

PHILOSOPHIA SCIENTIÆ

EVANDRO AGAZZI

Hypothèses et lois dans les sciences

Philosophia Scientiæ, tome 1, n° S1 (1996), p. 1-27

http://www.numdam.org/item?id=PHSC_1996__1_S1_1_0

© Éditions Kimé, 1996, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Philosophia Scientiæ* » (<http://poincare.univ-nancy2.fr/PhilosophiaScientiae/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

Hypothèses et lois dans les sciences

Evandro Agazzi

Université de Fribourg

L'hypothèse dans la méthode expérimentale

Un phénomène assez étonnant dans la philosophie actuelle des sciences empiriques est la tendance à confondre les deux notions de loi et d'hypothèse. Cette confusion se présente en effet sous la forme d'une absorption des lois dans le domaine des hypothèses : les lois ne seraient que des hypothèses de niveau « moyen », compris entre le niveau inférieur des données et le niveau supérieur des principes.¹ On pourrait étudier les raisons historiques d'une telle perte de distinction et on arriverait à identifier, parmi celles-ci, d'un côté la crise progressive qu'a subie la notion de loi naturelle en général et, d'un autre côté, la restriction de la perspective épistémologique à une analyse logico-linguistique, qui ne permet pas de saisir la portée de certaines différences non spécifiquement linguistiques entre les éléments constitutifs de la méthodologie et de la structure des sciences. Nous ne sommes pas intéressés ici par une telle reconstruction historique, mais voulons plutôt discuter les raisons pour lesquelles une distinction entre lois et hypothèses apparaît intrinsèquement justifiée, tout en reconnaissant leurs rapports.

Il faut noter concernant ces rapports que la présentation traditionnelle de la méthode expérimentale, telle que nous l'avons apprise à l'école, était elle aussi plutôt partielle, même si dans le sens inverse, elle nous présentait l'hypothèse comme une étape préliminaire qui aurait dû aboutir à la loi. En effet, d'après ladite présentation, la méthode expérimentale s'articulait en quatre moments : d'abord *l'observation* et la récolte systématique des *données* ; à celle-ci fait suite la formulation d'une *hypothèse*, en quoi culmine la phase inductive du trajet méthodologique ; il s'agit alors de *vérifier* ou de contrôler l'hypothèse en essayant d'en *déduire* des situations particulières observables qui devraient se produire si l'hypothèse est vraie ; finalement on passe à la réalisation effective de la situation *expérimentale* : si celle-ci donne un résultat conforme aux prévisions, l'hypothèse est confirmée, et si les confirmations sont suffisamment nombreuses, variées et significatives, l'hypothèse passe

¹ Cette présentation hiérarchique est assez courante dans les manuels classiques de la philosophie des sciences d'inspiration néo-empiriste et analytique. On peut la trouver très bien exposée, par exemple, dans le livre de Braithwaite [1968].

au rang de *loi*. Si les résultats ne sont pas conformes aux prévisions, l'hypothèse est en principe rejetée ou au moins elle est retenue provisoirement avec la conscience qu'on doit la corriger. Dans les cas où on n'est pas encore arrivé à concevoir ou à réaliser le contrôle expérimental, l'hypothèse demeure dans son statut d'hypothèse.²

Ce schéma admet des variations plus ou moins importantes. Déjà à l'aube de la science moderne, F. Bacon brosse certaines lignes de la procédure inductive qui devrait conduire à la formulation de l'hypothèse, mais sans arriver à concevoir le moment du contrôle expérimental proprement dit. Galilée, par contre, trace un tableau complet de cette méthode, et confère un rôle plus décisif à la conjecture rationnelle qui est derrière la formulation d'une hypothèse, plutôt que de la faire dépendre d'un travail minutieux de récolte des données.³ Mais dans tous les cas, on a affaire à un effort de transition

² Pour une bonne présentation de cette conception classique de la méthode expérimentale on peut consulter le livre de Bénézé [1967].

³ Par exemple, quand il se propose de déterminer la loi du mouvement accéléré de la chute des graves, il nous dit avoir commencé par une *hypothèse (ex suppositione)* et, en effet, par l'hypothèse la plus simple (à savoir que les augmentations de la vitesse se font proportionnellement aux intervalles de temps écoulés). Une telle hypothèse lui a été suggérée par l'idée philosophique que la Nature adopte toujours les voies les plus simples ; elle n'est donc pas le résultat de pures *observations*, car celles-ci se limitent à montrer que le mouvement est accéléré, sans pourtant nous donner la mesure de cette accélération. L'hypothèse ainsi formulée a ensuite été soumise au contrôle expérimental et — nous dit Galilée — elle a été confirmée, de sorte qu'on peut en conclure qu'elle correspond vraiment à la loi naturelle de ce mouvement (Galilée n'utilise pas encore l'expression de « loi », mais bien celle de « nature véritable » du mouvement). Si elle n'avait pas été confirmée, elle serait restée au niveau d'un simple modèle mathématique d'un mouvement *possible*, mais il aurait fallu formuler d'autres hypothèses pour arriver à découvrir la véritable loi naturelle du mouvement des graves. Voici le passage des *Nouvelles sciences* où Galilée explique tout cela : « L'occasion ne me semble pas favorable pour rechercher la cause de l'accélération du mouvement naturel, problème sur lequel différents philosophes ont formulé différentes opinions, certains l'expliquant par le rapprochement vis-à-vis du centre, d'autres par la réduction progressive des parties du milieu restant à traverser, d'autres encore par une extrusion du milieu ambiant dont les parties, en venant se réunir dans le dos du mobile, le presseraient et le repousseraient continuellement ; il nous faudrait examiner toutes ces imaginations, avec bien d'autres, et sans grand profit. Pour le moment le but de notre Auteur est seulement de nous faire comprendre qu'il a voulu

d'un état de *conjecture* à un état de certitude, effort qui peut être plus ou moins bien réussi et dont la réussite peut demander du temps (par exemple, dans les anciens manuels de chimie on mentionne pendant un certain temps l'« hypothèse d'Avogadro », qui devint plus tard la « loi d'Avogadro », quand la communauté scientifique eut atteint la conviction qu'il s'agissait d'un énoncé désormais bien contrôlé). Exactement dans le même esprit, on utilise cette terminologie aussi en mathématique, où certaines propositions sont restées longtemps au niveau d'« hypothèses » ou de « conjectures », avant de devenir des théorèmes, tandis qu'il y en a qui sont toujours restées à ce niveau (qu'on pense seulement à la « conjecture de Goldbach » ou à l'« hypothèse du continu »).

Si on comprend bien ce qui vient d'être dit, on reconnaît facilement que la notion d'hypothèse ainsi entendue s'encadre parfaitement dans une typologie bien connue au sein de la gnoséologie traditionnelle. Celle-ci consacrait un chapitre spécifique au thème de la position de l'intelligence face à la vérité, distinguant quatre étapes : l'ignorance (où aucune connaissance n'est possédée à propos d'un certain objet), le doute (où l'on commence à formuler des jugements, sans pourtant se décider pour la vérité de l'un plutôt que de l'autre), l'opinion (dans laquelle l'intelligence se décide pour une affirmation qu'elle croit vraie, sans pourtant avoir une garantie complète de cette vérité), la certitude (où finalement la possession du vrai est parfaite). Il n'est pas difficile de voir que l'hypothèse scientifique (dans le sens jusqu'ici examiné) correspond essentiellement à ce qu'était l'opinion dans le tableau traditionnel des degrés de connaissance, et que la loi correspond passablement bien au stade de la certitude.⁴

découvrir et démontrer quelques propriétés d'un mouvement accéléré (quelle que soit la cause de son accélération) où la grandeur de la vitesse (*i momenti della velocità*) croît le plus simplement possible en proportion même du temps, et où (car cela revient au même) en des temps égaux ont lieu des additions égales de vitesse. Au cas où les propriétés établies par la suite s'appliqueraient aux graves animés d'un mouvement de chute naturellement accéléré, nous pourrions admettre que la définition vaut aussi pour ce mouvement, et que l'accélération des graves croît proportionnellement au temps. » Cf. [Galilée 1970].

⁴ On peut trouver les distinctions ici mentionnées dans n'importe quel manuel de gnoséologie scolastique, même assez récent. Par exemple dans Verneaux

Ce qui reste fondamental dans cette caractérisation est que l'hypothèse avait un but exclusivement *descriptif* : elle était un jugement conjectural concernant le *comment* sont les choses, et non pas une proposition avancée dans le but d'expliquer *pourquoi* elles sont de telle ou telle manière.

L'hypothèse dans le cadre de l'explication scientifique

Bien différent est le chemin qui a conduit à introduire — pratiquement au cours de notre siècle — la nouvelle signification du concept d'hypothèse. Ce chemin se rattache à l'exigence *explicative* qui a toujours été présente dans les sciences, et au développement de cette notion même d'explication. Ici encore, on doit dire que les racines sont très anciennes : déjà dans l'idéal grec de science (c'est-à-dire de savoir au sens plein, qui s'exprimait dans la notion d'*épistémé*) on faisait confluencer deux exigences : d'une part, le fait qu'il s'agisse d'une connaissance *vraie* et, d'autre part, qu'on soit à même de *donner les raisons* (*lógon didónai*) de cette vérité.⁵ Cette

[1959]. Il est peut-être utile de remarquer que le fait que la loi naturelle correspond — comme nous l'avons dit — au stade de la certitude en épistémologie générale, ne signifie pas qu'il s'agisse de certitude absolue. Le fallibilisme de la science n'est pas en cause parce que, même au sein de la tradition, on reconnaissait qu'il y a des degrés dans la certitude, et en particulier on affirmait que la seule certitude absolue est celle qu'on appelait « métaphysique », tandis que la certitude *physique* (c'est-à-dire justement celle qui dérive de notre connaissance des lois naturelles) était considérée comme étant plus faible (cf. Verneaux cité).

⁵ Déjà Platon avait indiqué la différence entre l'*opinion vraie* (ce que nous pouvons exprimer par la notion d'hypothèse empiriquement confirmée) et la *science* (à savoir la connaissance au sens plein) en affirmant que la science est une opinion vraie appuyée sur le raisonnement qui en donne les « causes » (c'est-à-dire les principes explicatifs). Il suffit, par exemple, de considérer ce qui est dit dans le *Ménon* (97c-98c) et, avec plus de détails, dans le *Thééthète* où, à part des discussions détaillées, on rencontre la phrase synthétique suivante : « l'opinion vraie accompagnée de la raison est science et que, dépourvue de raison, elle est en dehors de toute science. » (201 d). Aristote a repris et approfondi cette position de Platon, en l'appliquant non seulement à la connaissance pure (*épistémé*), mais aussi à la connaissance efficace (*techné*) : dans le premier livre de la *Métaphysique*, par exemple, il fait consister la supériorité des véritables « techniciens » ou « maîtres de l'art », sur les simples praticiens ou manœuvres, dans le fait que les premiers

recherche des raisons, des fondements, avait en partie aussi le sens de mieux garantir la vérité, donc de faire progresser vers la certitude. Ce n'était toutefois pas là sa fonction essentielle : celle-ci résidait plutôt dans la satisfaction du désir de compréhension rationnelle, qui consiste dans la connaissance du *pourquoi* même de ce qui est déjà certain. Voilà l'exigence du *logos* qui s'impose au delà du simple constat factuel. Nous appelons cette exigence aujourd'hui la recherche d'une *explication* dans les sciences.

Mais en quoi consiste l'explication ? Qu'est-ce que signifie expliquer ? C'est ici qu'on rencontre une des différences les plus significatives entre la notion classique et la notion moderne de science. Pour les anciens — nous l'avons déjà dit — la connaissance vraiment « scientifique » se caractérisait par une vérité doublée d'une garantie de *nécessité*, et une telle nécessité était recherchée à travers une *déduction* logique qui rattachait ladite vérité à ses « causes ». Mais la notion de « cause » au sein de la philosophie classique ne se réduit pas à celle que nous utilisons aujourd'hui et qui consiste, essentiellement, dans l'indication d'un agent qui a « produit » l'événement que nous voulons expliquer (événement qui est indiqué comme étant son « effet »). Pour les anciens, celle-ci n'est qu'une des formes possibles d'explication et, en tout cas, celle qui est la moins satisfaisante, car elle ne donne pas encore la véritable nécessité de l'événement. Pour atteindre cette nécessité, il faut remonter à des *principes* ontologiques qui peuvent être constitués en partie par des principes métaphysiques de grande généralité, mais ils doivent aussi inclure les *propriétés essentielles* de l'objet étudié : c'est à cause du fait que *l'essence* de certains objets est celle-ci plutôt que celle-là que leur comportement observable est justement ce que nous constatons.⁶ La tâche des principes étant à la fois de satisfaire à

connaissent « le pourquoi et la cause » des pratiques efficaces. Cf. [Aristote 1974], A, 1 (981a25ss.).

⁶ Il suffira de considérer, comme justification de ce que nous venons de dire, ce qu'Aristote affirme dans le premier chapitre du livre E de la *Métaphysique*. Il part du fait que « d'une manière générale, toute science discursive, ou participant du raisonnement en quelque point, traite de causes et de principes plus ou moins rigoureux », et que cela se fait par la considération de l'essence de l'objet particulier que chaque science étudie, de sorte que « prenant cette essence pour point de départ, les unes la font accessible aux sens, et les autres la posent comme hypothèse; puis elles démontrent alors, avec plus ou moins

l'exigence de compréhension rationnelle et à la garantie de certitude, on voit donc qu'ils devaient être absolument *vrais* et que leur vérité devait être possédée avec une *évidence* immédiate qui ne nécessiterait pas d'autre démonstration.⁷

Qu'est-ce qui se passe avec la naissance de la science moderne ? Bacon reste encore à l'intérieur de ce cadre, car il continue à penser que la tâche de la recherche scientifique est celle de découvrir la nature intime, l'essence, la forme des choses. Sa nouveauté consiste dans la présentation d'une procédure patiente et critique pour parvenir à cette connaissance (la méthode inductive), qui selon lui nous amène assurément à ce but, plutôt que de faire confiance à une prétendue capacité de pénétration et saisie intuitive immédiate d'une telle essence.⁸ Galilée déclare à l'encontre de Bacon

de force, les propriétés essentielles du genre qu'elles ont pour objet ». (*Métaph.* E, I, 1, 5-12). Mais, il ajoute, aucune science particulière n'est en mesure de porter ni « une preuve de l'essence », ni une garantie « de l'existence ou de la non-existence du genre dont elles traitent ». Voilà pourquoi il faut remonter à une science plus fondamentale, à une « science première » qui, en s'occupant « de l'être pris absolument » ou « de l'être en tant qu'être », sera capable de donner les fondements absolus et nécessaires de notre connaissance en général. (Dans la traduction de la *Métaphysique* conduite par J. Tricot, et parue dans la Bibliothèque des Textes Philosophique de la Librairie Philosophique Vrin, Paris, 1974, figurent des notes explicatives dans lesquelles on indique aussi la classification aristotélicienne des sciences impliquée dans cette conception : cf. pages 326-327).

⁷ Il suffit de considérer ce qu'Aristote affirme pour distinguer le pur et simple syllogisme (à savoir le raisonnement formellement strict et correct) du syllogisme « scientifique », c'est-à-dire du syllogisme qui procure un savoir : « Mais ce que nous appelons ici *savoir* c'est connaître par le moyen de la démonstration. Par *démonstration* j'entends le syllogisme scientifique, et j'appelle *scientifique* un syllogisme dont la possession même constitue pour nous la science. Si donc la connaissance scientifique consiste bien en ce que nous avons posé, il est nécessaire aussi que la science démonstrative parte de prémisses qui soient vraies, premières, immédiates, plus connues que la conclusion, antérieures à elle, et dont elles sont les causes. C'est à ces conditions, en effet, que les principes de ce qui est démontré seront aussi appropriés à la conclusion. Un syllogisme peut assurément exister sans ces conditions, mais il ne sera pas une démonstration, car il ne sera pas productif de science. » [Aristote 1979] livre I, 71 b 16-25, page 8.

⁸ Voici quelques expressions de Bacon exprimant très clairement ce que nous venons de dire : « c'est pourquoi, pour tout précepte d'opération, vrai et

que dans l'investigation de la nature, il faut renoncer à la prétention d'une saisie de l'essence ultime des choses. Il faut se contenter d'en connaître certaines caractéristiques accidentelles et délimitées, en s'appuyant sur l'observation et sur l'utilisation d'un raisonnement hypothétique qui nous amène à découvrir (sans aucune prétention de nécessité) la nature de ces caractéristiques délimitées, nature qui n'est pas censée découler de l'essence cachée des « substances » concernées.⁹

Nous retrouvons cette même attitude chez Newton, qui reconnaît d'un côté la légitimité de poursuivre une recherche des *causes*, mais déclare en même temps ne pas vouloir satisfaire cette exigence par le biais d'*hypothèses*. Il précise qu'il entend par hypothèse quelque chose de très proche à cette essence intime et

parfait, on formulera l'exigence suivante : *qu'il soit certain, libre et disposant ou portant à l'action*. Mais il en va de même avec l'invention de la forme vraie. Car la forme d'une nature est telle que, si elle est posée, la nature donnée suit infailliblement. C'est pourquoi, elle est toujours présente, quand cette nature est présente ; elle l'affirme universellement et lui est inhérente en tous cas. Cette même forme est telle que, si elle est ôtée, la nature donnée s'évanouit infailliblement. C'est pourquoi, elle est toujours absente, quand cette nature est absente. Absente, elle la nie toujours ; elle n'est inhérente qu'à elle seule. Enfin, la forme vraie est telle qu'elle tire la nature donnée à partir d'une source d'essence qui est inhérente à plusieurs natures et qui est, comme on dit, plus connue par nature que la forme elle-même. C'est pourquoi, pour tout axiome de connaissance vrai et parfait, on formulera l'exigence et le précepte suivant : *qu'on invente une autre nature qui soit convertible avec la nature donnée et qui soit cependant la limitation d'une nature plus connue, comme d'un genre vrai*. » [Bacon 1986], pages 188-189.

⁹ « Car dans nos recherches, soit nous tentons de pénétrer l'essence vraie et intrinsèque des substances naturelles, ou nous nous contentons d'une connaissance de quelques unes de leurs propriétés. Je tiens la première chose pour impossible pour les substances élémentaires proches comme pour les lointaines choses célestes... Mais si ce sur quoi nous désirons fixer notre attention est l'appréhension de quelques propriétés des choses, alors il me semble que nous ne devons point désespérer de notre capacité à l'acquérir, et ceci, tant pour les corps éloignés que pour ceux qui nous sont proches — et peut-être qu'on pourra le faire plus précisément dans certains cas pour les premiers. » (Cf. la troisième lettre à Mark Welser sur les taches du soleil dans Galilée, *Opere*, V, pages 187-188).

occulte des choses à l'égard de laquelle Galilée s'était déjà prononcé négativement.¹⁰

¹⁰ Deux passages de l'*Optique* sont particulièrement significatifs à cet égard : « En Physique et en Mathématique, il faut employer, dans la recherche des choses difficiles, la méthode analytique, avant de recourir à la méthode synthétique. La première consiste à faire des expériences et des observations, à en tirer des conséquences générales, à n'admettre aucune objection qui ne soit tirée de quelque fait ou de quelque vérité certaine, et à compter pour rien les hypothèses. Quoique le raisonnement fondé sur des expériences et des observations n'établisse pas démonstrativement une conséquence générale : cette méthode est pourtant la meilleure de raisonner sur la nature des choses ; et elle doit toujours être réputée d'autant plus solide, que la conséquence est plus générale, et que l'observation ne la dément pas. Mais si quelque phénomène faisait exception, il faudrait alors restreindre la conséquence suivant le cas. A la faveur de cette espèce d'analyse, on peut passer des composés aux simples, des mouvements aux forces motrices, des effets aux causes, et des causes particulières aux causes générales, jusqu'à ce qu'on parvienne à la CAUSE PREMIÈRE. Telle est l'analyse. Quant à la synthèse, elle consiste à prendre pour principe des causes connues et constatées, à expliquer par leur moyen les phénomènes, et à prouver ces explications. » [Newton 1989], page 347. « Il me semble d'ailleurs que ces particules n'ont pas seulement une force d'inertie, d'où résultent les lois passives du mouvement ; mais qu'elles sont mues par certains principes actifs, tels que celui de la gravité, celui de la fermentation, celui de la cohésion des corps. Je considère ces principes, non comme des qualités occultes, qui résulteraient de la forme spécifique des choses ; mais comme des lois générales de la Nature, par lesquelles les choses mêmes sont formées. La vérité de ces lois se manifeste par l'examen des phénomènes, quoique leurs causes aient échappé jusqu'à ce jour. Mais si ces causes sont occultes, leurs effets sont évidents. Les *Aristotéliens* ont donné le nom de *qualités occultes*, non à des qualités évidentes, mais à des qualités qu'ils supposaient cachées dans les corps, causes inconnues d'effets connus, telles que celles de la pesanteur, des attractions magnétiques, des fermentations, etc., en supposant que ces effets venaient de qualités qui nous étaient inconnues, et qui ne pouvaient jamais être découvertes. Ces sortes de qualités occultes arrêtent les progrès de la Physique, et c'est pour cela que les philosophes modernes les ont rejetées. Dire que chaque espèce de choses est douée d'une qualité occulte particulière, par laquelle elle agit et produit des effets sensibles ; c'est ne rien dire du tout. Mais déduire des phénomènes de la Nature deux ou trois principes généraux de mouvement, ensuite faire voir comment les propriétés de tous les corps et les phénomènes découlent de ces principes constatés, serait faire de grands pas dans la science, malgré que les causes de ces principes demeuraissent cachées. Aussi n'ai-je pas hésité d'exposer ici divers principes de mouvement,

Ce qui nous intéresse ici est le fait que dans les textes de Newton nous trouvons désormais de manière explicite la mention des notions de cause, explication, déduction, induction, loi et hypothèse et, en même temps, l'affirmation que dans les sciences naturelles il faut rechercher les lois et se méfier des hypothèses. La chose peut nous étonner, car nous ne voyons pas comment on puisse faire consister l'explication dans des procédures *déductives* (que nous sommes habitués à qualifier comme « hypothétiques »), sans admettre en même temps la légitimité des hypothèses. Il s'agit évidemment d'une question de terminologie. Galilée disait qu'il raisonnait *ex suppositione*, Newton nous dit qu'il s'agit de parvenir inductivement à certains *principes* généraux et ensuite de procéder déductivement à expliquer à partir de ceux-ci les propriétés des corps et aussi leurs *lois* particulières. La chose est maintenant claire : celles que nous appelons aujourd'hui les « hypothèses » d'une déduction sont appelées « suppositions » par Galilée et « principes » par Newton. Pour l'un et pour l'autre ces points de départ de la déduction appartiennent au même plan ontologique des phénomènes (et dans ce sens, on peut reconnaître que Bacon se trouvait sur la même longueur d'onde, quand il affirmait que c'est à partir de l'expérience qu'on arrive à établir ces principes, même s'il finissait par leur attribuer une connotation métaphysique en les identifiant avec la nature intime des choses). En effet, Newton insiste sur le fait que ces principes sont des « qualités manifestes », en dépit du fait que leurs *causes* puissent être occultes ; en raison de cela, ils restent hors de l'intérêt de la recherche scientifique, qui ne peut s'occuper des « hypothèses », conçues justement comme des « qualités occultes » enracinées dans l'essence métaphysique des choses.

puisqu'ils sont d'une application fort générale, laissant à d'autres le soin d'en découvrir les causes. » *Ibidem*, pages 344-345.

Ces textes de l'*Optique* nous permettent de comprendre le sens exact de ce célèbre refus à « forger d'hypothèses » qui est exprimé dans le *Scholium generale* des *Principia* : « Quant à la raison de ces propriétés de la gravité, je n'ai pu encore la déduire des phénomènes, et je ne forge pas d'hypothèses. En effet, tout ce qui n'est pas déduit des phénomènes doit être appelé hypothèse et les hypothèses, qu'elles soient métaphysiques, physiques, se rapportant aux qualités occultes ou mécaniques, n'ont pas de place en *philosophie expérimentale*. En cette philosophie, les propositions sont déduites des phénomènes et rendues générales par l'induction. » [Newton 1985], pages 117-118.

Voilà donc la situation (effectivement plutôt compliquée) qu'on peut considérer comme délimitée déjà avec Newton :

1. Le point de départ est constitué par les *phénomènes* observables.

2. Moyennant des généralisations *inductives* on parvient à établir des *lois*.

3. Cette même procédure peut être légitimement appliquée à la recherche des *causes*, et peut nous conduire des « causes particulières aux causes générales ».

4. Ces causes ne doivent toutefois pas être conçues comme des « qualités occultes », mais bien comme des « lois générales » de la nature, ayant le même caractère « manifeste » des phénomènes.

5. Il est par contre défendu d'introduire en tant que causes des phénomènes des *hypothèses*, c'est-à-dire des notions ou principes « occultes » qui dépassent le niveau de l'expérience.

6. L'*explication* rentre parmi les tâches de la connaissance scientifique, et consiste dans une déduction des phénomènes à partir des principes établis inductivement. Dans la terminologie de l'époque, il s'agit du moment de la *synthèse*, qui suit le moment de l'*analyse* inductive qui a permis d'arriver aux lois et aux principes.

Dans celle que nous avons appelée 'conception de la méthode expérimentale' (qu'on apprend à l'école), deux modifications se sont produites : on ne parle plus de *causes*, car cette notion (considérée trop « métaphysique ») a été absorbée et remplacée par celle de *loi* (selon une indication qui était déjà présente chez Newton) ; on a réintroduit la notion d'*hypothèse*, certainement pas dans le sens que Newton considérait illégitime, mais dans le sens d'une étape intermédiaire du procès « analytique » et qui est assez proche de la notion galiléenne de *supposition*, à savoir de conjecture qui attend les confirmations expérimentales pour passer au rang d'une loi.

Les racines classiques du concept d'explication

Le cheminement qui a conduit à la conception actuelle, au sein de laquelle la notion d'hypothèse joue un rôle fondamental et qui n'est plus celui de préparer l'établissement d'une loi, découle d'un approfondissement de la notion d'*explication*. Celle-ci, comme nous

l'avons déjà signalé, exprime l'exigence d'une compréhension *intellectuelle* du monde des phénomènes, compréhension qui tâche de fournir une réponse au *pourquoi*. Elle doit inévitablement dépasser le niveau de ce qui est visible et proposer un cadre d'ensemble, une vision globale cohérente à l'intérieur de laquelle le visible trouve une justification logique. Nous appelons aujourd'hui *théorie* une telle construction intellectuelle, et celle-ci consiste justement d'un système de propositions qui n'ont plus un caractère *descriptif* et ne résultent pas de simples *généralisations* de ce qui est observable. Voilà pourquoi nous donnons le nom de théorie, par exemple, à la cosmologie de Ptolémée et à celle de Copernic, mais nous pouvons aussi ajouter que Newton lui-même était favorable à une théorie corpusculaire de la lumière plutôt qu'à une théorie ondulatoire, ce qui indique comment il est difficile en science de se passer de ce composant de l'investigation, en dépit des meilleurs propos en sens contraire.

La situation n'est toutefois pas très simple. En effet, il y a dans la conception ancienne de l'explication scientifique une synergie du facteur logique et du facteur ontologique qui ne pouvait pas correspondre à une véritable identité des deux et qui donna lieu assez tôt à une distinction. D'après la conception de Platon et Aristote que nous avons mentionnée, la *déduction logique* qui donne satisfaction à l'exigence de clarification intellectuelle, se faisait à partir de principes censés être *évidents* et, par cela, satisfaisait aussi l'exigence de certitude. L'explication était donc une *réduction à l'évidence*. Mais le concept classique d'évidence est loin de se réduire à la notion purement psychologique de croyance accompagnée de certitude : l'évidence est une propriété des *objets* de la connaissance, tout en étant une propriété qui leur est attribuée en fonction de la clarté avec laquelle ils se manifestent à notre intellect. L'évidence concerne donc essentiellement des jugements *vrais*, dont la vérité s'impose à l'intellect sans besoin d'aucune médiation (l'évident est le *per se verum*). Mais voilà que la caractéristique de vérité qui accompagne l'évidence lui octroie aussi une portée ontologique, car (toujours selon la conception classique) le jugement est vrai dans la mesure où il dit ce que les choses sont effectivement en elles-mêmes. Appliquée aux propositions qui décrivent des constats empiriques (qu'ils appelaient *phénomènes*) la structure de l'explication conduisait les anciens à affirmer que l'explication consiste à trouver des principes

ontologiquement garantis de par leur évidence, à partir desquels la déduction nous permet de *sauver les phénomènes* (*sózein ta phainómena*) en fondant leur vérité, leur portée ontologique, leur certitude moyennant un lien de nécessité.

Mais que se passe-t-il si nous n'avons pas la chance de disposer de principes évidents ? L'épistémologie classique ne se sentait pas désemparée : dans une telle situation il nous est encore possible de proposer des déductions capables de « sauver les phénomènes », mais celles-ci auront un caractère simplement hypothétique et on peut penser que d'autres cadres également hypothétiques pourront un jour les remplacer. Déjà Thomas d'Aquin remarquait à propos de l'astronomie qu'il n'était pas exclu qu'on pouvait « sauver les apparences relatives aux étoiles » grâce à des constructions hypothétiques différentes de celles qu'on avait « trouvées » jusque là.¹¹ C'est justement sur la base d'une telle considération qu'on distinguait au Moyen-Age les *astronomes mathématiciens* et les *astronomes philosophes* : les premiers se préoccupaient uniquement de proposer ce qu'on appellerait aujourd'hui des modèles computationnels toujours plus simples et efficaces pour calculer les trajectoires des planètes et faire des prévisions (sauver les phénomènes), sans prétendre avoir ainsi fourni une description ontologiquement vraie de la structure de l'univers ; les deuxièmes par contre s'évertuaient à déterminer un telle structure.

La prise de position de Galilée à propos de la théorie copernicienne est un exemple significatif de la complexité des rapports reliant ces deux aspects de l'explication scientifique. Face à la théorie copernicienne (qu'on considérait contraire aux affirmations

¹¹ Voici le texte de Thomas d'Aquin : « Illorum tamen suppositiones quas adinvenerunt, non est necessarium esse veras: licet enim, talibus suppositionibus factis, apparentia salvarentur, non tamen oportet dicere has suppositiones esse veras; quia forte secundum aliquem alium modum, nondum ab hominibus comprehensum, apparentia circa stellas salvantur. » (« Les hypothèses que [les astronomes] ont trouvées ne sont pas nécessairement vraies ; bien que par lesdites hypothèses on arrive à résoudre les difficultés [posées par l'irrégularité des mouvements célestes], il n'est pas besoin par cela qu'elles soient vraies ; car il se peut que les apparences relatives aux corps célestes puissent être sauvées autant bien suivant quelque autre manière qu'on n'a jusqu'à présent pas trouvée. ») [D'Aquin 1886], pages, 186-187.

des écritures saintes), le cardinal Bellarmin avait suggéré dans sa fameuse lettre, qu'on pouvait sans doute la retenir en tant qu'hypothèse mathématique capable de mieux sauver les phénomènes, mais qu'il fallait être très prudent avant de la déclarer ontologiquement vraie, et que seulement si on arrivait à la trouver indubitablement vraie on aurait pu l'accepter et procéder à réinterpréter les écritures de manière à enlever les oppositions.¹² Dans une de ses lettres, Galilée accepte une telle distinction, mais ajoute aussi que Copernic lui-même, après avoir fait son devoir en tant que pur astronome mathématicien, s'était convaincu que la vieille cosmologie était fausse, et — en remplissant le rôle d'astronome philosophe — en avait proposée une qui satisfaisait aux deux exigences il était conscient que, si on pouvait sauver les phénomènes en s'appuyant sur une théorie fausse, alors, à plus forte raison, il serait possible de les sauver en utilisant une théorie capable de décrire la *constitution* véritable de l'univers.¹³

¹² « Il me semble que votre Révérence et monsieur Galilée agissez prudemment en vous contentant de parler hypothétiquement, et non affirmativement, comme j'ai toujours compris que Copernic l'a fait. Dire qu'en supposant le mouvement de la Terre et la stabilité du Soleil toutes les apparences célestes s'expliquent mieux que par la théorie des excentriques et des épicycles, c'est parler avec un excellent bon sens, et sans courir aucun risque. Cette manière de parler est suffisante pour un mathématicien. Mais vouloir affirmer absolument que le Soleil est au centre de l'Univers et tourne seulement sur son axe sans se déplacer de l'est à l'ouest, est une très dangereuse attitude qui est destinée non seulement à contrarier les philosophes scolastiques et les théologiens, mais aussi à porter atteinte à la sainte foi, en contredisant l'Écriture. Votre Révérence a clairement montré qu'il y a différents modes d'interprétation de la parole de Dieu, mais vous n'avez appliqué ces méthodes à aucun passage en particulier, et si vous aviez voulu exposer à la méthode de votre choix tous les textes que vous avez cités, je suis persuadé que vous auriez rencontré les plus grandes difficultés. » (lettre de Bellarmin à Paolo Atonio Foscarini, Rome le 12 avril 1615 ; dans Galilée, *Opere*, XII, page 171, traduction française cité dans [Santillana 1955], page 119).

¹³ Dans une lettre adressée à P. Dini (le 23 mars 1615), dans laquelle il conteste l'interprétation selon laquelle la théorie copernicienne devait être acceptée uniquement comme un instrument utile pour « sauver les apparences » et pas comme une description de ce qui a effectivement lieu dans la nature, il se réfère à Copernic lui-même. Il souligne que celui-ci avait déjà satisfait (dans ses écrits précédents) l'exigence de sauver les apparences en faisant des computations d'après l'ancienne théorie de Ptolémée, mais ensuite « en

Mais, dira-t-on, sur quelle base pouvait-on être sûr que la théorie copernicienne était la vraie ? Certainement pas sur la base du témoignage des sens. Galilée déclare en effet que nous restons en admiration en considérant que déjà Aristarque dans l'antiquité avait affirmé le mouvement de la terre, en dépit de ce que les sens semblent nous attester, et que la théorie héliocentrique découle du fait que la raison « a fait violence aux sens ». ¹⁴ A première vue on abandonne ici le devoir fondamental de « sauver les phénomènes », mais nous savons que la chose n'est pas comme cela. La nouvelle théorie sauvait elle aussi les phénomènes, car elle était à même, comme l'ancienne, de permettre les calculs des trajectoires des planètes. Pourquoi alors la préférer ? Nous trouvons dans les livres d'histoire des sciences et d'épistémologie une réponse ambiguë : la nouvelle théorie était *plus simple*. Mais de quelle simplicité s'agit-il ? Presque invariablement on affirme que les *calculs* devenaient plus simples, mais ceux qui affirment cela n'ont probablement pas lu en entier le livre de Copernic : les calculs strictement astronomiques n'y sont pas moins compliqués que les calculs traditionnels. La véritable simplification réside ailleurs, et il s'agit d'une plus grande simplicité *intellectuelle* du nouveau *modèle* cosmologique. On n'a plus besoin, pour sauver les phénomènes, d'introduire des constructions telles que les excentriques, les déférents, les épicycles, qui ont la saveur d'hypothèses *ad hoc* auxquelles on a de la peine à attribuer une portée *ontologique*. ¹⁵ Galilée ne s'est pas contenté de cette simplicité

revêtant l'habit du philosophe et en considérant si une telle constitution des parties de l'univers peut réellement exister *in rerum natura*, et ayant saisi que cela n'était pas le cas et estimé que le problème de cette véritable constitution valait la peine d'être étudié, il s'engagea lui-même dans l'investigation d'une telle constitution. Il reconnut que si une disposition des parties de l'univers était capable de satisfaire les apparences malgré sa dimension fictive et non véritable, un résultat meilleur serait obtenu d'une disposition vraie et réelle ; dès lors on aurait gagné en philosophie un savoir aussi éminent que celui qui consiste dans la connaissance de la vraie disposition des parties du monde. » (Galilée, *Opere*, V, pages 297-298).

¹⁴ « ... Je ne peux pas mettre fin à mon admiration, comment la raison chez Aristarque et Copernic ait pu faire tant de violence au sens, que contre celui-là elle se fait la maîtresse de leur crédulité. » (Galilée, *Opere*, VII, page 355).

¹⁵ « De tels déférents, équants, épicycles etc. sont posés par les astronomes purs afin de faciliter leurs calculs, mais ils ne sont pas retenus en tant que tels par

intellectuelle. Il tâche dans le *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* de porter des raisons *empiriques* en faveur du mouvement de la terre (en particulier en donnant une interprétation des marées), et donc en cherchant un facteur de discrimination représenté par des *phénomènes* que l'ancienne théorie, contrairement à la nouvelle, n'arrivait pas à expliquer. Il n'est pourtant pas difficile de se rendre compte que la véritable raison de la préférence accordée à la nouvelle théorie ne réside pas dans ces prétendues confirmations empiriques (confirmations que nous savons d'ailleurs ne pas être correctes).

Nous avons recueilli les éléments nécessaires pour le discours qui nous intéresse. Une *théorie* scientifique se construit en proposant un *modèle* intellectuel exprimable moyennant un certain nombre d'*hypothèses* sur la *constitution* ontologique de domaine d'objets que nous étudions. Ces hypothèses ne sont pas le résultat d'une généralisation des constats empiriques, car elles peuvent même présenter une certaine opposition ou « violence » par rapport à l'évidence empirique *immédiate*. Elles sont tenues de donner lieu à une sorte de réconciliation avec les données d'expérience, mais celle-ci a le caractère d'une *explication déductive*. Ceci n'implique pas que les hypothèses soient admises en tant que pures conjectures dépourvues de certitude. Nous avons vu que pour Galilée elles arrivent au statut d'affirmations *certaines*, une fois que leur force intellectuelle trouve aussi l'appui d'une confirmation empirique et qu'elles semblent être *nécessaires* pour donner une telle explication. Nous trouvons une confirmation *a contrario* de cette interprétation de la notion d'hypothèse dans la célèbre réponse de Laplace à Napoléon quand celui-ci, après avoir écouté l'exposé de la théorie laplacienne sur l'origine du système solaire, demanda quelle place était réservée à Dieu dans un tel système. La réponse fut : « Je n'ai pas eu besoin d'une telle hypothèse ».

les astronomes philosophes. Ceux-ci, en plus du soin de sauver de quelque façon les apparences, cherchent à étudier, en tant que problème suprême et admirable, la constitution véritable de l'univers. Car une telle constitution existe, et existe d'une manière unique, vraie, réelle et impossible à être autrement : pour sa grandeur et noblesse un tel problème mérite d'être préféré à toute autre question digne d'étude par les esprits spéculatifs » (dans la première lettre à Marius Welser, dans Galilée, *Opere*, V, page 102).

La crise des sciences contemporaines : l'hypothèse remplace la certitude

L'épistémologie des sciences contemporaine se développe après la crise de la connaissance scientifique qui s'est produite entre la fin du XIX^{ème} siècle et les premières années de notre siècle, crise qui affecta progressivement les éléments fondamentaux de la conception classique.

D'abord une crise de la notion d'*évidence*. Celle-ci se produit au sein des mathématiques, à la suite des géométries non-euclidiennes et des antinomies découvertes dans la théorie des ensembles. Les axiomes des théories mathématiques sont désormais considérés comme de simples points de départ soumis à la seule condition de la non-contradiction réciproque. La valeur et la force de la déduction demeure intacte, mais les théories mathématiques sont présentées comme de simples systèmes *hypothético-déductifs*.¹⁶ Si on réfléchit au fait que l'ancienne exigence de l'évidence des premiers principes s'était réduite — dans les sciences — au domaine des mathématiques, on peut bien conclure qu'une telle évidence disparaît du champ de la connaissance scientifique tout-court. Les principes ne sont plus que des *hypothèses* auxquelles on reconnaît le caractère de la plus grande généralité, toutefois pas dans le sens qu'elles correspondent de quelque manière aux traits les plus fondamentaux des objets étudiés, mais simplement dans le sens qu'elles sont considérées comme étant constamment sous-entendues dans toute démonstration qu'on voudra effectuer dans la théorie concernée.

L'évidence — nous l'avons vu — était le critère fondamental de la *certitude*, selon la théorie classique de la connaissance. La crise de l'évidence entraîna donc aussi une crise de la certitude scientifique. Pour les mathématiques il s'agit d'une crise partielle, parce que en tout cas on préservait la certitude de la déduction logico-formelle, mais on ne tarda pas à affirmer aussi le caractère

¹⁶ Cette notion fut élaborée au sein de l'école de Peano, et se trouve exprimée explicitement dans le titre même d'un mémoire de Mario Pieri (un élève de Peano) : *Della geometria elementare come sistema ipotetico-deduttivo* [Pieri 1899]. Ensuite elle fut défendue comme noyau de la conception formaliste des mathématiques spécialement par Hilbert et est devenue paradigmatique des mathématiques dites « modernes ».

non-absolu des principes logiques eux-mêmes.¹⁷ Quant aux sciences empiriques, nous avons vu que leurs principes n'étaient guère affirmés en tant que propositions en soi évidentes, mais plutôt comme des hypothèses auxquelles on attribuait le statut de propositions certaines sur la base d'un aperçu intellectuel renforcé par des confirmations empiriques nombreuses, variées et significatives qui résultaient être leurs conséquences logiques. Toutefois, la pure et simple logique formelle enseignait que la vérité des conclusions n'est jamais une garantie suffisante de la vérité des prémisses et cela suffisait, en principe, pour ne pas octroyer le caractère de certitude aux principes fondamentaux des sciences empiriques. La crise de la mécanique classique semblait confirmer qu'en effet on avait pris comme étant certains des principes physiques qui ne l'étaient pas. Voilà donc que la certitude cessait d'avoir un quelconque droit de cité dans les sciences en général.

La certitude — nous l'avons vu aussi — était selon la théorie classique de la connaissance l'état le plus parfait dans la manière dont l'intellect peut posséder la vérité. La crise de la certitude entraîne ainsi deux conséquences. La première est en soi correcte : si la certitude dans les sciences est impossible, cela signifie que nous y avons affaire uniquement à des *opinions* (comme le disaient les anciens) ; dans la période moderne on parle de *conjectures* (Popper), mais aussi d'*hypothèses* dans un sens particulier, c'est-à-dire non pas dans le sens de « prémisses » d'un raisonnement, mais dans le sens justement psychologique ou épistémique, d'après lequel une hypothèse est une proposition qu'on affirme sans prétention de certitude, mais simplement avec un certain degré de plausibilité. La deuxième conséquence est moins correcte : si nous n'arrivons pas à atteindre la certitude de la vérité, alors nous devons renoncer à la *vérité* dans les sciences. Il s'agit d'un *non sequitur*, car la vérité n'est pas — au moins selon la conception classique qui est aussi celle du sens commun — une propriété épistémique des propositions, mais bien une propriété intrinsèque, qui leur vient du fait d'exprimer un

¹⁷ Il s'agit du conventionnalisme logique dont l'expression la plus connue est la déclaration de Carnap : « *En logique, il n'y a pas de morale. Chacun peut construire comme il le souhaite sa logique, c'est-à-dire sa forme de langage. Toutefois, s'il désire discuter avec nous, il doit indiquer de quelle manière il veut le faire, donner des définitions syntaxiques au lieu de considérations philosophiques.* » [Carnap 1968], page 45.

état de fait tel qu'il existe en réalité. Or, aucune connaissance ne peut se passer de cette tâche, même si on n'a pas la certitude de l'avoir satisfaite. Toutefois, on préféra vite ne plus parler de vérité scientifique et on remplaça cette notion par des notions plus faibles, telle la notion d'intersubjectivité ou d'objectivité, définie de manières diverses. Ayant renoncé à la vérité, il était presque inévitable de renoncer encore à ce qui en constituait le présupposé conceptuel, à savoir la conception d'après laquelle la connaissance atteint le réel et tire de ce fait le droit à être qualifiée de vraie (tandis qu'elle est fautive si elle ne parvient pas à atteindre le réel). Le *désengagement ontologique* fut donc le trait ultérieur qu'on attribua à la connaissance scientifique à la suite de la crise de l'évidence.

Le « tournant linguistique » caractéristique d'une grande partie de la philosophie contemporaine vint s'insérer parfaitement dans cette situation. Si on laisse tomber tout engagement ontologique, chaque science se réduit à un ensemble de propositions liées entre elles par de simples rapports logiques, et on donna à un tel ensemble le nom de *théorie scientifique*. La seule texture d'une théorie qui, à proprement parler, semble appropriée pour un ensemble de propositions, se réduit à la structure *déductive* logico-formelle. On voit donc que, dans cette nouvelle manière de concevoir les sciences, restait essentiellement intacte la charpente logique de la notion classique, notion qui d'ailleurs n'avait pas cessé d'être retenue par les constructeurs de la science moderne. Ce qui n'était plus là était la conviction que les propositions d'une science sont tenues d'être vraies, et que la théorie doit servir pour renforcer cette vérité et lui garantir la certitude. Toutefois les représentantes de l'épistémologie née au lendemain de la crise des fondements dont nous avons parlé et devenue ensuite prédominante — à savoir les philosophes du courant néopositiviste et analytique — s'évertuèrent pour sauver le maximum possible du vieux idéal de la connaissance scientifique. Ils étaient engagés à le faire à cause de leur programme intellectuel scientifique et anti-métaphysique : si la science — comme ils disaient — est la seule connaissance authentique, comment peut-on lui attribuer ce privilège sans lui accorder la capacité d'atteindre une certaine forme de vérité et une solidité dans la possession de cette vérité ? En effet, tandis que les premières réactions à la crise des fondements des sciences exactes avaient été de type instrumentaliste et conventionnaliste (c'est-à-dire qu'elles n'attribuaient plus à la science une véritable portée cognitive

et même pas une intention cognitive au sens stricte), les néopositivistes revendiquaient à la science une intention et une capacité de connaissance, et ils le faisaient sur la base de certains présupposés philosophiques qui leur sont propres. Ceux-ci s'expriment dans la dénomination même que le mouvement néopositiviste se donna : celle d'*empirisme logique*. Dans la qualification d'empirisme est contenue l'indication de ce que cette école admet en tant que forme d'une certaine vérité : le témoignage direct de l'observation nous permet d'établir des propositions décrivant des phénomènes et que nous sommes obligés d'accepter et que, donc, on peut qualifier d'immédiatement vraies. Dans la qualification de logique est contenue l'indication du rôle qui est attribué à la raison dans la connaissance scientifique. La raison a une fonction purement *analytique*, elle n'est pas censée pouvoir nous faire connaître des vérités, mais elle peut seulement nous aider à connecter les vérités empiriques dans un réseau logico-formel (fait de définitions et déductions) qui ne produit aucune vérité nouvelle, mais qui peut satisfaire à cette ancienne exigence de l'intellect qui s'appelle *explication*.

L'identification des lois et des hypothèses

Voyons maintenant comment les présupposés de ce programme ont joué dans l'élaboration du tableau de la connaissance scientifique. L'empirisme stricte se manifeste dans la manière de considérer le rapport entre observation des phénomènes et formulation des lois. Ce rapport est conçu essentiellement selon les lignes déjà tracées par Newton dans la question 31 du III^e livre de l'*Optique* que nous avons citée plus haut : les lois sont le résultat de *généralisations* obtenues par *induction* à partir des phénomènes. En tant que telles, elles ne possèdent pas une certitude absolue, mais elles sont le mieux qui nous est permis par la nature des choses. Elles s'organisent selon une hiérarchie de généralité croissante, et les plus générales sont aussi les mieux garanties. Une fois atteintes, elles peuvent servir comme prémisses dans les explications des phénomènes, qui se font par déduction.

Dans le passage cité, Newton refusait nettement d'admettre des *hypothèses* et opposait explicitement celles-ci aux généralisations obtenues par induction, les seules admissibles dans la science

naturelle, en dehors des résultats des observations et des expériences. Les néo-empiristes par contre admettent sans difficulté les hypothèses dans les sciences empiriques, mais la raison en est que les significations des mots ne sont plus les mêmes que chez Newton. En effet, un premier sens du concept d'hypothèse est celui qui l'oppose à la certitude. Nous avons vu que cette signification se trouvait en circulation dans l'épistémologie des sciences expérimentales et servait même pour indiquer ce stade intermédiaire dans lequel une proposition se trouve avant de pouvoir passer au rang de loi si les confirmations expérimentales lui seront favorables. Les néo-empiristes, étant plus radicalement empiristes que Newton lui-même, et venant après la crise de la certitude scientifique dont nous avons parlé, attribuent le caractère de certitude uniquement aux données d'observation ponctuelles et singulières. Tout le reste n'est qu'hypothèse, à savoir affirmation plus ou moins bien soutenue par l'expérience, mais jamais certaine, même s'il s'agit d'une généralisation empirique relativement simple, car (et Newton l'avait déjà fait remarquer) les exceptions inattendues sont toujours possibles. On voit donc que la vieille distinction entre lois et hypothèses (les premières étant considérées certaines et plus directement issues de l'expérience, les deuxièmes étant des suppositions avancées pour « sauver les phénomènes ») tombe, car les lois aussi sont considérées seulement « probables » et pas certaines, elles sont donc des hypothèses, peut-être d'un niveau de généralité moins élevé. Le critère épistémique concernant les degrés de certitude conduit donc à faire confluer les lois dans le domaine des hypothèses, toute différence véritable entre elles étant effacée.

On parvient au même résultat en considérant la doctrine néo-empiriste de l'explication scientifique. Celle-ci n'est — une fois encore — qu'un développement des indications qu'on trouve déjà chez Newton, traduites dans la perspective du « tournant linguistique » contemporain. Ce qu'on entend expliquer est, avant tout, une donnée d'observation. Celle-ci est décrite dans une proposition empirique *singulière* et l'explication consiste dans la déduction d'une telle proposition à partir d'un certain nombre de propositions *générales* accompagnées d'autres propositions particulières qui servent à déterminer la situation singulière considérée. Dans la terminologie de la logique on appelle souvent *hypothèses* les prémisses d'une déduction et on peut donc affirmer

que toute explication se fait à partir d'hypothèses. Mais d'autre part nous venons de voir que ces hypothèses sont en effet des propositions générales sous lesquelles est censé être compris le fait singulier qu'on veut expliquer. Donc, selon la conception néo-empiriste, ces hypothèses ne sont que des *lois* et de cette manière, sans plus parler de certitude ou incertitude, mais en considérant la fonction logique qu'elles jouent dans l'explication, lois et hypothèses se trouvent une fois encore identifiées. Ce modèle standard de l'explication scientifique, qu'on appelle parfois de Popper-Hempel, est connu aussi comme le *covering-law model*, à savoir comme le modèle de la *loi de couverture*. On veut signifier par cette expression compacte qu'une proposition scientifique est expliquée si on trouve une *loi* plus générale de laquelle on puisse la déduire en tant que cas particulier. Cela est valable non seulement pour les propositions qui décrivent un événement particulier, mais aussi pour l'explication d'une loi d'un certain niveau de généralité, obtenue à partir d'autres lois de niveau plus élevé.

Critique de l'identification des hypothèses et des lois

Nous devons toutefois poser la question si la manière selon laquelle les empiristes logiques ont présenté la notion d'explication scientifique est adéquate. Nous avons vu que cette notion dérive de l'ancienne exigence de compréhension intellectuelle qui nous amène à rechercher *pourquoi* quelque chose que nous connaissons est justement ce qu'elle nous apparaît. Il s'agit donc de l'exigence du *logos* qui se superpose à celle de *l'empirie* et qui ne peut pas être satisfaite par un simple renvoi à d'autres couches de l'empirie. Apparemment les empiristes logiques admettent tout cela, car ils affirment que l'explication scientifique se propose de donner la réponse au pourquoi et que cette réponse, ne voulant pas être de nature purement psychologique (telle que la réduction de l'inconnu au connu, du nouveau au familier), consiste dans une déduction *logique*. Mais voilà la question : peut-on dire qu'un fait individuel est *expliqué* dès qu'on a montré qu'il est un cas particulier d'une situation plus générale ? Peut-on dire que cela nous en donne le pourquoi ? Il faut être assez naïf pour le croire. Si je demande par exemple : « Pourquoi ce corbeau est-il noir ? » et que l'on me répond : « Parce que tous les corbeaux sont noirs », j'en sais autant qu'auparavant. La même chose se répète si je considère des exemples

tirés des sciences physiques, tels qu'on les trouve dans les textes des empiristes logiques. Par exemple, si je demande : « Pourquoi ce morceau de cuivre a-t-il subi une dilatation en le chauffant ? », et si on me donne la réponse : « A : tous les échantillons de métal subissent une dilatation si on les chauffe. B : ce morceau de cuivre est un échantillon de métal et on l'a chauffé. C : donc ce morceau de cuivre a subi une dilatation. » Est-ce que j'aurai connu *pourquoi* cette dilatation a eu lieu ? Evidemment je ne connaîtrais pas la *raison* de cette dilatation, car la *loi* générale (tous les échantillons de métal subissent une dilatation si on les chauffe) demeure au niveau d'une *constatation* factuelle, même si elle a été généralisée. Bref, la généralisation, en tant que telle, n'explique rien. Par contre nous dirions qu'on nous fournit une explication si, par exemple, on nous propose une *théorie* concernant la structure de la matière, dans laquelle certaines *hypothèses* permettent de déduire en particulier la *loi* générale de la dilatation des métaux et donc, banalement, aussi celle de notre morceau de cuivre.

Il apparaît donc que le *covering-law model* contient un équivoque profond justement parce qu'il fait jouer aux lois un rôle d'explication qu'elles ne possèdent pas au sens propre et les confond ainsi avec les hypothèses lesquelles, par contre, jouent spécifiquement un tel rôle.

Mais il y a encore autre chose. Le modèle d'explication des empiristes logiques sous-entend que l'explication scientifique concerne des données factuelles singulières. En réalité rien de cela ne se passe dans les sciences naturelles : le phénomène particulier isolé n'est presque jamais l'objet d'une explication qui exige la construction d'une théorie. Une telle explication, par contre, a pour objets justement les *lois* générales, et spécialement les généralisations empiriques. C'est parce que je constate avec une constance significative que certaines choses se passent d'une certaine façon que je me demande *pourquoi* cela arrive, tandis que difficilement on se pose la question du pourquoi (en tout cas dans les sciences) à propos d'événements isolés et occasionnels. Donc la distinction entre lois et hypothèses s'impose parce que les hypothèses, loin d'être des lois, sont généralement ce qui est introduit pour expliquer les lois (même si, dans certains cas, une explication scientifique peut aussi utiliser le recours à des lois dans le contexte de son discours déductif).

Une autre raison, que nous avons d'ailleurs déjà évoquée dans un contexte différent, vient s'ajouter aux prétendues motivations logiques dont nous venons de parler. Il s'agit du fait que, dans l'optique de l'empirisme radical, les seules affirmations *certaines* sont (dans le meilleur des cas) celles qui décrivent des données empiriques immédiates, tandis que tout le reste, en commençant par les généralisations empiriques, ne jouit pas de certitude absolue et donc a un caractère seulement *hypothétique*. Même les lois ne sont donc que des hypothèses et cette fois-ci l'identification ne se fait pas à cause d'une prétendue fonction de prémisses que les lois joueraient dans les explications, mais bien à cause du caractère (épistémique) de non-certitude qui affecte les lois en elles-mêmes, et même les plus simples et mieux établies.

C'est cette deuxième raison qui rallie à la position des empiristes logiques un philosophe comme Popper, qui n'est certainement pas un empiriste radical et qui a bien valorisé celle qu'on pourrait appeler la fonction *synthétique* de la raison. A cause de son fallibilisme radical, Popper ne voit dans les sciences que des *conjectures* : même celles que les scientifiques considèrent des données factuelles, et qui s'expriment dans celles qu'il appelle les *propositions de base*, dépendent selon lui d'un contexte théorique plus ou moins conscient et sous-entendu, de sorte qu'elles ne sont en effet que des conjectures *admisses* sans examen ultérieur et donc, dans une certaine mesure, conventionnelles. D'autres conjectures sont lancées par le scientifique afin d'expliquer les propositions de base et de cette manière on construit les théories scientifiques, qui résultent être en effet des réseaux de conjectures ou d'hypothèses, dans lesquels il n'y a aucun moyen de distinguer entre lois et hypothèses, tout étant hypothétique.

Si, contrairement à cette tendance généralisée de l'épistémologie actuelle, nous conservons la distinction entre lois et hypothèses, nous arrivons entre autre à comprendre les raisons et les torts dans la dispute qui a opposé Popper aux empiristes logiques au sujet de l'induction. Les empiristes logiques ont affirmé que toutes les hypothèses scientifiques sont obtenues par *induction* généralisante. Popper par contre élimine complètement l'induction et affirme que toutes les hypothèses sont librement inventées pas les scientifiques, et sont ensuite soumises aux tests les plus sévères basés sur la *déduction* de conséquences observables qui pourraient les faire

tomber en défaut, car selon lui il n'y a pas de chemin logique qui puisse conduire correctement du particulier au général. Si on identifie lois et hypothèses, aucun des deux partis n'a raison, tandis que si on les distingue, on voit où se trouvent les raisons de l'un et de l'autre. En effet, il paraît indéniable que l'*induction* est l'instrument méthodologique correct pour arriver aux *lois* dans un nombre considérable de cas, à savoir pour ce qui concerne les lois *empiriques*, qui sont en effet des généralisations obtenues à partir de l'observation (naturellement on ne doit pas réduire la notion d'induction à sa forme presque banale qui est l'énumération simple ; il suffit de prendre l'induction selon les modèles plus complexes et approfondis qui ont été élaborés par Bacon, Whewell, Mill, etc.). Par contre, il est vrai que l'induction ne suffit pas à engendrer les *hypothèses*, car celles-ci résultent d'un acte créatif de l'intellect, qui « voit » au delà des données empiriques une structure capable de les expliquer et soumet au test cette intuition. Les deux positions contraires ont donc leur point faible dans leur unilatéralité, mais si on distingue les lois et les hypothèses chaque position peut faire valoir son point fort, sans nier le point fort de l'autre. Une épistémologie satisfaisante des sciences empiriques a besoin de l'une et de l'autre car — nous l'avons déjà souligné — la connaissance scientifique se base sur la synergie de l'empirie et du logos.

Une dernière raison peut être avancée pour confirmer la nécessité de ne pas confondre lois et hypothèses. Les lois constituent dans les sciences le contenu de connaissance relativement *stable* et, en effet, elles ne sont pas ruinées par les « révolutions scientifiques » qui, en général, arrivent à délimiter ou préciser leur portée. Leur présence justifie un certain aspect *cumulatif* de la connaissance scientifique dont tout le monde est convaincu avec raison. Mais *l'explication* de ces mêmes lois peut changer, et même radicalement. Cela nous indique que dans les hypothèses réside l'aspect *dynamique* et même controversable de la connaissance scientifique, quelque chose dont une fois encore nous tous sommes convaincus avec raison. Si nous ajoutons enfin que cette stabilité correspond à un certain degré de *certitude* (non absolue, mais fiable), nous pouvons aussi justifier cette confiance dans la connaissance scientifique qui caractérise notre civilisation et qui n'est pas vraiment détruite par la conscience que le chemin des sciences comporte aussi beaucoup de rectifications.

Bibliographie

D' Aquin, T.

- 1886 In libros Aristotelis de coele et mundo expositio, dans *Opera omnia*, Roma.

Aristote

- 1974 *Métaphysique*, traduction française par Jean Tricot, Bibliothèque des Textes Philosophique de la Librairie Philosophique, (Paris : Vrin).
- 1979 *Organon*. IV, Les seconds analytiques, traduction française par J. Tricot, (Paris : Vrin).

Bacon, F.

- 1986 *Novum organum*, traduction et notes par M. Malherbe et J.-M. Pousseur, (Paris : PUF).

Bénézé, G.

- 1967 *La méthode expérimentale*, (Paris : PUF).

Braithwaite, R. B.

- 1968 *Scientific Explanation ; a Study of the Function of Theory, Probability and Law in Science*, (Cambridge : Cambridge University Press).

Carnap, R.

- 1968 *Logische Syntax der Sprache*, (Wien / New York : Springer Verlag), seconde édition.

Galilée, G.

- 1970 *Discours et démonstrations mathématiques concernant deux sciences nouvelles*, Introduction, Traduction et Notes par M. Clavelin, (Paris : A. Colin). Le texte original correspondant figure en *Opere di Galileo Galilei*, edizione nazionale a cura di A. Favaro, (Firenze : Barbera), 1929-1939, réimpression 1964-1966, 20 vol. : vol. V, pages 187-188.

Newton, I.

- 1985 *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. Les Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*, traduit par M.-Fr. Biarnais, (Paris : Christian Bourgeois éditeur).
- 1989 *Optique*, traduit de l'anglais par J.-P. Marat, (Paris : Christian Bourgeois éditeur).

Pieri, M.

- 1899 *Della geometria elementare come sistema ipotetico-deduttivo*. (Torino : Clausen).

Hypothèses et lois dans les sciences

Platon

Thééthète.

Ménon.

De Santillana, G.

1955 *Le procès de Galilée.* (Paris : Le Club du meilleur livre).

Verneaux, R.

1959 *Épistémologie générale ou critique de la connaissance,*
(Paris : Beauchesne).