

Chapitre I

Introduction aux problèmes épistémologiques

RÉFÉRENCES : P. JACOB, *L'empirisme logique, ses antécédents, ses critiques*, Paris, Minuit, 1980. *Dictionary of the History of Science*, W.F. BYNUM, E.J. BROWNE, Roy PORTER (éd.), Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1984. A. JACOB, *Encyclopédie philosophique universelle*, Paris, PUF, 2 vol., 1989-1990. J. DHOMBRES, « Le continu baroque, ou comment ne pas jouer discret », J.-M. Salanskis, H. Sinaceur (éd.), *Le labyrinthe du continu*, Springer Verlag, Paris, 1992. V. de COOREBYTER, *Rhétoriques de la science*, PUF, 1994. R. NADEAU, *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*, Paris, Presses universitaires de France, 1999. D. LECOURT, *Dictionnaire d'histoire et de philosophie des sciences*, PUF, 1999. A. KREMER-MARIETTI (dir.), *Sociologie de la science*, Sprimont, Mardaga, 1998. A. BRENNER, *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, Hermann, 2003. C. NORRIS, *Epistemology. Key Concepts in Philosophy*, Continuum London/New York, 2005. A. KREMER MARIETTI, *Épistémologiques, Philosophiques, Anthropologiques*, L'Harmattan, 2005. *Dictionnaire des Idées, Encyclopaedia Universalis*, 2005, J. DHOMBRES, « Poser la modélisation comme question épistémologique » (à paraître).

Philosophie des sciences, Épistémologie,
Théorie de la connaissance, Sociologie des sciences,
Histoire des sciences, Rhétorique des sciences

« Épistémologie » et « philosophie des sciences » sont deux concepts très proches et parfois difficiles à distinguer dans l'usage actuel du langage philosophique. Leur emploi par les scientifiques est encore plus ambigu.

Robert Nadeau (1999) fait de l'épistémologie « cette partie de la philosophie qui s'occupe de connaissance scientifique¹ » : l'épistémologie s'intéresse à la science « du point de vue de sa validité en tant que mode

1. R. Nadeau (1999), p. XI.

de connaissance¹ ». Conçue dans le prolongement de cette perspective, l'épistémologie serait sans doute destinée à traiter des fondements de la science, ainsi que de ses critères² et de ses méthodes³, alors que deux autres branches de la philosophie des sciences⁴, d'après Nadeau, chercheraient, l'une, à dégager « le rôle de la science dans la société » et, l'autre, à faire connaître « le monde dépeint par la science ».

Avec Denis Vernant (1989)⁵, la philosophie des sciences se trouve convertie à l'épistémologie, avec toutefois les distinctions qu'il précise : 1. les crises des fondements ; 2. l'élucidation des propositions scientifiques ; 3. les épistémologies régionales ; 4. les épistémologies historiques ; 5. enfin des recherches particulières : d'ordre historique, telle l'archéologie du savoir de Michel Foucault (1969)⁶ ; ou psychologique, telle l'épistémologie génétique de Jean Piaget (1950)⁷ : avec quatre structures cognitives primaires : la structure sensori-motrice (de 0 à 2 ans), la structure de pré-opérations (de 3 à 7 ans), celle des opérations concrètes (de 8 à 11 ans) et celle des opérations formelles (vers 12-15 ans).

Épistémologie et philosophie des sciences se superposent, soit totalement, soit partiellement (Nadeau, Vernant) et sont donc difficilement définissables séparément. En tout cas, il semblerait que ni la philosophie des sciences ni l'épistémologie ne soient une « théorie de la connaissance » dans le sens classique, même si l'une et l'autre présupposent cette dernière. Il est vrai, par ailleurs, que le terme « épistémologie » — mais surtout le terme anglais « *epistemology* » — est très souvent le signifiant

1. R. Nadeau (1999), p. XI.

2. R. Nadeau (1999), p. XII.

3. R. Nadeau (1999), p. XIII.

4. R. Nadeau (1999), p. 486.

5. Voir l'article « Épistémologie », dans *Les Notions philosophiques de l'Encyclopédie philosophique universelle*, dir. par André Jacob, Paris, PUF, 1989, vol. 1.

6. Michel Foucault (1926-1984). Cf. Angèle Kremer-Marietti (1974), *Michel Foucault et l'archéologie du savoir*, Paris, Seghers, 243 p. ; A. Kremer-Marietti (1985), *Michel Foucault. Archéologie et généalogie*, Le Livre de Poche, Biblio-Essais, p. 285.

7. Jean Piaget (1896-1980). Voir J. Piaget, *Théories du langage, théories de l'apprentissage*, Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky, organisé et recueilli par Massimo Piattelli Palmarini, 1982. Voir aussi J. Piaget (1950), *Introduction à l'épistémologie génétique*, Paris, PUF.

du signifié « théorie de la connaissance » (Norris, 2005). L'objet précis de toute théorie de la connaissance est de définir et d'analyser le processus de la connaissance : Jean Piaget¹ abordait ce processus soit dans une disposition « métascientifique » (une théorie de la science), soit dans une critique parascientifique (une réflexion générale sur la science), soit selon un examen directement et exclusivement scientifique et relevant des sciences cognitives.

La « sociologie des sciences », l'« histoire des sciences », et même la « rhétorique des sciences » peuvent être dites « internes » (quand elles considèrent les processus intellectuels), ou « externes » (quand elles considèrent la science comme un effet culturel ou historico-social) : le premier point de vue doit être prioritaire ici, sinon la science n'est plus rien d'autre qu'un mythe et l'épistémologie une discipline sans objet.

Les « lois de la nature » : leur existence et leur nature

Toute loi est, par principe, un énoncé universel. Conçues généralement comme les relations constantes de succession et de similitude entre les phénomènes observés, les lois de la nature témoignent de la régularité de ces phénomènes².

Thomas d'Aquin³, se fondant sur Aristote⁴, put expliciter l'idée de législation s'exerçant sur la nature. D'une part, la nécessité est liée à la nature⁵ ; d'autre part, la loi oblige : « selon laquelle on est poussé à agir

-
1. J. Piaget, (1969), *The Mechanisms of Perception*. London : Routledge & Kegan Paul ; J. Piaget & B. Inhelder (1973), *Memory and Intelligence*, NY : Basic Books ; J. Piaget (1970), *L'épistémologie génétique*, coll. « Que sais-je ? », Paris, PUF.
 2. Mais des exceptions sont possibles : cf. Max Kistler, *Causalité et lois de la nature*, Paris, Vrin, 1999, 103-132.
 3. Thomas d'Aquin (1125-1274).
 4. Aristote (384-322 av. J.-C.).
 5. Cf. Guy-François Delaporte, *Lecture du commentaire de Thomas d'Aquin sur le Traité de la démonstration d'Aristote*, Paris, L'Harmattan, 2005, pp. 45-48.

ou retenu d'agir¹ ». Whitehead (1925)² a eu raison de penser que « la foi dans la possibilité de la science » dérivait de la théologie médiévale et précéda le développement de la théorie scientifique moderne. Par « nature », Descartes³ désigne la matière avec ses qualités mais nullement une « puissance imaginaire » :

Je me sers de ce mot pour signifier la Matière même en tant que je la considère avec toutes les qualités que je lui ai attribuées comprises toutes ensemble, et sous cette condition que Dieu continue de la conserver en la même façon qu'il l'a créée. Car de cela seul qu'il continue ainsi de la conserver, il suit de nécessité qu'il doit y avoir plusieurs changements en ses parties, lesquels ne pouvant, ce me semble, être proprement attribués à l'action de Dieu, parce qu'elle ne change point, je les attribue à la Nature ; et les règles suivant lesquelles se font ces changements, je les nomme les lois de la Nature⁴.

Ayant imposé des lois à la nature, Dieu fit don à l'homme du pouvoir de connaître ces lois grâce à la géométrie, science naturelle pour Descartes et prise pour synonyme de mathématiques. D'où, les deux premières lois de la nature qu'il énonce dans les *Principes de la philosophie* (1644) :

- « Que chaque chose demeure en l'état qu'elle est, pendant que rien ne change » (article 37) ;
- « Que tout corps qui se meut tend à continuer son mouvement en ligne droite » (article 39)⁵.

1. Cf. Thomas, *Summa*, la question XC, art. 1 : *Respondeo dicendum quod lex quaedam regula est et mensura actuum, secundum quam inducitur aliquis ad agendum, vel ab agendo retrahitur, dicitur enim lex a ligando, quia obligat ad agendum.*

2. A.N. Whitehead (1861-1947), *Science and the Modern World* (1925), Paperback, New York, The Free Press, 1967, p. 13.

3. René Descartes (1596-1650).

4. R. Descartes, *Le Monde ou traité de la lumière* (1633), Chapitre VII : « Des lois de la Nature de ce nouveau Monde », éd. Adam et Tannery, Paris, Vrin, 1996.

5. Cf. A. Kremer-Marietti, « Les bases épistémologiques de la physique cartésienne », dans A. Kremer-Marietti, *Épistémologiques, Philosophiques, Anthropologiques*, Paris, L'Harmattan, 2005, pp. 109-121.

Newton (1687)¹, énonçant également des lois du mouvement, distinguait entre « principe » et « fondement ». Au contraire de Descartes, pour Newton la certitude des principes (newtoniens) provient des conséquences qu'ils commandent en accord avec l'expérience.

Par « nature », dépassant de loin la science du mouvement, l'épistémologie contemporaine entend tout ce qui existe ou se produit dans l'univers ; elle pose la question de savoir comment les conjectures, hypothèses, et théories scientifiques rendent compte de ce qu'est la nature. Une « loi de la nature » se doit d'être une description vraie en vertu d'une nécessité physique. Cependant, une objection majeure s'impose si l'on tient compte de la remarque de Hume², pour qui le monde extra linguistique ne comporte en lui-même aucune nécessité physique ni logique. C'est essentiellement sur cette objection que se fondera la discussion autour du Cercle de Vienne³. En réaction à Hume, Kant⁴ avait insisté sur la puissance législatrice de l'entendement, vu comme source de l'unité formelle de la nature. Même idée chez Meyerson⁵, qui voyait dans la loi scientifique « une construction idéale et une image, transformée par notre entendement de l'ordonnance de la nature ». Sur le mode historique, donc relatif, il continuait : « elle ne saurait exprimer directement la réalité, lui être véritablement adéquate. Elle n'existait pas avant que nous l'ayons formée, et n'existera plus quand nous l'aurons fondue dans une loi plus large⁶. »

Au XX^e siècle, et à partir du Cercle de Vienne, Popper⁷ considérait les énoncés universels, temporels aussi bien que spatiaux, comme ayant pour équivalents logiques la négation d'énoncés existentiels purs. D'après quoi, si l'on prend l'exemple de la loi de la conservation de l'énergie, il est possible de l'exprimer comme suit : « il n'y a pas de machine à mouve-

1. Isaac Newton (1642-1727). Cf. *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, 1687.

2. David Hume (1711-1776).

3. Voir plus loin ch. 4, sect. 3.

4. Immanuel Kant (1724-1804).

5. Émile Meyerson (1859-1933).

6. Émile Meyerson, *Identité et réalité* (1908), Paris, Vrin, 5^e éd., 1951, p. 477.

7. Karl R. Popper (1902-1994).

ment perpétuel ». Karl Popper, d'une manière générale, pose les lois de la nature comme réfutables. Par exemple : « tous les cygnes sont blancs » est un énoncé qui peut être contredit par « il y a un cygne noir dans tel zoo ». C'est une question métaphysique qui se pose pour Popper : « comment peut-il y avoir des lois de la nature ? ». Avant lui, tout comme Hume, Mach¹ affirmait qu'il n'y a ni cause ni effet dans la nature. La logique de la causalité tiendrait à l'esprit, susceptible de changer ses jugements.

Alors que, dans la science du mouvement classique, l'espace et le temps sont des choses en soi, indépendantes de toute expérience et absolues, et que la masse est invariante, la substance permanente, le mouvement et le repos absolus, tout au contraire, dans la physique relativiste d'Einstein², l'univers est un continuum espace-temps, au mouvement relatif, un lieu sans repos ni substance, dans lequel simultanéité et masse sont relatives. La théorie einsteinienne de la gravitation est une théorie géométrique de l'univers sans force ni action à distance. Les relations de causalité se lisent dans le cadre d'une structure mathématique qui devient une réalité. Avec la physique quantique, née au XX^e siècle comme la théorie de la relativité, la description des phénomènes est uniquement mathématique. C'est-à-dire que seules comptent les relations formelles entre les objets physiques : les lois causales de la mécanique newtonienne n'y ont plus la pertinence réaliste que présuppose le maintien par leur nom des objets physiques.

Les sciences sont aujourd'hui divisées par la plupart des philosophes des sciences en trois larges branches : les sciences du formel (logiques et mathématiques), les sciences de la nature et les sciences humaines. De sorte que les lois de la nature ne semblent convenir qu'à la deuxième branche. Or ces lois sont essentiellement exprimées par les mathématiques, qui appartiendraient pourtant à la première branche. Cette division ne nous convient donc pas.

1. Ernst Mach (1838-1916).

2. Albert Einstein (1879-1955).

Construction théorique : modélisation, mathématisation, expérimentation

Dans les sciences empiriques (sciences de la nature et sciences humaines), les problèmes à résoudre ne sont pas purement formels ; l'*expérimentation* est l'emploi systématique de l'expérience scientifique : au moyen d'un appareillage, ou d'une collecte de données, elle applique une méthode éprouvée de découverte des conséquences d'une théorie. L'expérimentation ne vient pas d'emblée, et l'on tend à la décrire aujourd'hui à partir de la notion de *modèle*, à laquelle il faut associer la *modélisation*.

Doté d'une double face abstraite-concrète, en une première acception, un *modèle* se fait le médiateur entre un champ théorique, dont il est une interprétation, et un champ empirique, dont il est une formalisation et une organisation. Essentiellement opératoire, le modèle peut devenir un outil d'observation, de calcul ou de prévision. Descriptif et/ou prédictif, tel l'échiquier du début d'*Alice au pays des merveilles* (1865) de Lewis Carroll¹, le couple modèle/modélisation a une valeur représentative, dont on peut explorer le statut méthodologique ou épistémologique. Loin d'épuiser le phénomène étudié, le modèle témoigne d'un point de vue parmi d'autres possibles, comme un réseau de causalités, et sert comme une hypothèse, à la fois organisatrice des faits rassemblés et réductrice de ceux-ci.

Modéliser, ou faire une *modélisation*, c'est à partir d'un modèle trouver les expressions mathématiques qui représentent schématiquement et analogiquement un processus phénoménal. La phase de choix d'une modélisation est à proprement parler une *mathématisation*. Mais la modélisation n'est pas la simple traduction des données d'une discipline en un autre langage. Elle requiert les mathématiques pour figer le modèle en ce sens qu'on ne puisse plus subrepticement faire appel à des proprié-

1. Charles Dodgson, dit Lewis Carroll (1832-1898), auteur de *La Logique symbolique* (1896).

tés qui seraient ajoutées au modèle ainsi pris comme point de vue. Les mathématiques sont alors un outil épistémologique.

Deux mouvements sont possibles. Ou bien, on peut aller de la modélisation adoptée sur le modèle vers le réel, avec des moyens prédictifs, mathématiques et calculatoires, permettant d'anticiper des événements ou des situations, comme prévoir le moment de retour d'une comète, mais aussi le temps météorologique, évaluer le comportement des actifs financiers, prévoir le développement des épidémies, ou le déroulement d'une catastrophe comme un ouragan. Des variables connues, « explicatives », sont utilisées pour déterminer des variables inconnues, dites « à expliquer » : en ce cas, le réel confirme le point de vue du modèle selon la forme qu'a adoptée la modélisation. Ou bien, on peut aller du réel vers la modélisation puis vers le modèle, à partir de moyens descriptifs, ce qui permet de représenter des données historiques rendant compte d'une masse d'informations. Ainsi, on peut, par exemple, affecter un compte à des événements économiques réels pour caractériser ces derniers, à partir de quoi on présente de manière standard la situation économique d'entreprises ou de pays (par exemple le PNB). En ce cas, le modèle sous la forme particulière de la modélisation choisie a tendance à remplacer le réel¹. Autrement dit, cette façon de faire « réalise » les mathématiques.

Autre possibilité pour un modèle, il peut s'agir de l'interprétation physique d'un arrangement formel ou schéma théorique qui est pris comme modélisation : le modèle devient ainsi une fiction d'un certain genre. Or, un même système formel peut être interprété physiquement ou phénoménalement de plusieurs façons, et il y a donc plusieurs représentations possibles d'une même modélisation ; différentes théories peuvent en sortir, mais elles ont un moule commun. Dans ce cas, le modèle sert de représentation heuristique permettant de développer une théorie, presque comme une structure ne demandant qu'à s'enrichir des réalisations. Les logiciens ont établi une théorie des modèles qui théorise cette forme particulière de rapport de la modélisation au modèle.

1. En ce sens les éphémérides planétaires du Bureau des longitudes, calculées sur la mécanique céleste, remplacent le réel que forment les planètes du système solaire.