

Robert Franck**L'approche sémantique des théories scientifiques (I)**

La conception dite *sémantique* des théories scientifiques diffère radicalement de la conception des théories scientifiques avancée par l'empirisme logique. Evert Beth, Patrick Suppes, Joseph Sneed, Frederick Suppe et Bas van Fraassen sont les principaux artisans de cette conception. Je vais commencer par la résumer. En second lieu je présenterai la façon dont Suppe définit, pour sa part, la nature des relations entre les théories et les phénomènes au sein de la conception sémantique commune des théories. Dans un troisième temps, j'attirerai l'attention sur l'éclairage nouveau qu'apporte la conception sémantique et la thèse de Suppe au sujet des *théories*, des *modèles* et des *données*, trois notions-clé que nous avons prises pour cadre de notre enquête sur la cumulativité dans les sciences.

Les pages auxquelles je renvoie sans autre indication sont de F. Suppe (1989).

1. La conception sémantique des théories scientifiques

L'empirisme logique assimile les théories scientifiques à des suites d'énoncés et les traduit sous forme de systèmes axiomatisés. Il soumet ceux-ci à une analyse logique. De ce point de vue, modifier la structure logique de la formulation d'une théorie entraîne un changement dans le contenu de la théorie. C'est ce point de vue qui justifie le programme logiciste¹ de l'empirisme logique.

La conception sémantique des théories scientifiques est tout à fait différente. Selon cette conception une théorie scientifique n'est pas une entité linguistique. Elle est *ce à quoi* se réfèrent les énoncés, et donc une même théorie peut faire l'objet de diverses formulations et représentations. Une théorie scientifique est une structure extralinguistique, il n'est pas question de la soumettre à une analyse logique pour la valider. Cette structure spécifie les manières dont un système peut passer d'un état à un autre. Prenons par exemple, en mécanique classique, un système composé de n corps, chacun étant caractérisé par six variables, les trois coordonnées de position et les trois coordonnées de quantité de mouvement. Les valeurs simultanées de ces $6n$ variables au temps t déterminent l'état du système à ce moment-là. Les lois de la théorie spécifient les séquences de changement d'état par lesquelles un système peut transiter ("... the laws of the theory specify admissible change-of-state patterns", p.4). La structure de la théorie est le modèle abstrait, métamathématique, qui couvre toutes les séquences *logiquement* possibles de transitions d'un état à un autre de tous les systèmes d'une même classe. Les lois de la théorie, quant à elles, sont les modèles qui spécifient les séquences de transitions entre états qui peuvent *effectivement* se produire (et qu'il est donc possible d'observer), pour tous les systèmes de cette classe. (p.153 et p.165)

La conception sémantique des théories scientifiques s'est inspirée de l'exemple de la mécanique classique. Mais elle a ensuite trouvé des points d'application dans d'autres disciplines, tant sociales et biologiques que physiques. On essaie d'appliquer à ces disciplines la

¹ Le programme logiciste lancé par Jean-Claude Gardin diffère profondément de celui de l'empirisme logique.

même conception générale des théories : à savoir qu'une théorie est une structure extralinguistique qui *modélise*, au moyen de lois, le comportement dynamique de certains phénomènes ("... that structure models² the dynamic behavior of the phenomena...", p.4).

Voici une autre divergence fondamentale entre la conception sémantique des théories et celle de l'empirisme logique. L'empirisme logique conjugue, au sein de la théorie, l'énoncé des lois et les "règles de correspondance" qui spécifient à quelles conditions ces lois correspondent aux phénomènes. Par exemple, ces règles spécifient les procédures expérimentales et les procédés de mesure qu'il faut appliquer pour que la loi corresponde aux phénomènes. Il en résulte que toute avancée majeure sur le plan expérimental ou dans les techniques de mesure s'accompagne d'un changement de la théorie existante. Suivant la conception sémantique, au contraire, les lois sont indépendantes des procédures expérimentales et des procédés de mesure au moyen desquels on arrive à les établir.

La conception sémantique des théories scientifiques est indépendante de l'idée qu'on se fait de la nature des relations entre les théories et les phénomènes. Et, de fait, les points de vue divergent profondément à ce sujet entre Suppe et van Fraassen. Je vais résumer la thèse de Suppe.

2. Comment la théorie se rapporte-t-elle aux phénomènes? Le point de vue de Frederick Suppe

Suppe part de l'observation que les sciences ne s'occupent pas des phénomènes dans toute leur complexité. Une science ne retient que certaines sortes de phénomènes, et elle ne retient de leurs comportements que ce qui dépend d'un petit nombre de paramètres³. Par exemple la mécanique classique ne retient du comportement des corps en mouvement que ce qui est fonction de leur masses, de leur vitesses, des distances parcourues etc. Et un corps est assimilé à une masse ponctuelle. Mais l'opération d'abstraction à laquelle on soumet les phénomènes ne s'arrête pas là, constate Suppe. Les sciences n'étudient pas les comportements des phénomènes tels qu'ils se déroulent en réalité, elle les étudie en situation idéalisée. Par exemple, ce n'est pas la vitesse effective de la chute d'un corps qui importe, mais la vitesse de chute dans des conditions idéalisées, à savoir en l'absence de frottement, et à supposer que la masse de l'objet soit concentrée en un point.

Ce qui résulte de ces procédures d'abstraction et d'idéalisation, Suppe l'appelle un *système physique*. Par exemple, en mécanique classique, un système isolé composé de masses ponctuelles en interaction dans le vide, dont le comportement dépend uniquement des paramètres de position et de quantité de mouvement, est un *système physique*. Ce que les théories scientifiques ont pour tâche de décrire, de prédire et d'expliquer, ce n'est pas les phénomènes dans toute leur complexité ni la manière dont ils se comportent dans le contexte qui est le leur, mais *des systèmes physiques*.

² Comment faut-il comprendre le mot 'modèle' ? Suppe écrit : "The word 'model' must be used with extreme care, since it can mean a number of different things in science. Here we are using 'model' to mean *iconic model* – an entity which is structurally similar to the entities in some class (as, e.g., a model airplane is a model of the real planes in the class of F-4H fighters)." (p.167, note 3) J'aborderai plus loin la question de la relation entre modèles et théories.

³ Les paramètres dont parle Suppe sont des variables phénoménales qui ont été sélectionnées parmi d'autres variables. Suppe utilise le terme *paramètres* plutôt que *variables* pour indiquer que ces variables ne sont pas toujours mesurables (p.76, note 22).

Les opérations d'abstraction et d'idéalisation auxquelles on soumet les phénomènes ne sont pas un trait particulier de la mécanique classique. On peut observer les mêmes opérations d'abstraction et d'idéalisation dans les autres disciplines scientifiques, affirme Suppe, qu'il s'agisse de la thermodynamique classique, de la mécanique statistique, de la mécanique quantique, de la loi de Boyle, de l'étude des réactions chimiques, de la théorie génétique de la sélection naturelle, de la physiologie animale, des théories grammaticales de la compétence linguistique, des théories comportementales en psychologie etc. Ce qui résulte de l'abstraction et de l'idéalisation opérées dans toutes ces disciplines, Suppe le désigne du même nom de *systèmes physiques*, qu'il s'agisse des sciences physiques, biologiques ou humaines.

Prenons l'exemple de l'ensemble des théories comportementales du type stimulus-réponse en psychologie. Ces théories décrivent les comportements de populations d'individus *idéalisés*, et de leurs comportements on retient uniquement ce qui est fonction de schémas particuliers de stimuli et de réponses (stimuli et réponses sont les paramètres), dans le cadre de programmes de renforcement, etc. Lorsqu'un comportement est ainsi spécifié par les paramètres qu'on a sélectionnés, par les programmes de renforcement qu'on a adoptés, et par l'idéalisation des individus qu'on a isolés de leur contexte, on a affaire à un *système physique*. Ce système physique est une "fiction" (le terme est de Suppe, p.95) car les comportements d'individus appartenant à des populations réelles de rats ou d'hommes - les *phénomènes* - ne sont pas fonction uniquement des paramètres sélectionnés. Même dans des conditions strictement contrôlées de laboratoire on ne réalise ce système physique que de manière approximative.

Si la théorie a pour tâche, avec ses lois, de décrire, de prédire et d'expliquer les comportements de systèmes physiques, et non les comportements des phénomènes tels qu'on les observe en situation ordinaire, que nous apprend-elle au sujet des phénomènes et de leurs comportements réels? Elle nous informe sur l'influence qu'exercent sur les phénomènes les paramètres qui ont été sélectionnés, décrivant ce que les comportements de ces phénomènes *eussent été* si ces derniers *avaient été* influencés par ces seuls paramètres-là. Les systèmes physiques sont des "répliques abstraites" des phénomènes, en ce sens que leurs comportements sont ce que les comportements des phénomènes *eussent été* s'ils n'avaient pas subi l'influence d'autres paramètres (p.83). Entre les comportements des systèmes physiques qui nous sont révélés par la théorie et ses lois, et les comportements réels des phénomènes en situations non idéalisées, la relation est de nature contrefactuelle.

Encore faut-il que la théorie réussisse à modéliser exactement les comportements des systèmes physiques pour que la relation contrefactuelle soit effective⁴. Une théorie est "empiriquement vraie" lorsqu'elle y parvient. Mais on s'aperçoit que, de ce point de vue, une théorie scientifique empiriquement vraie ne nous livre pas une caractérisation exacte du comportement effectif des phénomènes dans la vie réelle⁵. C'est seulement du comportement de systèmes physiques qu'une théorie scientifique peut nous livrer une description exacte. La relation la plus étroite que nous puissions établir entre la théorie et les phénomènes en situation non idéalisée est la relation contrefactuelle.

⁴ De tous les comportements spécifiables au moyen des mêmes paramètres, il en existe un grand nombre qui sont "logiquement possibles" (en ce sens qu'ils sont, par exemple, compatibles avec les théories communément acceptées - p.67) mais qui néanmoins ne correspondent pas au comportement des phénomènes en situation idéalisée, lorsqu'ils sont sous l'influence de ces seuls paramètres.

⁵ On voit combien la conception de Suppe diffère, sur ce point, de l'*empirisme constructif* de van Fraassen. Suppe qualifie sa propre conception des relations entre théories et phénomènes de « quasi-réaliste ».

Certes, lorsqu'on peut joindre à la théorie des hypothèses auxiliaires qui décrivent les influences extérieures au système physique qui agissent sur ses paramètres, il arrive qu'on puisse effectuer des prédictions ou des descriptions exactes au sujet des phénomènes en situation réelle. Mais on ne peut le faire que lorsque les situations sont très simples. Lorsque nous ne pouvons pas isoler du contexte général les comportements que nous voulons expliquer ou prédire, nous ne disposons généralement pas des hypothèses auxiliaires requises. (p.279).

Il suit des remarques précédentes que la relation entre une théorie et les phénomènes peut varier. Il peut arriver - c'est d'ailleurs fréquent - qu'une théorie n'ait pas l'ambition d'être empiriquement vraie, mais soit proposée à titre de dispositif conceptuel ("conceptual device"). Il peut arriver aussi qu'une théorie soit en formation de sorte qu'on ignore encore si elle est empiriquement vraie ou si elle se trouve, en tant que dispositif conceptuel, dans une quelconque autre relation d'approche avec de possibles systèmes physiques. Bref, il est important de noter que les théories peuvent être utiles à des titres différents. Ne pas y être attentif est une grande source de confusion et conduit à des débats stériles sur l'adéquation ou non d'une théorie.

Compte-tenu des différents usages que l'on peut faire d'une théorie, Suppe se sert du mot "mapping" pour désigner la relation entre les théories et les phénomènes, comme s'il s'agissait de dresser une carte géologique ou une carte routière. De toutes les formes que peut prendre la relation entre une théorie et les phénomènes - de toutes les sortes de "mapping" ... - c'est la relation contrefactuelle qui est la plus robuste.

Les propositions de Suppe constituent un changement radical dans la manière habituelle de concevoir la nature épistémologique du rapport entre théories et phénomènes. Au lieu de s'interroger sur les conditions d'adéquation de la théorie aux phénomènes, comme on le fait habituellement, Suppe introduit un échelon intermédiaire entre les phénomènes et les théories, à savoir ce qu'il appelle les *système physiques*.

Insérer les systèmes physiques entre les phénomènes et la théorie c'est, pour commencer, essayer de prendre en compte la pratique scientifique telle qu'elle est. Voilà une première préoccupation épistémologique sur laquelle Suppe a souvent insisté. Dans les faits, la pratique scientifique ne s'occupe pas de décrire les phénomènes dans toute leur complexité et en situation réelle, elle fait des choix, sélectionne des phénomènes, les isole de leur contexte, réduit l'observation à un petit nombre de paramètres, procède à des expériences ou à l'expérimentation indirecte etc. Il faut en prendre acte⁶. De quelle manière? Suppe en prend acte de la façon que nous avons vue, à charge de ceux qui ne s'en contenteraient pas d'en trouver une meilleure.

Insérer les systèmes physiques entre les phénomènes et les théories, c'est aussi apporter des solutions inédites à un certain nombre de problèmes qui sont au centre des préoccupations en philosophie des sciences. Nous venons de voir comment Suppe résout la question du rapport entre les théories scientifiques et les phénomènes.

Un autre problème important est celui de la dépendance des théories envers les méthodes d'investigation dont on se sert pour les établir. Voici comment l'empirisme logique conçoit cette dépendance: les lois, et les "règles de correspondance" qui assurent l'adéquation

⁶ Dans les milieux des sciences sociales il subsiste encore parfois de la confusion sur ce point.

des lois aux phénomènes, ne sont pas dissociables au sein de la théorie. Suppe conteste cela. En attirant l'attention sur l'existence d'un échelon intermédiaire entre les phénomènes et les théories, il prétend montrer que la démarche de la découverte scientifique est composée de deux étapes distinctes : celle qui conduit des phénomènes aux systèmes physiques, et celle qui articule les lois à ces systèmes physiques. "We now have a two-stage transition" (p.71). Pour assurer la transition des phénomènes aux systèmes physiques il faut résoudre des problèmes de mesure, de dispositifs expérimentaux, d'interprétation et de correction des faits tels qu'ils apparaissent, de recours aux théories d'autres disciplines etc. Ces problèmes-là sont étrangers à la théorie en construction. Quant à la connexion entre la théorie et les systèmes physiques, elle est déterminée déductivement à l'aide de l'équipement théorique (qui est souvent mathématique), et sans autres adjuvants que la délimitation du système physique et les données concernant l'état initial du système.

Un troisième problème majeur en philosophie des sciences est celui de la nature des données d'observation sur lesquelles repose l'édifice scientifique. S'agit-il des *sense data*? Ou s'agit-il des phénomènes tels qu'ils nous apparaissent dans toute leur complexité et dans leur contexte ordinaire? Ou s'agit-il d'autre chose? Si l'on admet que l'objet dont une théorie scientifique tente de faire la description, qu'elle veut expliquer et dont elle cherche à prévoir les comportements, n'est pas un phénomène ou une classe de phénomènes mais une classe de systèmes physiques, alors les données sur lesquelles repose la théorie sont les données des systèmes physiques. Il s'agit de données qui sont issues de procédures poussées d'abstraction (sélection drastique des paramètres) et d'idéalisation (isolement du système). Cette sélection et cette idéalisation sont opérées au moyen de techniques de mesure, de dispositifs expérimentaux etc. Ces données-là sont des "hard data". Elles sont mieux assurées que les données d'observation courantes.

On pourrait évoquer d'autres problèmes épistémologiques auxquels la perspective ouverte par Suppe apporte un éclairage nouveau. Mais le problème qui nous intéresse présentement est celui de la cumulativité. Nous avons choisi, pour guider notre enquête, de différencier trois "niveaux de savoir", suivant l'expression de Jean-Michel : la *théorie*, le *modèle* et les *données*. Confrontons-les aux trois échelons de la démarche scientifique que différencie Suppe, *théorie*, *système physique* et *phénomènes*.

3. Théories, modèles et données

Commençons par les données. Si l'on suit Suppe, les données qui font l'objet de l'investigation scientifique ne sont pas les phénomènes, mais les "hard data" des systèmes physiques. Partant, la question de l'attention qu'il faut réserver au contexte est résolue : il faut mettre le contexte hors jeu ("idealization"). D'autres questions que nous nous posions lors du séminaire du 6 janvier dernier au sujet des données sont également tranchées. Qu'est-ce qu'une donnée "normale"? Les données normales, ce sont les hard data. Quelle incidence accorder aux exceptions? Celles-ci sont rangées du côté de phénomènes. Quelle incidence faut-il accorder aux contre-exemples? Il faut les interpréter dans le cadre de la relation de contre-factualité entre les systèmes physiques et les phénomènes.

Quant aux modèles, et à la distinction que l'on fait généralement entre modèles et théories et que nous avons reprise à notre compte, voici ce qu'en pense Suppe. Alors qu'on attend généralement d'une théorie adéquate qu'elle nous livre la description adéquate (pertinente, correcte, vraie, ...) d'une classe de phénomènes, on n'attend pas cela des "modèles". Ceux-ci serviraient à autre chose. On a depuis longtemps énuméré et décrit les

nombreux rôles que peuvent remplir les modèles dans la recherche (par exemple Achinstein 1968). C'est ce qui amène Suppe à penser que ce qui ferait la différence entre modèles et théories, ce serait avant tout la façon dont les uns et les autres se rapportent aux phénomènes (p.425). Il ne s'agirait pas d'une différence dans la nature des structures elles-mêmes. On en revient alors à l'idée, que j'ai résumée plus haut, qu'une même théorie peut se rapporter de différentes manières aux phénomènes ("mapping relations"), l'une d'entre elles étant celle de la contre-factualité. Et donc bien des modèles pourraient se ranger parmi les théories, si l'on est attentif au fait qu'une théorie peut se rapporter aux phénomènes de différentes manières, et pas seulement dans un rapport de contre-factualité (ou d'adéquation aux phénomènes pour ceux qui ne partagent pas le point de vue de Suppe). Il n'en reste pas moins que la distinction entre les entités théoriques en relation de contre-factualité (ou d'adéquation) avec les phénomènes, et celles qui ne le sont pas, est pertinente du point de vue de Suppe, au-delà des dénominations utilisées.

Mais tout n'est pas réglé! Une fois faite la distinction, accepte-t-on qu'il existe une solution de continuité dans les "mapping relations", entre les théories (ou les modèles) qui rendent compte (contre-factuellement ou adéquatement) des phénomènes, et les autres? Ou faut-il admettre que les théories qui rendent compte contre-factuellement (ou adéquatement) des phénomènes ont une caractéristique essentielle qui est absente des autres modèles? Suppe penche pour la première solution, comme nous l'avons vu plus haut. C'est elle qui justifie l'emploi du même terme "théorie" pour désigner les structures théoriques, que celles-ci soient ou non "empiriquement vraies".

Cependant, Suppe a des doutes. Il s'interroge sur la meilleure façon de rendre compte de l'évolution des théories. Les changements apportés à une théorie produisent-ils une nouvelle théorie? Ou se peut-il qu'une théorie se développe, évolue et change sans devenir une théorie différente? Dans ce dernier cas il faut peut-être admettre que les théories sont des collections de modèles possibles, unifiés par un même principe, par une même idée centrale (Suppe renvoie à Stegmüller 1976, sec.7). Si cette dernière approche s'avérait pertinente, alors les modèles que la conception sémantique qualifie généralement de théories seraient, à vrai dire, des "instances de la théorie" ("theory instances"). La conception sémantique des théories ne devrait pas être fondamentalement révisée, estime Suppe, mais elle aurait besoin de quelques aménagements (p.427). Il a sans doute raison. Je pense par contre que si on veut faire une place convenable, dans le cadre de la conception sémantique des théories scientifiques, à l'existence d'un principe théorique fédérateur des modèles, on ouvre des pistes tout à fait nouvelles (ce que j'ai essayé de faire dans R. Franck 2002).

La troisième notion que nous avons prise pour guide de notre étude est celle de théorie. Nous venons déjà de voir comment nous pouvons articuler les notions de théorie et de modèle. Je voudrais brièvement indiquer maintenant comment Suppe articule les théories aux "systèmes physiques". La notion de "système physique" ne fait pas partie jusqu'à présent du cadre conceptuel que nous nous sommes donné. Il faudra que nous jugions s'il est opportun de nous en servir.

Pour commencer, une structure abstraite ne devient une théorie scientifique que si elle jouit d'une interprétation "physique", précise Suppe (p.422). Autrement dit, toute théorie scientifique se trouve dans l'une ou l'autre relation "mapping" (contrefactuelle ou non) avec les phénomènes. Cela dit, lorsqu'une théorie est en relation contrefactuelle avec les phénomènes, et qu'elle est donc "empiriquement vraie" ou qu'elle a l'ambition de l'être, comment s'articule-t-elle au système physique qu'elle décrit?

La structure abstraite de la théorie est le système relationnel des paramètres qui décrit tous les comportements "logiquement" possibles d'une classe de systèmes physiques. Ces comportements sont les changements d'état que peut subir un système qui appartient à cette classe. Quant aux *lois* générales de la théorie, elles spécifient les *patterns* de changement d'état qui sont effectivement ("causally") possibles pour tous les systèmes physiques de la même classe.

Les paramètres qui caractérisent le système physique sont théoriques. "The defining parameters of a physical system will be *basic parameters* of its associated theory, and so physical systems will be described in 'theoretical language'." (p.83). Autre citation : "(...) the defining parameters of the physical systems (...) are the basic parameters of the theory, and so the same 'theoretical' terms will be used to provide linguistic characterisations of both the theory and the 'hard' data." (p.71) Mais n'oublions pas que ces paramètres sont *aussi* des variables phénoménales. "The values of these parameters are *physical quantities*, which may be determinate or statistical." (p.83) Et si la détermination qu'ils exercent sur d'autres phénomènes est étudiée en situation idéalisée, le système physique qui en résulte n'a pas cessé pour autant d'être de nature phénoménale. Cette approche est déroutante, car elle affirme que les paramètres du système physique et de la théorie sont les mêmes, et qu'ils sont tout à la fois empiriques et théoriques. La dualité des domaines de l'observable et du non-observable qui nous est familière, et qui est décisive pour l'empirisme logique, est niée. Nous nous interrogeons le 6 janvier dernier sur la distinction entre "concepts observables" et "concepts non-observables". Suppe annule cette distinction. "The need for an observational/theoretical dichotomy disappears", écrit-il (p.71).

Quelques références bibliographiques

- Achinstein P. 1968, *Concepts of Science*, Baltimore: Johns Hopkins University Press
- Beth E. 1949, "Towards an Up-to-Date Philosophy of the Natural Sciences", *Methodos* 1: 178-185
- Franck R. (Ed.), 2002, *The Explanatory Power of Models, Bridging the Gap between Empirical and Theoretical Research in the Social Sciences*, Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers
- Suppe F. 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, University of Illinois Press
- Suppes P. 1961, "A Comparison of the Meaning and Use of Models in Mathematics and the Empirical Sciences", in Freudenthal H. (ed.) *The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences*, Dordrecht: Reidel, 163-167
- 1962, "Models of Data", in Nagel, Suppes, and Tarski (eds.) *Logic, Methodology and the Philosophy of Science : Proceedings of the 1960 International Congress*, Stanford: Stanford University Press, 252-261
- 1967, "What is Scientific Theory?", in Morgenbesser S. (ed.) *Philosophy of Science Today*, New York: Basic Books, 55-67
- Stegmüller W. 1976, *The Structure and Dynamics of Theories*, New-York: Springer-Verlag
- Van Fraassen B. 1980, *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press