

Les trois niveaux de la preuve dans les sciences empirico-formelles

Nicolas Kaufmann

Volume 7, Number 2, octobre 1980

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/203142ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/203142ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Société de philosophie du Québec

ISSN

0316-2923 (print)

1492-1391 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Kaufmann, N. (1980). Les trois niveaux de la preuve dans les sciences empirico-formelles. *Philosophiques*, 7(2), 247–265.
<https://doi.org/10.7202/203142ar>

LES TROIS NIVEAUX DE LA PREUVE DANS LES SCIENCES EMPIRICO-FORMELLES

par Nicolas Kaufmann

Pour l'homme de la rue aussi bien que pour celui qui est instruit, le prestige d'une science réside dans sa capacité de prouver. Cependant, l'expression « prouver scientifiquement » appartient plutôt au langage ordinaire qu'au vocabulaire technique des sciences ou de la métascience, bien qu'elle soit de temps à autre utilisée par les hommes de science. Dans ce cas elle possède alors les mêmes ambiguïtés et les mêmes imprécisions qui la caractérisent dans son usage ordinaire. Un examen, ne fût-ce que sommaire, de quelques locutions montrerait que l'expression en question connote divers aspects et désigne différentes propriétés attribuées à la procédure de la preuve telle qu'elle est préconisée par les canons de la démarche scientifique. Ces variations, parfois considérables, sont, entre autres, fonction de ce qui peut être considéré comme l'« *objet* » d'une preuve.

Prouver « quelque chose », prouver qu'un tel état de chose est le cas dans le contexte d'une science empirique, cela peut vouloir dire

1. qu'une *proposition particulière*, comme « la température du gaz y en t est de 20° », est établie comme vraie, selon une procédure de mesure déterminée, considérée comme procédure appropriée ;
- 2.1 qu'une *hypothèse spécifique*, comme « la période oscillatoire d'un pendule idéal simple est $T = 2\pi\sqrt{e/g}$ », est empiriquement confirmée, corroborée¹, par une méthode de test ;

1. Les expressions « confirmé » et « corroboré » ont ici une signification intuitive.

- 2.2 qu'une hypothèse spécifique est correctement déduite d'un ensemble d'hypothèses ayant une portée plus générale (comme les équations de Balmer qui ont pu être déduites des postulats fondamentaux de la théorie de Bohr) ;
- 3.1 qu'une *théorie* est prouvée, en ce sens qu'une communauté de scientifiques la considèrent, à la lumière d'une interprétation déterminée, comme temporairement adéquate ;
- 3.2 qu'une théorie est dite « prouvée » dans la mesure où elle a subi avec succès une série de tests interthéoriques, c'est-à-dire qu'il a été formellement démontré qu'elle n'entre pas en contradiction avec d'autres théories qui sont par ailleurs considérées comme adéquates ;
- 3.3 qu'une théorie passe pour « prouvée » dans la mesure où elle n'entre pas en contradiction avec des principes et des positions philosophiques qu'endossent généralement les scientifiques, si elle ne contredit pas les « philosophèmes » qui ont trait au statut épistémologique (statut phénoménaliste, statut réaliste, statut instrumentaliste) que ceux-ci sont prêts à reconnaître à une théorie scientifique.

Cependant on peut reconnaître à la question « Qu'est-ce que prouver scientifiquement ? » une portée plus générale dans le sens que les réponses qu'on lui donnera concernent implicitement les critères de rigueur et de crédibilité, bref les critères de scientificité à la lumière desquels le discours scientifique se valide lui-même. Le concept de preuve renfermerait dans son ambiguïté un ensemble de critères de validité, et les variations concernant l'« objet » de la preuve seraient des indications relatives aux différents niveaux par rapport auxquels se situent les principes régulateurs qu'obéissent les disciplines empirico-formelles.

Si une théorie prouve quelque chose, cela concerne, d'une part, d'abord le langage dans lequel elle s'énonce qui, pour être « démonstratif », doit posséder un certain nombre de propriétés : il doit obéir au moins à des contraintes, formelles, d'engendrement et de décision. Le caractère « probant » d'une théorie est donc fonction d'un ensemble de règles qui imposent

ce type de contraintes. D'autre part, du fait que le langage d'une discipline empirico-formelle est censé « représenter » un domaine de réalité, une portion du monde, l'idée de « preuve » dans le sens de démontrer, par exemple, qu'une hypothèse est vraie, confirmée ou corroborée, a trait à un ensemble de conditions de contrôlabilité moyennant lesquelles on s'assure de la maîtrise critique de ce langage en ce qui regarde à la fois le contenu empirique des termes qui y figurent et la valeur de vérité des propositions (critères de sens, critères de traduction, critères de vérification, de corroboration, de confirmation, de falsification, etc . . .). Et finalement la notion de « preuve » peut désigner des critères de scientificité concernant des conditions plus générales d'acceptation d'une théorie par une communauté déterminée de scientifiques.

À la lumière de ces considérations préliminaires, nous retiendrons trois types de critères de scientificité et trois niveaux de « preuve » qui y correspondent² :

- 1) Preuve/déduction : une formule est prouvée si elle est correctement déduite à partir d'autres formules.
- 2) Épreuve empirique : une hypothèse ou une théorie est prouvée si elle n'est pas contredite par des faits observés.
- 3) Preuve/justification : une théorie est prouvée s'il est raisonnable de l'accepter.

1.- La preuve comme déduction

Depuis les *Analytiques secondes* d'Aristote, un discours n'est admis comme fondé que dans la mesure où il prend la forme d'un développement démonstratif autorisé par la position d'un ensemble de postulats. En d'autres termes, le savoir scientifique est un savoir démontré. Mais l'idée aristotélicienne de la démonstration ne met pas seulement en jeu une relation

2. Plusieurs exposés des Entretiens de l'Institut international de philosophie, publiés dans : *Démonstration, vérification, justification*, Louvain : Nauwelaerts, 1968, notamment les contributions de McKeon, R.P., « Discourse, Demonstration, Verification and Justification », p. 37-63, Bunge, M., « La vérification des théories scientifiques », p. 145-160, Granger, G.-G., « Vérification et justification comme auxiliaires de la démonstration », p. 231-246, qui portaient sur la question qu'on pose ici et ont orienté le traitement qui en sera fait.

d'inférence entre deux termes (formes propositionnelles) ou une série de termes ; elle devait aussi faire correspondre la hiérarchie des propositions ordonnées par la relation d'inférence à un ordre réel qui ne laissât aucune latitude arbitraire dans le choix des propositions primitives. Démontrer, ce n'est donc pas seulement trouver des conclusions nécessaires selon des schémas d'inférence, mais c'est fonder ontologiquement le choix des postulats³. Dans ce sens la problématique de la preuve oscille depuis Aristote entre la logique et l'ontologie.

Depuis la naissance de la métamathématique, la démonstration appartient à la logique, plus exactement au domaine des théories de la preuve. D'un point de vue purement formel, une théorie scientifique, dont la physique est peut-être une des réalisations les plus achevées, se présente comme un ensemble de formes propositionnelles que l'on obtient à l'aide de règles de formation régissant le vocabulaire et l'alphabet qu'on a décidé d'adopter. Toutes les formules bien formées à l'aide de ces règles peuvent être ordonnées, en choisissant parmi elles celles que l'on voudra considérer comme des formules fondamentales, dans un système axiomatique. L'ensemble des axiomes sera doté d'une série de règles de dérivation qu'on pourra appliquer successivement sur des axiomes et des formules déjà dérivées, de sorte que l'on obtienne, par un procédé de construction effective, un système qui représente la charpente logique, la structure nécessaire, le *calculus* pour une théorie scientifique. Une séquence formée d'un certain nombre de formules, dont les inscriptions successives sont en accord avec les règles de dérivation retenues pour la théorie concernée (règle de détachement, *modus tollens*, règle de substitution . . .), est une inférence valide et constitue donc une preuve.

Les propriétés formelles générales et spécifiques de la démarche qu'on vient de caractériser de façon plutôt intuitive peuvent être mises en évidence moyennant des métathéories

3. Cf., à ce sujet, Scholz, H., 1930-31, « Die Axiomatik der Alten », dans : *Blätter für deutsche Philosophie*, 4, p. 259-278, reproduit dans : Scholz, H., 1969, *Mathesis universalis*, Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft, p. 27-45 ; aussi Granger, G.-G., 1976, *La théorie aristotélicienne de la science*, Paris : Aubier-Montaigne, notamment Ch. III.

appropriées (théories des démonstrations dont le point de départ serait les travaux de Gentzen) qu'on ne discutera pas ici. Mais les remarques précédentes suffisent pour isoler un premier aspect de la preuve, lequel ne devra pas être confondu avec l'épreuve empirique, comme cela semble être le cas chez Aristote. La démonstration, en tant que démarche formelle, se meut strictement sur le plan des formes propositionnelles, c'est-à-dire sur le plan du calcul : ce qui est démontré / prouvé est une formulé, et non un savoir empirique ou factuel, comme Aristote l'ambitionnait. Ce qui caractérise les sciences empirico-formelles, c'est qu'on ne peut justement pas se permettre de partir des prémisses dont la vérité est prise pour définitive. Tout au contraire, ce sont les conclusions qui servent à supporter, dans un sens qui est encore à éclaircir, les hypothèses fondamentales qui constituent le point de départ de la dérivation. Et ces inférences de support, partant des constats factuels (conclusion) et aboutissant aux postulats (prémisses), ne constituent pas des inférences valides bien qu'elles puissent être fécondes⁴. D'une part, validité et fécondité sont, hélas ! des propriétés indépendantes, non seulement en logique mais aussi dans une théorie physique. D'autre part, on n'a pas besoin de répéter que des inférences « inductives » du type : « La loi L est valide pour n instances observées d'un ensemble E ; par conséquent il est vraisemblable qu'elle soit valide pour tous les éléments de E » qui représentent le passage d'une généralisation faible à une généralisation forte ou maximale, sont des schémas qui n'obéissent à aucune règle d'inférence et ne se laissent pas convertir en une telle règle⁵. Ces inférences appartiennent à une logique « séductive », mais ne constituent

4. Cf., pour ce point, la littérature critique sur la logique inductive dans le domaine des sciences empiriques, notamment Popper, K.R., 1965, *Logic of Scientific Discovery*, New York : Harper & Row, Lakatos, I., 1968, « Changes in the Problem of Inductive Logic », dans : Lakatos, I. (ed.), 1968, *The Problem of Inductive Logic*, Dordrecht : Reidel.

5. Il ne faudrait cependant pas oublier de mentionner les efforts de Carnap pour définir rigoureusement le concept de « degré de confirmation » d'une hypothèse par une évidence d'observation : $c(H,e) = q$, et d'élaborer par la suite une méthode quantitative qui permette de mesurer le degré de confirmation et de déterminer, d'une certaine manière, le degré de plausibilité de H eu égard à e, donc de trouver la nature de la relation logique entre H et e et de l'interprétation numérique de cette relation. Le projet de Carnap fut de construire une logique inductive quantifiée qui devrait permettre de choisir selon un procédé effectif parmi plusieurs hypothèses possibles la meilleure et la plus « vraie ». Cf. Carnap, R., 1950, *Logical Foundations of Probability*, Chicago : University of Chicago Press.

nullement des preuves déductives. Pour cette raison il n'y a pas de logique inductive dans les sciences empirico-formelles. Cependant une logique inductive probabiliste pourrait servir à déterminer, comme le pense Carnap, le degré « to which x is rationally entitled to believe in H on the basis of e »⁶.

Les métathéories de la preuve constituent un instrument précieux pour soumettre à un test non empirique la prétendue capacité d'une théorie de prouver ou de démontrer. Ce test consiste à évaluer une théorie en la confrontant à des exigences propres à la théorie formelle de la démonstration dont la principale exigence est la cohérence interne. Une autre forme de test non empirique porterait sur la cohérence externe d'une théorie dont la fonction est d'établir la compatibilité ou la non-compatibilité interthéorique. Les deux sortes de tests supposent la formalisation et l'axiomatisation d'une théorie.

Il est important de noter que démontrer une formule au sens esquissé ci-dessus n'est pas encore prouver un savoir ; ce n'est pas encore démontrer que des énoncés et des postulats qui appartiennent à une théorie et qui doivent avoir un contenu empirique, sont ou bien vrais ou bien faux. Il faut pour cela passer par une épreuve empirique.

2.- Preuve comme épreuve empirique

Selon le postulat philosophique, à savoir le principe de l'empirisme qu'endossent généralement les scientifiques, une proposition, une hypothèse ou une théorie sont prouvées si 1) elles, ou des conséquences déduites d'elles, ont été confrontées avec des faits, des processus, des événements expérimentalement contrôlés, observés, mesurés et décrits correctement, et si 2) elles ont résisté à la confrontation. Est prouvé ce qui repose sur des faits ! Mais c'est là une façon de voir les choses qui est sans doute trop simple pour être vraie. Trois questions s'imposent tout de suite :

- 1) Que faut-il entendre par « fait », « événement », « processus », dans le contexte d'une mise à l'épreuve d'une hypothèse ?

6. Carnap, R., 1963, « The Philosopher Replies. My Basic Conception of Probability and Induction », dans : Schilpp, P.A., 1963, *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle : The Open Court Publishing Co., p. 971.

- 2) En quoi consiste au juste la confrontation ?
- 3) Quelles sont les issues de la confrontation ? La confrontation est-elle définitivement concluante, et, si oui, à quelles conditions ?

1) Un *fait* est un état de choses qui est le cas. Plus exactement un fait est l'assertion qu'un état de choses est le cas. Ainsi peut-on parler du fait « qu'un atome émet un quantum de lumière ». Dans le langage ordinaire, « fait » est une expression qui semble désigner une entité concrète. Mais il faut ici soigneusement distinguer entre des entités concrètes qui sont des éléments dont il est question dans l'exemple, comme les atomes, les molécules, etc . . . , qu'on peut décrire, éventuellement observer, classer et mesurer, et le fait que de telles entités se comportent de telle ou telle façon. Ce fait constitue une entité d'un autre ordre. En effet, si l'émission du quantum d'énergie a lieu entre t_0 et t_1 et en un point ou dans une région déterminée de l'espace, le fait lui-même ne commence pas et il ne finit pas, il ne se déroule pas ici ni là. Les faits sont des entités abstraites, et c'est pour cette raison qu'il faut se demander si la confrontation entre théorie et expérience, dans le cas d'une épreuve empirique, en est une entre des hypothèses et des faits, à savoir avec des entités qui sont indifférentes à la localisation spatiale et qui sont intemporelles⁷.

Si les « faits » ne font pas l'affaire, on pourrait chercher du côté des événements. Mais qu'est-ce qu'il faut entendre par « événement » ? S'agit-il d'une simple portion de réalité, c'est-à-dire de systèmes espace-temps qu'on pourrait identifier, décrire et classer ? Si oui il faut se demander quel type de phrases décrivent des événements, et non des propriétés ou des objets. La forme des phrases décrivant des événements serait-elle du type $[(X_1 . . . X_n), p^n, t]$ ⁸, où l'on aurait un n-tuple d'objets exemplifiant un attribut empirique (propriété ou

7. Pour une discussion du concept de « fait » et les difficultés qu'on rencontre dans le cadre d'une théorie de l'explication scientifique, voir Stegmüller, W., 1969, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie*, Band I, Wissenschaftliche Erklärung und Begründung, Berlin/Heidelberg/New York : Springer-Verlag, p. 250 ss.

8. C'est la forme proposée par Kim, J., 1973, « Causation, Nomic Subsumption and the Concept of Event », dans : *Journal of Philosophy*, LXX (8), p. 217-236.

relation) *n*-adique en temps *t* ? Mais si telle est la forme logique des phrases descriptives d'événements, il faudrait aussi indiquer des conditions d'existence pour des événements. Et du fait que dans une épreuve empirique on doive être en mesure de répéter l'expérience, c'est-à-dire de reproduire l'événement, on a en outre besoin de critères d'identité pour des événements. Deux événements ne sont-ils pas toujours différents ? Si la réponse est positive il ne serait pas possible de produire deux fois le même événement. Qu'en est-il alors de la confrontation de la théorie avec l'expérience si les événements devaient être uniques, non répétables ? Et finalement, à supposer que la question de la similarité suffisante entre plusieurs événements soit réglée, la mise à l'épreuve s'appuie-t-elle sur des événements simples ou peut-on également admettre des événements complexes ? Il n'est pas certain qu'on ait définitivement répondu à ces questions.

À cause des inconvénients de définir convenablement un événement, on pourrait songer à recourir à un autre type d'entité, à savoir à des *processus*. Dans ce cas, on doit se demander s'il est possible de définir le concept de « processus » indépendamment du concept d'« événement », c'est-à-dire sans le définir en termes de « séquence d'événements ordonnée dans le temps », sinon on retombe sur les difficultés signalées tantôt. Si on veut éviter ces difficultés, il faut définir un processus en termes de changement d'état de système, c'est-à-dire en termes de séquence réglée dans le temps d'états de système, ceux-ci étant des configurations déterminées des valeurs des variables qui ont été retenues dans la théorie pour caractériser le système. Mais si on définit un processus de cette façon, n'est-on pas forcé de reconnaître que ces processus ne pourraient guère être des *données* de l'expérience auxquelles on veut confronter la théorie ? Ne faudra-t-il pas admettre que ces processus sont des entités hautement hypothétiques qui ne peuvent pas jouer le rôle de données de base, puisqu'elles ont elles-mêmes besoin d'être prouvées ?

Ces quelques questions qu'on vient de poser indiquent que dans la perspective de l'empirisme, toute la clarté n'est pas acquise quant au statut des données auxquelles on veut

confronter une théorie. Il est trop simple de dire qu'on confronte une hypothèse avec l'expérience, et que les données de l'expérience sont de l'ordre des phénomènes perçus, car nous percevons à la fois tout et rien. Si les données sont de l'ordre des faits, ceux-ci sont définitivement imperceptibles. Et cela vaut éventuellement aussi pour les événements. Que reste-t-il finalement en dehors des configurations de lignes et de couleurs ? Cette question se pose, puisque l'expérimentateur aussi est conscient du problème de l'interprétation des données brutes de l'observation.

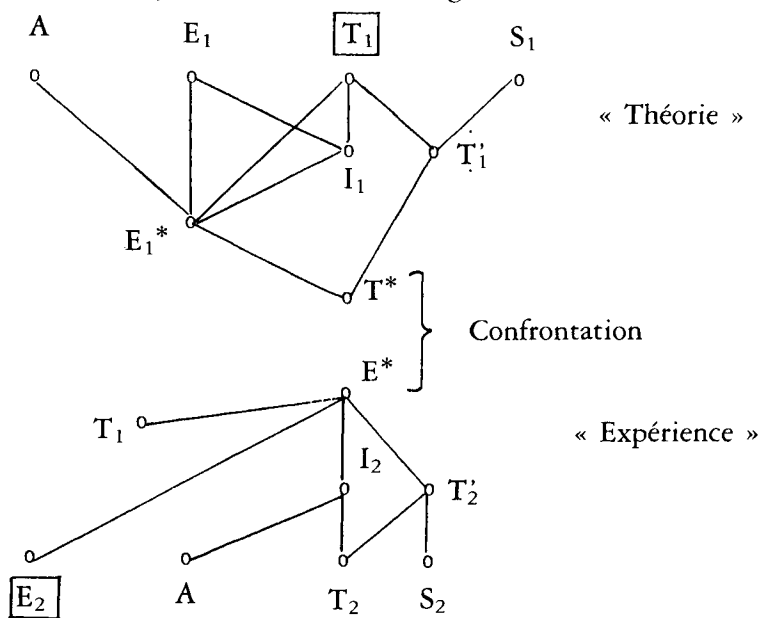
2) En quoi consiste la confrontation⁹ ? Pour répondre à cette question, il s'agira de décrire schématiquement le procédé de mise à l'épreuve. Cette description se fera dans le cadre du falsificationnisme méthodologique¹⁰.

Il est bien évident que la confrontation entre théorie et expérience ne peut pas être directe, car une distance énorme sépare les deux, à un point tel que les deux paraissent incomparables. Cela implique qu'avant l'exécution des opérations de laboratoire, le physicien s'adonne à un travail conceptuel qui consiste, entre autres choses : 1) à s'assurer que la théorie ou l'hypothèse à examiner sont en principe testables. Par exemple, l'hypothèse qu'un événement A qui se produirait à un endroit déterminé sur la terre, et un événement B qui serait localisé sur le soleil, sont absolument simultanés n'est pas testable, puisque le physicien ne dispose d'aucun moyen pour décider de la vérité ou de la fausseté de cet énoncé du fait qu'il n'existe aucun moyen physique pour s'assurer que les deux chronomètres utilisés dans une éventuelle expérience sont synchronisés. 2) À déterminer d'avance quelle sorte d'évidence

9. On suit pour cette partie de très près l'exposé de Bunge, M., 1967, *Scientific Research II, The Search for Truth*, 15.6, Testing Theories, p. 336-357, Bunge, M., 1968, « La vérification des théories scientifiques », *op. cit.*, et Bunge, M., 1970, « Theory meets experience », dans : Kiefer, H.E., Munitz, M.K. (ed.), 1970, *Mind, Science and History*, Albany, N.Y. : State University of New York Press, p. 138-165.

10. Ce point de vue est surtout défendu, dans la ligne des arguments de Popper, par Lakatos, I., 1976, *Proofs and Refutations and Other Essays in the Philosophy of Mathematics*, Cambridge : Cambridge University Press, particulièrement Lakatos, I., 1968, « Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes », dans : Lakatos, I., Musgrave, A., 1968, *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge : Cambridge University Press, p. 91-133, Musgrave, A.E., 1973, « Falsification and its critics », dans : Suppers, P. et al (eds), 1973, *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Amsterdam : North-Holland Publishing Co., p. 393-406.

factuelle comptera comme évidence pertinente pour la théorie que l'on veut mettre à l'épreuve. Cette décision n'est pas seulement prise à la lumière de la théorie en cause, mais elle est fonction d'une série de considérations supplémentaires qui figurent dans le schéma reproduit ci-après. 3) Et finalement, ce qui constitue le travail le plus important, à trouver une façon convenable de mettre des théories qui font largement appel à des entités inobservables en rapport avec des indices observables. Cela implique que des transformations doivent être effectuées aussi bien du côté de la théorie que du côté des données de l'expérience. Il importe d'obtenir à partir de la théorie, moyennant une série de dérivations faisant intervenir des composantes distinctes de la théorie, des conséquences testables. D'autre part, les résultats des observations et des opérations de mesure doivent être interprétés à la lumière d'un savoir théorique préalable, pour rapprocher de la sorte les données expérimentales aux conséquences testables. Il est donc nécessaire d'élaborer littéralement, à partir d'éléments différents (qui peuvent partiellement se recouvrir), deux ensembles de propositions comparables. En mettant les deux graphes de Bunge ensemble¹¹, on obtient le schéma général suivant :



11. 1970, *op. cit.*, p. 146 et p. 156.

Le bloc « théorie » comprend l'ensemble des hypothèses théoriques, la théorie à tester proprement dite (T_1). Dans la plupart des cas, des dérivations importantes peuvent se faire à partir de T_1 seulement par l'intermédiaire d'une série d'hypothèses subsidiaires (S_1) dont peuvent faire partie des hypothèses simplificatrices et des clauses « *ceteris paribus* ». Dans la théorie des gaz par exemple, si on utilise un modèle mécaniste, les gaz seront traités comme des « gaz idéaux » dont on sait que rien dans la réalité ne satisfait les conditions qui les définissent, telle l'hypothèse que les molécules de gaz n'exercent aucune force sur les autres molécules sauf au moment de la collision, l'hypothèse qu'ils se déplacent en ligne droite exception faite du moment de la collision, et l'hypothèse qu'ils sont de petite taille comparée à la distance intermoléculaire. T_1 et S_1 ensemble autorisent la déduction de théorèmes (T'_1) formulés dans le langage de la théorie à tester, mais qui ne dépendent pas seulement de cette théorie. On pourrait ainsi obtenir, pour rester fidèle à l'exemple de la théorie des gaz, le théorème que la pression qu'exercent les molécules de gaz sur la paroi du contenant est $p = \frac{1}{2} m n \bar{v}^2$, où m est la masse d'une molécule, n le nombre de molécules et $\bar{v}^2$ la vitesse moyenne au carré. Cependant cette formule n'est pas directement testable puisqu'elle contient des termes théoriques qui réfèrent à des entités inobservables. On aura par conséquent besoin d'autres hypothèses qui permettraient de construire des indices observables (I_1). La construction de ces indices dépendra à la fois de la théorie elle-même et probablement d'autres connaissances préalables (A) qui sont prises pour acquises. Une de ces hypothèses-indices pourrait être que l'énergie cinétique moyenne d'une molécule de gaz $\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \text{const.} \times T$ (température absolue), et une autre que $p = P$ où P est la pression (macroscopique) du gaz. Pour faire des prédictions expérimentales spécifiques dans la situation du test, il faudra encore des données empiriques, des conditions initiales (E_1) convenablement traduites ou reconstruites à l'aide de A , T_1 et de I_1 , de sorte que l'on ait E_1^* représentant les données empiriques traduites dans le langage de la théorie. Des théorèmes T'_1 et des conditions initiales traduites E_1^* on peut maintenant déduire des conséquences testables T^* qui constituent une prédiction expérimentale.

Dans le bloc « expérience » nous ne trouvons pas seulement le protocole de nouvelles données observées (E_2) auxquelles on veut confronter la théorie. Ce que nous voyons dans un microscope, dans un interféromètre ou sur une plaque photographique sont des images incompréhensibles pour un novice qui pourrait les décrire de mille et une façons. Elles sont cependant significatives pour l'expérimentateur, puisqu'il les interprète d'emblée à la lumière de la théorie (T_1) à laquelle ces données se rapportent supposément. Une description univoque n'est donc possible qu'à condition qu'on la situe dans le contexte théorique approprié qui ne contient pas seulement T_1 mais bien d'autres éléments. Par exemple, pour tester des hypothèses concernant la distribution ou la structure des atomes d'un cristal, on pourrait recourir à la technique des rayons-x qui produiraient, en traversant le cristal, des effets de diffraction qu'on peut enregistrer à l'aide d'une plaque photographique. Cette technique suppose donc, d'une part, qu'on se serve de théories auxiliaires (T_2), par exemple de la théorie électromagnétique rendant compte du comportement des rayons-x, et d'une théorie photochimique expliquant la production de l'effet spécifique observable. D'autre part, pour exécuter l'expérimentation, des hypothèses auxiliaires (S_2) donneraient le modèle de l'appareillage. De T_2 et S_2 on peut déduire des conséquences concernant le fonctionnement de l'appareillage et le type de résultats, marge d'erreurs, etc . . . , qu'il est susceptible de fournir. À l'aide d'autres présuppositions théoriques (A) et des théories auxiliaires impliquées, on formulera des hypothèses d'interprétation (I_2) qui relient des processus inobservables (par exemple la diffraction) à des effets observables (par exemple l'image spécifique en noir et blanc sur une plaque photographique). Pour être comparables avec les conséquences testables T^* , les données brutes de l'expérimentation seront traduites, à la lumière du langage de la théorie T_1 , des conséquences immédiates des théories et simplifications auxiliaires T'_2 et des hypothèses d'interprétation I_2 en un ensemble E^* de « données » pertinentes pour la théorie.

Il est à remarquer que toutes ces composantes, sauf T_1 , et dans une moindre mesure E_2 , sont présumées être valides ;

elles sont acceptées puisqu'elles ont été testées ailleurs et indépendamment de T_1 .

3) La confrontation doit résulter en une *décision*. Comment cette décision est-elle prise ? Quels critères sont impliqués dans le choix ? Et quelles sont les issues possibles ?

On pourrait dire de façon simple, mais aussi avec beaucoup d'imprécisions, que la décision est prise sur la base d'un accord ou d'un désaccord entre T^* et E^* . Mais cela ne spécifie pas si le critère à utiliser est celui d'une équivalence ou d'une non-équivalence logique, ou s'il s'agit d'un autre critère. Si par exemple la comparaison porte sur la valeur d'une variable quantitative, T^* et E^* ne peuvent pas être logiquement équivalents, bien que l'on puisse obtenir en pratique, dans des circonstances exceptionnelles, un résultat numérique identique. En effet, comme le remarque Bunge à juste titre¹², la valeur théoriquement calculée de la grandeur Q d'un système réel dans un état déterminé prendrait la forme

$$Q(m) = r,$$

m indiquant que la valeur numérique r est fonction d'un modèle théorique du référent qu'on mesure. La valeur observée par l'expérimentateur, par contre, est le résultat d'une fonction qui aurait la forme

$$Q'(\sigma, t, a) = r'_a.$$

où σ indique qu'on a opéré directement sur le référent, à l'aide d'une technique t dans des circonstances particulières a . L'indice a de r'_a pourrait signifier que le résultat a été lu à l'œil sur un cadran. Si l'on compare les deux formules, il faut conclure que $r'_a(E^*)$ et $r(T^*)$ ne peuvent pas être logiquement équivalents ; ils sont donc seulement *empiriquement* ou *pragmatiquement* équivalents. Et la confrontation peut conduire à un accord seulement s'il y a approximation raisonnable. De plus le degré d'approximation doit pouvoir être « théoriquement » déterminé d'avance. Le critère auquel un accord éventuel doit satisfaire dépend donc fortement de l'état des techniques expérimentales.

12. 1970, *op. cit.*, p. 157 ss et 1967, *Scientific Research II*, *op. cit.*, p. 206 ss.

Cette façon de considérer la confrontation est bien loin de la position du justificationnisme classique qui devait chercher à tout prix un accord entre théorie et expérience en vue de *vérifier* une hypothèse. Mais on sait qu'il est impossible de vérifier des hypothèses (dans le sens d'une vérification complète). La position esquissée ici ne se compare pas non plus avec l'inductivisme qui considérait comme preuve un argument montrant qu'une hypothèse était hautement *probable*. Et finalement elle n'est pas identique au falsificationnisme (dogmatique) qui se permettait de rejeter des hypothèses sur la base de « basic sentences » si celles-ci contredisaient les conséquences déduites d'une théorie. Lakatos a fort bien remarqué¹³ que cette vision était trop simpliste puisqu'elle présuppose le critère de l'équivalence logique entre T^* et E^* , et qu'à cette condition aucune théorie ne pourra jamais être admissible. De plus le falsificationnisme dogmatique suppose qu'il existe un critère psychologique naturel permettant de déterminer quelles sont les propositions observationnelles de base (E_2) qui peuvent compter comme des instances ultimes d'évidence empirique, n'ayant plus besoin d'être supportées par d'autres évidences. L'analyse descriptive de la démarche expérimentale de la preuve que fournit Bunge montre que la position du falsificationnisme dogmatique est fausse.

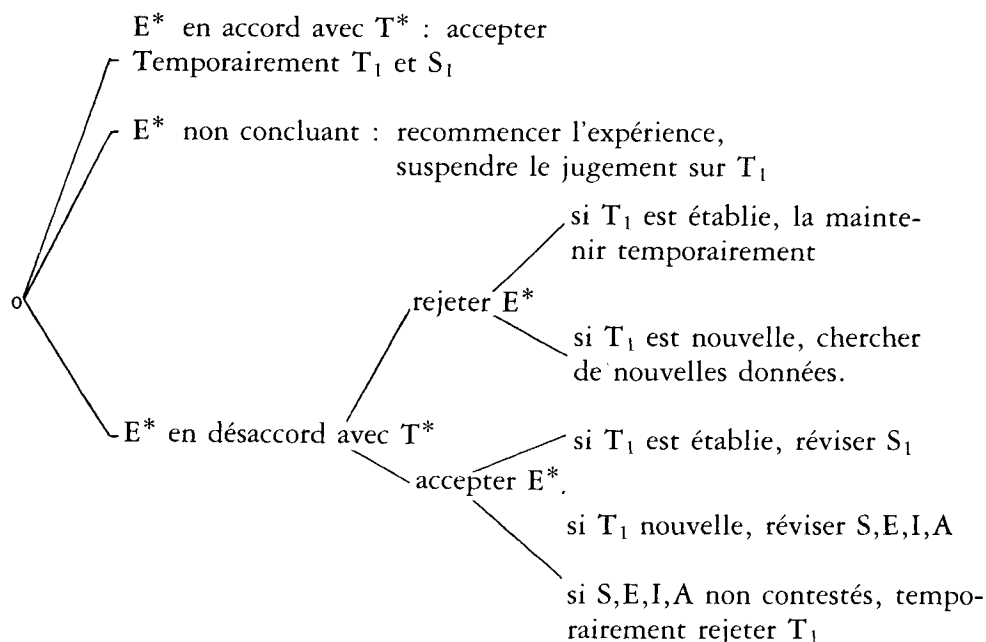
Le falsificationnisme méthodologique par contre insiste, pour sauver une certaine forme de conventionnalisme et pour relâcher les exigences du falsificationnisme strict, sur le fait qu'une théorie est empiriquement prouvée, si elle est *acceptée*, et que cette acceptation va de pair avec l'acceptation d'une série de préalables, c'est-à-dire avec une série de *décisions* concernant les aspects suivants :

- a) Décision portant sur la démarcation entre portions théoriques mises en question et portions théoriques qui ne sont pas interrogées.
- b) Décision portant sur le choix des hypothèses auxiliaires et des hypothèses simplificatrices.
- c) Décision à propos de la liste des falsificateurs potentiels pour une théorie donnée.

13. 1968, « Methodology . . . », *op. cit.*, p. 97 ss.

d) Décision à prendre concernant l'acceptabilité des propositions de protocole.

La confrontation entre T^* et E^* résulte elle-même en une décision qui pourrait emprunter les voies suivantes de l'arbre de décision schématisé par Bunge :



Trois sortes de problèmes peuvent être soulevés concernant la caractérisation qu'on vient de faire de la procédure de la mise à l'épreuve et concernant les décisions qui sont prises au cours de la confrontation entre théorie et expérience.

Il est admis que les « données » empiriques (E_2) servant à supporter ou finalement à rejeter une théorie, ne sont pas simplement données mais qu'elles sont produites, partiellement du moins, à l'aide de la théorie T_1 . On pourrait donc dire que ce qui compte comme observation convenable pour une théorie est stipulé par la théorie même qu'on veut mettre à l'épreuve. Il y aurait donc *circularité* dans la démarche, dans la mesure où la théorie à tester est responsable de l'apparition de

données qui seront forcément en sa faveur. Tant que des observations sont produites à partir du point de vue même qui est contestable, ces observations seront sans aucun intérêt, ou, comme dirait Feyerabend, « their support was a very cheap affair »¹⁴.

Un second problème est celui de Duhem et concerne la décision à prendre après une confrontation entre théorie et expérience. Le point de vue de Duhem consiste à affirmer qu'aucune confrontation ne pourra jamais être concluante. Plus exactement Duhem reconnaît qu'une hypothèse isolée en science n'a pratiquement pas de valeur. Dès lors les hypothèses intéressantes appartiennent toujours à un ensemble d'hypothèses, dont aucune ne peut être isolée définitivement pour être falsifiée séparément. Cela implique que dans le cas d'un résultat expérimental défavorable ce n'est pas nécessairement l'hypothèse qu'on a choisie de tester qui est à rejeter, mais on pourrait mettre en cause n'importe quelle autre hypothèse. Aucune hypothèse n'est définitivement falsifiable. Si c'est l'une qui est rejetée plutôt que l'autre, c'est là une affaire de *convention*.

Pour décrire la procédure de preuve empirique on a dû faire appel à plusieurs reprises à des critères d'*acceptabilité* qui déterminent en dernier lieu si une preuve scientifique est valide ou non. De tels critères sont pour la plupart du temps simplistes, relèvent du bon sens, et les scientifiques omettent généralement de les expliciter à l'aide de l'un ou l'autre des modèles appartenant à la théorie de la décision. Nul ne contredira le caractère scientifique de la théorie de la décision. Mais on peut se demander si les critères d'acceptabilité formulés dans le langage de la théorie de la décision et qui ont la forme de « théorèmes décisionnels », répondent ou satisfont eux-mêmes aux exigences de l'épreuve empirique, ou si leur validité repose uniquement sur un canon logico-normatif. Ce problème nous ramène à la troisième dimension de la preuve, qui sera ici seulement esquissée.

14. Feyerabend, P.K., 1965, « Problems of Empiricism », dans : Colodny, R.G., (ed.), 1965, *Beyond the Edge of Certainty*, New Jersey : Prentice Hall, p. 152.

3.- La preuve comme justification

Les questions de la dernière section ont eu pour but de suggérer l'existence d'une autre base pour la preuve scientifique. Il y a d'autres points de repère pour plaider pour ou contre la « preuve » que fournit une théorie déterminée. Il a en effet été montré que la preuve empirique se termine par l'acceptation, le rejet ou la suspension du jugement à propos de T_1 . Or il s'agit là d'actions qui peuvent entraîner une suite d'autres actions ; il s'agit surtout de l'action de préférer une théorie à une autre. Mais comment peut-on montrer la supériorité d'une théorie, ou justifier l'action de préférence ? Certains répondraient que c'est précisément par l'intermédiaire de la mise à l'épreuve qu'on démontre la supériorité. Mais on a bien vu aussi que les issues d'une confrontation étaient multiples et qu'il faut par conséquent trouver un moyen permettant de déterminer laquelle des décisions est une *décision optimale* dans une situation déterminée. Plusieurs possibilités pourraient s'offrir à cette fin.

Certains ont songé à associer à chaque alternative d'un choix une *utilité* qui serait fonction des événements qui pourraient résulter de ce choix, mais dont la réalisation n'est pas contrôlable. S'il existe de l'information concernant les probabilités objectives selon lesquelles les événements en question se produisent ou ne se produisent pas, nous avons une décision sous risque ; sinon nous avons une décision sous incertitude, qui doit être transformée en décision sous risque par l'assignation de probabilités subjectives (degré de croyance que les événements se produiront ou non). Une forme de justification rationnelle concernant l'acceptation ou le rejet d'une théorie pourrait consister à s'accorder avec le critère normatif qui prescrit l'acceptation de l'alternative qui maximise l'expectation d'une fonction d'utilité¹⁵. Mais de quelle utilité s'agit-il exactement ? Pour répondre on doit distinguer l'utilité épistémique de l'utilité pratique.

15. Pour la discussion de ce type de critère qui s'appelle la « règle de Bayes », cf. Levi, I., 1973, *Gambling with Truth*, An Essay on Induction and the Aims of Science, Cambridge, Mass. : the MIT Press.

L'utilité épistémique a trait à l'évaluation des conséquences d'une décision pour le développement théorique lui-même. L'utilité pratique est définie en termes de conséquences pour l'application d'une théorie dans le contexte de l'action (technique, instrumentale, politique, etc . . .). Les scientifiques ont sans doute tendance à limiter les critères d'acceptabilité à l'utilité épistémique pour se soustraire ainsi à une discussion concernant les considérations sur l'utilité des conséquences morales et politiques de leurs décisions. Cela signifie que l'on tente de confiner l'entreprise scientifique dans les couloirs étroits de la recherche « de la vérité et rien que la vérité ! » Mais déjà sur le plan épistémique, la vérité ne se mesure pas seulement par rapport à l'épreuve empirique (au sens réduit). La supériorité d'une théorie sur une autre, et l'acceptation de la première, tiennent aussi à des convictions philosophiques qui font partie du savoir préalable (A). Par exemple, une théorie qui affirmerait que les neutrons n'existent pas serait probablement rejetée par un scientifique qui souscrit au statut réaliste d'une théorie ; elle ne serait pas rejetée par celui qui prône le statut instrumental pour une théorie. Une théorie scientifique est donc ultimement prouvée, si elle est en accord avec la philosophie dominante. Cela ne veut pas dire que les qualités que l'on peut reconnaître à une théorie (d'être vraie, d'avoir un contenu informationnel élevé, d'avoir une capacité explicative et prédictive . . .) soient des qualités qu'on ne pourrait pas poursuivre pour elles-mêmes, ou qu'elles se trouvent sur le même pied que les objectifs humanistes (bien-être, santé, sécurité, paix et prospérité) que nous tentons par ailleurs de réaliser par la science, et que la justification des preuves et des décisions ne puissent pas être indépendantes des justifications des objectifs politiques. On ne dit pas ici que les scientifiques ne puissent pas faire autrement que justifier leur entreprise à partir des principes philosophiques, religieux ou moraux. Mais en fait, même s'il n'est pas souhaitable que les philosophes aient le dernier mot, l'histoire des sciences fournit des exemples éloquentes de la dépendance, tel le discours de Boyle qui applaudissait et félicitait à la *Royal Society* les efforts des scientifiques pour prouver leurs théories, car, disait-il, les théories vraies découvrent la véritable nature des œuvres de Dieu. À preuve le cas de Newton qui eut des

temps difficiles parce que des actions à distance n'étaient pas philosophiquement respectables à une époque où la conception dominante du monde ne comptait qu'avec des actions mécaniques par contact. Il était de même raisonnable pour Newton de concevoir l'espace comme une réalité absolue, puisqu'une telle conception était ultimement fondée et justifiée du fait qu'elle était en accord avec l'idée théologique d'un espace qui est le *sensorium Dei*.

Même si on peut séparer en principe la justification épistémique de la justification pratique, cela n'empêche pas qu'en fait les preuves que fournissent les scientifiques reposent par ailleurs sur des critères d'acceptabilité du type coût/bénéfice dont la balance est déterminée en termes de pouvoir et de rentabilité économique. En d'autres termes, cela signifie que les objectifs de la recherche scientifique comprennent aussi, et peut-être avant tout, des ingrédients autres qu'épistémiques.

Département de philosophie
Université du Québec à Trois-Rivières