans un au-delà — qu'on peut trouver l'explication du monde, comment il fonctionne et, dans une certaine mesure, pourquoi. Il y a là une activité jugée légitime et susceptible de rencontrer le succès, qui s'autonomise par rapport à la philosophie : *la science*.

Celle-ci, la science, se caractérise par

**def-1** : son objectif : accumuler sur notre monde des connaissances descriptives et si possible explicatives, en cherchant dans le monde lui-même l'explication de son fonctionnement<sup>1</sup> ;

---

<sup>1</sup> C'est deux fois restrictif : restriction du domaine : notre monde, la nature, l'univers... ; restriction sur le type

**def-2** : son exigence de vérité : en se soumettant au tribunal du monde ;

**def-3** : son caractère systématique : pas au hasard et en marge des autres activités, mais comme activité spécifique, ad hoc, dédiée à l'objectif 1, avec l'exigence 2 ; avec en outre un certain nombre de traits de systématisme (variables selon les sciences, on y reviendra) : expérimenter systématiquement, édifice théorique cohérent, précision, vérifications...

La science est donc une pratique spécifique, une activité à part, *sui generis*, de recherche de connaissance<sup>2</sup>. On donne également le nom de science à la connaissance qui en résulte.

Donc, je distingue trois déterminations de la science, def-1, 2 et 3, et avec le numéro zéro (def-0), un préalable, avant la science, qui n'appartient pas à la définition de celle-ci, un jugement philosophique sur la science. Donc def-0, à strictement parler, n'appartient pas à la définition, mais y est indissolublement lié. Le succès croissant de l'activité dite *science* selon def-1, 2 et 3 renforce la conviction numérotée def-0. C'est donc une simplification de dire que ce point def-0 est logiquement et chronologiquement avant la science. La science et la conviction philosophique que « la science, c'est une bonne idée » avancent de pair. C'est un processus cumulatif.

### Exclusion d'un autre monde

Par définition (def-1), la science cherche dans le monde lui-même l'explication du monde. Des explications invoquant un autre monde sont donc exclues par définition. Mais cette exclusion n'est pas un résultat de la science, c'est quelque chose que la science hérite de l'attitude def-0 qui l'a fondée. Cette exclusion est donc philosophique, elle est logiquement « avant la science », mais elle est renforcée par le succès de la science.

### Sciences naturelles, sciences humaines

La définition ne fait absolument aucune différence entre sciences humaines (ce qui concerne les hommes en société) et sciences naturelles (le reste du monde), mais bien sûr les problèmes rencontrés sont différents. J'emploie l'expression tribunal de la nature parce que je veux une expression frappante pour ce qui est le critère décisif : ce n'est pas à nous de décider si une idée nous plaît ou non : c'est la nature qui tranche : c'est comme ça ou non dans la réalité. Mais il y a aussi une « nature » de la société. Le critère est le même, une théorie en sciences humaines doit être en accord avec la réalité. Il y a bien une différence, pas sur le critère, mais sur le fait qu'en sciences humaines il est beaucoup plus difficile à appliquer.

On verra plus loin (systématisme) qu'il y a aussi des différences de pratique, de méthode.

Les sciences formelles (mathématique, logique) constituent un cas à part, qui ne répond pas à ce qu'on dit ici. Le point de départ des mathématiques est bien dans le monde (pas dans un autre monde, de l'abstraction) : c'est l'expérience vécue de compter<sup>3</sup>, de mesurer... Mais les développements sont

---

d'explication.

2 Science extends and enriches our lives, expands our imagination and liberates us from the bonds of ignorance and superstition. The American Physical Society affirms the precepts of modern science that are responsible for its success.

**Science is the systematic enterprise of gathering knowledge about the universe and organizing and condensing that knowledge into testable laws and theories.**

The success and credibility of science are anchored in the willingness of scientists to:

1. Expose their ideas and results to independent testing and replication by others. This requires the open exchange of data, procedures and materials.
2. Abandon or modify previously accepted conclusions when confronted with more complete or reliable experimental or observational evidence.

Adherence to these principles provides a mechanism for self-correction that is the foundation of the credibility of science. (Adopted by the Council of the American Physical Society on November 14, 1999. C'est moi qui souligne en gras.)

3 Des expériences de psychologie animale montrent que des animaux développés, autres que les hommes, peuvent estimer d'un coup d'œil de petits nombres entiers et les comparer. Ils comprennent que trois fruits c'est moins que cinq

abstraites et sont jugées pour leur cohérence logique. Un théorème est vrai parce que la démonstration tient debout, pas parce que le résultat a été testé en laboratoire. C'est une question difficile qu'on va laisser de côté ici.

## Le monde, la nature, l'univers...

Les points def-0 et def-1 ci-dessus supposent qu'on ait, littéralement, une certaine conception du monde. Historiquement, ce n'a pas été d'emblée celle qui nous semble aller de soi aujourd'hui :

Astres parfaits (remis en question par Galilée) tournant en rond (selon une ellipse, Kepler ; en train de tomber, Newton).

Dans le vivant, esprits subtils, humeurs...

Alchimie<sup>4</sup>, sorcellerie, chasse aux sorcières... Ma définition de la science suppose qu'il y a une différence claire entre notre monde et un éventuel autre monde, transcendant. Je peux supposer que ce n'était pas clair pour des hommes primitifs, qu'ils ne faisaient pas nécessairement ce genre de distinction (animisme). Par contre, pour les gens du Moyen Âge, l'enseignement de l'Église pouvait avoir introduit la distinction : le peuple aurait alors pu avoir conscience que le Ciel, avec Dieu, les anges, le paradis qui nous attend, c'est autre chose que le ciel avec les nuages. Easlea estime que les pratiques suspectes qualifiées de sorcellerie étaient réprimées par les autorités religieuses et civiles non pas comme religion hérétique, mais comme attitude presque matérialiste athée, donc défiant l'autorité religieuse et civile : prétendre obtenir certains résultats par des forces (peut-être obscures) de la nature, en se passant de Dieu<sup>5</sup>. (On pouvait aussi être accusé sans raison.)

En tout cas, il faut en retenir que les conceptions du monde ont changé entre l'humanité primitive, l'Antiquité, le Moyen Âge et l'époque moderne et qu'on ne peut pas les ramener à celle que nous avons aujourd'hui avec une certaine culture scientifique. (Pour en dire plus, je devrais creuser plus.)

En physique (Newton), action à distance instantanée, sans médiation. (Contre Descartes, plus vieux d'un demi-siècle, qui veut que les choses se poussent l'une l'autre, au qu'à défaut des « tourbillons » les entraînent.)

Plus on connaît, plus on peut « préjuger » des explications acceptables ou non. Par exemple, la télépathie n'a rien d'inacceptable a priori, en principe, mais le devient dans les connaissances actuelles.

## Fausses pistes. Connaître, comprendre, expliquer

Nécessité : certitude absolue parce que cela doit être comme ça. C'est une confusion sur ce qu'est la logique, ou bien sur la valeur des « grands principes ». La logique dit comment une vérité peut

---

fruits, tandis que deux groupes de cinq fruits sont égaux. Ils font d'un coup d'œil la différence entre vingt-cinq et trente et un, mais difficilement entre vingt-neuf et trente et un. Les hommes ont l'avantage de pouvoir mettre là-dessus des noms comme vingt-neuf et trente et un et, par là, de savoir où ils en sont. (Stanislas Dehaene, *La bosse des maths*, Éditions Odile Jacob, Paris, 1997, ISBN : 2-7381-0442-8, [www.d-meeus.be/wikindx4/index.php?action=resource\\_RESOURCEVIEW\\_CORE&id=1255](http://www.d-meeus.be/wikindx4/index.php?action=resource_RESOURCEVIEW_CORE&id=1255).)

Outre que les mathématiques partent des nombres entiers qui sont presque un donné naturel, les créations abstraites des mathématiciens sont guidées en partie par des problèmes posés dans la pratique. Ensuite, même dans ce qui est gratuit, on retient sans doute ce qui est fécond. Le succès de la géométrie analytique de Descartes vient de ce que  $\mathbf{R}^3$  est une bonne approche de la réalité de l'espace dans lequel nous voyons le monde à notre échelle macroscopique, avec le temps dans une dimension séparée. Les mathématiques, bien que formelles et abstraites, jugées d'abord sur leur seule cohérence interne, sont quand même dans une certaine mesure aussi sous le coup de la juridiction du tribunal de la nature.

<sup>4</sup> Voir aussi note 18.

<sup>5</sup> Brian Easlea, *Witch Hunting, Magic and the New Philosophy : An Introduction to Debates of the Scientific Revolution 1450-1750*, The Harvester Press Ltd, Brighton, 1980. En traduction, *Science et philosophie 1450-1750 : Une révolution. La chasse aux sorcières, Descartes, Copernic, Kepler*, Éditions Ramsay, Paris, 1986. Pour Easlea, voir [www.d-meeus.be/wikindx4/index.php?action=list\\_LISTSOMERESOURCES\\_CORE&method=creatorProcess&id=355](http://www.d-meeus.be/wikindx4/index.php?action=list_LISTSOMERESOURCES_CORE&method=creatorProcess&id=355).

conduire à une autre vérité ; elle n'apporte aucune vérité, aucune connaissance.

La confiance dans les « grands principes » (préjugés basés sur des apparences) fait négliger la nécessité de vérifier. Il faut être *rationnel*, utiliser sa raison, mais la connaissance vient du monde et pas de la raison (ce qui serait du *rationalisme*).

« Physiciens » et « astronomes ». Du temps d'Aristote et longtemps après, les « physiciens » cherchaient à expliquer « en profondeur » et accusaient les astronomes de se contenter de concordance avec les faits, sans explication profonde. On ne gagne rien à vouloir aller plus « en profondeur » qu'on n'en a les moyens. Newton admet qu'il ne peut pas expliquer sa loi « en profondeur » ; ça le dérange, mais il s'incline.

### **Aristote, chute des corps**

1. Les corps retournent vers leur lieu privilégié, leur lieu d'appartenance, naturel. Pour les corps pesants, c'est le centre de la Terre (centre du monde).

2. Les corps plus lourds tombent plus vite. (En outre, les corps sont freinés dans leur chute par la résistance de l'air.)

Sur la Terre, la loi 1 n'est pas mauvaise. De fait, les masses sont soumises à l'attraction terrestre. Par contre, la loi 2 est fautive comme Galilée l'a montré. Tous les corps tombent à la même vitesse (sauf résistance de l'air). Mais Aristote trouvait cela tellement évident que ça ne demandait aucune justification.

## **Philosophie, science, technique**

### **Terrain repris à la philosophie**

La philosophie c'est mettre de l'ordre dans les idées, y compris sur le monde. Ce n'est que quand, sur un certain domaine, un certain aspect du monde, ces idées sont suffisamment consistantes et qu'on en arrive à systématiser l'interrogation sur le monde dans le sens de def-1, 2 et 3 que l'on peut parler de science. Ce domaine, entrant dans la compétence de la science, est retiré au domaine de la philosophie. Ainsi des pans entiers de la philosophie s'en détachent, parce qu'ils deviennent science. Ce n'est pas vraiment une perte pour la philosophie, c'est plutôt un progrès. Après tout, philosopher, c'est mettre de l'ordre. Si un truc est classé comme scientifique et non plus philosophique, tant mieux, la situation se clarifie. La philosophie s'épure en se limitant à des questions proprement philosophiques (comme : qu'est-ce que la science ?).

Les Grecs de l'époque classique se sont distingués en mathématiques, mais nous avons dit que nous laisserions de côté cette science un peu atypique. Les astronomes grecs ont fait (avec les mathématiques) des mesures précises, proposé des théories, amélioré leurs observations et leurs mesures. Je pense qu'on peut parler d'un début de science astronomique.

Le mot physique existait en grec ancien et c'est le titre d'un livre d'Aristote. Mais Aristote et les autres accordaient plus de confiance en leurs « grandes idées » (qu'on pourrait appeler préjugés) que dans le tribunal de la nature. Il me semble qu'on doit donc refuser la qualité de science à cette physique, par défaut de def-2 et qu'il faut attendre Galilée pour parler de science physique. Cela veut dire qu'en dehors de l'astronomie dans l'Antiquité et de l'optique d'Alhazen (et des mathématiques que nous avons laissées de côté), la science est très récente.

Au 19<sup>e</sup> siècle, la psychologie était encore généralement considérée comme une branche de la philosophie, mais c'est devenu maintenant une science. Idem pour la sociologie.

En philosophie, on discute de ce qu'est un concept. Le Moyen Âge a connu la « querelle des

universaux ». Aujourd'hui, on va pouvoir se demander comment les cerveaux des animaux, en particulier des animaux supérieurs, des grands singes, des hommes, classent les choses en grandes catégories selon certaines « ressemblances de famille<sup>6</sup> ». C'est un pan de la philosophie qui va passer aux neurosciences.

## Technique

La technique est du domaine de l'art, au sens de métier, de savoir-faire. Elle peut s'aider de la science, mais ce n'est pas toujours le cas. On n'a pas attendu la physique du solide pour tailler des silex. On a construit des maisons en bois avant d'étudier scientifiquement la résistance des matériaux : l'expérience disait quelle grosseur il fallait donner aux poutres. On a appris de même à construire en pierre. Quand on a voulu remplacer la couverture en bois (qui brûle dans les incendies) par une fermeture en pierre, on a dû voir s'écrouler un certain nombre de voûtes avant de maîtriser cette technique.

Bien sûr, procéder par essais et erreurs, c'est un peu aussi le tribunal de la nature, et la maîtrise technique, c'est avoir acquis une connaissance, mais le but est de réaliser quelque chose qui fonctionne, pas la connaissance pour elle-même.

On peut dire la même chose de la médecine. Elle est aujourd'hui largement fondée sur la biologie, mais cela reste l'art de guérir et il y a des choses qui marchent sans qu'on sache très bien pourquoi. S'agissant d'un médicament, on désire très fort connaître son mode d'action (telle molécule se fixe à tel récepteur de certaines cellules ce qui provoque ceci ou ça...), mais pour savoir si ça guérit quelque chose ou non, ce n'est pas tellement la connaissance du mode d'action qui compte, mais les tests et l'analyse statistique de leurs résultats (*evidence based medicine*).

## Activité créatrice

Toutes nos connaissances nous viennent du monde, mais demandent un travail de notre part. On ne peut avancer que si on a une idée<sup>7</sup>. La science est une activité créatrice et cependant objective.

Observations, connaissances éparses → idée → observations et expériences orientées → progrès de l'idée → ... théorie → tribunal de la nature.

## Idées préconçues

Le tribunal final est essentiel parce que tout ce qui précède est en quelque sorte biaisé : les connaissances éparses sont accidentelles et partielles ; l'idée préconçue est basée sur ces connaissances, mais aussi subjective ; les observations sont recherchées et les expériences faites en fonction de l'idée préconçue : dans la masse ingérable de toutes les observations possibles, on choisit celles qui sont pertinentes ; la théorie est une construction de l'esprit qui intègre tout ça dans un système explicatif cohérent. Si tous ces biais ont conduit à quelque chose de non conforme à la réalité, le tribunal de la nature rejette la théorie. Il y a donc élimination après coup<sup>8</sup>, un peu comme dans la sélection naturelle de Darwin.

C'est un processus cumulatif. Les connaissances éparses ne partent pas de zéro dans la tête de chaque acteur de la pratique scientifique. Il a reçu ou acquis une formation. Les connaissances éparses

---

<sup>6</sup> Pour parler comme Wittgenstein.

<sup>7</sup> How odd it is that anyone should not see that all observation should be for or against some view if it is to be of any service ! (Charles Darwin à Henry Fawcett, 18 septembre 1861, dans *More letters of Charles Darwin : A record of his work in a series of hitherto unpublished letters* ed. by Francis Darwin ... and A. C. Seward, 2 vol. chez J. Murray, Londres, 1903, vol. I, p. 195.)

<sup>8</sup> Cela s'oppose à un optimisme du genre : accumulation de bonnes observations → science certaine. C'est parfois présenté comme le point de vue de Francis Bacon, mais c'est caricatural. Il était infiniment plus subtil que ça.

sont minimales au début de l'humanité. Aujourd'hui c'est un énorme bagage déjà scientifique.

On a donc un système qui permet les idées préconçues et en a même besoin pour avancer, mais qui conduit finalement à un résultat objectif. Dire que la science ne vaut rien parce qu'y interviennent des idées préconçues (entre autres, courant dit sociologie des sciences), c'est ne voir qu'une partie du processus.

La science est sujette à des tas d'influences. Les fabricants de tabac, de pesticides et d'armes essaient d'influencer certaines recherches avec leur argent. Les autorités peuvent changer les priorités en affectant les budgets. Tout cela est vrai, mais la connaissance produite par la science dans son ensemble est correcte, objective, pour l'essentiel, parce que la décision en dernier ressort sur le contenu n'appartient pas aux fabricants de tabac, de pesticides et d'armes, mais au tribunal de la nature.

À propos de la science, il faut distinguer quatre choses différentes (au moins) : (1) la science ; (2) les techniques (en partie basées sur la science, en partie sur une inventivité directement pratique) ; (3) la décision d'utiliser telle ou telle technique dans tel ou tel but ; (4) le fait que les circonstances changent.

Brûler du carbone comme source d'énergie conduit à rejeter dans l'atmosphère du CO<sub>2</sub> qui est un gaz à effet de serre ; cela va réchauffer le climat à un point dangereux pour l'humanité. Donc aujourd'hui (4), il faut arrêter ça. Cependant, on a eu bien raison (3) dans les siècles passés d'utiliser du charbon, puis du pétrole ou du gaz (sinon il ne resterait plus un arbre en Europe). On ne peut donc pas dire que le haut-fourneau, par exemple, est intrinsèquement mauvais (2) et encore moins que « tout ça c'est de la faute de la science » (1).

## Systematicité plutôt que critère strict ou méthode définie

### Échec d'imposer un critère (Popper)

On a cherché un critère bien défini pour distinguer la science de ce qui ne l'est pas (*démarcation*). Le philosophe autrichien (devenu ensuite anglais) Karl Popper est connu pour sa proposition dans ce sens. Une théorie n'est pas vérifiable dans son ensemble ; elle est souvent trop complexe pour cela. Mais elle a des conséquences précises, elle fait des prédictions, lesquelles peuvent être vérifiées. Si une théorie fait des prédictions et qu'aucune de ces prédictions ne se trouve réfutée par les faits et les expériences pour les tester, la théorie est acceptable. Popper rappelle que les vérifications peuvent donner à penser « qu'on est dans le bon », mais ne prouvent rien : aucun nombre si grand soit-il d'observations particulières ne peut prouver le général. Si un jour on tombait sur un fait qui réfute une des prédictions de la théorie, la théorie serait caduque. À la lettre, en logique, Popper a raison ; c'est une variante stricte de ce que j'ai appelé tribunal de la nature<sup>9</sup>. De cela, Popper tire une définition de la science, un critère de scientificité : une théorie, selon Popper, ne peut être considérée comme scientifique que *si elle se prête à cette réfutation possible de conséquences précises*.

La théorie de Newton présente des difficultés (trajectoire de Mercure). Selon le critère Popper, elle serait scientifique, parce que réfutable, mais en outre réfutée (au milieu du 19<sup>e</sup> siècle par le calcul d'une discordance suffisamment marquée), donc à rejeter. Mais pour des tas de raisons, la théorie de Newton pouvait et devait être considérée comme excellente, bien qu'améliorable. Avec le cas de Newton, on pourrait garder le critère de Popper : c'est réfutable donc scientifique ; et on pourrait seulement prendre plus souplement le fait de la réfutation : ça reste bon dans l'ensemble<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Parlant de tribunal de la nature, j'emploie le verbe « vérifier », mais il ne faut pas oublier que jamais une « vérification » n'est une preuve définitive. On a cependant des certitudes raisonnables.

<sup>10</sup> Il ne faut pas mélanger les deux choses : comme devant un tribunal ordinaire, il y a d'abord la recevabilité de

Par contre, avec Darwin, c'est pire : il résulte de la définition de Popper que le darwinisme, même enrichi par les connaissances modernes en génétique et par les nombreux travaux sur l'évolution, qu'on appelle néo-darwinisme n'est pas une science. En effet la théorie de l'évolution ne ferait pas de prédictions précises qu'un test puisse réfuter. Dans son état d'avancement actuel, tout donne à penser que les choses se sont passées en accord avec la théorie de l'évolution ; il y a une grande convergence des études de paléontologie<sup>11</sup>, des théories génétiques et des expériences en laboratoire sur l'évolution de certains insectes qui se reproduisent vite ou sur des bactéries. On peut donc considérer que la théorie se soumet au tribunal de la nature et est acceptable pour ce tribunal. (Popper lui-même a fini par l'admettre.)

Cela montre la difficulté et le danger d'imposer un critère logique simple et uniforme à toutes les sciences. Les théories de la physique et de la chimie ne ressemblent pas à celles de la biologie ou des sciences de la société et même celles de la physique ne sont pas tout noir ou blanc.

De l'idée qu'une seule réfutation prouve la fausseté d'une science, tandis qu'aucune vérification positive ne prouve rien, il ne faut pas tomber dans une vision purement négative : les théories ne pourraient être que fausses ou douteuses, en attente de se révéler fausses. Jusqu'à preuve du contraire, il est justifié de penser « qu'on est dans le bon » lorsqu'on arrive à des vérifications réussies<sup>12</sup>.

### **Problème de la certitude raisonnable**

Le critère de Popper est doublement négatif. 1. N'est pas une science un discours qui ne se prête pas à la réfutation. 2. Une théorie scientifique réfutée n'est plus valable. Qu'est-ce qui est positif ?

Mais on ne peut pas considérer comme valable n'importe quelle élucubration en principe réfutable mais pas encore réfutée. Bien que l'induction ne permette pas de conclure valablement à la vérité d'une proposition générale, les observations et les expériences nous permettent de juger ce qui « est dans le bon ». (Tous les jurys d'assises doivent décider sur un faisceau d'éléments probants, rarement sur une preuve absolue.) Je ne peux pas en dire plus. C'est un problème sur lequel les philosophes des sciences s'arrachent les cheveux et ce n'est pas un amateur comme moi qui peut vous donner la réponse en cinq minutes.

### **Il n'y a pas une seule méthode, systématisme**

De même il est difficile de définir une « méthode scientifique » unique, valable pour toutes les sciences, naturelles et humaines — au-delà du schéma de succession et de répétition des démarches de la page 6 sous le titre *Activité créatrice*. Le mieux est de dire (def-3) que c'est la poursuite de def-1 et 2 de manière systématique<sup>13</sup>.

l'action, ensuite le jugement sur le fond. On peut voir son action jugée recevable, mais ensuite perdre son procès. *Le critère de Popper est du niveau de la recevabilité* : une théorie est scientifique si elle fait des prédictions précises susceptibles d'être testées et donc éventuellement réfutées. Une théorie étant acceptée comme scientifique (recevable en tant que réfutable), le jugement de valeur (est-elle réfutée ou non ?) vient dans un deuxième temps.

11 Datation au carbone 14 : le carbone (6 protons) ordinaire est le carbone 12. Le carbone 14 naît par bombardement de l'azote (7 protons) par des neutrons en haute atmosphère : le neutron prend la place d'un proton de l'azote (le chasse) et donne du carbone 14 et de l'hydrogène. Les plantes absorbent le carbone 14 de l'atmosphère (et les animaux marins celui de l'eau de mer). Au total, il y a dans l'eau de mer, l'atmosphère, les organismes vivants une même proportion définie constante de carbone 14. Cette proportion diminue dans les organismes morts fossilisés, coupés des échanges avec la biosphère.

12 Popper est assez rigide, mais n'est pas idiot : il ne pense pas que négativement, il admet des éléments probants.

13 Le philosophe Paul Hoyningen-Huene a proposé de considérer la systématisme selon huit ou neuf axes et sous de nombreux aspects, variables selon les sciences. (Je l'ai entendu parler de cela à Bruxelles... j'ai conservé les documents, je les ai revus récemment, mais plus moyen maintenant de mettre la main dessus). Il commence à publier ces idées en 1999. Voir annexe p. 14 et note critique 20.) Selon lui, il faut remplacer une méthode imposée ou des critères stricts à la Popper par une description, non normative, de ce que font effectivement les savants dans les diverses sciences. C'est de lui que je m'inspire dans mon def-3 et dans ce qui suit, bien qu'il ne soit pas le seul à parler de systématisme. Le mot se trouve aussi



D'abord on est systématique quant à dire de quoi on parle et ce qu'on en dit, précision des termes. On est précis dans les observations et les expériences, perfectionnement des appareils de mesure, réflexions sur les marges d'erreur, méthodes statistiques pour distinguer un résultat du hasard, du bruit de fond. Culture et institution de la critique, sélection des articles avant publication, séminaires et autres mises en commun, reproduction des expériences, confrontation des résultats.

On est systématique dans la poursuite de l'objectif de connaître le monde, on pousse la nature dans ses retranchements, on pousse les expériences à l'extrême : vers le froid absolu, les hautes énergies... on crée des situations exceptionnelles pour faire surgir de nouvelles connaissances ; on ne veut laisser aucun « territoire » inexploré, tendance à être complet ; créer des liens, des ponts, entre différents domaines, arriver à un édifice global plutôt qu'une mosaïque.

### **Systematicité de la vérification**

Enfin, la confrontation au tribunal de la nature est une des choses essentielles à faire systématiquement. Il faut se méfier de la séduction propre d'une théorie réussie. Après avoir changé le cadre de la mécanique en unifiant l'espace et le temps (relativité restreinte, unifiant aussi mécanique classique et théorie électro-magnétique), Einstein part d'une intuition de l'unité des accélérations pour imaginer une théorie générale incluant la gravitation. Après des années de travail, avec de grandes difficultés mathématiques, il arrive à un ensemble cohérent. Toutes les pièces du puzzle se sont accordées. C'est une œuvre de toute beauté, difficile dans son expression mais aussi d'une grande simplicité dans son principe. (**Systematicité de la théorisation.**) C'est extrêmement séduisant pour l'esprit et ça donne à penser qu'on est dans le bon. Cependant, on ne peut dire « qu'on est dans le bon » que si c'est présenté devant le tribunal de la nature et que ça passe (et en admettant que peut-être un jour ça ne passera plus). Une des conséquences de la relativité générale, c'est la déviation des rayons lumineux par une grosse masse. C'est vérifié en 1919 et la conviction peut se baser à la fois sur l'élégance de la théorie, la prouesse intellectuelle et une vérification de quelque chose qu'on n'avait jamais vu et qu'on ne pouvait expliquer autrement.

Il faut donc systématiquement, à propos d'une théorie, penser aux conséquences qu'on pourra soumettre à vérification — et les vérifier.

La théorie impliquait aussi qu'il existe des ondes gravitationnelles. On en avait déjà eu une confirmation indirecte, mais on en a annoncé le 10 février 2016 l'observation directe. C'est une vérification de plus, mais d'une grande importance comme exemple de systematicité. C'est une réalisation exceptionnelle qui montre qu'un certain nombre de réponses du tribunal de la nature ne peuvent plus être trouvées dans un laboratoire ordinaire. C'est l'œuvre conjointe de milliers de personnes dans une machine d'une précision inouïe. Le CERN à Genève est plus grand encore, mais le LIGO d'un plus haut niveau d'exigence de précision. Un progrès attendu, c'est que les deux sites de LIGO soient renforcés par des installations comparables ailleurs au monde, pas seulement dans un esprit critique de reproductibilité des résultats, mais aussi parce que cela enrichit le résultat (positionnement de ce qu'on a observé). Cela impliquera donc encore plus de milliers de gens. De grandes expériences collectives de ce genre nous rappellent qu'une théorie ne vaut que tant qu'elle est vérifiée, alors que même de grands professionnels ont parfois tendance à l'oublier (théories de cordes et autres).

## **Les croyants ne devraient pas se sentir blessés par la science**

L'exclusion de la science d'explications invoquant un autre monde ne porte pas sur l'existence d'un

---

dans la définition de l'American Physical Society, voir note 2.

dieu ou de dieux ou de toute autre chose de ce genre qui appartiendrait à un autre monde. En effet, le terrain dont la science s'occupe, c'est le monde (celui-ci). Dans l'étude de ce monde, elle exclut les explications transcendantes, dans la mesure où il y a une conviction raisonnable qu'on n'en a pas besoin dans le but précis d'expliquer le fonctionnement du monde. La science ne s'occupe pas d'autre chose. On peut parfaitement croire qu'un monde extérieur, transcendant, d'une tout autre nature, existe ; on peut même croire qu'il soit à l'origine du monde (création). Ce qu'écarte la position philosophique (def-0) à la base de la science, position que chaque résultat de la science renforce, c'est l'idée que ce qui arrive dans ce monde-ci, dans le détail, chaque événement isolé, est l'effet du choix arbitraire d'une puissance supérieure, transcendante.

Beaucoup d'arbres perdent leurs feuilles en hiver. Si une feuille se détache et me touche le bout du nez, la science dira que la feuille était arrivée au point de maturité où elle devait se détacher avec le vent qu'il y avait alors et au moment où je passais par là<sup>14</sup>. La science va donc rendre improbable, pour ne pas dire plus, la thèse qu'une force supérieure voulait que la feuille me touche le nez. Cela n'exclut pas qu'un dieu ait créé un monde dont le fonctionnement pouvait conduire à des arbres qui perdent leurs feuilles en automne (je vais appeler création globale la création d'un monde en une fois avec un mode de fonctionnement qui ne demande pas une intervention ultérieure) ; cela exclut seulement la thèse qu'une puissance supérieure interviendrait à tout moment dans le monde (ce que je vais appeler interventionnisme divin).

La pratique de la science et la culture scientifique peuvent conduire à la conclusion qu'il n'existe rien d'autre que notre monde<sup>15</sup> (c'est mon cas), mais il y a des savants qui considèrent qu'il n'est pas contradictoire de croire en un dieu<sup>16</sup>.

### Sur l'exemple de la gravitation

Newton a trouvé une force agissant à distance, instantanément, entre deux masses, et répondant à une équation mathématique valable dans tous les cas. Il était convaincu de la justesse de sa théorie, mais le premier surpris de la nature d'une telle force. Il a dit qu'il n'avait rien à en dire (de la *nature* de cette force). Il y voyait l'intervention de Dieu. Mais on peut comprendre cela de deux façons.

**Interventionnisme divin** : Il n'y a dans la nature aucune force de gravitation (ni aucune courbure de l'espace comme dans la relativité générale). Dieu choisit arbitrairement, au nom de son pouvoir absolu, de faire tourner à tout moment chacun des corps célestes selon des ellipses et de faire tomber les projectiles selon des paraboles qui se trouvent correspondre à la formule de Newton. Pour le dire de manière anthropomorphique, il guide chacune des planètes « à la main »<sup>17</sup>.

**Création globale** : Dieu, bien que sa puissance infinie lui permettrait s'il le voulait de décider à chaque instant de tous les mouvements, « ne perd pas son temps » à ça. Il a créé un monde avec un fonctionnement interne du genre force de gravitation ou courbure de l'espace et les corps célestes, les

---

14 Un certain déterminisme n'exclut pas le hasard. On peut dire que la feuille devait se détacher à ce moment-là et à aucun autre et suivre une trajectoire déterminée en tombant, même si ce sont des choses trop complexes à calculer pour nous. De même, on peut dire que je n'étais pas là par hasard, mais que des motifs ont conduit mon cerveau à décider de me mettre en route dans un certain but, que ma forme physique et tel ou tel obstacle ont réglé ma vitesse, et cetera, même si beaucoup de choses peuvent être dites « impondérables », au sens de bien déterminées, mais pas à notre portée pratiquement. Le hasard résulte de ce que la trajectoire de la feuille et ma trajectoire appartiennent à deux chaînes de causalités indépendantes l'une de l'autre. (Un déterministe radical pourrait vouloir remonter à un « ancêtre commun », comme on dirait de l'évolution des espèces, entre les causes de la trajectoire de la feuille et celles de ma trajectoire.)

15 Certains font l'hypothèse de mondes parallèles. L'hypothèse inclut généralement le fait que de tels mondes sont étanches l'un à l'autre, inaccessibles, inconnaissables. Il n'y a donc pas grand-chose à en dire. Mais quoi qu'il en soit, ce ne sont pas des mondes transcendants, exerçant sur notre monde quelque puissance mystérieuse.

16 Galilée, Newton... étaient croyants. Plus près de nous, Eddington, Lemaître et beaucoup d'autres. Il y a par ailleurs aussi un grand nombre de savants qui s'affirment athées.

17 Un tel monde serait comme un théâtre de marionnettes, où un ou plusieurs dieux tirent les ficelles.

projectiles... suivent ce mode de fonctionnement. Il n'utilise pas son pouvoir à modifier ce fonctionnement, qui présente donc une constance qui permet de l'étudier.

Je ne sais pas ce que Newton en pensait, mais je suppose qu'un savant croyant, aujourd'hui, serait tenant de la deuxième conception qui laisse le champ entièrement libre à la science.

La science revendique ainsi un terrain que la religion occupait : la religion prétendait dire le monde selon la tradition et dans un esprit d'interventionnisme divin. Par contre, pour les croyants, la science ne diminue pas le ou les dieux, au contraire : un dieu qui crée un monde « automatique » est plus admirable qu'un dieu qui le conduit « à la main ». (Mais personnellement, je trouve que la science rend dieu inutile et improbable, pour ne pas dire plus.)

Interventionnisme ou pas : c'est une préoccupation qu'on trouve déjà dans la Grèce antique. Dans le théâtre tragique, des gens sont punis de leurs actes par les dieux de l'Olympe. Pire encore, ils sont punis par les dieux pour des actes provoqués par les dieux. (On les a mis dans des situations où ils ne pouvaient agir autrement.) Certains ont objecté que les dieux de l'Olympe étaient bien trop occupés de boire des vins et autres nectars, de faire l'amour (et d'entrer dans des querelles par jalousie), et cetera, que pour trouver encore le temps de s'occuper des affaires des hommes.

## **Fausses sciences**

On a vu page 8 sur la certitude raisonnable qu'il n'est pas simple de dire ce qui est bon, mais il y a clairement des théories qui ne sont que pseudoscience.

Il y a bien sûr des degrés dans la réussite du travail scientifique et dans l'exigence de systématisme. De nouveau l'essentiel est de se soumettre au tribunal de la nature. Dans les sciences expérimentales, une équipe peut obtenir des résultats et les publier. Elle espère que d'autres équipes travaillant dans le domaine reproduiront l'expérience et auront des résultats concordants, tout en admettant qu'au contraire, leur résultat peut être rejeté. Certains vont publier des résultats « améliorés » par rapport aux résultats réels, ou contester fortement des résultats qui réfutent les leurs. La science de moins bonne qualité ou une moindre éthique scientifique ne constitue pas d'office une pseudoscience. C'est un accident de parcours de la science.

La pseudoscience se caractérise surtout par l'absence ou presque de vérification, par le refus de la vérification, par un investissement plus grand dans la polémique défensive que dans l'argumentation positive.

## **Créationnisme**

Le créationnisme est religieux à l'origine. Beaucoup de religions comportent un dieu créateur. J'ai montré plus haut, en parlant de Newton, qu'il peut y avoir une conception de la création qui n'interfère pas avec la science, si on considère l'existence d'un dieu et la création du monde comme préalables à un monde entièrement explicable par la science. C'est ce que j'ai appelé création globale. L'existence d'un dieu et la création du monde sont du domaine de la religion. Le monde qui en sort est du domaine de la science.

Les tenants de l'interventionnisme divin ne posent pas de problème de fausse science. Ils mettent la religion avant la science, dont ils se méfient. Ils ne prétendent pas que leurs conceptions religieuses sont une science.

On a un problème de fausse science avec des tenants d'une conception proche de la création globale, mais ne laissant pas toute liberté à la science. Pour eux, il y a un agent intelligent à la base du fonctionnement du monde. Cela peut se voir dans le monde, à son fonctionnement, en particulier dans l'évolution. L'argument est qu'aucune théorie de l'évolution ne peut rendre compte de la complexité de

l'évolution, donc *il faut supposer* un agent intelligent. L'agent intelligent (bien que transcendant) et son dessein intelligent apparaîtraient, au moins en creux (par l'échec de la science), dans le monde. Ainsi l'existence même de l'agent intelligent serait du domaine de la science. La théorie dite du « dessein intelligent » (*intelligent design*) serait une théorie scientifique comme une autre.

Cette thèse pourrait s'appliquer à un dieu créateur, mais les tenants du dessein intelligent choisissent de parler d'un agent intelligent sans dire un dieu pour échapper à la méfiance que susciterait la prétention d'une croyance religieuse d'être science.

C'est un argument totalement négatif : « la science actuelle (la synthèse darwinienne) n'y arrive pas et n'y arrivera jamais, donc l'agent intelligent est, faute de mieux, la seule explication possible ». C'est l'argument « bouche-trou ».

Quand on parle (def-2) de tribunal de la nature, cela veut bien dire que critiquer la science fait partie de la science. La science est une pratique qui comporte une attitude critique envers elle-même. Mais se borner à critiquer en dehors de toute pratique scientifique, ce n'est pas de la science.

## Astrologie

On peut considérer l'alchimie comme une approche naïve de la chimie. On ne peut parler de science parce que ce n'était pas assez systématique, surtout pas assez critique, mais la démarche était dans une certaine mesure préscientifique. (Il y avait chez certains alchimistes une inspiration religieuse<sup>18</sup>, mais pas chez tous.)

L'astrologie est beaucoup plus fumeuse. C'est ou bien l'arbitraire total, la poudre aux yeux, ou bien une induction beaucoup trop faible sans tentative sérieuse de vérification. Ce n'est pas une démarche scientifique naïve, encore dans l'enfance ; c'est de la pseudoscience.

## La science et les sciences, complexité, réduction

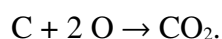
Le monde est un, mais on peut y distinguer des niveaux de complexité différents et il en résulte que si on peut bien parler d'*une* science : c'est dans la même démarche dans les grandes lignes, selon, def-0, 1, 2 et 3 ci-dessus — il y a en pratique *des* sciences, dont la division correspond soit à ce qu'on n'a pas encore trouvé le principe unificateur entre ce qui apparaît provisoirement comme des domaines différents, soit parce qu'il y a objectivement une différence de niveau de complexité.

Prenons la chimie. Tandis que les physiciens s'occupent de la mécanique (Galilée, Newton...), de l'optique, de la chaleur, de l'électricité et du magnétisme, de l'énergie..., les chimistes s'occupent de substances : certaines se composent en d'autres, certaines se décomposent en d'autres qui apparaissent en ce sens plus élémentaires. Pour diverses raisons, dont des rapports entiers simples entre les poids des composants et des composés, les substances se comportent *comme si* elles étaient ou bien des atomes ou bien des combinaisons d'atomes, les molécules. Or les physiciens ont des questions ouvertes à propos de l'énergie et d'autres choses et les atomes arrivent à point nommé. Les travaux des chimistes et des physiciens convergent vers la conviction et même la preuve de l'existence des atomes. Les atomes se révèlent avoir un noyau et un certain nombre d'électrons autour. On découvre ensuite que le noyau est formé de protons et de neutrons, ceux-ci de quarks, etc. On découvre par ailleurs que la couche extérieure des électrons d'un atome explique pourquoi et comment celui-ci se lie à d'autres dans les composés chimiques. On a donc ainsi une continuité entre tout un domaine nouveau de la physique : le domaine des constituants des atomes, et la chimie, le domaine de la combinaison des

---

<sup>18</sup> Je ne comprends pas les alchimistes religieux. Si on compte sur Dieu pour changer le plomb en or, quel intérêt y a-t-il à faire bouillir le plomb dans le pipi de chat enrichi de poudre de perlimpinpin ; il vaudrait mieux prier Dieu de faire un miracle. Le fait de chercher à y arriver par soi-même me semble matérialiste, même si c'est dans une conception très large de la matière, incluant des forces mystérieuses.

atomes. Cependant cela reste deux sciences séparées et c'est raisonnable. Si on brûle du carbone, cela veut dire, nous dit la chimie, qu'on combine un atome de carbone avec deux atomes d'oxygène :



On sait que ça ne marche qu'au-dessus d'une certaine température (il faut du feu pour allumer le feu), mais qu'une fois la réaction lancée, elle donnera de l'énergie sous forme de chaleur (et un gaz à effet de serre). Cela vient bien sûr de la combinaison des électrons de C et de O, mais on peut faire beaucoup de chimie sans repartir chaque fois des électrons. On doit se préoccuper d'électrons en chimie théorique, mais on stériliserait la chimie si on imposait de retourner toujours aux électrons. Ainsi l'atome constitue une frontière naturelle, et non arbitraire, entre physique et chimie. À la physique tout ce qui est en dessous de l'atome, à la chimie les atomes et leurs combinaisons. La frontière correspond aussi au fait objectif que l'infiniment petit présente des particularités liées à la quantification de l'énergie (Planck) et à une certaine indétermination (Heisenberg), effets qui ne jouent plus au-dessus d'une certaine dimension.

Cet exemple est intéressant aussi pour la question de la réduction à du plus fondamental :

1. Les molécules ont des propriétés que n'ont pas les atomes qui les constituent.
2. Toutes ces propriétés des molécules s'expliquent entièrement, au moins en principe, à partir des propriétés des atomes constituants lorsqu'ils se trouvent en présence.
3. Cependant, il n'est pas souhaitable, ni même pratiquement possible, que l'activité scientifique en chimie reparte chaque fois de la physique subatomique ; pas souhaitable parce que perte de temps ; souvent impossible parce que la quantité d'information qu'il faudrait prendre en compte dépasse les possibilités.

Plus simplement, l'eau, comme ensemble de molécules  $\text{H}_2\text{O}$ , a des propriétés que les quarks, les électrons et tutti quanti n'ont pas. Cependant toutes les propriétés de l'eau résultent de ce qu'elle est faite (d'une certaine manière) de quarks, électrons et *tutti quanti*. On peut dire que dans la molécule, les atomes sont organisés d'une certaine manière qui en explique les propriétés particulières, mais même la manière dont les atomes s'organisent vient des particules élémentaires en jeu. Certaines substances (l'acier...) peuvent s'organiser (par exemple en cristaux) selon plusieurs plans d'après la manière dont ils ont été obtenus, chauffés, refroidis... mais leur sensibilité à ces divers processus résulte des mœurs des particules élémentaires en jeu.

Autre exemple construit sur le même plan :

1. Une auto est capable de certaines accélérations, en consommant une certaine quantité de carburant ; elle a quatre ou cinq places et un coffre plus ou moins grand, etc. Elle a donc des propriétés nouvelles, propriétés qu'on ne trouve pas dans le fer, l'aluminium, le caoutchouc... dont elle est constituée.
2. Il n'y a cependant pas de mystère. Les propriétés de l'auto ne viennent de rien d'autre que des qualités du fer, de l'aluminium, du caoutchouc, etc., et de la manière donc on les a combinés.
3. Cependant un mécanicien automobile n'a pas besoin de faire un stage en sidérurgie ou d'avoir un cours avancé sur les aciers, ou sur la fabrication du caoutchouc pour être un bon mécanicien.

On pourrait dire la même chose du rapport entre une maison et les matériaux de construction. On reviendra à ces exemples, parce que la question de la réduction, du réductionnisme peut ne pas être aussi évidente entre d'autres sciences, à des niveaux plus complexes.

Continuons à monter dans l'échelle de l'infiniment petit vers le plus grand en même temps que dans l'échelle de la complexité : il s'agit de choses qui ne sont pas seulement plus grandes, mais qui sont des combinaisons de choses du niveau inférieur, donc plus complexes.

À l'intérieur de la chimie des atomes et des molécules, on distingue la chimie organique, qui

étude des molécules bâties sur un squelette en carbone, comme on en trouve dans le vivant.

De telles molécules, surtout de très grandes, sont arrivées à se combiner entre elles en unités tellement bien organisées qu'elles peuvent puiser de l'énergie dans leur environnement pour fonctionner et se reproduire. Ce sont les cellules vivantes. La chimie s'occupait d'atomes et de leur combinaison en molécules. La biologie s'occupe de combinaisons sophistiquées de très grandes molécules. On est clairement à un niveau de complexité infiniment plus grand qui définit une frontière naturelle, non arbitraire entre biologie et chimie. Cependant le fonctionnement d'ensemble de ces organisations réussies de grandes molécules dépend entièrement des propriétés de ces molécules et des atomes qui les constituent (et donc des quarks et *tutti quanti*) et de rien d'autre.

### Émergence, survenance...

Supervenience en anglais.

## Annexe 1. Les différentes dimensions de la systématique selon Paul Hoyningen-Huene

L'idée de définir la science selon plusieurs dimensions de la systématique semble apparaître chez lui en publication en 1999<sup>19</sup>. Ci-dessous, je décris ces axes à partir des textes de Hoyningen-Huene, mais selon ce que je comprends et dans ma formulation, mon exposé, mon explication de ce que j'y comprends<sup>20</sup>. Je suis parti de mes notes de l'exposé qu'il a fait à Bruxelles à la Société belge de logique et de philosophie des sciences le 16 octobre 2004 et de ce que j'ai pu trouver d'accessible gratuitement (à partir de [www.philos.uni-hannover.de/hoypub.html](http://www.philos.uni-hannover.de/hoypub.html)).

Sources accessibles en ligne gratuitement :

- « The nature of science », *Nature & Resources*, vol. 35 (1999) no 4, p. 4-8, [www.zeww.uni-hannover.de/106\\_Hoyningen\\_nature\\_of\\_sci.pdf](http://www.zeww.uni-hannover.de/106_Hoyningen_nature_of_sci.pdf).
- « Die Systematizität der Wissenschaft », dans Heike Franz, Werner Kogge, Torger Möller, Torsten Wilholt (dir.), *Wissensgesellschaft : Transformationen im Verhältnis von Wissenschaft und Alltag*, séminaire des 13 et 14 juillet 2000 à l'université de Bielefeld, IWT-Paper no 25, Bielefeld 2001, p. 18-26, [bieson.ub.uni-bielefeld.de/volltexte/2002/90/html/Paul\\_Hoyningen-Huene\\_Wissensgesellschaft.pdf](http://bieson.ub.uni-bielefeld.de/volltexte/2002/90/html/Paul_Hoyningen-Huene_Wissensgesellschaft.pdf).

---

<sup>19</sup> Dans l'article de *Nature & Resources* : 1. How science describes. 2. How science explains. 3. How science establishes knowledge claims. 4. How science expands knowledge. 5. How science represents knowledge. Dans le séminaire de 2000 : 1. Wissenschaftliche Beschreibungen. 2. Wissenschaftliche Erklärungen. 3. Die Verteidigung von Wissensansprüchen. 4. Die Erweiterung des wissenschaftliche Wissens. 5. Die Darstellung wissenschaftliche Wissen. Lors de son exposé à Bruxelles en 2004, il y en avait sept. En 2008, les huit dimensions exposées ici, avec la neuvième (Kritischer Diskurs) qui apparaît en 2009.

<sup>20</sup> Je trouve cette approche de Hoyningen-Huene très intéressante, mais je crains qu'il oublie les def-1 et 2 (euphémisme, je ferais mieux de dire que je lui reproche de les omettre). Sans doute il pourrait défendre qu'ils sont couverts, à divers degrés, dans les traits qu'il envisage et que j'ai mis sous def-3. Mais aucun des traits n'est obligatoire chez Hoyningen-Huene, tandis que def-1 et 2 me semblent constitutifs de la définition même de science. La première chose que l'on doit dire de la science, c'est l'objectif de chercher dans le monde lui-même l'explication de son fonctionnement. Hoyningen-Huene décrit bien comment les scientifiques travaillent ; il me semble qu'il ne dit pas assez l'objectif de ce travail (def-1). (Pour lui, la théologie est assez systématique pour être acceptée comme science. Elle ne l'est pas selon moi parce qu'elle parle de Dieu ou des dieux et pas de notre monde. C'est lui qui me fait introduire la distinction entre ce monde-ci et tout autre possible monde transcendant, introduire quant à la science une restriction sur le domaine qu'elle vise.) Ensuite, il y a bien chez lui une dimension critique, très présente dans plusieurs des axes qu'il envisage, mais par là dispersée. Je préfère l'isoler des autres aspects systématiques. En effet chez lui tous les aspects sont optionnels (il ne se veut pas normatif) ; je trouve que ce que j'ai appelé def-2 est une exigence absolue et mérite d'être mis plus en évidence qu'un trait de systématique parmi d'autres. La théologie est un bon test de la faiblesse de l'approche de Hoyningen-Huene sur ce point aussi : que peut-on bien vérifier ?

- « Systematicity : The Nature of Science », *Philosophia* 36 (2008), p. 167-180 (en ligne 4 décembre 2007), [www.philos.uni-hannover.de/fileadmin/institut\\_fuer\\_philosophie/Personen/Hoyningen/Aufsaeetze/150\\_Systematicity.Philosophia.2008.pdf](http://www.philos.uni-hannover.de/fileadmin/institut_fuer_philosophie/Personen/Hoyningen/Aufsaeetze/150_Systematicity.Philosophia.2008.pdf).
- « Systematizität als das, was Wissenschaft ausmacht », *Information Philosophie* 1/09 (mars 2009), [www.philos.uni-hannover.de/fileadmin/institut\\_fuer\\_philosophie/Personen/Hoyningen/Aufsaeetze/155\\_Systematizitaet.Inf\\_Philos.2009.pdf](http://www.philos.uni-hannover.de/fileadmin/institut_fuer_philosophie/Personen/Hoyningen/Aufsaeetze/155_Systematizitaet.Inf_Philos.2009.pdf).

## **1. Beschreibungen, descriptions des objets, définitions**

Description : une science décrit ce dont elle parle. C'est très différent selon les sciences. En mathématiques, les « objets mathématiques » sont définis avec précision, souvent à partir d'axiomes. En sciences naturelles, les animaux et végétaux dont on parle sont nommés décrits, dessinés, classés systématiquement (taxonomie, classification).

## **2. Erklärungen, explanations, explications**

Explication : dans la vie courante on constate ; parfois on cherche même à expliquer. En science, on cherche des explications plus construites, plus théoriques ; on se pose en outre des questions critiques : est-ce que l'explication est satisfaisante, n'y aurait-il pas d'autres explications possibles... ?

## **3. Vorhersagen, predictions, prédictions**

Dans certaines sciences, la théorie proposée permet de faire des prédictions, qui peuvent alors se vérifier ou non. On met systématiquement en avant des prédictions qui permettront de tester la théorie.

## **4. Verteidigung von Wissensansprüchen, the defense of knowledge claims, garanties de validité**

Je dirais garantir plutôt que défendre. Critères de précision, de qualité des données : grande attention à éliminer les sources d'erreurs, de biais. Conscience de la marge d'erreur. Méthodes statistiques. Cela permet de garantir la validité de ce qu'on avance.

## **5. Kritischer Diskurs, critique**

Outre le caractère critique qui apparaît déjà au niveau de l'explication (jugement sur des explications possibles) et de la précision (marges d'erreur, signification statistique), il y a une culture et des institutions collectives de la critique : peer review des articles, séminaires...

## **6. Epistemische Vernetztheit, epistemic connectedness, connexion entre connaissances**

Connectivité : on tend à rattacher, à faire le lien des différentes connaissances les unes aux autres, dans un domaine et entre domaines. Il se forme par exemple une certaine unité de la chimie (les atomes et molécules) et des liens avec la physique (par les atomes). Idem en biologie, unité autour de la brique de base qu'est la cellule. Lien des cellules à la chimie par les macromolécules et le reste. L'ensemble des connaissances tend ainsi à constituer un système et si ce n'est pas le cas, on a l'impression d'un manque, l'objectif d'y porter remède (division de la physique entre champs quantiques et gravitation).

## **7. Ideal der Vollständigkeit, ideal of completeness, idéal de complétude**

Idéal de complétude : l'étendue des connaissances scientifiques aujourd'hui est impressionnante. On cherche en outre à couvrir systématiquement les domaines non encore connus ou pas assez. On

veut des connaissances les plus complètes possibles dans chaque domaine et on ne veut pas laisser de domaine inexploré.

#### **8. Vermehrung von Wissen, knowledge generation, multiplication des connaissances**

Augmentation, multiplication de la connaissance : on provoque l'acquisition de nouvelles connaissances en poussant la nature dans ses retranchements : expériences systématiques dans des conditions différentes pour faire ressortir de nouveaux phénomènes.

#### **9. Strukturierung und Darstellung von Wissen, the representation of knowledge, exposé de la connaissance**

Édifices théoriques cohérents. Exposés hiérarchisés. Exposés exhaustifs. Ceci aide d'ailleurs à détecter les manques et les contradictions.