

**Direction des bibliothèques**

**AVIS**

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

**NOTICE**

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

**L'approche sémantique offre-t-elle un meilleur modèle de l'explication  
scientifique que les théories qu'elle prétend supplanter?**

par  
Pierre-Luc Germain

Département de Philosophie  
Faculté des Arts et des Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des Arts et des Sciences  
en vue de l'obtention du grade de M. A.  
en philosophie, option recherche

Juillet 2009

© Pierre-Luc Germain, 2009



Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

« L'approche sémantique offre-t-elle un meilleur modèle de l'explication scientifique que les théories qu'elle prétend supplanter? »

Présenté par :

Pierre-Luc Germain

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Jean-Pierre Marquis  
Président-rapporteur

Frédéric Bouchard  
Directeur de recherche

Yvon Gauthier  
Membre du jury

### **Résumé**

Nous montrerons que, dans la mesure où l'on attend de la notion d'explication scientifique qu'elle puisse servir de critère d'une bonne explication, la conception sémantique de la structure des théories ne constitue pas un réel progrès par rapport à l'approche syntaxique qu'elle prétend supplanter. Débutant avec le modèle déductif-nomologique et ses ambitions, nous verrons que les problèmes véritablement importants qu'il rencontre se regroupent en deux familles : les problèmes d'inaccessibilité et de pertinence. Nous survolerons certaines tentatives de les résoudre pour mieux cerner l'enjeu de ces problématiques. Dans un deuxième temps, nous étudierons l'approche sémantique (principalement la « state-space approach » de Suppe) et constaterons que, loin de résoudre ces problèmes, elle ne fait tout au mieux que les déplacer. Nous verrons finalement que ces problèmes sont intimement liés aux ambitions ayant motivé l'approche syntaxique, et que pour cette raison, ils ne sauraient vraisemblablement disparaître tant que ces ambitions sont maintenues.

### **Mots-clé**

philosophie des sciences, épistémologie, explication, sémantique, syntaxique, modèle D-N

### **Abstract**

It will be shown that insofar as we expect from a theory of scientific explanation that it provides criteria of a good explanation, the semantic view of the structure of scientific theories does not offer any significant progress over the syntactic view. Starting with the deductive-nomological model and its aims, we will see that the major problems it meets can be grouped in two types: problems of inaccessibility and problems of relevance. In order to get a better idea of what is at stake, we will take a brief look at some attempts to solve them. We will then turn to the semantic conception (mostly Suppe's state-space approach) to find out that it does not solve these problems, but at best *moves* them. Finally, we will see that these problems are intimately related to the aims of the syntactic view, and as such will most likely not be solved unless the aims change.

### **Keywords**

philosophy of science, epistemology, explanation, semantic, syntactic, DN model

## Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
0.1 Présentation .....	1
0.2 Point de départ.....	3
0.3 Méthode et structure.....	6
0.4 Limites et omissions.....	7
<b>Chapitre 1 : L'approche syntaxique .....</b>	<b>10</b>
1.1 L'empirisme logique et le modèle D-N .....	10
1.2 La distinction entre lois et généralisations accidentelles .....	13
1.3 L'universalité et les clauses <i>ceteris paribus</i> .....	21
1.4 N'y a-t-il pas d'autres genres d'explication? .....	24
1.5 Pertinence et symétrie .....	28
1.6 Réalisme, universaux et pouvoir explicatif des lois .....	31
1.7 Des approches vaguement cohérentistes .....	35
1.8 Bilan et conclusion.....	39
<b>Chapitre 2 : L'approche sémantique .....</b>	<b>44</b>
2.1 Motifs et modèles .....	44
2.2 Exposition de l'approche sémantique .....	47
2.3 Vieux et nouveaux problèmes .....	61
2.4 Conclusion.....	70
<b>Conclusion .....</b>	<b>73</b>
3.1 Synthèse .....	73
3.2 Conséquences .....	77
<b>Bibliographie.....</b>	<b>81</b>

## Table des figures

Figure 1: arbre du modèle.....	56
Figure 2: modèle pour l'exemple de la grossesse .....	63

# Introduction

## 0.1 Présentation

L'objectif de la présente étude sera de montrer que, dans la mesure où l'on attend de la notion d'explication scientifique qu'elle permette de distinguer une bonne explication d'une mauvaise explication (ou une explication scientifique d'une explication pseudo-scientifique), la conception sémantique (plus spécifiquement, la *state-space approach*<sup>1</sup>) de la structure des théories scientifiques ne constitue pas de réel progrès par rapport à l'approche syntaxique qu'elle prétend supplanter, sauf peut-être et en ce qu'elle permet de rendre compte d'explications non-inférentielles. C'est là le titre de cette étude, et l'ossature autour de laquelle elle sera construite. Mais à travers cette question, ce seront certains des problèmes les plus vieux, les plus fondamentaux et les plus simples (parce qu'il est de notre conviction que les problèmes philosophiques les plus importants peuvent être exprimés de la manière la plus simple) de la philosophie de la connaissance qui seront une fois de plus soulevés.

Que ce soit en faisant voler un avion, en soignant un malade ou en ajustant la prime d'assurance d'un fumeur, la science dispose d'une énorme influence dans notre société et ses discours. D'où l'importance d'être en mesure de bien évaluer les résultats et les explications qu'elle offre. Or, on ne peut refuser une explication comme incorrecte ou insatisfaisante, ou en préférer une à une autre, sans avoir de critère pour fonder ce jugement, et l'on ne peut avoir de tel critère sans au moins une petite idée de ce qu'est (ou doit être) une bonne explication. La présente étude est essentiellement motivée par ce besoin de critère; par conséquent, c'est lui qui

---

1 Nous nous concentrerons sur la version proposée par Suppe (voir notamment Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*), pour son importance et pour sa clarté, mais dans le but d'offrir un aperçu des différentes stratégies offertes aux défenseurs d'approches sémantiques, nous traiterons aussi, dans une moindre mesure, l'approche de van Fraassen (van Fraassen 1980, *The Scientific Image*).

déterminera l'angle d'approche.

### 0.1.1 Approches syntaxiques et sémantiques

Les étiquettes « syntaxique » et « sémantique » proviennent de l'étude du langage, qui comprend un volet syntaxique (étudiant la forme des énoncés, indépendamment de ce à quoi ils réfèrent – la grammaire en quelque sorte), un volet sémantique (étudiant l'interprétation des énoncés, la signification des termes ou les liens entre ceux-ci et ce à quoi ils réfèrent) et un volet pragmatique (étudiant l'usage des énoncés et leur intégration dans des situations de communication). Les termes ont été appliqués aux conceptions des théories scientifiques et de l'explication principalement par les approches dites sémantiques désireuses de se distinguer des approches qu'elles appellèrent syntaxiques<sup>2</sup>.

Les approches qualifiées de « **syntaxiques** » conçoivent le fondement de l'explication comme étant dans sa *forme*. Par exemple, le modèle déductif-nomologique (voir la section 1.1), qui conçoit l'explication comme subsumption sous des lois générales, fonde le pouvoir explicatif sur la forme déductive de l'explication. Des différentes approches syntaxique, nous nous intéresserons particulièrement à la plus importante, soit au modèle de lois de couverture (*covering law*)<sup>3</sup> et à ses variantes. Lorsqu'utilisée dans la littérature, l'étiquette syntaxique désigne le plus souvent cette famille d'approches. Elle sera conservée ici principalement parce que le débat entre les deux types d'approches étudiées ici a été jusqu'à maintenant énoncé en ces termes.

Les approches qualifiées de « **sémantiques** », dans la mesure où elles s'intéressent à l'explication d'une manière objective (nous verrons que certains auteurs remettent même en doute l'idée que la science doive ou puisse fournir de telles

---

2 Voir notamment Thompson (1989), Giere (1985), Suppe (1989).

3 Dont le modèle déductif-nomologique est la figure de proue (voir chapitre 1).

explications), en fondent le pouvoir sur la similarité entre le phénomène à expliquer et le système abstrait (modèle) utilisé pour l'expliquer.

Il existe bien sûr des conceptions de l'explication pouvant être rattachées à un volet pragmatique<sup>4</sup>. Cependant, pour des raisons qui seront expliquées un peu plus loin (0.4.1), elles ne seront pas (ou très peu) traitées ici.

## 0.2 Point de départ

L'ensemble de la présente étude ainsi que son angle d'approche reposent sur un certain point de départ pouvant être imaginé comme prémisses aux réflexions qui suivront. Ce point de départ a été choisi d'une part pour des considérations historiques, et d'autre part en raison de convictions quant au rôle d'une théorie de l'explication scientifique. Avant de poursuivre, il importe donc d'énoncer ces prémisses et de les justifier.

### 0.2.1 Certitude et objectivité

Comme les débats sur le réalisme<sup>5</sup> et la nature de l'objectivité<sup>6</sup> ne sauraient être résolus ici, nous nous contenterons d'utiliser le terme d'objectivité d'une manière large, comme désignant un certain gage d'infailibilité ou quoi que ce soit offrant l'assurance que la science *ne se trompe pas*<sup>7</sup>. Pour le sceptique, cette assurance

---

4 Pour prendre un exemple près de nous, van Fraassen, bien qu'il conçoive la structure des théories de manière sémantique, conçoit l'explication d'une manière essentiellement pragmatique.

5 À ce sujet, voir les trois parties de Maxwell 1993, *Induction and Scientific Realism: Einstein versus van Fraassen*, ainsi que Hacking 1983, *Representing and Intervening*.

6 À ce sujet, voir notamment Lloyd 1995 *Objectivity and the Double Standard for Feminist Epistemologies*, dans Lloyd 2008, *Science, Politics and Evolution*.

7 Lloyd (*Idem*) identifie quatre sens de base de l'objectivité : impersonnel, publique/observable, dont l'existence est indépendante de la nôtre, et « Really Real » (*Ibid.*, p. 173). Notons que, sous-jacent à chacune de ces acceptions, l'on retrouve une tentative d'éloigner l'erreur, que celle-ci soit sous la forme d'un biais de l'agent (subjectivité) ou de la fluctuation de l'objet (lorsque l'objectivité prend un sens plus métaphysique, comme dans les deux derniers sens de Lloyd – l'objet n'étant pas « Really real », rien ne nous assure sa stabilité). Il semble donc que les différentes notions d'objectivité se rassemblent en une tentative de sécuriser la connaissance.

semble déjà trop ambitieuse, ne serait-ce que parce que nous ne saurions être *certain*s de ce que nos sens nous indiquent. Le défi est alors de préserver le statut et la crédibilité de la science ou bien en trouvant un moyen d'en préserver la certitude, ou bien en lui trouvant une forme d'appui qui, s'il ne s'agit pas d'une assurance de certitude, constitue néanmoins une confiance permettant de la distinguer de manière clairement discernable d'autres formes de prétention au savoir (lorsque, dans ce qui suit, il sera question d'objectivité, c'est de cet appui conçu au sens large qu'il sera question). Il est tout à fait possible que ce défi ne puisse être relevé d'une manière satisfaisante. Mais avant d'en arriver à cette conclusion, il importe de bien en évaluer les tentatives. Ainsi, nous nous intéresserons d'abord et avant tout, dans la présente étude, aux propositions nourrissant une telle ambition.

## 0.2.2 Hume et l'empirisme

Bien qu'il serait absurde de prétendre que l'empirisme, position selon laquelle toute connaissance provient (du moins ultimement) de l'expérience<sup>8</sup> est né avec Hume, celui-ci en est tout de même fait le plus important représentant, sans doute parce qu'il en a étendu les conséquences. Hume est en effet célèbre avant tout pour sa critique de la causalité<sup>9</sup>. Il a remarqué que devant un exemple de causalité, l'expérience ne nous apporte comme information que la contiguïté et la priorité temporelles des deux événements (la cause et l'effet), ainsi que la constance de cette relation lorsque plusieurs cas sont observés. Selon Hume, rien de plus ne saurait être observé dans ce que nous appelons « causalité » : « In whatever shape I turn this matter, and however I examine it, I can find nothing farther. »<sup>10</sup> Il en conclue :

« Thus not only our reason fails us in the discovery of the ultimate

---

8 L'empirisme connaît bien sûr plusieurs variantes plus ou moins strictes; pour ce qui suit, nous entendrons la relation à l'expérience comme pouvant être indirecte.

9 Voir Hume 1739, *A Treatise of Human Nature*, particulièrement la partie III du premier livre.

10 Hume 1740, *An Abstract of A Treatise of Human Nature*, p. 403-404.

connexion of causes and effects, but even after experience has informed us of their constant conjunction, it is impossible for us to satisfy ourselves by our reason, why we should extend that experience beyond those particular instances, which have fallen under our observation. »<sup>11</sup>

Or, si le caractère de nécessité généralement admis dans la notion de causalité ne peut être observé, et si toute connaissance provient de l'expérience, alors ou bien la causalité se réduit à une conjonction régulière d'événements, ou bien nous ne sommes pas en mesure de connaître la moindre cause.

Une approche dite *régulariste*<sup>12</sup> consistera à emprunter le premier chemin et concevoir la causalité comme régularité (les événements apparaissent régulièrement l'un après l'autre). Survient alors le problème de l'induction : si la causalité n'est rien de plus qu'une régularité, rien ne peut garantir que cette régularité tiendra aussi dans le futur et que lorsque la cause sera à nouveau observée, l'effet suivra une fois de plus. Ainsi, la critique de Hume va plus loin que simplement la causalité: il a démontré qu'il n'y a rien, dans la Raison telle que traditionnellement conçue<sup>13</sup>, qui ne permette une inférence causale ou toute inférence de l'observé vers l'inobservé (donc toute forme d'induction). Ce type d'inférence ne peut être fait qu'en supposant que les événements futurs ressembleront aux événements passés (ce que nous appellerons, pour la suite de cette étude, présupposé de *l'uniformité de la nature*<sup>14</sup>) – une supposition qui n'est pas plus rationnellement justifiable.

C'est entre autres choses sur cet héritage philosophique que le premier modèle d'explication scientifique que nous étudierons a été proposé. Son pari a été de penser l'entreprise scientifique sans la notion de causalité, ou du moins sans autre notion de causalité qu'une conception régulariste de la causalité. La critique présentée par Hume étant de taille, une caractérisation de l'explication scientifique ne reposant ni

---

11 Hume 1739, *A Treatise of Human Nature*, p. 66.

12 Pour plusieurs exemples d'auteurs importants (Mill, Russell, Ayer, Quine, Carnap, Kripke) soutenant une approche régulariste, voir Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 20.

13 Psillos 2002 (section 1.6.1) offre une certaine description de cette conception, que l'on peut résumer par le principe selon lequel toute croyance doit être rationnellement justifiée.

14 Formulation tributaire de J. S. Mill (voir Mill 1843, livre 1, section 7).

sur la notion de causalité, ni sur l'induction, serait le moyen le plus sûr de préserver la science comme rationnellement justifiée, et donc objective. Considérant l'objectif présenté dans la section précédente, cette position rigoureusement empiriste sera donc notre point de départ, et avant d'en déroger, il sera nécessaire d'évaluer toutes les tentatives de la respecter.

### **0.3 Méthode et structure**

Notre objectif étant de démontrer que l'approche sémantique n'offre pas de meilleurs résultats que l'approche syntaxique, une vision synthétique sera de mise. Nous ne saurions prétendre ici à une analyse exhaustive de toutes les discussions entourant les deux approches. Lorsqu'une approche ou solution sera traitée, nous en ferons l'analyse d'abord et avant tout pour tirer les *enjeux* qu'elle pose. Nous entendons par là précisément ce qui est « en jeu » : qu'est-ce que cette approche risque de rapporter, et à quel prix? Ce sont ces enjeux qui, ultimement, nous permettront d'évaluer les deux familles d'approches qui nous intéressent.

Le premier chapitre sera consacré à l'étude de l'approche syntaxique, ou plus spécifiquement aux modèles concevant l'explication comme une subsomption sous des lois générales ou lois de couverture. Le modèle déductif-nomologique (D-N) sera notre point de départ, d'abord pour des raisons chronologiques (il s'agit du plus vieux modèle dont nous traiterons) et logiques (les autres modèles sont généralement en réaction au modèle D-N ou à ses difficultés<sup>15</sup>), mais aussi parce que le modèle, ayant été mis de l'avant par l'empirisme logique, est précisément motivé par les positions présentées en 0.2 et qui nous serviront d'angle d'approche.

Après avoir présenté le modèle D-N (1.1), nous nous attarderons à certains de ses problèmes (1.2 à 1.5, principalement). Nous verrons que ces problèmes

---

15 Salmon 1984, *Four Decades of Scientific Explanation*, offre une reconstruction historique intéressante de ces développements.

s'articulent principalement autour de deux pôles : d'un côté de problème de l'inaccessibilité (principalement étudié en 1.2), intimement lié au problème des conditionnelles contraires aux faits, et de l'autre les problèmes d'asymétrie et (surtout) de pertinence (1.5). Par la suite, nous évaluerons les enjeux posés par certaines tentatives d'amender ou de transformer le modèle D-N.

Le second chapitre sera consacré à l'étude de l'approche sémantique dans sa version la plus couramment défendue aujourd'hui (le « state space approach », plus spécifiquement les conceptions de Suppe et de Van Fraassen). Les motifs derrière ces approches étant quelque peu différents de ceux du modèle D-N, nous commencerons par les présenter (2.1), avant d'exposer l'approche sémantique (2.2). Tout au long de cette présentation, il importera de garder en tête les deux pôles de problèmes rencontrés par une approche syntaxique. Nous constaterons (2.3) que dans l'ensemble, ces problèmes sont loin d'être réglés par l'approche sémantique, ne font plutôt que changer de forme, et que celle-ci offre de moins grandes promesses que la première (2.4). À travers la synthèse de cette comparaison (3.1), nous constaterons finalement que les problèmes rencontrés sont intimement liés aux objectifs de départ (3.2), avant de conclure sur les différents chemins s'offrant à nous après une telle étude.

## **0.4 Limites et omissions**

Tout ne pourra malheureusement pas être traité ici, et des omissions sont inévitables. Nous avons restreint l'objet de cette étude à une dimension *maîtrisable* en choisissant de ne nous intéresser qu'à deux familles de théories, mais nous tâcherons maintenant de justifier le choix de ce qui sera traité.

### **0.4.1 Approches pragmatiques**

Comme nous l'avons mentionné précédemment, il serait possible d'aborder l'explication scientifique d'un point de vue pragmatique, c'est-à-dire d'après le rôle

que nous lui faisons jouer. Par exemple, l'explication peut bien être caractérisée par ce qui provoque un sentiment de compréhension. Ne pouvant tout traiter, nous n'étudierons pas ici ce genre d'approches. Mais ce choix ne réside pas seulement sur les limites pratiques nous étant imposées. Rappelons que notre ligne directrice, telle est la recherche d'un critère pour l'explication. Fonder l'explication sur le rôle que nous lui faisons jouer implique de rendre ce fondement subjectif, et donc variable. Or, notre objectif ici (voir 0.2.1) étant de tenter de relever le défi sceptique et d'offrir un critère objectif de l'explication scientifique, nous avons choisi de mettre de côté les approches ne présentant pas cette ambition.

#### **0.4.2 Approches causales et mécanistes**

Une troisième famille de théories de l'explication pourrait être considérée tout aussi importante que les deux traitées ici : les approches fondant l'explication sur les notions de causalité<sup>16</sup> ou de mécanismes<sup>17</sup>. Ces approches sont plus contemporaines que celles étudiées ici, et à en juger par les publications dans le domaine, grandissent en importance. Bien que ce travail ne puisse être accompli ici, une étude similaire à celle menée ici devrait évaluer ce que ces approches accomplissent et permettre de les comparer aux types d'approches traitées ici. Un survol des enjeux dont devrait traiter une telle étude sera présenté en conclusion.

#### **0.4.3 Approches statistiques**

Devant les problèmes rencontrés par le modèle déductif-nomologique de l'explication (plus spécifiquement le vaste problème de la pertinence – voir à ce sujet la section 1.5.2), plusieurs philosophes<sup>18</sup> ont tenté de trouver des critères statistiques de ce qui peut servir d'explication. Malheureusement, aucune de ces tentatives n'a fait

---

16 Celles de Salmon (1998) et de Dowe (2000) est sans doute la plus célèbre, mais notons que Humphrey et Cummins ont eux aussi défendu des approches basées sur la causalité.

17 Voir notamment Machamer, Darden et Craver 2000, *Thinking About Mechanisms*.

18 Tels que Salmon (Salmon 1971, *Statistical Explanation and Statistical Relevance*) et Railton (Railton 1978, *A Deductive-Nomological Model of Probabilistic Explanation*. Par la suite, dans sa thèse de doctorat, le modèle est étendu à tous les types d'explication).

consensus, et après avoir travaillé sur la question et proposé lui-même des pistes de solution, Salmon juge ces approches inévitablement infructueuses<sup>19</sup>. C'est donc pour cette raison, ainsi qu'en considérant la brièveté nous étant imposée par ce que nous tentons d'accomplir, que ces approches ne seront pas traitées ici. Comme nous le verrons, même si de telles approches permettaient de résoudre le problème de la pertinence, elles seraient sans effet sur les problèmes plus sérieux soulevés par cette étude.

#### **0.4.4 Autres pistes de solution**

Une foule de tentatives d'amender ou de transformer le modèle déductif-nomologique pour en éviter les problèmes ont été proposées et pourraient potentiellement être étudiées. Une fois de plus, aucune de ces pistes n'a obtenu de consensus. Nous retiendrons ici seulement certaines d'entre elles (qui seront étudiées en 1.6 et 1.7), ou bien parce que la littérature sur la question leur a accordé une attention considérable, ou bien parce que nous la considérons prometteuse ou représentante d'un courant important. L'objectif, ici, ne sera donc pas d'en faire la liste exhaustive, ni de les analyser en profondeur, mais simplement de voir ce que le mouvement qui leur est sous-jacent implique comme « coûts » et « gains » théoriques et pratiques par rapport aux problématiques soulevées.

---

19 Voir Salmon 1989, *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 106 (entre autres). Sa conclusion semble fondée sur un article de 1972 de Hugh Lehman.

# Chapitre 1 : L'approche syntaxique

## 1.1 L'empirisme logique et le modèle D-N

### 1.1.1 Quelques racines

Le modèle déductif-nomologique (D-N), sans doute le plus célèbre modèle d'une approche dite syntaxique de l'explication, voire de toutes les approches de l'explication, est devenu au fil du temps l'homme de paille de la philosophie des sciences. Les partisans de l'approche sémantique continuent à en parler comme le « received view », même si cette étiquette ne lui convient plus depuis longtemps. Aujourd'hui, dans les cours comme dans les livres, le modèle D-N est vu d'abord et avant tout pour voir ce qui ne va pas avec lui, et ainsi orienter la réflexion vers des pistes de solution. Certains auteurs parlent même du modèle comme *décédé*<sup>20</sup>. Comme nous le verrons, il est loin d'être sans problèmes, et ses différents défauts ont été assez bien répertoriés aujourd'hui. Mais une telle approche risque de nous faire perdre de vue les motifs et ambitions de ce modèle. Lors d'une éventuelle comparaison avec d'autres approches de l'explication, il sera nécessaire de tenir compte non seulement de ses problèmes, mais aussi de ce qu'il cherche à accomplir. Dans une certaine mesure, les problèmes rencontrés par le modèle D-N sont étroitement liés à ses racines, et l'on comprendra mieux pourquoi certains chemins ont été choisis si l'on connaît les chemins qui ont été évités.

L'empirisme logique, qui a mis de l'avant le modèle D-N, est principalement fondé sur une position empiriste forte (voir 0.2.2) influencée par le positivisme logique. En accordant un primat à la logique (comme méthode pour organiser les connaissances) et à l'expérience sensible (comme source de connaissances) et en

---

20 Da Costa & French 2000, *Models, Theories, and Structures: Thirty Years on*, p. S116.

adoptant une version élargie<sup>21</sup> de la notion de vérifiabilité du positivisme logique (qui déclare *non-signifiant* tout énoncé ne pouvant être empiriquement vérifié), l'empirisme logique essaie de se purger de toute métaphysique et de tout ce qui n'est pas empiriquement testable. On comprendra donc mieux leur réticence à utiliser des notions (telles que la causalité) ou méthodes d'inférence vues comme non-empiriques.

### 1.1.2 Le modèle D-N

En 1948, Hempel et Oppenheim proposent un modèle de l'explication scientifique qui demeure, encore aujourd'hui, un passage obligé en philosophie des sciences. Dans le modèle déductif-nomologique (D-N), l'explication d'un phénomène est sa subsumption sous des lois générales (lois de couverture). Plus exactement, l'explication prend la forme d'un raisonnement déductif où le phénomène à expliquer (*explanandum* - *E*) est déduit de lois générales  $L_1...L_r$  et de faits particuliers  $C_1...C_r$  (*explanans*) :

$$\frac{L_1, L_2, \dots L_r \quad (\text{explanans})}{C_1, C_2, \dots C_r} \\ \hline E \quad (\text{explanandum})$$

À titre d'exemple, l'expansion d'un métal pourrait être expliquée par une loi générale et un fait particulier :

Tous les métaux prennent de l'expansion lorsque chauffés  
Cette tige est faite de métal et a été chauffée  
 Cette tige a pris de l'expansion

Ainsi, à la question « Pourquoi cette tige a-t-elle pris de l'expansion? », la réponse devrait être qu'elle est faite de métal, a été chauffée, que tous les métaux prennent de l'expansion lorsqu'ils sont chauffés. L'on peut tout d'abord constater qu'il s'agit d'une conception inférentielle de l'explication, c'est-à-dire que toute explication est en fait

---

<sup>21</sup> L'exigence de testabilité de Hempel est sans doute l'héritage le plus évident du critère de vérifiabilité.

un argument formel de quelque espèce. Ici, il importe qu'il s'agisse d'un argument déductif : c'est la force déductive de l'argument qui lui confère un pouvoir explicatif. Expliquer un phénomène consiste donc à montrer qu'*il fallait s'attendre à ce que le phénomène se produise*. Une demande d'explication survient généralement lorsqu'un phénomène suscite la surprise, et l'explication consiste précisément à enlever cette surprise. Une conséquence importante de cette conception est que l'explication est alors symétrique à la prédiction, et n'en diffère qu'en ce que le phénomène à expliquer est donné avant l'explication.

Pendant les années qui suivirent la publication du modèle, Hempel apporta un lot de précisions autour du modèle D-N<sup>22</sup>. Par exemple, pour éviter qu'il y ait d'innombrables lois portant sur des objets uniques ou limités, on exigera que les lois soient de forme universelle et ne portent pas sur des entités spatio-temporellement déterminées. « Tous les Pierre-Luc Germain nés le 15 juin 1984 étudient la philosophie » ne constitue donc pas une authentique loi, même si elle ne compte aucune exception (il faut donc chercher une autre explication). Cela a toutefois rendu le modèle D-N apparemment inapplicable à beaucoup de disciplines, notamment la biologie, puisque tous ses objets sont historiques : « Tous les corbeaux sont noirs » ne saurait être une loi puisque « corbeau » est défini de manière phylogénétique (donc spatio-temporellement). Hempel argumentera<sup>23</sup> qu'il peut être question de lois historiques dans la mesure où l'histoire présente des instances d'objets généraux. Par exemple, il explique la migration des fermiers du « Dust Bowl » par « such universal hypothesis as that populations will tend to migrate to regions which offer better living conditions. »<sup>24</sup> Il ne reste alors qu'à définir clairement les termes tels que

---

22 Voir notamment Hempel 1965, *Aspects of Scientific Explanation*, ainsi que Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*. Salmon 1989, *Four decades of scientific explanation*, offre une vision globale (mais non tout à fait exhaustive) des précisions, amendements et critiques du modèle D-N.

23 Voir Hempel 1942, *The Function of General Laws in History*.

24 Hempel 1942, *The Function of General Laws in History*, p.40-41. Comme plusieurs des exemples simples de Hempel, il n'est pas clair que cet exemple soit véritablement général et universel. Gellner (1988) offre d'intéressants candidats à l'universalité.

« population » et « better living conditions » d'une manière à ce qu'ils ne soient pas spatio-temporellement localisés. Rien n'exclut *a priori* qu'une telle définition soit possible<sup>25</sup>.

Hempel<sup>26</sup> identifiera différents types de lois, notamment les lois de succession (qui règlent la succession d'événements dans le temps et expliquent un phénomène par des conditions temporellement antécédentes), ou les lois de coexistence (qui règlent les différentes configurations possibles des phénomènes, comme la loi de Boyle<sup>27</sup>), qui seront toutes deux réutilisées par Suppe (voir 2.2.3). Peu importe la forme qu'elles prennent, pour être en mesure de fournir une explication, les lois doivent, selon Hempel, être des énoncés généraux, universels, vrais de manière non-tautologique et contenir un contenu empirique<sup>28</sup>. Une loi doit par ailleurs être capable de corroborer des conditionnelles contraires aux faits, ce que nous étudierons dans un moment.

## 1.2 La distinction entre lois et généralisations accidentelles

### 1.2.1 Présentation du problème

Si le pouvoir explicatif est fondé sur le fait que l'*explanans* entraîne déductivement (et donc nécessairement) l'*explanandum*, alors ce même pouvoir dépend entièrement de l'universalité des lois. En d'autres mots, « tous les Fs sont G » doit s'appliquer à toutes les instances de F, y compris les instances qui n'ont pas

---

25 Rien n'exclue *a priori* cette possibilité, mais la tâche est loin d'être aisée. Mikkelson 2003, *Ecological Kinds and Ecological Laws*, soutient par exemple l'existence de lois fonctionnelles en écologie. Il semble cependant que dans la mesure où la thèse de la contingence évolutive (voir Beatty 1993, *The Evolutionary Contingency Thesis*) est acceptée, même les lois fonctionnelles ne sauraient être d'authentiques lois de la biologie selon le modèle D-N (voir Germain 2008, *Quelles fonctions pour des lois fonctionnelles?*).

26 Hempel 1965, *Aspects of Scientific Explanation*.

27 Le fameux  $PV = nRT$  régissant les gaz parfaits.

28 Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, chapitre 5.

encore été observées. Or pour être universelle, pour être en mesure d'étendre la généralisation au-delà des Fs observés, il faut que la loi (le candidat de loi) ait un certain caractère de nécessité. Une loi qui n'aurait pas ce caractère de nécessité ne pourrait pas garantir que les F non-observés soient des G, ne pourrait donc pas servir à bâtir un argument de forme déductive, et ne serait finalement pas en mesure de fournir une explication. Autant dire, dans ce contexte, qu'il ne s'agirait pas d'une loi mais d'une généralisation accidentelle (« a law can, whereas an accidental generalization cannot, serve as a basis for explanation »<sup>29</sup>). Il devient alors central au modèle D-N de pouvoir distinguer les lois des généralisations accidentelles. Dans toutes les approches régularistes, les lois sont des régularités *plus quelque chose d'autre*<sup>30</sup> ... Or, comme nous l'avons mentionné, le modèle D-N a été construit dans un élan empiriste, et selon la plupart des empiristes la nécessité ne peut pas être observée dans les faits<sup>31</sup>. Notons d'ailleurs qu'Hempel, lorsqu'il traite du problème, n'utilise jamais la notion de nécessité<sup>32</sup> (mais plutôt celle de « nomic expectability »). Plutôt que de chercher à circonscrire un caractère intrinsèque faisant d'une loi une loi, il tente de trouver des critères de nomicité extrinsèques (le pouvoir explicatif tout juste mentionné, et la capacité à supporter des conditionnelles contraires aux faits, sur laquelle nous reviendrons dans un moment). Cette approche n'est sans doute pas innocente : parler de nécessité est malaisé pour un empiriste. Mais comme nous le verrons, il semble que la distinction entre loi et généralisation accidentelle ne puisse pas être défendue dans un cadre strictement empiriste, et ce précisément parce qu'elle repose, explicitement ou non, sur la notion de nécessité.

Outre le fait qu'elles peuvent servir de fondement à des explications, les lois, nous dit Hempel en citant Goodman, se distinguent aussi d'une autre manière :

« a law can, whereas an accidental generalization cannot, serve to support

---

29 *Ibid*, p. 56.

30 Dans un clin d'œil à Orwell, Psillos écrit : « All regularities are equal, but some regularities are more equal than others. » (Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 161)

31 Voir, par exemple, Hume 1739, *A Treatise of Human Nature*; Ayer 1956, *What Is a Law of Nature?*; Carnap 1974, *An Introduction to the Philosophy of Science*.

32 Voir Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, toute la section 5.3.

*counterfactual conditionals*, i.e., statements of the form "If A were (had been) the case, then B would be (would have been) the case", where in fact A is not (has not been) the case. »<sup>33</sup>

Encore chez beaucoup d'auteurs contemporains<sup>34</sup>, la capacité à supporter des conditionnelles contraires aux faits ou contrefactuelles (*counterfactuals*) demeure l'une des marques de commerce de la notion de loi. Afin d'explorer cette piste, prenons l'un des exemples de Hempel :

« But the statement "All rocks in this box contain iron" could not be used similarly to support the counterfactual statement " If this pebble had been put into the box, it would contain iron" »<sup>35</sup>

Notons que l'énoncé aurait pu être, en apportant moins de changement aux composantes de la loi : «if this pebble had *been* in the box...» Cette construction particulière n'est vraisemblablement pas un accident, mais il semble plutôt qu'elle vise, en intensifiant le processus causal (« *put* »), à renforcer l'intuition selon laquelle la conditionnelle contraire aux faits n'est pas corroborée. Mais par le fait même, elle met en évidence le fondement de cette intuition... Pourquoi, en effet, n'est-elle pas corroborée? Sur quelle base affirmons-nous que la généralisation ne peut pas servir à corroborer la conditionnelle contre-factuelle, si ce n'est l'intuition que la boîte n'a pas d'*effet* sur la composition des cailloux s'y trouvant? Si l'assertion contre-factuelle était fondée uniquement sur ces intuitions, alors il faudrait ou bien accepter l'impossibilité de distinguer ainsi les lois des généralisations accidentelles, ou bien laisser tomber l'ambition empiriste se trouvant à l'origine même du modèle D-N.

### 1.2.2 Problèmes des conditionnelles contrefactuelles

Goodman expose très clairement un problème que rencontre la logique

33 Ibid. p. 56.

34 Parmi les auteurs célèbres, notons Lange (1993, 2005) et Armstrong (1983).

35 Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, p. 56. Selon la définition même de Hempel (voir 1.1.2), il ne saurait s'agir d'une loi puisqu'elle concerne des éléments spatio-temporellement déterminés (*cette* boîte). L'exemple ne servant ici qu'à mettre en évidence l'exigence de corroborer des conditionnelles contraires aux faits, nous passerons outre ce problème.

traditionnelle lorsqu'elle vient à étudier les assertions contrefactuelles : « Considered as truth-functional compounds, all counterfactuals are of course true, since their antecedents are false. »<sup>36</sup> En effet, dans la mesure où  $A$  est faux,  $A \rightarrow B$  et  $A \rightarrow \neg B$  sont tous les deux vrais. Prenant les logiciens traditionnels encore plus à la lettre, Hallie soutient que le traitement des conditionnelles contrefactuelles commet une sérieuse erreur grammaticale<sup>37</sup>, puisque les prédicats de *vérité* et de *fausseté* ne sont applicables qu'à des propositions déclaratives – dont ne font pas partie, selon lui, les conditionnelles contrefactuelles (ou même factuelles).

Que l'on soit d'accord ou non avec l'argument de Hallie, il faut accepter que les conditionnelles contrefactuelles sont problématiques d'un point de vue logique. Comme nous l'avons mentionné un peu plus tôt, nous sommes intuitivement portés à accorder une valeur de vérité à certaines de ces conditionnelles plutôt qu'à d'autres. Selon Goodman, cela dépend des valeurs de vérité accordées à d'autres propositions dont sont dérivées les conditionnelles, factuelles ou contrefactuelles. Il donne l'exemple suivant :

« When we say

*If that match had been scratched, it would have lighted,*

we mean that conditions are such – i.e., the match is well made, is dry enough, oxygen enough is present, etc. – that "That match lights" can be inferred from "That match is scratched." »<sup>38</sup>

Et selon lui, le principe permettant cette inférence est une loi, « not a law of logic but what we call a natural or physical or causal law. »<sup>39</sup> Ainsi, ce sont les lois qui rendent les assertions contrefactuelles susceptibles d'une certaine forme de vérité. Alors, si les lois se distinguent par leur capacité à supporter les contrefactuelles, nous nous retrouvons avec un problème de circularité assez sérieux.

L'approche de Mackie des conditionnelles contrefactuelles rencontre le même

---

36 Goodman 1947, *The Problem of Counterfactual Conditionals*, p. 113.

37 Hallie 1954, *On So-Called "Counterfactual Conditionals"*, principalement p. 274.

38 Goodman 1947, p. 116.

39 *Idem.*

problème<sup>40</sup>. Toute approche fondant le caractère nomique des lois sur la capacité à supporter des conditionnelles contrefactuelles devra affronter le problème de la circularité.

Lewis<sup>41</sup> cherche à permettre l'assignation de valeurs de vérité aux conditionnelles contrefactuelles à partir d'une sémantique des mondes possibles. Selon cette approche, une conditionnelle contrefactuelle  $A \rightarrow B$  est vraie si et seulement si les mondes possibles où  $A$  et  $B$  sont vrais sont plus proches du monde actuel que les mondes possibles où  $A$  est vrai et  $B$  est faux. Malheureusement, le problème n'est alors que déplacé vers cette question de proximité ou, pour conserver le vocabulaire de Lewis, de *similarité* entre les mondes possibles. Cette comparaison présuppose que nous connaissions le monde actuel, et si c'était le cas, nous n'aurions pas besoin de la sémantique des mondes possibles pour déterminer la vérité des assertions contrefactuelles. Et même si nous le connaissions, selon quels critères mesurer la similarité de mondes possibles? Lewis a bien tenté d'éclaircir cette notion. Malheureusement, la première règle que Lewis donne pour évaluer la relation de similarité est la suivante : « It is of the first importance to avoid big, widespread, diverse violations of law. »<sup>42</sup> Si la similarité d'un monde possible avec le monde actuel dépend du maintien des lois de monde actuel (et donc de ce qui est au juste une loi dans le monde actuel), Lewis n'échappe pas, lui non plus, au problème de circularité. Il aura toutefois une autre solution à la question de la distinction entre lois et généralisations accidentelles<sup>43</sup>.

### 1.2.3 La position de Hempel

À la défense de Hempel, il importe de mentionner qu'il présente le fait de corroborer des conditionnelles contraires aux faits comme une *caractéristique* des

---

40 Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 83.

41 Lewis 1973, *Counterfactuals*.

42 Lewis 1979, *Counterfactual Dependence and Time's Arrow*, p. 472.

43 Voir 1.7.2.

lois, et non pas explicitement comme un *critère*<sup>44</sup>. Toutefois, Hempel ne proposant pas de façon claire un tel critère (la discussion étant, selon lui, toujours ouverte<sup>45</sup>), cette caractéristique peut sembler le seul outil à notre disposition.

Prenons l'exemple qu'Hempel donne d'une loi authentique :

« Thus, the assertion "If this paraffin candle had been put into a kettle of boiling water, it would have melted" could be supported by adducing the law that paraffin is liquid above 60 degrees centigrade (and the fact that the boiling point of water is 100 degrees centigrade). »<sup>46</sup>

Ainsi, selon cet exemple, la généralisation « Toutes les bougies en paraffine plongées dans l'eau bouillante fondent » pourrait être une loi puisqu'elle corrobore les conditionnelles contre-factuelles. Mais cette corroboration semblent être fondée sur le statut nomologique d'autres énoncés. Alors, le problème persiste : comment savoir si l'énoncé précisant la température de liquéfaction de la paraffine est une authentique loi?

Dans le texte cité, Hempel demeure silencieux sur ce problème. Or, à moins d'avoir une approche cohérentiste, il faudra bien que la distinction soit éventuellement fondée quelque part. À ce sujet, Hempel pourrait donner l'impression d'adhérer à un certain genre de cohérentisme : « a statement of universal form, whether empirically confirmed or as yet untested, will qualify as a law if it is implied by an accepted theory »<sup>47</sup>. Il est probable que l'implication dont il est question soit une implication d'ordre logique, ainsi cela ne s'appliquerait qu'aux lois logiquement déduites des lois admises. Il reste donc à expliquer comment d'authentiques nouvelles lois peuvent acquérir ce statut. Même si l'organisation logique des énoncés joue pour lui un rôle non-négligeable, si Hempel était réellement cohérentiste, il cachait admirablement bien son jeu. En fait, il est assez vraisemblable que le problème de la distinction soit

---

44 Voir Hempel. 1966, *Philosophy of Natural Science*, section 5.3.

45 *Ibid.*, p. 56.

46 *Idem.*

47 *Ibid.*, p. 58.

de plus notre prétention à une connaissance objective semble ébranlée.

### 1.4.2 Les phénomènes improbables

L'approche pragmatique nous permet aussi de considérer d'autres formes de question demandant une explication. Par exemple, le modèle D-N n'admet que l'explication de phénomène hautement probables, voire certains, mais il n'est pas rare que l'on cherche à expliquer l'occurrence d'un phénomène au contraire hautement improbable. Que ma combinaison ait été tirée à la loto provoquerait au moins autant de surprise que l'expansion d'un métal, et pourrait légitimement demander une explication. Il ne saurait alors s'agir d'expliquer pourquoi il fallait s'attendre à ce que le phénomène se produise, mais plutôt comment ce dernier pouvait possiblement se produire. C'est ce que certains philosophes ont appelé *how-possibly*<sup>69</sup> ou *how-could*<sup>70</sup> *questions*. Le modèle D-N, qui stipule qu'une explication vise à montrer qu'il fallait s'attendre à ce que le phénomène se produise, ne peut rendre compte de ces formes d'explication (de toute évidence, je n'avais aucune raison de m'attendre à ce que ma combinaison soit tirée à la loto). C'est ce qui a conduit plusieurs philosophes à rejeter une exigence qu'Hempel avait donnée (puis rétractée, apparemment<sup>71</sup>) pour les explications probabilistes : l'exigence de haute probabilité.

On pourrait cependant argumenter qu'une connaissance précise des conditions physique dans le boulier permettrait de prédire (et donc d'expliquer adéquatement) que ma combinaison soit tirée. Malgré une recherche à travers les différents exemples donnés pour illustrer ce problème, il semble que dans la mesure où la connaissance exigée ne contrevient pas au principe d'incertitude, chacun d'entre eux puisse recevoir une telle réponse, à l'exception des rares phénomènes irréductiblement probabilistes<sup>72</sup>

---

69 Voir *Ibid*, p. 137.

70 Voir Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, p.182.

71 Voir Salmon 1989, *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 116.

72 Et en ce qui concerne la désintégration radioactive, je n'ai aucun problème à accepter qu'il *ne puisse pas y avoir d'explication* du moment exact ou de la direction de l'émission.

ou des phénomènes opérant à l'échelle du temps caractéristique de leur système. Mais même au-delà de ces exceptions, ce genre de réponse ne paraît pas pleinement satisfaisant. On voudrait être en mesure d'expliquer à l'aide de lois statistiques, et ce même si une explication à l'aide de lois mécaniques serait à notre disposition. D'abord pour des raisons épistémologiques : la situation physique du boulier nous est le plus souvent inconnue, alors que les lois de la probabilité nous sont connues. Ensuite pour des raisons pragmatiques, car l'explication mécanique n'est pas ce que la question demande. Ce qu'elle demande, ce n'est pas pourquoi ce phénomène particulier est arrivé, mais en vertu de quoi, malgré nos attentes, il était possible qu'il arrive. Certainement s'agit-il là d'une question à laquelle la science peut répondre. Et à ce titre, on pourrait tout aussi bien demander d'expliquer comment un phénomène qui ne s'est pas produit *aurait pu* se produire.

De l'autre côté, en laissant tomber l'exigence de haute probabilité, il n'est pas clair que le modèle d'explication probabiliste tienne toujours. Comment doit s'articuler une explication probabiliste si l'*explanandum* n'est pas impliqué par l'*explanans* avec une forte probabilité? En fait, le modèle D-N s'accommode assez mal de ce genre d'explications, ce qui pousse à croire qu'expliquer n'est peut-être pas, après tout, de montrer qu'il fallait s'attendre à ce que le phénomène se produise.

## **1.5 Pertinence et symétrie**

### **1.5.1 Le problème de l'asymétrie**

Un contre-exemple au modèle D-N, attribué, dans son fondement, à Bromberger, est devenu particulièrement célèbre. Supposons un poteau (ou une tour, selon les variations) qui projette une ombre par terre. Il est possible, suivant le modèle D-N, d'expliquer la longueur de l'ombre par la hauteur du poteau, l'angle d'incidence du soleil et les lois de la propagation de la lumière. Le problème est que

l'on peut très bien faire l'inverse, et expliquer la hauteur du poteau à partir de la longueur de l'ombre, de l'angle d'incidence du soleil et des lois de propagation de la lumière. Il s'agirait d'une explication nomologique en bonne et due forme, et pourtant bien peu seraient prêts à l'accepter comme une véritable explication (sans doute à cause d'intuitions de causalité). Tel que mentionné plus tôt, le modèle D-N conçoit l'explication comme symétrique à la prédiction, alors qu'il semble y avoir une asymétrie dans nos intuitions les plus profondes sur l'explication. Toutes les prédictions, nous semble-t-il, ne sont pas de bonnes explications.

D'autres exemples canoniques présentent un problème similaire<sup>73</sup>, mais une variété semble suggérer une piste de solution. On pourrait tenter d'expliquer une éclipse ayant eu lieu il y a longtemps à partir des positions et vitesses actuelles des astres impliqués (l'inverse de ce que l'on ferait pour prédire la prochaine éclipse). Une fois de plus, bien peu seraient prêts à accepter qu'il s'agisse d'une authentique explication. On ne peut pas, semble-t-il, expliquer des événements par d'autres leur étant subséquents (même, à mon avis, dans un contexte téléologique). On pourrait alors imaginer une contrainte additionnelle au modèle D-N : les conditions de l'explanans devraient être temporellement antécédentes à l'explanandum. Bien qu'Hempel n'ait jamais inclus explicitement cette condition dans le modèle, sa distinction entre lois de succession et lois de coexistence la suggère en quelque sorte, et, chose certaine, elle serait fidèle à l'empirisme de la démarche. En effet, Hume lui-même note que la *succession* est empiriquement observable.

L'application d'une telle condition à l'exemple du poteau est moins évidente puisqu'il ne s'agit pas d'événements, mais l'on pourrait assez bien défendre que la hauteur du poteau précède la longueur de l'ombre. Quoi qu'il en soit, d'autres contre-exemples ne peuvent être réglés d'une telle manière. La chute d'un baromètre permet de prédire les tempêtes. Pourtant, il est loin d'être clair qu'elle permette d'expliquer les

---

73 *Ibid*, p. 46-47.

tempêtes, et ce même si elle leur est chronologiquement antécédente<sup>74</sup>. Cela suggère qu'il y aurait peut-être davantage, derrière le problème, qu'une simple question de chronologie.

### 1.5.2 Le problème de la pertinence

Parmi les autres contre-exemples célèbres, un autre mérite d'être mentionné : John, n'étant pas prêt à avoir des enfants, prend régulièrement les pilules contraceptives de sa femme, ce qui explique qu'il ne soit jamais tombé enceint. Malgré les récents « contre-exemples »<sup>75</sup>, je crois que l'on acceptera la force de ce type d'exemple<sup>76</sup>. Les prémisses sont vraies, antérieures à l'explanandum, et entraînent déductivement celui-ci, mais cela semble pourtant une explication bien peu satisfaisante – la pilule semble ici sans rapport avec l'occurrence du phénomène.

Lorsque Hempel refuse l'explication de l'astronome Francesco Sizi (contemporain de Galilée, il s'opposait aux thèses de ce dernier en soutenant, en bref, qu'il ne peut y avoir de satellite autour de Jupiter parce qu'il y a sept fenêtres dans la tête), la raison qu'il apporte est la suivante : « the "facts" it adduces, even if accepted without question, are entirely *irrelevant* to the point at issue »<sup>77</sup>. Il en tire donc, pour son modèle, l'exigence de pertinence dans l'explication. Mais comment évaluer la pertinence d'un facteur dans l'occurrence d'un phénomène? La solution d'Hempel, nous l'avons vue, est d'exiger que l'explanans entraîne déductivement l'explanandum. Mais, même à supposer que l'on arrive à connaître cette relation, dès que l'explanandum est inévitable (comme dans le cas présent), ou que l'explanans est

---

74 Comme beaucoup d'exemples dans cette littérature, le cas du baromètre est loin d'être universel : sa chute n'implique pas toujours une tempête. Mais au-delà de la faiblesse de l'exemple, la question persiste : même en supposant qu'il soit un parfait prédicateur, accepterait-on qu'un *symptôme* puisse expliquer?

75 Voir l'article de Guy Trebay, *He's Pregnant*, dans le New York Times du 22 juin 2008.

76 Un autre exemple célèbre expose le même problème : « Pourquoi le sel s'est-il dilué dans l'eau? Parce qu'il a été ensorcelé, et que le sel ensorcelé se dissout toujours dans l'eau. » Encore une fois l'explication est déductivement valable, mais semble peu pertinente au phénomène à expliquer.

77 Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, p. 48, je souligne.

demeuré pour Hempel, comme pour beaucoup, une plaie ouverte. Ailleurs<sup>48</sup>, en mentionnant les problèmes illustrés ici, il admet même être incapable d'offrir une caractérisation pleinement satisfaisante des lois. Quoi qu'il en soit, des tentatives d'amender la conception déductive-nomologique de l'explication à travers une approche holiste seront brièvement traitées plus loin.

#### 1.2.4 Les lois probabilistes

Hempel lui-même avait une vision plus large des lois, il acceptait en effet que des lois ne soient pas tout à fait universelles, « that the explanans implies the explanandum, not with "deductive certainty", but only with near-certainty or with high probability. »<sup>49</sup> Hempel s'est sans doute vu contraint d'accepter les lois probabilistes pour des raisons d'adéquation à la pratique scientifique<sup>50</sup> (des lois – ou du moins généralisations – probabilistes sont abondamment utilisées en science). Mais pour un modèle où le pouvoir explicatif est basée sur la force déductive de l'argument, l'idée de pouvoir expliquer un phénomène en le subsumant *inductivement*<sup>51</sup> sous des lois probabilistes est pour le moins problématique. En fait, le recours à l'induction cache précisément le même problème que la distinction entre lois et généralisations accidentelles. C'est le problème que Hume avait identifié..

Mackie<sup>52</sup> a tenté d'argumenter que Hume n'a démontré que l'impossibilité d'observer une nécessité dans les événements, et que ces événements peuvent rendre plus probables leurs soi-disant effets. En fait, les propos de Mackie laissent perplexes. Ce que Hume démontre, c'est qu'il n'y a, empiriquement parlant, rien de plus que les séquences d'événements. La probabilité, qu'elle soit ou non de 100%, constituerait quelque chose de plus, et elle ne peut être inférée à partir des séquences d'événements

---

48 Hempel 1965, *Aspects of Scientific Explanation*, p. 343.

49 Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, p. 58.

50 *Ibid.*, p. 62.

51 Hempel ne cache pas du tout le rôle de l'induction dans les explications de forme probabiliste : voir Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, p. 67-68.

52 Voir Mackie 1974, *The Cement of the Universe : A study of causation*, p. 17.

sans présupposer le principe d'uniformité de la nature. Même si elles n'entraînent pas *nécessairement* l'explanandum, les lois probabilistes sont bien loin d'éviter le problème dont nous discutons.

Si on lance un dé une centaine de fois et que l'on arrive à la conclusion qu'il a une chance sur six de tomber sur le six, comment savons-nous qu'il ne s'agit pas seulement d'un accident? Pour qu'elle puisse réellement être une loi, il importe que notre généralisation ait un poids modal. Dans une approche fréquentiste (ce que privilégie Hempel<sup>53</sup>), cela signifie qu'il doit y avoir une certaine forme de nécessité (causale ou autre) à ce que les cents prochains tirs reproduisent une distribution similaire. Dans une approche propensionniste, cela implique qu'il doit y avoir quelque chose dans la nature du dé et de son tir qui implique cette probabilité. De toute évidence, le nombre de faces et leur équiprobabilité pourraient justifier cette conclusion et leur donner un poids modal – mais ce uniquement dans la mesure où l'on accepte une certaine forme de causalité. Autrement (et c'est la voie qu'Hempel semble prendre), il ne peut y avoir d'explication qu'en présupposant que les distributions futures ressembleront aux distributions passées. En d'autres mots, en présupposant une fois de plus l'uniformité de la nature. La situation n'est donc pas plus simple avec les lois probabilistes.

Pour l'instant, il nous faut accepter que le modèle D-N ne propose aucun outil satisfaisant pour permettre de distinguer les authentiques lois des généralisations accidentelles. Les conditionnelles contrefactuelles servent, au mieux, d'outils pour tester nos intuitions, mais elles ne sauraient servir de critère. Au fond, le besoin de distinguer entre lois et généralisations accidentelles repose en grande partie sur les limites de nos connaissances. Si nous savions que tous les cailloux qui se trouveront jamais dans une boîte contiennent du fer, il n'y aurait pas de *risque* à utiliser l'énoncé

---

53 Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, p. 62. Hempel étant empiriste, cette position est la plus cohérente : si la fréquence semble observable, la question est loin d'être claire en ce qui concerne la propension.

comme loi (quoique le réaliste y soit réticent). Or, ne connaissant pas tous les phénomènes passés et futurs, nous avons besoin d'une garantie que la relation tiendra toujours – que l'inobservé sera semblable à l'observé. Nous attendons d'une loi, contrairement à une généralisations accidentelle, qu'elle offre cette assurance. D'où la difficulté de les distinguer : nous retrouvons le problème de Hume (voir 0.2.2), et il semble qu'on ne s'en sauve pas facilement. En 1.6 et 1.7, deux pistes de solutions seront survolées, mais elles constituent un éloignement considérable du modèle D-N. Par ailleurs, nous verrons dans un moment que l'existence d'un critère ne suffit peut-être pas pour que le modèle D-N soit pleinement satisfaisant.

### 1.3 L'universalité et les clauses *ceteris paribus*

À supposer qu'il nous soit possible de reconnaître une authentique loi d'une généralisation accidentelle, encore faudrait-il qu'il y ait de telles lois. Certains auteurs, comme Cartwright<sup>54</sup>, ont soutenu que la science ne possède aucune loi capable de satisfaire l'exigence d'universalité du modèle D-N. En effet, elle n'est pas la seule à remarquer que les lois utilisées en sciences – même en physique – ont leur champ d'application, et ne tiennent que dans certaines conditions. Dans les termes de Cartwright, les lois ont des clauses *ceteris paribus* – « toute chose étant égale par ailleurs ».

À titre d'exemple, la loi de la gravitation universelle de Newton ne rend pas compte des effets de la gravité sur la lumière. Elle devrait par ailleurs nous permettre de calculer la vitesse de chute d'une feuille, et pourtant celle-ci descend considérablement moins vite, remonte même parfois sous l'effet du vent. On pourrait alors argumenter qu'elle tient tant qu'aucune autre force n'entre en jeu, ou « toute chose étant égale par ailleurs » – commence alors le jeu de définir ces clauses *ceteris*

---

54 Pour la critique et pour une foule d'exemples d'inadéquations de la physique, voir Cartwright 1986, *How the Laws of Physics Lie*.

*paribus*.

« one might argue that if the law that As are Bs holds only under condition C, then it follows that the generalization "All As in condition C are Bs" holds exceptionlessly. But this response seems unsatisfactory in several respects. The exact conditions under which many laws of nature break down are not known and/or are too various and complex for a uniform treatment of this sort; »<sup>55</sup>

Woodward identifie ici les deux problèmes des clauses *ceteris paribus*. D'abord (et nous revenons ici au problème de l'induction), on ne connaît généralement pas à l'avance les conditions dans lesquelles une loi ne tient plus, de nouvelles exceptions peuvent donc toujours survenir. Ensuite, il n'est pas du tout clair que la clause *ceteris paribus* puisse être formulée par une énumération de conditions, et cette énumération pourrait bien être infinie. Selon Earman, Roberts et Smith<sup>56</sup>, si la clause *ceteris paribus* ne peut être définie, alors la loi n'est pas testable, et sa signification même est menacée. En étudiant l'exemple de la loi des proportions définies<sup>57</sup>, Lange<sup>58</sup> montre qu'une tentative de rendre explicite la clause *ceteris paribus* est vouée ou bien à être non-exhaustive, ou bien vague, ou bien triviale. Cependant, en réplique à Earman et Roberts, Lange montre que le problème s'étend même aux lois dites sans clauses *ceteris paribus*, ne serait-ce que parce qu'elles sont réinterprétables et dépendent d'un accord tacite sur leurs termes.

Cartwright pousse la critique plus loin encore en parlant de l'idéalisation. Souvent, remarque-t-elle, les lois de la physique concernent des simplifications ou des conditions idéales. Ceci implique alors, selon elle, que non seulement les lois ont des clauses *ceteris paribus*, mais que bien souvent ces clauses ne sont jamais (ou très rarement) réalisées. Dans ce cas, ajouter la clause *ceteris paribus* préserve la véracité de la loi, mais en sacrifiant son applicabilité :

---

55 Woodward, *Realism about laws*, p. 192.

56 Earman, Roberts et Smith 2002, *ceteris paribus* Lost

57 Stipulant que pour tout composé donné, le rapport de la masse des éléments le composant est toujours le même.

58 Lange 2002, *Who's Afraid of Ceteris-Paribus Laws*, p. 408-410.

« For most cases, either we have a law that purports to cover, but cannot explain because it is acknowledged to be false, or we have a law that does not cover. Either way, it is bad for the covering-law picture. »<sup>59</sup>

À titre d'exemple, la loi de Boyle est généralement tenue pour vraie, et pourtant elle ne s'applique qu'aux hypothétiques gaz parfaits. Ainsi, sans une clause selon laquelle nous avons affaire à un gaz parfait, la loi est fausse. Mais la clause étant toujours fausse, la loi devient inapplicable lorsque la clause y est ajoutée.

Si une expérience semble contredire la loi de Boyle, un scientifique répondra vraisemblablement qu'elle n'est pas applicable dans ce cas parce que les détails qu'elle néglige (les interactions entre les particules, leur 'non-punctualité', la non-homogénéité du gaz et des mouvements de particules et plus généralement l'état de non-équilibre, etc) sont significatifs pour l'expérience. Cette considération nous amène à deux éléments fondamentaux de l'approche sémantique qui seront repris plus en détail au chapitre deux. D'abord, il semble que des lois soient (au mieux) tout à fait valides dans certains contextes et puissent y fournir des explications, mais soient inapplicables dans d'autres contextes. Il n'est pas clair que les conditions d'application puissent être spécifiées dans une clause *ceteris paribus* : pour beaucoup de modèles (la thermodynamique des fluides offre de bons exemples<sup>60</sup>), on ne sait si (ou comment) le modèle est applicable à une situation qu'après l'avoir essayé, et de toute évidence on ne peut pas tout essayer. Plutôt que de tenter de construire un énoncé nomique universellement *vrai*, Cartwright et les défenseurs d'une approche sémantique parleront plutôt d'un modèle applicable ou non à certaines situations (ce qui, comme nous le verrons, n'est pas sans conséquence).

Ensuite, Cartwright souligne que le lien entre l'énoncé nomique et le monde empirique n'est pas si simple :

---

59 Cartwright 1986, *How the Laws of Physics Lie*, p. 45-46.

60 À ce sujet, voir Morrison 1999, *Models as autonomous agents*. Margaret Morrison y étudie d'une manière fort instructive un modèle de couches-limites dans l'écoulement des fluides (celui de Prandtl). On y réalise entre autres choses que le modèle est confronté aux phénomènes à plusieurs reprises et est *corrigé* avant de pouvoir bien s'y appliquer.

« Before we can apply the abstract concepts of basic theory [...] we must first produce a model of the situation in terms the theory can handle. From that point the theory itself provides 'language-entry rules' for introducing the terms of its own abstract vocabulary, and thereby for bringing its laws into play. »<sup>61</sup>

Le problème n'est pas neuf (nous l'avons d'ailleurs déjà effleuré avec Lange), et l'empirisme logique a tenté de le traiter par le concept de *Bridge laws* qui nous indiquent comment appliquer une théorie au monde. Cette question assez controversée sera étudiée en 2.3.3.

## **1.4 N'y a-t-il pas d'autres genres d'explication?**

### **1.4.1 L'approche pragmatique**

Peu après sa publication, le modèle D-N fut ardemment critiqué par des philosophes plus pragmatiques tels que Michael Scriven<sup>62</sup>. Le modèle D-N semble en effet laisser de côté un bon nombre d'explications. Il est d'abord clair qu'il s'applique mal à certains usages de l'explication : expliquer un chemin, ou expliquer comment pêcher. À sa défense, nous pouvons toutefois assez aisément accepter qu'il ne s'agit pas là d'explication scientifique, mais d'un autre genre d'explication. Quoi qu'il en soit, des explications rigoureusement scientifiques semblent elles aussi résister au modèle. Il n'est pas clair que toutes les explications se forment à l'aide de loi – ou même sous forme d'argument<sup>63</sup>.

Scriven, par exemple, note qu'une grande partie, sinon la majorité des explications réellement utilisées ne mentionnent aucune loi. Pourquoi cette voiture a-

---

61 Cartwright 1999, *The Dappled World*, p. 26.

62 Voir Scriven 1962, *Explanations, Predictions, and Laws*. Pour un résumé des critiques pragmatiques, voir Salmon 1989, *Four Decades of Scientific Explanation* (section 2.1 pour le cas présent).

63 Cette question sera traitée plus en détails en 2.1.1.

t-elle dérapé? Parce que la route était glacée. La réponse facile, déjà prévue par Hempel<sup>64</sup>, est que les lois sont implicites : la route était glacée, et les coefficients de frottement de la glace sont très bas, donc considérant la loi de Coulomb et la première loi du mouvement de Newton (inertie), il fallait s'attendre à ce que la voiture dérape. Même si cela est parfois tortueux, il semble toujours possible de transformer une explication commune en explication nomique. Les exemples les plus récalcitrants sont généralement ceux de l'histoire (Pourquoi la deuxième guerre mondiale a-t-elle eu lieu?), mais comme nous l'avons vu en 1.1.2, même là Hempel parvient à trouver des lois. Toutefois, Scriven est d'avis que bien que la loi soit un ajout pouvant servir de justification, c'est la présence de la glace qui expliquerait le dérapage. La transformation d'Hempel, plutôt qu'une explicitation, serait un ajout, et il n'est pas clair que cet ajout soit satisfaisant pour celui qui reçoit l'explication. La philosophie du langage nous invite en effet à considérer l'explication d'abord et avant tout comme la réponse à une question, plus précisément à une « why-question ». C'est une perspective qui sera à la base d'une approche comme celle de Bas van Fraassen<sup>65</sup>. Selon lui, la valeur d'une explication ne peut pas être évaluée en dehors du contexte de la question. Par exemple, lorsqu'un patient demande à un médecin pourquoi il a attrapé la malaria, plusieurs réponses correctes pourraient être données, mais certaines répondront mieux à la question. Une explication en termes de la structure chimique des anticorps et de l'agent pathogène pourrait satisfaire un microbiologiste, mais le patient risque d'être davantage satisfait par une réponse d'un autre genre : « Parce que vous avez voyagé en Afrique subsaharienne sans vaccin et avez été piqué par un moustique qui vous a transmis un parasite. » La pertinence de l'explication dépend donc du contexte de la question.

Il est clair que l'aspect pragmatique de l'explication a été négligé par le modèle D-N, mais non sans raison. L'objectif de l'empirisme logique était de préserver

---

64 Hempel 1965, *Aspects of Scientific Explanation*, sections 4 et 5.

65 Voir van Fraassen 1980, *The Scientific Image*.

l'objectivité de la science, ce qui est menacé dans une approche comme celle de van Fraassen ou celle de Bromberger. Une explication satisfaisante pour quelqu'un pourrait bien ne pas l'être pour quelqu'un d'autre. À ce sujet, Salmon note : « What Bromberger admittedly failed to achieve is just the sort of thing Hempel and Oppenheim were trying to accomplish. »<sup>66</sup> Par contre, certaines considérations pragmatiques peuvent être prises en compte de manière non pas à rejeter, mais à améliorer le modèle D-N. Par exemple, Railton (1981) développe la notion de « sketch explicatif » de Hempel. Il suggère qu'une explication est *une partie* de ce qu'il appelle *ideal explanatory text*, que Salmon définit ainsi : « Given an event we wish to explain, the ideal explanatory text would spell out all of the causal and nomic connections that are relevant to its occurrence. »<sup>67</sup> Ainsi, même si dans un contexte pragmatique seulement certains éléments sont donnés, cet extrait tient un pouvoir explicatif de par son appartenance au texte explicatif idéal. L'extrait le plus complet constitue la meilleure explication. Il n'est pas du tout clair, par contre, que cet idéal soit réalisable, mais cela semble sans importance pour Salmon :

« it is easy to see that the ideal explanatory text is an *ideal* that might never be realized. That does not matter. The scientist, in seeking understanding of aspects of the world, is searching for *explanatory information* that enables us to fill out parts of the ideal explanatory text. »<sup>68</sup>

À supposer que l'inaccessibilité du texte explicatif idéal soit sans problème d'un point de vue heuristique, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit d'évaluer une explication. Dans un premier temps, l'explication partielle dérive son poids explicatif du texte explicatif idéal, qui lui le tient de sa forme déductive. Or, si le texte explicatif idéal n'est pas connu, il nous est impossible de savoir qu'il s'agit bien d'un argument déductif. Par conséquent, il nous est impossible de savoir si une partie de ce texte (ou même le texte explicatif idéal lui-même) peut être une explication valable – une fois

---

66 Salmon 1989, *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 37.

67 *Ibid*, p. 159.

68 *Idem*.

corrélé avec l'explanandum en raison d'éléments extérieurs (comme dans le cas du baromètre), l'exigence d'Hempel ne parvient pas à évaluer la pertinence de l'explication.

Si les problèmes qui avaient été présentés jusqu'à maintenant remettaient en question l'applicabilité ou l'adéquation à la pratique du modèle D-N, le problème de la pertinence remet en question le fondement même de sa conception de l'explication. Il ne peut en effet être réglé par de simples raffinements du modèle, parce qu'il est symptomatique du principe de symétrie entre prédiction et explication. Tous les exemples présentés dans cette section constituent en effet de bonnes prédictions, et devraient donc par conséquent pouvoir servir d'explication. Mais il semble y avoir quelque chose de plus dans la pertinence attendue d'une explication que l'« expectability ». Comme l'indique Friedman, « To have grounds for rationally expecting some phenomenon is not the same as to understand it. »<sup>78</sup>

En anglais, on formulera souvent une explication dans la forme « X accounts for Y », et les usages juridiques du même verbe nous donnent une piste sur ce qu'il y a de plus, dans l'explication, qu'une simple corrélation. *X fait une différence* quant à l'occurrence de Y. On comprendra alors que cette piste entraîna d'abord des tentatives de définir la pertinence de manière statistique, puis un retour à la notion de causalité.

## **1.6 Réalisme, universaux et pouvoir explicatif des lois**

Lors de notre bref survol des considérations pragmatiques de l'explication, nous avons mentionné que, selon Scriven, le pouvoir explicatif n'est pas fondé sur la loi. En effet, plusieurs l'ont souligné, il n'est pas tout à fait clair en quoi la subsomption sous une loi constitue une explication. Le fait que le jour suive invariablement la nuit explique-t-il vraiment le lever du soleil ce matin?

---

78 Friedman 1974, *Explanation and Scientific Understanding*, p. 8.

À ce sujet, Armstrong<sup>79</sup> soutient qu'une loi telle que « Tous les Fs sont G », si elle n'est rien de plus qu'une généralisation sans exception (c'est-à-dire la collection de tous les Fs, dont chacun est G) ne saurait servir à expliquer qu'un F soit G, puisque l'*explanandum* ferait alors partie de l'*explanans*. En d'autres mots, les événements ne peuvent pas s'expliquer eux-mêmes<sup>80</sup>. Armstrong en conclut que « Tous les Fs sont G » ne doit pas simplement être une généralisation universelle, mais une loi de la nature dans un sens plus fort, dans un sens réaliste : il y a quelque chose dans le monde qui interdit qu'un F ne soit pas G. Même si Hempel tente d'offrir la « nomic expectability », nous avons vu à la section 1.2 qu'il manque toujours un « quelque chose » pour distinguer les lois des autres régularités universelles.

Pour solutionner ce problème, des réalistes tels que Armstrong, Tooley et Dretske soutiendront qu'une loi est une relation entre des universaux (des entités/propriétés universelles). Cette attitude se dissocie radicalement des racines du modèle D-N, mais le saut semble rapporter gros. Dans un premier temps, en exigeant que les lois concernent des universaux, on élimine toute possibilité de lois concernant des particuliers (« Tous les Pierre-Luc Germain nés le 15 juin 1984 étudient la philosophie ») ainsi que tous les prédicats problématiques (tels que les « grue » et « bleen » de Goodman<sup>81</sup>). Dans un deuxième temps, il semble que le problème de l'explication soit réglé, puisque c'est la relation entre les universaux (et non entre leurs instances) qui explique la relation entre leurs instances. Or, il n'est pas clair que ces deux changements constituent vraiment un progrès. Regardons l'approche d'un peu plus près.

« Tous les *F*s sont des *G*s » est une loi si et seulement si il existe une relation nécessaire entre les universaux *F* et *G* impliquant que tous les *F*s sont des *G*s<sup>82</sup>. En

---

79 Voir Armstrong 1983, *What Is a Law of Nature?*

80 Pour une version détaillée du même argument, voir Bird 2002, *Laws and Criteria*, section III-2.

81 Goodman 1995, *Fact, Fiction & Forecast*.

82 Voir notamment Armstrong 1983, *What Is a Law of Nature?* et Dretske 1977, *Laws of Nature*. Psillos offre une caractérisation générale des trois auteurs (Psillos 2002, *Causation and Explanation*, p. 163).

d'autres mots, pour savoir s'il s'agit d'une authentique loi et être en mesure de l'appliquer dans une explication, il faut savoir :

- 1) Que  $F$  et  $G$  sont des propriétés universelles
- 2) Que le phénomène à expliquer est bien une instance des universaux  $F$  et  $G$
- 3) Qu'il y a une connexion nécessaire entre les universaux  $F$  et  $G$
- 4) Que de la connexion entre les universaux  $F$  et  $G$  découle la nécessité que les instances de  $F$  soit aussi des instances de  $G$ .

Supposer qu'il y a de telles choses que des universaux représente déjà un saut métaphysique qu'un empiriste logique ne serait clairement pas prêt à faire, et s'il existe bien des universaux, la philosophie depuis la Grèce antique est assez mal arrivée à les circonscrire. Mais même à supposer que nous connaissions des universaux et dispositions d'une caractérisation assez précise pour bien en déterminer les instances, la nécessité liant les universaux nous ramène au même problème que celui traité en 1.2. Comme elle ne saurait être une nécessité logique<sup>83</sup>, et par conséquent ne saurait être connue *a priori*, il faut bien qu'elle soit connue empiriquement. Or, selon l'empirisme de Hume, la nécessité ne saurait non plus être observée (voir 0.2.2). On voit donc mal comment 3) pourrait être connu. Ensuite, il serait nécessaire à toute application de démontrer 4), et nous rencontrons à nouveau les mêmes problèmes. Là où nous avons, plus tôt, une nécessité à fonder, il nous faut maintenant en démontrer deux.

Par ailleurs, il n'est pas clair que l'usage d'universaux règle le problème de l'explication. Armstrong soutient que les universaux n'existent qu'à travers leurs instances<sup>84</sup>, ce qui risque de répéter le même problème et d'expliquer les instances d'une loi par les instances. Quoi qu'il en soit, même en postulant l'existence

---

83 Selon les critères mêmes du modèle D-N (Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, chapitre 5), selon Hume (Hume, *An Enquiry Concerning Human Understanding*, p. 160), et selon Armstrong lui-même (voir Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 164).

84 Voir Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 170. Il tire ses extraits de Armstrong 1997, *Singular Causation and Laws of Nature*.

d'universaux en dehors de leurs instances, il n'est pas clair que l'approche réaliste soit à l'abri de sa propre critique.

Dretske soutient une position similaire à Armstrong, mais sa critique semble aller plus loin encore. Pour pleinement rendre son éloquence, je transcris ici le paragraphe entier :

« You cannot make a silk purse out of a sow's ear, not even a very good sow's ear; and you cannot *make* a generalization, not even a purely universal generalization, explain its instances. The fact that *every* F is G fails to explain why *any* F is G, and it fails to explain it, not because its explanatory efforts are too feeble to have attracted our attention, but because the explanatory attempt is never even made. The fact that all men are mortal does not explain why you and I are mortal; it *says* (in the sense of *implies*) that we are mortal, but it does not even suggest *why* this might be so. The fact that all ten tosses will turn up heads is a fact that logically guarantees a head on the tenth toss, but it is not a fact that explains the outcome of this final toss. On one view of explanation, *nothing* explains it. Subsuming an instance under a universal generalization has exactly as much explanatory power as deriving Q from  $P \rightarrow Q$ . None. »<sup>85</sup>

Si, selon Dretske, la nécessité logique ne produit pas d'explication (puisque dériver Q de  $P \rightarrow Q$  n'a, selon lui, aucun pouvoir explicatif), pourquoi cet autre genre de nécessité, la nécessité nomique, serait davantage explicative? Même si la « nomic expectability » était clairement définie, il n'est pas clair qu'elle possède un pouvoir explicatif. Montrer qu'il fallait s'attendre à ce que le jour se lève n'explique pas vraiment *pourquoi* le jour se lève. Or, avant d'abandonner le modèle D-N sous prétexte que des lois n'expliquent pas vraiment, il faudrait au minimum être en mesure d'offrir un modèle plus satisfaisant de l'explication. Car cette critique s'étend tout autant aux approches définissant les lois comme relations entre universaux : les lois, même en tant que relations entre universaux, demeurent elles-mêmes inexpliquées, et ce peut-être inévitablement.

---

<sup>85</sup> Dretske 1977, *Laws of Nature*, p. 262.

## 1.7 Des approches vaguement cohérentistes

Comme nous venons de le voir, les différents problèmes exposés jusqu'à maintenant ont donné lieu à différentes tentatives de transformer (ou carrément de réinventer) l'approche déductive-nomologique de l'explication. Comme il a été mentionné en introduction (0.4), l'objectif ne sera pas d'en faire la liste. Cependant, une autre famille d'approches mérite particulièrement notre attention. Plutôt que d'en voir les moindres détails, nous tâcherons simplement de voir dans quelle mesure (sous quelles conditions et avec quels produits) ces approches pourraient améliorer l'approche syntaxique.

Certains auteurs ont tenté de régler les problèmes mentionnés plus haut en ne regardant pas une loi prise isolément, mais un ensemble de lois. Chez Lange<sup>86</sup>, par exemple, c'est collectivement que les lois se distinguent des généralisations accidentelles :

« What makes the physical necessities special is that taken as a set, they are resilient under as broad a range of counterfactual suppositions as they could logically possibly be. »<sup>87</sup>

L'approche de Lange présente certains problèmes, notamment un danger de circularité s'il est nécessaire de connaître les lois pour en identifier une<sup>88</sup>. Par ailleurs, l'usage qu'il fait des conditionnelles contrefactuelles est victime du problème identifié en 1.2.2 : la vérité des conditionnelles contrefactuelles, si telle chose il y a, nous est inaccessible. Mais une intuition similaire a donné lieu à d'autres approches fort intéressantes, fondées sur une vision cohérentiste des lois, sur lesquelles nous nous attarderons un moment.

---

86 À ma connaissance, Lange 2005, *Laws and their Stability* offre la description la plus claire (et surtout la plus *solide*) de sa position.

87 Lange 2002, *Who's afraid of Ceteris-Paribus Laws?*, p. 416.

88 Voir, notamment, Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 203. Plusieurs autres auteurs remarquent le même problème.

### 1.7.1 Explication comme unification

Nous avons vu un peu plus tôt que même si le modèle D-N parvenait à régler ses autres problèmes, les explications qu'il peut fournir ne font que repousser la question : si j'invoque une loi pour expliquer un phénomène, on me demandera l'explication de cette loi, et ultimement, comme dans toute démarche déductive, il doit y avoir une loi primitive, qui ne saurait être expliquée par un appel à d'autres lois. Dans une certaine mesure, il nous faut accepter que certaines choses de notre monde nous demeureront toujours inexpliquées, ne serait-ce que des contingences, et qu'il faudra les accepter ainsi. Or, selon certains auteurs, l'objectif de l'explication est de réduire ces choses au minimum. Michael Friedman soutient aussi une conception nomologique de l'explication<sup>89</sup>, mais l'attention qu'il porte à la notion de compréhension le pousse à explorer une autre orientation. Il écrit : « science increases our understanding of the world by reducing the total number of independent phenomena that we have to accept as ultimate or given. »<sup>90</sup> L'explication, qui est pour lui une augmentation de la compréhension (ou une diminution de l'incompréhension), consiste alors à unifier les phénomènes :

« The kinetic theory effects a significant unification in what we have to accept. Where we once had three independent brute facts - that gases approximately obey the Boyle-Charles law, that they obey Graham's law, and that they have the specific-heat capacities they do have - we now have only one - that molecules obey the laws of mechanics. Furthermore, the kinetic theory also allows us to integrate the behavior of gases with other phenomena, such as the motions of the planets and of falling bodies near the earth. »<sup>91</sup>

L'approche de Friedman a quelque chose pouvant sembler intuitivement juste, mais elle comporte deux problèmes majeurs. Dans un premier temps, si le seul critère d'unification déterminait le succès d'une explication, la religion offrirait une science

---

89 Friedman 1974, *Explanation and Scientific Understanding*, p. 15.

90 *Idem.*

91 *Idem.*

par excellence (tout peut être expliqué d'après la volonté divine). De toute évidence, il doit y avoir quelque chose de plus (sans doute Friedman serait-il entièrement d'accord) ; une bonne partie du travail reste donc à faire. Mais la possibilité surgit alors d'ajouter une telle théorie de l'unification au modèle D-N, de sorte à régler certains problèmes mentionnés précédemment. Comme nous le verrons dans un moment, c'est ce que le « Web of laws » tente d'accomplir. Carnap (1928) n'était pas étranger à cette idée, et comme nous l'avons mentionné plutôt (1.2.3), Hempel et d'autres empiristes logique semblaient suggérer une certaine forme (quoique limitée) de cohérentisme.

Dans un second temps, la tentative de Friedman de déterminer s'il y a ou non unification est fondée sur la notion d'acceptabilité indépendante des propositions, qui comporte d'importants problèmes formels<sup>92</sup>. Kitcher, qui défend une version plus récente de la conception de l'explication comme unification, évite ces problèmes par certaines modifications. D'abord, plutôt que de ne s'intéresser qu'aux lois ou propositions pour déterminer s'il y a unification, il s'intéresse aussi aux propriétés et « patterns » utilisés. Par ailleurs, il ne s'intéresse pas seulement au nombre de propositions ou propriétés, mais à leur champ d'application. Alors, il y a unification si l'ensemble « makes the best tradeoff between minimizing the number of patterns of derivation employed and maximizing the number of conclusions generated. »<sup>93</sup> La position de Kitcher comporte elle aussi certains problèmes, qui seront partagés par l'approche MRL.

### 1.7.2 Le « web of laws »

Le « web of laws », aussi appelé approche MRL (Mill-Ramsey-Lewis) ou RL (Ramsey-Lewis) par référence à ses défenseurs les plus célèbres, est en quelque sorte

---

92 Voir Kitcher 1976, *Explanation, Conjunction, and Unification*, Kitcher 1989, *Explanatory Unification and the Causal Structure of the World*, et Salmon 1989, *Four Decades of Scientific Explanation*, section 3.5.

93 Kitcher 1989, *Explanatory Unification and the Causal Structure of the World*, p. 423.

un amendement au modèle D-N proposant de régler le problème de la distinction entre lois et généralisations accidentelles par un recours à la notion d'unification. Comme chez Kitcher, cette unification se devra d'être une sorte de compromis. Psillos résume ainsi l'approche :

« Laws are those regularities that are members of a coherent system of regularities, in particular, a system that can be represented as a deductive axiomatic system striking a good balance between *simplicity* and *strength*. »<sup>94</sup>

Les deux critères semblent assez similaires à ceux de Kitcher. Toutefois, étant formulés de manière plus générale, ils mettent en évidence l'un des principaux problèmes de cette approche : nous n'avons pas de mesure objective pour juger ni de la simplicité, ni de la force d'un système<sup>95</sup>, et encore moins de ce qui serait le meilleur compromis entre les deux (d'autant plus que nous ne pouvons évaluer, ni même imaginer, les différents systèmes d'organisation possibles). Psillos remarque le problème, mais cela ne semble pas atténuer son penchant pour cette approche. Il donne l'exemple suivant :

« If, for instance, we were to add to the best system Reichenbach's regularity that all gold cubes are smaller than one cubic mile, we would detract from its simplicity, without gaining in strength. »<sup>96</sup>

Acceptons, même si le critère est flou, qu'il s'agirait là d'une perte de simplicité. N'aurions nous pas néanmoins, contrairement à l'opinion de Psillos, un gain en force? À ma connaissance, aucune loi de la physique n'interdit l'existence de cubes d'or de cette taille. Ainsi, l'ajout de cette régularité à notre système nous permet de faire des prédictions additionnelles – ne s'agit-il pas là d'un gain en force? Certes, le gain semble très limité, mais selon quelle arithmétique arrivons-nous à une somme

---

94 Psillos 2002, p. 149.

95 À ce sujet, Kitcher (voir Kitcher 1989, note 9) suggère qu'il serait intéressant de s'attarder aux recherches en intelligence artificielle. Si elles pouvaient aider à énoncer des critères clairs de force/simplicité, ces approches deviendraient franchement intéressantes...

96 Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 151.

négative?

Au-delà du problème de la clarté des critères, l'approche MRL rencontre un problème plus fondamental. Dans une telle approche, il semble que ce qui fait d'une loi une loi ne dépend pas du type de régularité ou du type d'entités, ni même du monde et de sa structure, mais de *notre organisation* des régularités. Rien *a priori* n'indique, alors, qu'une généralisation accidentelle ne fera pas partie du meilleur système, ou qu'une loi n'en sera pas exclue<sup>97</sup>. Si certains (comme Friedman) ont accepté que l'approche soit essentiellement épistémique, la plupart souhaiterait préserver une plus grande prétention d'objectivité. Psillos tente de défendre ainsi l'objectivité de l'approche :

« Ramsey seems to point out (and if he doesn't, I want to point it out) that *it is a fact about the world that some regularities form, objectively, a system; that is, that the world has an objective nomological structure, in which regularities stand in certain relations to each other...* »<sup>98</sup>

Certes, le monde peut aisément *sembler* être ainsi fait (avoir une structure nomologique). Mais n'ayant aucun moyen rationnel de véritablement le savoir, nous ne sommes pas rationnellement justifiés de croire qu'il soit ainsi fait. Psillos lui-même reconnaît qu'il s'agit d'un présupposé métaphysique important<sup>99</sup>. Accepter ce postulat est analogue à accepter le postulat d'uniformité de la nature formulé par Hume – précisément ce que l'empirisme logique cherchait à éviter pour préserver l'objectivité de l'activité scientifique.

## 1.8 *Bilan et conclusion*

Tout est loin d'être dit sur l'approche syntaxique, mais à ce stade, il serait bon de résumer les réflexions faites jusqu'à maintenant et d'en faire une synthèse. On

---

97 Pour une critique en ce sens, voir Armstrong 1983, *What Is a Law of Nature?*, p. 72.

98 Psillos 2002, p. 154.

99 Psillos 2002, p. 293.

serait en droit, pour prendre une ton économique, de s'attendre à une énumération des « actifs » et « passifs » du modèle D-N, afin d'être en mesure de porter un jugement. Cela supposerait cependant de posséder des critères clairs de ce que devrait accomplir une conception de l'explication, ce que nous ne prétendons pas posséder ici. Comme nous l'avons déjà remarqué, certains problèmes peuvent, pour certains, ne pas être si problématiques, et certaines solutions peuvent ne pas être si salvatrices. Devant cette difficulté, nous nous contenterons de reprendre les principaux éléments de pensée discutés et d'en montrer les enjeux, c'est-à-dire dans quelle mesure ils sont intéressants, et dans quelle mesure ils sont problématiques.

### **1.8.1 Asymétrie, causalité et pertinence**

Les questions d'asymétrie et de pertinence discutées plus tôt sont jugées problématiques parce qu'elles contredisent nos intuitions. Rien, *a priori* comme *a posteriori*, ne vient toutefois donner de garantie à nos intuitions, et si elles étaient fiables, notre entreprise serait inutile.

Les intuitions rencontrées au cours de notre discussion reposent généralement sur de vagues notions de causalité, que ce soit implicite ou explicite. Comme nous l'avons vu au tout début de ce chapitre, la causalité étant jugée d'ordre métaphysique, l'empirisme logique tend à vouloir fonctionner sans elle. De ce point de vue, que le modèle D-N ne porte pas attention à nos intuitions causales pourrait presque être vu comme une force. Certes, si un bon nombre d'explications sont exclues par le modèle D-N, il faut tout de même pouvoir dire ce que sont ces pseudo-explications. Mais s'il s'avérait que le sentiment de compréhension provoqué par ses pseudo-explications soit rationnellement injustifié, on ne pourrait pas blâmer l'empirisme logique de ne pas en avoir tenu compte. Il est possible que cette tâche revienne plutôt à la psychologie. Rappelons par ailleurs qu'à leur époque, beaucoup de philosophes étaient d'avis qu'il ne pouvait y avoir d'explication de quoi que ce soit dans la nature

qui ne fasse pas appel à des éléments extra-empiriques<sup>100</sup>. Ce que le modèle D-N accomplit, c'est la défense d'un type d'explication authentiquement scientifique – une explication rationnelle.

En ce qui concerne le problème d'asymétrie, notons que Schlick et Carnap (deux pères du positivisme logique, dont le travail a grandement influencé l'empirisme logique) identifient prédiction et causalité<sup>101</sup>. En effet, pour des empiristes strictes, « A cause B » ne peut rien vouloir dire d'autre que « A est un excellent prédicateur de B », puisque la constante succession est tout ce qui peut être observé dans la causalité. Dans ce contexte, il paraît naturel que l'explication soit symétrique à la prédiction. Le modèle D-N est sans doute le modèle le plus objectif pouvant être défendu dans un cadre empiriste.

### 1.8.2 Inaccessibilité et hétérogénéité

Le problème de la distinction entre lois et accidents a, comme nous l'avons vu, une réponse facile : les lois supportent les conditionnelles contrefactuelles alors que les généralisations accidentelles ne le font pas. Mais deux problèmes importants se présentent. Dans un premier temps, comme l'a montré Cartwright, il n'est pas clair qu'il y ait des énoncés universellement vrais. Selon elle, le monde n'est tout simplement pas si uniforme (elle parlera d'un monde *tacheté*), et bien que son affirmation ne saurait être prouvée, nous n'avons pas non plus la moindre preuve qu'elle ait tort. Si Cartwright avait raison, l'absence de loi signifierait, dans le cadre du modèle D-N, l'absence de toute possibilité d'explication.

Dans un deuxième temps, nous n'avons apparemment aucun moyen (autre que l'intuition) de savoir si un énoncé de forme universelle supporte ou non les conditionnelles contrefactuelles, et par conséquent de distinguer une authentique loi d'une généralisation accidentelle. En fait, cela remonte toujours au problème de

---

100 Salmon 1989, *Four Decades of Scientific Explanantion*, p. 4.

101 Voir Psillos 2002, *Causation & Explanation*, p. 217.

Hume : que l'on en parle en termes de causalité, de nécessité ou de nomicité, tous ces caractères sont empiriquement inaccessibles et donc, dans un contexte empiriste, épistémiquement inaccessibles. Tout au mieux, il semble que nous ayons de bon « indices » de la nomicité d'un énoncé de forme universelle. Beaucoup parleront de confirmation inductive, mais comme nous l'avons vu l'induction n'est pas rationnellement justifiée. Alors la science ne serait plus une activité rationnelle, mais simplement une activité *raisonnable*.

Une autre attitude, fidèle à un empirisme des plus strictes, serait d'accepter que l'on ne possède pas de connaissance établie et suivre Popper. Le modèle D-N est parfaitement adapté à une méthode falsificationniste. Notons d'ailleurs que Hempel, lorsqu'il illustre sa conception de l'activité scientifique en relatant les travaux de Semmelweis<sup>102</sup>, pourrait tout aussi bien être en train de dépeindre le falsificationnisme. Par contre, une telle approche impliquant qu'aucune hypothèse n'est jamais confirmée, toute idée de progrès devient à toute fin pratique impossible, et si elle s'applique assez bien aux *recherches* scientifiques, elle permet plus difficilement de rendre compte adéquatement de l'aspect *appliqué* de la science (nous reviendrons sur le falsificationnisme en 3.2.1). C'est sans doute la raison pour laquelle Hempel défendait une certaine idée de confirmation<sup>103</sup>, malgré les problèmes que cela représente pour un empiriste.

Ces problèmes sont sans doute les plus sérieux du modèle D-N, car ils remettent en question l'une de ses ambitions les plus importantes : soit d'établir une certaine forme de critère de *bonne* explication. Advenant l'impossibilité de connaître une loi comme telle, il nous est impossible de déterminer si une explication est bonne ou non. Et, en fait, il nous est impossible de savoir s'il est une telle chose qu'une bonne explication.

---

102 Hempel 1966, *Philosophy of Natural Science*, section 2.1.

103 *Ibid.*, chapitre 4.

### **1.8.3 Conclusion**

Ce qu'il y a de plus problématique avec le modèle D-N, c'est que d'une certaine manière il représente un idéal d'explication, mais un idéal inaccessible. De l'autre côté, peu de modèles de l'explication ont une telle prétention à l'objectivité. Sans doute ces deux points sont-ils les deux côtés de la médaille. Comme nous l'avons vu, toute tentative de rendre le modèle plus accessible résulte nécessairement en une perte d'objectivité. De même, comme nous l'avons vu avec l'approche des lois comme relations entre universaux, une tentative d'en augmenter l'objectivité le rend complètement inaccessible.

De toute évidence, le modèle est loin d'être parfait. Si l'on voulait rendre cet idéal accessible, l'une des approches cohérentistes suggérées un peu plus tôt serait sans doute le meilleur candidat. Mais il s'agirait d'échanger une difficulté contre une autre, et il faudrait accepter la relativisation de la science que cela implique. Selon ce que nous voulons accomplir, il est possible que cet échange en vaille le coup – ou non. Ce qu'il reste maintenant à voir, c'est si les autres systèmes qui d'une certaine manière se sont construits par opposition au modèle D-N offrent de telles promesses, à de tels prix.

## Chapitre 2 : L'approche sémantique

### 2.1 Motifs et modèles

Une grande variété d'approches se réclament de l'étiquette « sémantique ». Ses thèses de base sont parfois utilisées sans égard pour leurs précisions techniques, et ces précisions techniques sont souvent utilisées sans égard pour la compréhension des lecteurs. Ainsi, plutôt que d'explorer l'approche sémantique dans toutes ses variations, nous nous concentrerons principalement sur deux variantes contemporaines qui furent exposées d'une manière claire (Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, et van Fraassen 1980, *The Scientific Image*). Le choix de ces deux variantes repose principalement, dans le premier cas, sur la clarté de la présentation et la proximité aux objectifs que nous avons identifiés comme point de départ à notre étude (voir 0.2), et dans le second cas sur la place prépondérante occupée par van Fraassen dans la littérature philosophique contemporaine. Or, ce dernier refusant la possibilité d'évaluer objectivement une explication (ce que nous verrons en 2.2.4), nous ne traiterons cette approche que de manière secondaire, dans le simple but de généraliser davantage notre propos à différentes variantes de l'approche sémantique.

Des toutes ces approches, nous pouvons dire qu'elles sont centrées sur la notion de modèle, et qu'elles remplacent la question de la *véracité* d'une théorie par la question de l'applicabilité d'un modèle (bien que cela soit articulé de différentes manières). L'usage de cette notion est en quelque sorte la conséquence des deux critiques importantes du modèle D-N qui ne sont pas *a priori* liées, mais sont ensemble constitutives de l'approche sémantique. Nous verrons d'abord ces deux critiques (l'une a déjà été traitée en 1.3, mais l'autre n'a encore été que brièvement mentionnée), puis les bases de la conception sémantique de la structure des théories scientifiques (2.2), avant de se plonger dans les problèmes qu'elle soulève (2.3).

### 2.1.1 Les explications non-inférentielles

Lors de notre discussion sur les aspects pragmatiques de l'explication, nous avons vu qu'il n'est pas clair, lorsque l'on regarde les explications communément acceptées comme correctes, que toutes les explications soient fondées sur des arguments déductifs. Cette thèse d'Hempel est intimement liée à l'idée, centrale à l'empirisme logique, que les connaissances proviennent ultimement de l'expérience, mais que c'est la logique qui organise nos connaissances et permet de construire des explications. Or, passé l'ère de gloire de l'empirisme logique, un bon nombre de philosophes des sciences la refusent. Les partisans de la conception sémantique iront même jusqu'à dire que non seulement toutes les explications ne sont pas des arguments, mais toutes ne s'expriment pas nécessairement de manière linguistique. En effet, on peut bien imaginer qu'il soit possible, par exemple, d'expliquer quelque chose à l'aide d'équations ou de schémas<sup>104</sup>. Ainsi, la notion de loi ne saurait être le fondement de l'explication. Il s'agira plutôt de la notion de modèle, définie de manière fonctionnelle, de sorte que tout ce qui joue le rôle d'un modèle peut être considéré comme un modèle. Thompson défend ainsi cette approche :

« Specifically, a theory functions to explain and make intelligible phenomena, to predict phenomena, and to integrate our knowledge of phenomena. If an entity functions in these ways but fails to fit a particular conception of theory structure, this failure counts against the conception of theory structure and not against the status of the entity as a theory. »<sup>105</sup>

Des variantes de l'approche sémantique proposeront différentes caractéristiques des modèles, mais ces questions étant sans impact pour notre

---

104 À ce sujet, voir « Visual Models and Scientific Judgment », dans Giere 1999, *Science without Laws*. Chicago: University of Chicago Press. Selon Giere, à peu près n'importe quoi peut servir à représenter...

105 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, p. 52. Thompson utilise « théorie » et « modèle » de manières assez semblables, ainsi le rôle qu'il accorde ici aux théories sera, plus loin dans son livre, attribué aux modèles.

discussion, nous nous concentrerons plutôt sur le rôle joué par les modèles.

### 2.1.2 Généralité et universalité

En 1.3, nous avons vu que la science utilise souvent des lois tout à fait adéquates dans certains contextes, mais inapplicables dans d'autres, ou encore que certaines lois « fausses » semblent bien pouvoir servir à expliquer (l'exemple de la loi de Boyle). Comme l'a montré Cartwright, l'exigence d'universalité, si elle est prise à la lettre, exclut presque toutes les explications scientifiques.

Dans une approche sémantique, une telle universalité n'est pas exigée. L'on exigera que le modèle satisfasse tous les axiomes de la théorie, mais comme il s'agit là de relation entre deux entités abstraites, le problème de l'inaccessibilité rencontré par le modèle D-N est évité, ou du moins déplacé (en 2.2.3 nous verrons en effet que la question de l'applicabilité du modèle à un système empirique doit faire face à un problème similaire).

Rappelons par ailleurs que le modèle D-N exigeait des lois qu'elles soient *générales*, c'est-à-dire qu'elles ne concernent pas des objets spatio-temporellement déterminés. Cette contrainte avait pour but d'éviter qu'une infinité de généralisations inutiles (« Tous les Pierre-Luc Germain nés le 15 juin 1984 étudient la philosophie ») obtiennent le noble titre de « loi de la nature ». Comme nous l'avons vu en 1.1.2, le critère de généralité peut être une menace à l'applicabilité du modèle D-N à certaines disciplines. Jugeant que des phénomènes peuvent et doivent être expliqués sans appel à des objets généraux (autant dire, sans subsomption sous des lois), l'approche sémantique refuse cette contrainte<sup>106</sup>. Cela a pour conséquence d'autoriser d'innombrables théories scientifiques sur tout et n'importe quoi, mais cette conséquence semble moins grave que l'exclusion de certaines science. Après tout, rien ne m'empêche d'avoir une rigueur scientifique dans l'étude des Pierre-Luc

---

106 Voir, notamment, Beatty 1987, *On Behalf of the Semantic View*, p. 19.

Germain né le 15 juin 1984. Seulement, la communauté scientifique risque de ne pas y voir de très grande utilité.

## **2.2 Exposition de l'approche sémantique**

### **2.2.1 Quelles conceptions?**

La littérature autour de l'approche sémantique a souvent quelque chose d'hermétique, voire mystérieux<sup>107</sup>. Selon Thompson (1989), bien que des approches similaires aient été formulées plus tôt<sup>108</sup>, la conception sémantique a connu son premier véritable envol avec les travaux de Patrick Suppes<sup>109</sup>. Le livre de Suppes est davantage un manuel de logique et de mathématiques qu'un ouvrage de philosophie des sciences. Il n'y a que le dernier chapitre où il est véritablement question de la structure des théories, et le motif principal de sa caractérisation sémantique de cette structure est de pouvoir ensuite y appliquer les outils de la théorie des modèles formels<sup>110</sup>. En toute honnêteté, nous ne saurions en offrir ici de synthèse sans, comme tant d'autres, simplement répéter des citations-clé. Heureusement, un livre beaucoup plus récent et beaucoup plus clair de Frederic Suppe<sup>111</sup> offre une explication exhaustive et profonde de la conception sémantique. Nous nous baserons donc sur cet ouvrage, ainsi que sur la conception sémantique défendue par Bas van Fraassen<sup>112</sup>.

---

107 Lorsque Thompson (1989), par exemple, tente d'expliquer les fondements de l'approche, il utilise systématiquement et sans les expliquer des expressions techniques tirées d'autres auteurs. (À titre d'exemple, la section 4.3 comporte deux pages et demi, contient six phrases où il est question mot pour mot de formalisation « by defining a set-theoretical predicate », mais aucune où serait expliqué le rôle de la théorie des ensembles dans tout ça). Cette attitude vise probablement à donner une impression de sérieux par rapport aux fondements logico-mathématiques de l'approche sémantique, mais elle n'aide clairement pas les lecteurs.

108 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, p. 69.

109 Suppes 1957, *Introduction to Logic*.

110 Cet avantage ne pourra malheureusement pas être évalué ici, mais nous en tiendrons néanmoins compte dans notre conclusion.

111 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*.

112 Van Fraassen 1980, *The Scientific Image*.

Notons toutefois que ces deux auteurs défendent une certaine variante de l'approche sémantique (une « state space approach », basée sur des espaces d'états) qui diffère légèrement de celle de Suppes (dite « set-theoretical approach », et basée sur des prédicats ensemblistes), principalement sur les questions d'axiomatisation. Or, les thèses de Suppes étant plus fortes que celles de Suppe, les problèmes rencontrés par les deux versions étudiées ici risquent fort d'être tout aussi sévère pour Suppes.

Le choix d'une « state space approach » est par ailleurs représentatif des principaux défenseurs d'une conception sémantique des théories : Suppe, Bas van Fraassen (1980), puis dans l'application Paul Thompson (1989), Elisabeth Lloyd (2008) et John Beatty (1987) soutiennent tous une variante de la « state space approach ». Les approches de van Fraassen et Suppe étant assez similaires, elles seront discutées ensemble. Leurs désaccords, qui portent principalement sur la question du réalisme, seront traités rapidement (c'est-à-dire dans la mesure où ils sont pertinents à notre discussion) en 2.2.3.

## 2.2.2 Théories et modèles

Dans l'approche sémantique, les théories scientifiques ne sont pas des entités linguistiques. L'argument de Suppe est d'une agréable simplicité :

« theories admit of a number of alternative linguistic formulations [...]. As such, scientific theories cannot be identified with their linguistic formulations; »<sup>113</sup>

Une théorie serait plutôt définie comme l'ensemble des axiomes satisfaits par tous ses modèles (par tous les modèles de la théorie). Thompson écrit qu'une théorie est un système formel interprété<sup>114</sup>, c'est-à-dire un système axiomatique et un ou plusieurs modèles offrant des interprétations de ce système. L'interprétation reflète le cœur (sémantique) de l'approche sémantique : le modèle est une structure apportant une

---

113 Ibid., p. 82.

114 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, p. 32.

signification aux termes de la théorie, c'est-à-dire, ultimement, des conditions de vérité (bien qu'elles seront utilisées dans un sens large). La théorie elle-même ne dit rien de plus sur le système empirique que  $a + b = c$ .

Pour plusieurs<sup>115</sup>, une théorie n'est pas l'énonciation de ces axiomes, d'abord parce qu'il n'est pas clair que ces axiomes soit aisément formulables (ou formulables d'une seule manière), puis parce qu'une telle énonciation n'est pas nécessaire à l'utilisation de la théorie<sup>116</sup>. En effet, ce sont les modèles qui nous intéressent dans l'application d'une théorie, ainsi il n'y a apparemment pas de problème pratique à ce que la théorie soit définie à partir de la classe de modèles lui étant associée, *dans la mesure* où nous disposons des dits modèles et savons qu'ils font partie de la même théorie.

Nous disposons maintenant d'une caractérisation certes évasive, mais suffisante pour notre propos, de ce qu'est une théorie. Avant d'aller plus loin, il importe de définir d'autres termes importants dont nous nous servirons. Suppe ayant été critiqué pour l'ambiguïté de sa terminologie<sup>117</sup>, nous utiliserons plutôt les termes répandus à travers la littérature (et notamment chez van Fraassen). Ainsi :

- nous entendrons par *observations*, ou simplement *phénomène*, le phénomène tel qu'observé, sans systématisation<sup>118</sup> (Suppe parlera plutôt de « causally possible physical phenomenon »<sup>119</sup>);
- nous entendrons par *système empirique* les observations une fois mesurées, paramétrées et mises en système (Suppe parlera de « causally possible physical systems »); nous traiterons plus en détail de ces manipulations un peu

---

115 Lloyd 2008, *Science, Politics and Evolution*, p. 22. van Fraassen soutient la même chose.

116 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, p. 77.

117 Voir Sloep et van der Steen 1987, *The Nature of Evolutionary Theory: The Semantic Challenge*.

118 Bien sûr, une telle observation, « libre de théorie », est vraisemblablement impossible (voir notamment Hempel, 1966, *Philosophy of Natural Science*, section 2.3, ainsi que Kuhn 1962, *The Structure of Scientific Revolutions*, sur la « theory-ladenness » de l'observation). Mais elle ne servira ici qu'à exprimer la manière dont le modèle est relié au phénomène.

119 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, section 3.1.

plus loin

- nous entendrons (et entendions jusqu'ici) par *modèle* un système abstrait respectant les axiomes de la théorie (Suppe parlera de système abstrait ou de « theory-induced physical systems »; Beatty parlera de « ideal system »<sup>120</sup>).<sup>121</sup>

Ces expressions définies<sup>122</sup>, nous serons mieux en mesure de comprendre les liens entre la théorie et la réalité. Lorsque nous appliquons une théorie à un phénomène, nous comparons le comportement d'un (ou plusieurs) de ses modèles avec le système empirique constitué par le phénomène. Suppe décrit ainsi le rapport entre la théorie et le phénomène :

« In effect, then, what the theory does is directly describe the behavior of abstract systems, known as *physical systems*, whose behaviors depend only on the selected parameters. However, these physical systems are abstract replicas of actual phenomena, being what the phenomena *would have been* if no other parameters exerted an influence. »<sup>123</sup>

Le modèle étant un système ne dépendant que des paramètres sélectionnés et obéissant par définition à tous les axiomes de la théorie, la théorie peut être dite universelle sur toute sa classe de modèles: elle décrit parfaitement le comportement de ses modèles puisqu'elle le prescrit. Par contre, elle ne décrit que très indirectement (*contre-factuellement*) le comportement du système empirique : elle décrit ce que serait son comportement *si*, dans un premier temps, le système empirique ne dépendait que des paramètres dont dépendent le modèle, et *si*, dans un deuxième

---

120 Beatty 1987, *On Behalf of the Semantic View*.

121 Notons que la notion de modèle est interprétée de différentes manières selon les contextes. La théorie logique des modèles en offre une compréhension bien précise, et c'est sur ce traitement qu'est fondée la « set-theoretical approach » (en effet, l'application de cette logique est sans doute la principale motivation derrière cette approche). Or, dans la pratique scientifique la notion de modèle est utilisée d'une manière beaucoup plus large (Giere 2004), et c'est une certaine formalisation de cet usage qui servira, dans le cadre des « state-space approaches » ici étudiées, de notion de modèle.

122 Notons que, comme Suppes (1957, 1962), Suppe (1989) conçoit bien que l'on puisse avoir plusieurs niveaux de modélisation allant de la théorie au phénomènes. Ces niveaux additionnels ne diminuant pas la vulnérabilité de l'approche sémantique aux critiques exposées ici (tout au contraire), cette dimension sera laissée de côté.

123 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, p. 83.

temps, le modèle est dans une certaine mesure adéquat au système physique (si leurs comportements sont « similaires »). Cette relation sera étudiée en détails en dans un moment.

Suppe<sup>124</sup> donne l'exemple de la modélisation du marché en micro-économie: le prix des biens devrait s'ajuster jusqu'à ce qu'il y ait un équilibre entre l'offre et la demande. Cette loi ne gouverne pas notre monde et nos marchés, mais un marché idéalisé où tous les consommateurs sont rationnels et informés, où le marché est en parfaite compétition, et ainsi de suite. Au sein de ce marché (notre modèle), la loi est universelle. Pour être un modèle de la théorie, le modèle doit satisfaire les axiomes de la théorie; ainsi, lorsqu'une loi découle de ces axiomes, tous les modèles de la théorie la respectent assurément. Soutenir la théorie, c'est affirmer que le marché réel (phénomène), lorsque reconstruit (système empirique) selon les mêmes paramètres que le modèle (mesure de l'offre, de la demande et des prix) se comporte comme le marché idéalisé – une question empirique extérieure à la théorie elle-même.

### 2.2.3 Applicabilité d'un modèle

Comme nous l'avons vu, un modèle ne peut être jugé adéquat ou non qu'en son application à un système empirique. Défendre un modèle, c'est défendre son applicabilité (ou son utilité) à certains systèmes empiriques. La relation entre le modèle et le système empirique est qualifiée de différentes manières tout aussi vagues dans la littérature : similarité<sup>125</sup>, isomorphisme<sup>126</sup>, homomorphisme<sup>127</sup>, « fit »<sup>128</sup>. Van Fraassen offre une « définition » assez peu généreuse : « Isomorphism is of course

---

124 *Ibid.*, p. 154.

125 Giere 1985, *Constructive Realism*, p. 80.

126 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, notamment p. 72; van Fraassen 1980, *The Scientific Image*, notamment p. 43.

127 Lloyd 2008, *Science, Politics and Evolution*, p. 45.

128 *Ibid.*, p. 46. Notons que Lloyd (*Idem.*) semble accepter que la relation soit établie de manière essentiellement inductive.

total identity of structure »<sup>129</sup>. Certes, nous pouvons nous faire une idée, mais nous pouvons difficilement en tirer un *critère*<sup>130</sup>. Or, en l'absence de critère, il ne saurait y avoir de mesure objective de la ressemblance entre le comportement des deux systèmes, et ce jugement devient entièrement subjectif. Un modèle pourrait être jugé suffisamment ressemblant d'après le contexte, les conventions et nos intérêts. Plusieurs sont en effet de cet avis (voir notamment Giere 1985 et 1999), et nous reviendrons brièvement sur les conséquences d'une telle attitude en 2.4.1. Pour l'instant, attardons-nous à des tentatives de préserver l'objectivité de cette relation.

Dans un modèle, trois éléments sont spécifiés<sup>131</sup> :

- 1) Les paramètres dont dépend le système
- 2) Les différents états que le système *peut* prendre (prescrits par des lois de coexistence<sup>132</sup>, ou éventuellement, en l'absence de telles lois, par l'inventaire des états possibles)
- 3) La manière dont ces différents états sont temporellement organisés (prescrite par les lois de succession)

Où un état est défini comme l'ensemble des valeurs simultanées des différents paramètres.

En d'autres mots, le modèle peut être vu comme un ensemble organisé d'états souvent imaginé comme une topographie, d'où l'étiquette de « state-space approach ». De même, le système empirique pourrait lui aussi être considéré comme une succession d'états. Ainsi, selon Suppe, lorsque nous soutenons une théorie, nous soutenons que pour le champ d'application voulu, la classe d'états prescrits par la théorie est identique à la classe d'états du système empirique : « If the theory is *empirically true*, then these two classes are identical; and if they are not identical, the

---

129 Van Fraassen 1980, *The Scientific Image*, p. 43.

130 Dans le cas d'*isomorphisme*, l'interprétation géométrique offre un critère – c'est, avec Suppe, ce que nous retiendrons pour la suite de l'étude.

131 Cf. Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, chapitre 3, section I.

132 Suppe fonde sa caractérisation des lois sur la distinction d'Hempel, énoncée en 1.1.2.

theory is *empirically false*. »<sup>133</sup>

Cette approche n'est toutefois pas sans problème, et Suppe tente d'en éclaircir les difficultés. Dans un premier temps, la comparaison des deux classes est rarement simple : en effet, les phénomènes ne nous viennent pas sous forme de systèmes d'états organisés, et encore moins paramétrés. Il importe donc, avant de pouvoir procéder à la comparaison, de construire les états du système empirique selon les paramètres sélectionnés. Cette tâche revient à la méthodologie expérimentale<sup>134</sup>, qui est extérieure à la théorie en question. Cette relation sera discutée un peu plus en profondeur en 2.2.5.

Dans un deuxième temps, la condition d'adéquation de Suppe est extrêmement forte et rencontre le même problème que l'admissibilité d'une régularité comme loi : comme nous ne disposons que des états que le système empirique a pris depuis que nous l'étudions, il nous est impossible de connaître tous les états qu'il peut prendre ou la manière exacte dont ceux-ci se succèdent, à moins bien sûr d'accepter notre fameux présupposé d'uniformité de la nature (voir 0.2.2). Ainsi, il semble impossible d'établir objectivement l'identité des deux classes d'états.

À ce titre, la conception de van Fraassen diffère de celle de Suppe. Le critère d'adéquation empirique de van Fraassen reflète son empirisme rigoureux : « a theory is empirically adequate exactly if what it says about the observable things and events in this world, is true – exactly if it "saves the phenomena". »<sup>135</sup> Au premier regard, van Fraassen semble moins exigeant que Suppe, puisqu'il n'exige qu'une adéquation des apparences avec ce qui est prédit par le modèle, alors que Suppe exige que la classe de tous les états *possibles* soient les mêmes. Mais la conception de van Fraassen n'échappe pas au problème tout juste mentionné. Il ajoute : « I must emphasize that this refers to *all* the phenomena; these are not exhausted by all those

---

133 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, p. 84.

134 *Ibid.*, p. 103.

135 van Fraassen 1980, *The Scientific Image*, p. 12.

actually observed nor even by those observed at some time, whether past, present, or future. »<sup>136</sup> Nous n'avons pas davantage accès à l'ensemble de ce qui est observable. Suppe ira même jusqu'à dire que, le critère de van Fraassen est beaucoup plus fort encore que le sien, et serait peut-être même intenable<sup>137</sup>. Chez Suppe, la théorie nous informe de manière contre-factuelle sur le monde : le modèle est comparé avec une reconstruction idéalisée du phénomène en un système empirique ne dépendant que des mêmes paramètres que le modèle, alors que van Fraassen semble exiger une adéquation avec les apparences mêmes, ce qui n'est pas rencontré dès qu'il y a la moindre idéalisation. Van Fraassen est pourtant loin d'exclure l'idéalisation. Son critère est probablement rendu le plus cohérent si l'on conçoit, comme Suppe, les affirmations de la théorie (« what it says about the observable things and events ») de manière contre-factuelle.

Finalement, l'approche de van Fraassen se fonde sur la frontière entre l'observable et l'inobservable (ce qui importe, c'est en effet ce que la théorie dit « about the *observable* things and events »). Van Fraassen soutient que la distinction n'est pas un problème<sup>138</sup>, mais n'offre pas de critère pour la faire. Bien que l'on puisse difficilement affirmer que cette distinction ne peut être faite<sup>139</sup>, mais nous pouvons néanmoins dire que jusqu'à maintenant, les efforts sur la question n'ont amené aucun critère qui ne soit problématique<sup>140</sup>.

La version de Suppe semblant sur ces questions mieux servir l'approche sémantique, c'est principalement autour d'elle que nous poursuivrons nos réflexions.

---

136 *Idem.*

137 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, p. 106.

138 Van Fraassen 1980, *The Scientific Image*, p. 58-59.

139 Suppe 1972, *What's Wrong with the Received View on the Structure of Scientific Theories?* Notons que Suppe tente lui aussi de faire cette distinction (Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, partie I, section 4.1), mais elle joue un rôle beaucoup moins central dans sa version de l'approche sémantique.

140 À ce sujet, voir notamment Hacking 1983, *Representing and Intervening*, chapitre 10.

### 2.2.4 Où est passée l'explication?

Jusqu'à présent, nous nous sommes surtout intéressés à la structure des théories scientifiques, et il n'a à peu près pas été question d'explication. Or, si l'approche sémantique doit supplanter l'approche syntaxique, il faut qu'elle puisse offrir une caractérisation de l'explication au moins aussi satisfaisante que le modèle D-N.

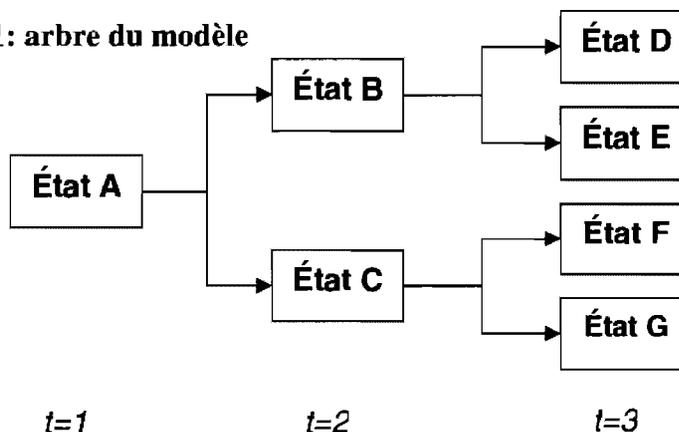
En 1.4.2, nous avons discuté l'explication d'événements improbables (ma combinaison a été tirée à la loto). Nous en étions arrivés à la conclusion que les explications ne sont apparemment pas toutes des explications de *pourquoi* un phénomène s'est en effet produit, mais qu'il est souvent question de comment un phénomène pouvait possiblement se produire. Pour Suppe, ce genre d'explication (qu'il nomme *how-could*) est plus fondamental que l'explication du *pourquoi* d'un événement<sup>141</sup>. À la base, l'explication vise à montrer *comment* un système peut être dans un certain état, et l'explication de *pourquoi* le système est dans un certain état n'est possible que lorsque, dans les conditions spécifiées, un seul état était possible.

Le modèle représentant les différents états que le système peut prendre et leur succession, il nous permet, lorsqu'un état initial est précisé, de tracer un arbre similaire à celui-ci:

---

141 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, p. 182.

Figure 1: arbre du modèle



Où tous les différents états possibles à chaque moment sont indiqués (avec la probabilité associée à chaque changement d'état, si celle-ci est connue). Un tel arbre suffit à expliquer comment un système se trouvant à l'état A pouvait possiblement se retrouver à l'état D. Si les probabilités de chaque branche sont connues, il peut même servir à montrer à quel point l'état final était probable. Si le modèle et l'état initial ne permettent qu'un seul état final, ou si des théories auxiliaires permettent d'exclure les autres états finaux, alors seulement sommes nous en mesure d'expliquer *pourquoi* le système est passé d'un état à un autre état précis.

Or, si l'explication est la réponse à une question *how-could*, il devient difficile d'exclure des explications comme étant non-scientifiques ou pseudo-scientifiques. En faisant appel à la volonté divine, nous pouvons très bien pour chaque phénomène rencontré « expliquer » comment ce phénomène est possible, et ce sans la moindre idéalisation. Si nous acceptons cette conception de l'explication, il nous faut accepter que les explications fournies par la physique ne sont pas en elles-mêmes de nature différente que celles fournies par l'astrologie. L'astrologie (moyennant un peu de remaniement) offre un arbre vaste d'états possibles dont l'état à expliquer fait partie, et en ce sens offre une explication dont la forme est tout aussi valable que dans les explications de la physique. Cela n'a toutefois rien de catastrophique : l'autorité des explications dites scientifiques peut très bien provenir des théories et modèles sur lesquels elles sont fondées plutôt que de la forme de l'explication. Une stratégie

viable serait alors de placer le critère de scientificité dans l'appareil théorique et son applicabilité à la situation, ce qui peut être fait ou bien en soutenant une exigence d'opérationabilité, ou bien, comme le fait Suppe, en exigeant non seulement que la théorie « sauve les phénomènes » comme chez van Fraassen, mais que tous les états admis comme *possibles* par la théorie soient les mêmes que les états *possibles* du système empirique.

Chez van Fraassen, l'explication prend une forme similaire, mais avec une emphase sur le contraste : la conception de l'explication de van Fraassen est sous certains aspects similaire à celle de Suppe, mais dans une approche beaucoup plus pragmatique. Selon lui, l'explication est d'abord et avant tout la réponse à une question (une *why-question*) ne demandant pas simplement le *pourquoi* d'un état ou d'un phénomène, mais pourquoi le système est dans *cet* état plutôt que dans *celui-ci* ou *ceux-ci* (ce qu'il nomme la classe de contraste). Van Fraassen offre une méthode pour évaluer les réponses<sup>142</sup>, mais cette évaluation est toujours relative à la classe de contraste. Cette classe de contraste dépendant à son tour du contexte de la question (les interlocuteurs et leurs contextes)<sup>143</sup>, l'évaluation sera inévitablement subjective. Ainsi, pour des raisons énoncées en introduction (notamment 0.4.1), nous n'étudierons pas plus en profondeur cette approche de l'explication. La pragmatique de l'explication de van Fraassen est d'un grand intérêt pour la philosophie, mais de peu d'intérêt pour notre présent objectif.

### 2.2.5 La dure tâche de la méthodologie expérimentale

Comme nous l'avons vu en 2.2.3, le modèle est comparé non pas directement avec les apparences (qui ne sont pas paramétrées), mais avec une reconstruction du phénomène. Cette étape est un des éléments les plus importants et les plus problématiques de l'approche sémantique. Suppe le formule ainsi :

---

142 Voir Van Fraassen 1980, *The Scientific Image*, p. 146.

143 *Ibid.*, p. 142.

« In applying a theory to specific phenomena, it is the task of the experimental methodology to convert data about a phenomenal system  $P$  into data about the corresponding physical system  $S$  in such a way as to satisfy the replicating relation. »<sup>144</sup>

La relation de réplique dont il est question est la relation contrefactuelle mentionnée plus tôt : ce qui est vrai de  $S$  est contrefactuellement vrai de  $P$ <sup>145</sup>, ou serait vrai aussi de  $P$  si certaines conditions étaient remplies. En d'autres mots, la méthodologie expérimentale va plus loin que la simple mesure du phénomène : elle doit le reconstruire de manière à ce que le modèle s'y applique.

Cartwright<sup>146</sup> exprime un fonctionnement similaire à l'aide de machines nomologiques : nous reconstruisons les phénomènes de sorte qu'ils puissent être assujettis à des lois. Elle écrit : « If we want situations to be predictable, we had better engineer them carefully. »<sup>147</sup> Pour tous ceux ayant bien appris la règle méthodologique de l'extériorité de l'observateur, ce genre de phrase a quelque chose de choquant et semble bien loin de la science. Pourtant, il s'agit là selon Cartwright d'une grande partie du travail scientifique. Chez Cartwright, cette idée est fortement liée à l'idée que le monde n'est pas *en soi* structuré de manière nomologique, qu'il est « tacheté » (« dappled »), mais il n'est pas nécessaire d'accepter cette thèse ontologique pour comprendre la nécessité d'un tel processus. Il importe seulement de reconnaître un moment l'étendue de notre ignorance.

Prenons un exemple : s'il nous fallait calculer (prédire ou expliquer) la vitesse à laquelle un livre devrait glisser le long d'un plan incliné, nous pourrions utiliser un modèle dont les paramètres sont le poids, l'angle d'inclinaison, et les coefficients de frottement cinétiques des deux surfaces. Alors, avant de pouvoir appliquer le modèle, il sera nécessaire de mesurer le poids et l'angle. Il serait toujours possible de défendre que ces quantités sont objectivement présentes dans le phénomène, mais qu'en est-il

---

144 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, p. 103.

145 *Ibid.*, p. 95.

146 Cf. Cartwright 1999, *The Dappled World*, p. 50.

147 *Ibid.*, p. 73.

du coefficient de frottement? De toute évidence, le coefficient de frottement ne figure pas dans la liste hypothétique des attributs naturels du livre. Tenir compte de manière exacte du frottement exigerait une connaissance précise des moindres irrégularités (tant macroscopiques qu'au niveau moléculaire) des deux surfaces, ce dont nous ne disposons pas. La méthodologie expérimentale nous offre donc des moyens d'estimer le frottement, notamment par le coefficient de frottement. Les données du phénomène sont donc transformées de sorte d'obtenir les coefficients de frottement. Typiquement, l'étudiant regarde dans de grands tableaux les coefficients pour différents matériaux. Mais comment cette liste a-t-elle été établie, si ce n'est justement par l'usage de l'appareil théorique que nous essayons d'appliquer?

Cette circularité semble indésirable, et idéalement, il est clair que nous voudrions appliquer un modèle aux données brutes du phénomène. Mais une telle application est le plus souvent impossible. Dans notre exemple, nous serions condamnés à regarder le bloc glisser beaucoup plus lentement que prévu. En acceptant de reconstruire le phénomène, nous sommes en mesure d'en dire quelque chose. D'où l'idée, qui sera étudiée sous peu, que ces théories nous apportent des connaissances contrefactuelles. Une telle approche, ainsi que les conditions d'adéquation empirique étudiées en 2.2.3, semblent le seul moyen (dans un contexte sémantique) de préserver l'objectivité de nos connaissances – dans la mesure où l'on peut parler de connaissance. Si le modèle ou la méthodologie expérimentale était empiriquement inadéquats, le modèle ne serait pas applicable. On comprend alors toute l'importance de la méthodologie expérimentale : sans elle et cette relation contrefactuelle, bien peu de modèles pourrait jamais être appliqués.

### **2.2.6 Les conditionnelles contraires aux faits**

Nous venons de voir que la théorie, selon l'approche sémantique, nous informe indirectement sur le monde: elle nous permet de savoir comment un système empirique se comporterait *si* il ne dépendait que des paramètres dont le modèle

dépend. En d'autres mots, la théorie offre une description contrefactuelle des phénomènes : « by describing the physical systems, the theory indirectly gives a counterfactual characterization of the actual phenomena. »<sup>148</sup> C'est sur la base de cette connaissance contrefactuelle du monde que Suppe défend son *quasi-réalisme*<sup>149</sup>.

Or, ces connaissances ne peuvent nous servir que dans une des deux conditions suivantes<sup>150</sup> :

1) Si la conditionnelle n'est pas tout à fait contraire aux faits, ou en d'autres mots, si nous parvenons à construire une situation dans laquelle la condition est remplie. Cette opération est souvent réalisée en laboratoire, lorsque nous tentons d'isoler suffisamment le système étudié pour qu'il ne dépende que des paramètres pris en compte par le modèle. Dans ces situations, la théorie peut être parfaitement applicable – nous pouvons alors dire que nous connaissons quelque chose sur le phénomène... tel qu'il se présente en laboratoire.

2) Si nous ne pouvons isoler suffisamment le système pour qu'il ne dépende que des paramètres du modèle, il arrive parfois que nous puissions utiliser d'autres théories nous permettant de prévoir à quel point le système déviera du modèle. Dans ce cas, nous démarrons avec notre « connaissance contrefactuelle »:

a) Si  $P$  était comme  $S$ , alors nous obtiendrions  $R$

que nous complétons par une autre théorie :

b)  $P$  dévie du modèle  $S$  selon la fonction  $f()$

de sorte que nous pourrions formuler une connaissance sur le monde qui ne soit pas contrefactuelle :

c)  $P \rightarrow f(R)$

---

148 *Ibid.*, p. 83.

149 Dans *Do The Laws of Physics State The Facts?*, Cartwright défend aussi des connaissances contrefactuelles (Cartwright 1986, *How the Laws of Physics Lie*, p. 69).

150 Cf. *Ibid.*, p. 95 et p. 185.

Or, la situation 2) cause problème dans la mesure où dans une approche sémantique, l'affirmation b) devrait être, elle aussi, de forme contrefactuelle. Il ne saurait donc y avoir de transformation d'une connaissance contrefactuelle en connaissance « factuelle » à moins que la contrefactuelle ne soit pas contrefactuelle. Or, comme nous l'avons vu en 1.2.2, les conditionnelles contraires aux faits sont pour le moins problématiques, d'abord parce qu'il n'est pas clair qu'elles soient susceptibles de vérité ou de fausseté, puis parce que même si elles l'étaient, leur vérité ne saurait être établie de manière objective<sup>151</sup>. Ainsi, parler de « connaissance contrefactuelle » est loin d'être aisé. Suppe est conscient de l'importance de cette caractérisation contrefactuelle :

« The Semantic Conception's viability ultimately depends on the extent to which the counterfactual relation of chapter 3 holding between phenomenal systems and their corresponding physical systems can be analyzed. »<sup>152</sup>

Il semble donc que seule la première situation (lorsque la conditionnelle n'est pas tout à fait contraire aux faits) puisse nous apporter de véritable connaissance. Malheureusement, elle ne se présente que rarement.

On a reproché au modèle D-N de ne pas pouvoir rendre compte des idéalizations utilisées en sciences. L'approche sémantique, bien qu'elle s'y intéresse fortement, ne parvient pas à leur conférer d'objectivité.

## **2.3 Vieux et nouveaux problèmes**

### **2.3.1 Les problèmes du modèle D-N**

Comme nous l'avons vu au chapitre 1, les problèmes les plus importants

---

151 Suppe conçoit les contrefactuelles comme Lewis (Suppe 1989, p. 293, note de bas de page 3), par conséquent il est victime du même problème de similarité entre les mondes possibles.

152 Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, p. 118.

rencontrés par le modèle D-N se divisent en deux familles : d'abord les problèmes d'asymétrie et de pertinence (certaines explications jugées valables par le modèle D-N semblent intuitivement tout à fait invalides et/ou impertinentes), puis le problème de l'inaccessibilité des lois comme telles (à supposer qu'il y ait d'authentiques lois, nous ne disposons d'aucun moyen objectif de les reconnaître comme telles).

En 2.2.3, nous avons vu que le problème de l'inaccessibilité est tout aussi présent dans la conception sémantique que dans l'approche syntaxique. Pour savoir empiriquement qu'une loi est une loi, il semble qu'il nous faille observer toutes les instances passées et futures de cette loi. De la même manière, pour savoir (de manière rationnelle) qu'un modèle est applicable à un phénomène, il nous faudrait un aussi grand accès à l'inobservé (à toutes les instances du phénomène). À ce niveau, le progrès de l'approche sémantique est à toute fin pratique nul.

En ce qui concerne les problèmes d'asymétrie et de pertinence, la conception sémantique présente un certain succès. D'abord, la structure essentiellement temporelle des modèles (comme ensemble d'états se succédant d'une certaine manière) prévient l'apparition de problèmes reliés à l'asymétrie. Or, comme nous l'avons vu en 1.8.1, il n'est pas clair, du point de vue de l'empirisme, que l'asymétrie était un réel problème.

Le problème de pertinence connaît lui aussi un peu de progrès, quoique mitigé. Reprenons l'exemple présenté en 1.5.2 :

John prend régulièrement les pilules contraceptives de sa femme, ce qui explique qu'il ne soit jamais tombé enceint.

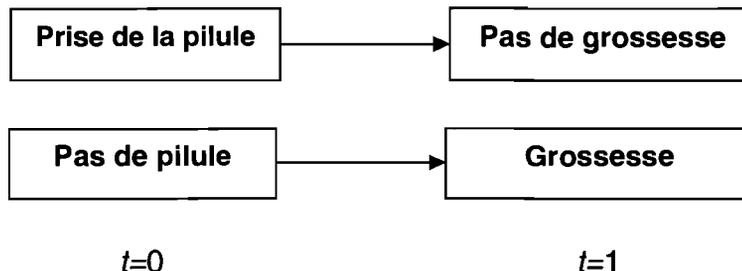
Dans une conception sémantique, les explications ne s'articulent pas d'une manière aussi simple que dans le modèle D-N. Une telle explication serait fondée sur un modèle dont les seuls paramètres seraient la prise régulière de pilules contraceptives et la présence d'une grossesse<sup>153</sup>. Alors, l'arbre de succession des états serait le

---

153 De toute évidence, un tel modèle serait ridiculement simpliste, mais l'exemple d'explication l'est

suisant :

**Figure 2: Modèle pour l'exemple de la grossesse**



De toute évidence, la classe des états possibles du modèle n'est pas identique à la classe des états empiriquement possible (la grossesse étant, pour John, impossible). Par conséquent, le modèle est inapplicable à John et à l'ensemble de la population masculine, et l'explication ne peut être acceptée. Bien sûr, cette réponse devient vacillante lorsqu'on constate l'inaccessibilité, mentionnée il y a un moment, des informations qui nous permettraient de reconnaître rationnellement l'applicabilité d'un modèle. Par ailleurs, les contre-exemples comme celui du baromètre (voir 1.5.1) ne sauraient être ainsi solutionnés. Comme dans le modèle D-N, si la chute du baromètre était toujours suivie d'une tempête, alors une tempête pourrait être expliquée par un modèle ne tenant compte que de la lecture du baromètre. Rappelons (voir 1.8.1), toutefois, qu'il n'est pas clair, du point de vue d'un empirisme fort, que cette conséquence soit problématique.

### 2.3.2 Les lois de correspondance (*bridge laws*)

L'idée que la science traite principalement de modèles et non directement des phénomènes n'est pas si novatrice que ne le prétendent les défenseurs de l'approche sémantique<sup>154</sup>. Chez Carnap, par exemple, l'explication proprement dite était

---

tout autant...

<sup>154</sup> Van Fraassen parle d'un « radical break » avec la conception syntaxique (Van Fraassen 1980, *The Scientific Image*, p. 67).

précédée d'une transformation de l'*explicandum* en *explicatum* – une sorte d'abstraction ou de mise en concepts. Pour Carnap, c'est de l'*explicatum* dont traite l'explication, et par conséquent l'explication pourrait être mauvaise même si elle respecte les exigences du modèle D-N. Salmon rapporte ainsi un critère de Carnap :

« If the *explicatum* does not match the *explicandum* to a sufficient degree, it cannot fulfill the function of the concept it is designed to replace. A perfect match cannot, however, be demanded, for the *explicandum* is unclear and the *explicatum* should be far more pellucid. »<sup>155</sup>

De même, Nagel identifie trois composants d'une théorie qui ne sont pas sans rappeler les composantes suggérées par l'approche sémantique :

« (1) an abstract calculus that is the logical skeleton of the explanatory system, and that "implicitly defines" the basic notions of the system; (2) a set of rules that in effect assign an empirical content to the abstract calculus by relating it to the concrete materials of observation and experiment; and (3) an interpretation or model for the abstract calculus, which supplies some flesh for the skeletal structure in terms of more or less familiar conceptual or visualizable materials. »<sup>156</sup>

De toute évidence, ces questions étaient loin d'échapper aux empiristes (et positivistes) logiques. Dans le modèle D-N, ces considérations sont représentées par des lois de correspondance ou principes de liaison (*bridge laws*) permettant de relier les théories entre elles ou, dans le cas qui nous intéresse, relier une théorie aux observations. À l'origine, les lois de correspondance étaient conçues comme des définitions des termes théoriques en termes observables, mais cette conception fut rapidement abandonnée<sup>157</sup>, d'abord parce que la distinction entre observable et inobservable est difficile à faire, puis parce qu'il semble qu'il y ait d'autres formes de lois de correspondance. Selon Nagel, elles ne sauraient avoir de formalisation

---

155 Salmon 1989, *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 5.

156 Nagel 1961, *The Structure of Science*, p. 90.

157 À ce sujet, voir Carnap 1936, *Testability and Meaning*. Carnap y montre, entre autres choses, que les termes théoriques sont sous-déterminés dans le langage observationnel.

générale<sup>158</sup>.

Comme nous l'avons vu en 2.2.5, la méthodologie expérimentale remplit le rôle qui était traditionnellement réservé aux lois de correspondance. Les défenseurs de l'approche sémantique ont critiqué<sup>159</sup> le fait que dans le modèle D-N, les lois de correspondance sont données par la théorie elle-même, et qu'une théorie réglant elle-même son application risque d'être auto-validée. Dans une approche sémantique, prétendent-ils, ce serait des connaissances extérieures à la théorie qui régissent les termes de son application. Or, nous avons vu en 2.2.5, avec l'exemple du coefficient de frottement, que le processus n'est pas moins circulaire dans une approche sémantique : les connaissances « extérieures » permettant de paramétrer le phénomène sont construites à partir de la théorie. Van Fraassen mentionne encore plus clairement que la théorie règle son applicabilité<sup>160</sup>. Sur cette question, donc, les deux approches ne diffèrent guère.

Selon Nagel, la situation est inévitable, et il ne saurait y avoir de règle d'application qui ne soit pas reliée à la théorie : « Indeed, there is no way of ascertaining what is the "nature" of molecules except by examining the postulates of the molecular theory. »<sup>161</sup> Comme nous l'avons vu en 2.2.5, il n'est pas clair que cela soit réellement problématique. Mais à supposer que ce le soit, le problème n'est pas moins présent dans un cadre sémantique. Si les éléments de la méthodologie expérimentale assurant la correspondance d'une théorie ont été établis à partir de cette même théorie, qu'ils en fasse partie ou non ne fait pas de différence.

Les lois de correspondance sont clairement problématiques. Mais si elles le sont, c'est principalement parce que pour assurer la validité déductive de l'explication,

---

158 *Ibid.*, p. 94.

159 Voir, notamment, Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, p. 35-36.

160 Une théorie « defines the kind of system to which it applies. » (van Fraassen 1972, *A Formal Approach to the Philosophy of Science*, p. 311)

161 Nagel 1961, *The Structure of Science*, p. 92.

elles doivent être elles aussi universelles<sup>162</sup>, ce qui nous ramène à un problème déjà beaucoup discuté<sup>163</sup>. Le problème de circularité, s'il s'agit d'un authentique problème, est tout aussi présent dans une approche sémantique.

### 2.3.3 Accusations contre le « Received View »

L'approche sémantique est le plus souvent défendue en attaquant l'approche syntaxique. Nous en avons déjà étudié (et accepté) en 2.1.1 la critique contre une conception strictement inférentielle de l'explication. Le modèle D-N est aussi critiqué pour ne pas tenir compte de l'idéalisation constamment utilisée dans la pratique scientifique, mais comme nous l'avons vu en 2.2.6, l'approche sémantique parvient mal à accorder une objectivité à ces pratiques : la connaissance contrefactuelle (à supposer qu'il y ait une telle chose) offerte par des modèles idéalisés ne saurait être rendue factuelle et applicable que lorsque l'idéalisation disparaît (voir 2.2.6).

Deux autres accusations lancées de manière récurrente contre le « received view » méritent d'être étudiées<sup>164</sup>. La première est que l'approche syntaxique ne permet pas de rendre compte des interactions entre les théories<sup>165</sup>. En fait, nous avons vu avec l'exemple de la paraffine (voir 1.2.3) que l'interaction entre les théories joue un rôle important pour Hempel. Les lois sont le plus généralement fondées sur d'autres lois, ou font appel à d'autres lois pour être appliquées dans une explication. Une critique un peu mieux soutenue serait plutôt que lorsque représentées dans une telle structure déductive, les interactions entre les théories sont beaucoup trop complexes pour être appréhendées. Or, Ereschefsky doute que la conception sémantique y change quelque chose : « such complexity does not depend on one's

---

162 Cartwright note que Hempel lui-même, vers la fin de sa carrière, aurait douté que les lois de correspondance puissent atteindre un tel niveau de nécessité (Cartwright 1986, *How the Laws of Physics Lie*, p. 132).

163 Voir section 1.2. Voir aussi Cartwright 1986, *How the Laws of Physics Lie*.

164 Cf. Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, et Ereschefsky 1991, *The Semantic Approach to Evolutionary Theory*.

165 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, p. 52.

formal approach to theories, but on the complexity of the empirical phenomena being studied. »<sup>166</sup> Il ajoute : « semantic accounts of interdisciplinary explanations are equally complex. »<sup>167</sup> Chez Thompson, la seule justification d'une supériorité de l'approche sémantique à ce sujet est qu'elle ne se représente pas les théories comme des entités linguistiques<sup>168</sup>. Pour que l'accusation tienne, il revient aux défenseurs d'une conception sémantique de prouver que leur démarche y arrive mieux<sup>169</sup>.

Une autre accusation concerne l'apparente inapplicabilité du modèle D-N à certaines disciplines où l'existence (ou même la possibilité) de lois semble incertaine<sup>170</sup>. Parmi ces disciplines, on retrouve généralement les sciences historiques, la biologie et les sciences humaines. Non seulement ces disciplines ne semblent concerner que des phénomènes spatio-temporellement localisés<sup>171</sup> (voir *particuliers*), mais il est généralement supposé que l'universalité nécessaire au modèle D-N ne saurait être retrouvée à l'intérieur de celles-ci. Si l'on adhère au modèle D-N, une discipline sans loi ne peut fournir aucune explication, ainsi son statut semble menacé, ou à tout le moins recalé par rapport à d'autres disciplines auxquelles le modèle semble mieux s'appliquer. Cette discrimination, dont les conséquences politiques, sociales et économiques peuvent être significatives (ne serait-ce que sur le financement de la recherche), est souvent associée à une vision rétrograde et conservatrice de la science où la physique joue un rôle démesuré<sup>172</sup>, ou mieux encore, à une vision phallogocentrique de la science<sup>173</sup>. L'approche sémantique, qui ne cautionne pas de

---

166 Ereschefsky 1991, *The Semantic Approach to Evolutionary Theory*, p. 60.

167 *Idem.*, p. 76.

168 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*, p. 73 et p. 76.

169 Il serait fort intéressant d'entreprendre une étude comparative des différentes caractérisations syntaxiques de la biologie évolutive (Ruse 1973 et 1981, Rosenberg 1985, Van der Steen 1972) et de celle, sémantique, offerte par Thompson.

170 Une fois de plus, Thompson (Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories*) offre de bons exemples de cette critique.

171 Voir 1.1.2.

172 Thompson 1989, *The Structure of Biological Theories* et Lloyd 2008, *Science, Politics and Evolution*.

173 Voir notamment Irigaray 1985, *This Sex Which is Not One*.

telle discrimination, devient alors l'alternative progressiste. Chez Lloyd<sup>174</sup>, par exemple, l'adoption de l'approche sémantique est en parfaite continuité avec sa critique d'une conception de l'objectivité (ce qu'elle nomme la tyrannie ontologique) dont l'agenda politique est précisément le maintien d'une telle discrimination.

Il ne fait aucun doute que de telles fins sont poursuivies, consciemment ou non, par plusieurs scientifiques et philosophes des sciences. Lloyd<sup>175</sup> l'illustre (et déconstruit leurs arguments) de manière admirable. Certes, la conception syntaxique semble offrir de meilleurs outils pour une telle discrimination que l'approche sémantique, plus floue dans ses critères. Mais il importe de ne pas confondre la fin avec les moyens : l'approche syntaxique n'*implique* pas en elle-même ces fins politiques. En fait, comme nous l'avons entrevu un peu plus tôt avec l'histoire (voir 1.1.2), Hempel lui-même s'attendait à ce que toutes les sciences – y compris les sciences humaines – arrivent à formuler des lois et à structurer leurs explications de manière déductive (voir 1.1.2). D'ailleurs, il n'est pas si évident qu'elles ne puissent y arriver : Hempel a tenté non sans un certain succès de formuler des explications historiques de manière déductive-nomologique<sup>176</sup>; l'idée que la biologie, par exemple, n'ait pas de loi ne fait pas l'unanimité<sup>177</sup>; et certains auteurs ont tenté d'offrir des formalisations syntaxiques de certaines sciences humaines<sup>178</sup>. Notre objectif ici n'est pas de défendre ces positions, ni même de prouver (ce serait hors de notre portée) que l'application de l'approche syntaxique à chacune de ces disciplines est possible, mais plutôt de rappeler que même en supposant l'échec de toutes ces

---

174 Voir Lloyd 2008, *Science, Politics and Evolution*.

175 Voir Lloyd 1995, *Objectivity and the Double Standard for Feminist Epistemologies* et Lloyd 1996, *Science and Anti-Science: Objectivity and Its Real Enemies*, dans Lloyd 2008, *Science, Politics and Evolution*.

176 Voir Hempel 1942, *The Function of General Laws in History*.

177 À ce sujet, voir Brandon 1997, *Does Biology Have Laws? The Experimental Evidence*. Ereschefsky 1991 est aussi de cet avis. Comme mentionné à la note 169, certains auteurs offrent même des axiomatisations de la biologie évolutive.

178 Voir notamment la tentative de Rosenberg pour l'économie (Rosenberg 1975, *The Nomological Character of Microeconomics*).

tentatives, l'on ne saurait en conclure l'impossibilité de cette application<sup>179</sup>.

Supposons, tout de même, que nous ne soyons pas en mesure d'appliquer l'approche syntaxique à ces disciplines. L'approche sémantique s'en sort-elle véritablement mieux en l'absence de loi? Nous avons vu que chez Suppe il y a bel et bien des lois de succession et de coexistence qui règlent les états possibles et leur organisation, et même à supposer que d'autres approches sémantiques n'en ait pas besoin, elles auront tout de même besoin de quelque chose (même si ce n'est pas formulé linguistiquement) qui détermine des états comme étant possibles et d'autres comme ne l'étant pas. Or, il n'est pas clair qu'une telle chose soit possible dans des disciplines dites sans lois. Par contre, l'argument devient convaincant lorsqu'on considère que ces lois (ou leur substitut fonctionnel) n'ont pas à gouverner les phénomènes, mais seulement le modèle, de sorte que si l'on accepte l'argument de Cartwright selon lequel l'universalité stipulée par le modèle D-N n'est pas rencontrée dans les sciences (voire même dans le monde), la conception sémantique saurait reconnaître des lois là où la conception syntaxique le refuse. Devrait-on alors abandonner l'approche syntaxique sous prétexte qu'elle ne s'applique pas à toutes les disciplines jugées scientifiques?

La question nous ramène à la tension entre les aspects descriptif et normatif de la philosophie des sciences. D'un côté, l'on attend qu'elle nous indique comment la science devrait être pratiquée, et de l'autre, l'on attend que ce qu'elle recommande ne soit pas trop étranger à l'activité scientifique effectivement pratiquée, et ce pour deux raisons principales: d'abord parce que si la science telle que caractérisée par la philosophie des sciences est une toute autre activité que celle pratiquée, cette dernière demeure en besoin d'une caractérisation philosophique, puis parce que l'énorme succès de l'entreprise scientifique amène à croire qu'il s'y trouve une vertu que la philosophie des sciences devrait discerner. À leur manière, les deux approches que

---

179 Notons qu'il n'est pas hors de question que des facteurs intrinsèques aux disciplines permettent de déduire l'impossibilité de cette application. C'est notamment ce qu'essaie de faire Beatty (Beatty 1993, *The Evolutionary Contingency Thesis*), non sans un certain succès.

nous avons étudiées tentent de discerner et de caractériser cette vertu.

Considérant notre besoin de trouver un critère, l'on pourrait reprocher à l'approche syntaxique que le critère qu'elle fournit est assez peu utile s'il ne s'applique qu'à un nombre très restreint de disciplines. Mais cette apparente inadéquation ne peut, à elle seule, justifier son rejet. Elle peut toutefois nous pousser à chercher ailleurs le fondement philosophique de cette "vertu" que la science nous semble posséder. L'approche sémantique est une telle tentative, mais sa seule adéquation avec un grand nombre de disciplines, si elle n'est pas en mesure de fournir un critère satisfaisant, ne justifie pas son adoption comme remplaçante de l'approche syntaxique. Et comme nous l'avons vu au cours de ce chapitre, il est loin d'être clair qu'elle puisse fournir un tel critère.

## **2.4 Conclusion**

L'approche sémantique apporte beaucoup de réflexions intéressantes, et offre certains progrès quant à la formalisation des théories. Dans un premier temps, elle permet de rendre compte de théories ne pouvant être aisément exprimées linguistiquement ou disposant de différentes expressions linguistiques. Par ailleurs, bien qu'elle n'arrive pas à justifier rationnellement ces pratiques (voir 2.2.6), l'approche sémantique offre une représentation plus satisfaisante de l'abstraction et de l'idéalisation couramment utilisées en science<sup>180</sup>.

Cela étant dit, l'approche sémantique est loin d'être aussi révolutionnaire qu'elle le prétend. Presque tous les problèmes d'importance rencontrés par le modèle D-N sont tout aussi présents dans l'approche sémantique. Et pour ce même lot de problèmes, le modèle D-N offrait d'immenses promesses. Mais avant de se lancer dans une synthèse comparative, il convient de mentionner certains autres aspects de

---

180 Voir Suppe 1989, *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, partie II, section 3, ainsi que partie III, sections 7 et 8.

la discussions entre les deux approches.

### 2.4.1 L'instrumentaliste et l'explication

Résumé brièvement, l'instrumentalisme soutient que la science n'est qu'un outil : il n'y a pas de connaissance à proprement parler, mais des outils plus ou moins efficaces pour agir et faire des prédictions (en fonction des besoins du chercheur). Dans une approche instrumentaliste forte, beaucoup des problèmes qui ont été étudiés au cours des deux derniers chapitres disparaissent. Dans une approche sémantique, il n'y a pas à trouver de critère objectif pour l'applicabilité d'un modèle : nous jugeons de la satisfaction que nous procure le modèle selon le contexte, les conventions et nos intérêts. De la même manière, une distinction entre lois et généralisations accidentelles devient alors inutile : comme les lois, les généralisations accidentelles peuvent servir pour faire des prédictions (à tout le moins des projections) – il n'y a qu'une différence de degrés quant au succès de ces prédictions (établi, le plus souvent, de manière inductive). Le problème des clauses *ceteris-paribus* disparaît alors lui-aussi, puisqu'on accepte bien que les outils ne soient pas toujours efficaces. L'induction peut d'ailleurs faire partie de ces outils – un outil n'a pas à être rationnellement justifié. Mais l'instrumentalisme, en abandonnant toute ambition de connaissance vraie, est en quelque sorte la réponse facile au défi sceptique, et avec certains de ses problèmes, la notion de l'explication scientifique disparaît elle aussi.

Rappelons que dans le modèle D-N, le pouvoir explicatif est fondé sur la nécessité nomique de la loi invoquée (selon certains, sur le fait que cette loi exprime quelque chose quant à la structure du monde). Si toute généralisation peut potentiellement servir à expliquer, alors l'explication n'est plus fondée sur cette nomicité et, de fait, n'est plus rationnellement fondée.

Ce genre d'instrumentalisme fort est l'un des dangers de la conception

sémantique<sup>181</sup>: à moins que l'applicabilité d'un modèle ne soit objectivement établie (comme c'est le cas chez Suppe, mais dans ce cas, la notion est épistémiquement tout aussi inaccessible que celle de nomicité), l'explication perd son fondement rationnel. Et si la science n'est pas une activité rationnellement justifiée, il n'y a qu'une différence de degré, dont l'objectivité n'est même pas assurée, entre l'astrologie et l'astrophysique.

---

181 Notons toutefois que l'approche sémantique *n'implique pas* un instrumentalisme. Suppe (1989) est par exemple assez loin de l'instrumentalisme, et défend même un quasi-réalisme. Quant à van Fraassen (1980), bien qu'il se défende d'être instrumentaliste, sa position (*constructive empiricism*) s'en rapproche beaucoup.

# Conclusion

## 3.1 Synthèse

Dès l'introduction (voir notamment 0.2), nous avons vu que l'importance de la notion d'explication provient principalement de la nécessité, présente même dans la vie de tous les jours, de distinguer une bonne explication d'une mauvaise explication, ou une explication scientifique d'une explication non- ou pseudo-scientifique. Si ce jugement doit être rationnel (et pour des raisons exposées en 0.2, nous souhaiterions qu'il le soit), le critère doit permettre de trancher de manière objective ou rationnellement justifiée.

Au premier chapitre, nous avons vu que les problèmes rencontrés par une approche syntaxique sont de deux ordres : les problèmes d'inaccessibilité (voir 1.8.2) et de pertinence (voir 1.8.1). D'un côté, il semble que le modèle déductif-nomologique (D-N) exige trop des explications, et que bien peu d'entre elles peuvent répondre à ces critères, d'abord parce que s'il y a des lois, nous ne sommes pas en mesure de les reconnaître comme telles (voir 1.2), puis parce qu'il semble que la majorité des lois ne soient pas universelles, ou soient « universelles sous certaines conditions », et que nous ne soyons pas en mesure de définir ces conditions (voir 1.3). C'est le problème de l'inaccessibilité : à supposer qu'il y ait d'authentiques lois, elles ne nous sont pas épistémiquement accessibles, et par conséquent, malgré un critère parfaitement clair de ce qu'est une bonne explication, nous ne sommes pas en mesure d'en faire le jugement.

De l'autre côté, il semble que le modèle D-N exige trop peu des explications, et accepte des explications qui, du point de vue de l'intuition, semblent pour le moins problématiques (voir 1.5). Or, comme nous l'avons vu en 1.8.1, il n'est pas clair qu'il s'agisse là de réels problèmes. En effet, il ne suffit pas qu'une explication soit

intuitivement bonne ou mauvaise pour que ce jugement soit rationnellement justifié. Critiquer le modèle D-N comme étant contre-intuitif reviendrait à accorder une crédibilité injustifiée à l'intuition. Or, cet aspect contre-intuitif, s'il ne discrédite pas immédiatement le modèle, peut néanmoins sembler suggérer que ce dernier laisse de côté une dimension de la question. Pour certains auteurs<sup>182</sup>, cette dimension était évidemment la causalité : les problèmes d'asymétrie et de pertinence rencontrés par le modèle D-N étaient alors vus comme la conséquence d'un manque d'attention envers elle. Or, nous avons vu que du point de l'empirisme classique, la causalité ne pouvant être observée (0.2.2), une attribution causale ne saurait être rationnellement justifiée, à moins que la causalité ne soit réduite à une notion de conjonction régulière. Dans un cas comme dans l'autre, la causalité *telle que conçue intuitivement* (comme une relation physique nécessaire d'une cause à un effet) est exclue de l'explication scientifique, ainsi il est tout à fait cohérent que le modèle D-N, pour préserver l'objectivité de l'explication, ne soit pas toujours en accord avec l'intuition (voir 1.8.1). Accuser le modèle D-N de ne pas suffisamment se pencher sur la causalité serait l'accuser de ne pas remplir une tâche pour laquelle il n'a pas été conçu et, en fait, une tâche qu'il a été conçu pour éviter (voir 1.1.1).

Le véritable problème demeure donc celui de l'inaccessibilité, et ce problème, déjà soulevé par Hume, s'étend bien au-delà des lois. Comme nous l'avons vu en 1.1.2, l'explication, dans le cadre du modèle D-N, consiste à montrer *qu'il fallait s'attendre à ce que le phénomène se produise*. Or, comment pouvons-nous nous attendre de manière rationnellement justifiée à ce qu'un phénomène se produise si nous ne l'avons pas observé? Il s'agit là du problème fondamental de l'épistémologie : obtenir des connaissances justifiées sur ce que nous n'avons pas (ou pas encore) observé à partir de ce que nous avons observé. Une telle inférence (de l'observé vers l'inobservé), nous dit Hume, ne saurait être justifiée (voir 0.2.2). Toute tentative de la justifier revient, ultimement, à s'appuyer sur quelque chose qui ne soit pas

---

182 Notamment Salmon : voir Salmon 1984, *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 116.

rationnellement justifiée. L'induction ne peut être justifié qu'en présupposant (et ce sans justification) l'uniformité de la nature. On se tourne alors vers la nécessité (qu'elle soit dite physique, nomologique, ou autre), puisque cette dernière permet un raisonnement déductif et donc rationnellement justifié, mais une fois de plus, comme nous l'avons vu avec Hume (voir 0.2.2), la nécessité ne pouvant être observée empiriquement, elle nous est hors d'accès<sup>183</sup>.

Comme nous l'avons vu en 2.3.1, l'approche sémantique n'évite en rien le problème de l'inaccessibilité : elle le déplace simplement vers l'applicabilité du modèle. Que ce soit dans la conception de van Fraassen ou dans celle de Suppe, nous avons besoin de beaucoup plus de connaissances que ce dont nous disposons pour affirmer qu'un modèle est isomorphe aux phénomènes. Le modèle devrait en effet être comparé à toutes les instances, observées ou non, du phénomène. Certes, l'approche sémantique, puisqu'elle n'exige pas l'universalité ou même la généralité, accepte davantage d'explications potentielles que le modèle D-N : elle accepte notamment les idéalizations et abstractions. Or, comme nous l'avons vu en 2.2.6, elle ne les accepte qu'au prix de rendre les connaissances contrefactuelles, et donc à toute fin pratique inapplicables.

Les autres problèmes, moins majeurs, ne présentent pas de progrès beaucoup plus considérables. La temporalité intrinsèque à l'approche sémantique (voir 2.3.1) règle les problèmes d'asymétrie (à supposer qu'il s'agissait là de réels problèmes), tout comme pouvant le faire le modèle D-N en exigeant que les phénomènes contenus dans l'explanans soient antérieurs à l'explanandum (voir 1.5.1). Le problème de la pertinence est partiellement réglé : il persiste pour les exemples tels que le baromètre (voir 1.5.2), mais disparaît avec des exemples<sup>184</sup> tels que la pilule contraceptive (voir 2.3.1). Par contre, tel qu'observé en 2.3.1, ce progrès est fondé sur la notion

---

183 L'on pourrait bien argumenter que la nécessité logique, elle, nous est accessible. Mais comme Hume (voir 0.2.2) et Hempel (voir 1.1.2 et l'exigence de contenu empirique) l'on tous deux souligné, la logique ne peut pas d'elle-même apporter de nouvelle connaissance sur le monde.

184 La plupart des exemples de *screening-off* devraient disparaître dans un cadre sémantique.

d'acceptabilité du modèle – notion épistémiquement inaccessible.

Rappelons que notre objectif était de caractériser les enjeux : ce qu'une théorie de l'explication offre, et ce qu'elle entraîne comme « coûts ». Pour des raisons énoncées en 0.2, nous nous sommes concentrés sur les théories soutenant une ambition d'objectivité de l'explication. Le constat est le suivant :

- L'approche syntaxique offre un critère objectif d'une bonne explication, permet une réfutation aisée des mauvaises explications (parfois même par leur forme même, indépendamment de l'adéquation empirique des énoncés), mais exige pour cela des lois dont la nomicité nous est inaccessible (que ce soit parce que nous ne pouvons en établir l'universalité, en expliciter les conditions d'universalité, ou parce que nous ne pouvons les distinguer de généralisations accidentelles);
- L'approche sémantique, bien qu'elle n'offre pas directement de critère d'une bonne explication, permet néanmoins de les distinguer à travers la relation d'isomorphisme entre le phénomène et le modèle, mais cette relation nous est inaccessible (puisque nous ne pouvons tout observer), et nos connaissances deviennent contrefactuelles (ce qui remet en question leur statut et, surtout, leur utilité).

À la lumière de la présente étude, il nous semble que l'approche sémantique offre moins, à de plus grands « coûts ». Bien sûr, ne disposant d'aucun outil exact de mesure, le pour et le contre ne sauraient être pesés hors de toute doute, mais l'on ne peut pas nier que les problèmes fondamentaux rencontrés par le modèle D-N n'ont pas disparu avec l'approche syntaxique, et qu'à ces problèmes se sont greffés de nouveaux. Ainsi, il faut accepter que l'approche sémantique, si elle n'est pas une régression par rapport à l'approche syntaxique, ne présente à tout le moins pas un véritable progrès.

## 3.2 Conséquences

Faut-il donc s'en remettre au modèle D-N? Non, ou du moins ce n'est pas la conclusion que nous voudrions amener ici. La présente étude permet de constater que les problèmes rencontrés par le modèle D-N sont des conséquences des ambitions présentées en 0.2. Nous avons vu que les différentes tentatives de résoudre ces problèmes, ou bien les ont simplement déplacés, ou bien ont laissé de côté certaines ambitions qui nous ont guidées jusqu'ici. Le problème posé par Hume n'est pas si aisément résolu.

Si les problèmes rencontrés par l'approche syntaxique sont des conséquences de ses objectifs, alors le choix est ou bien d'accepter ces problèmes, ou bien de changer d'objectifs.

### 3.2.1 Accepter les problèmes

Accepter les problèmes rencontrés par l'approche syntaxique, c'est principalement accepter l'inaccessibilité des lois. Le modèle D-N devient alors une sorte d'idéal, un modèle de ce que devrait être une explication si nous disposions de plus de connaissances. Or, si nous acceptons les problèmes rencontrés par l'approche syntaxique, c'est pour en préserver les ambitions, dont la plus importante est sans doute un critère de ce qu'est une bonne explication. Si les connaissances nous permettant d'appliquer ce critère nous sont inaccessibles, son utilité devient pour le moins fragile.

Une voie demeure cependant ouverte : si les informations nous permettant de connaître une loi comme telle nous sont inaccessibles, il est toutefois des connaissances en notre possession nous permettant de réfuter la prétendue nomicité de certaines généralisations. À défaut de pouvoir identifier avec certitude les bonnes explications, le modèle D-N peut, peut-être, tenir le pari de certitude avec certaines des mauvaises explications. Comme il en a été brièvement fait mention en 1.8.2, une

approche falsificationniste est précisément une acceptation du problème de l'inaccessibilité. Une critique du falsificationnisme n'est pas dans l'objectif de la présente étude, mais dans le but, une fois de plus, d'en cerner les enjeux, nous nous attarderons tout de même à un point important.

Dans un article fort intéressant sur la découverte de la structure de l'ADN par Watson et Crick<sup>185</sup>, Schindler nous présente le contexte de découverte d'une manière qui choquerait sans doute Popper :

« Crick and Watson stuck to one structural hypothesis throughout. They simply ignored the evidence, which others took as a straightforward refutation of the helical hypothesis. »<sup>186</sup>

Les photographies par rayons X étaient en désaccord avec le modèle hélicoïdal de Watson et Crick : elles montraient certaines caractéristiques (notamment le fameux « 5.1 Å spot ») qui, selon les prédictions du modèle, n'auraient pas dû être présentes. Par conséquent, leur hypothèse (*H*) aurait dû être réfutée à la manière traditionnelle de Hempel :

Si *H*, alors les photographies devraient être *A*

Les photographies sont *A'*

---

*H* est faux

Même si l'argument est tout à fait valide, Watson et Crick ne l'ont pas accepté, et avec raison : la première prémisse, bien qu'elle paraissait vraie, était en fait fausse. Ce genre de situation n'est pas rare : nos connaissances étant limitées, tout l'appareil théorique et expérimental utilisé pour réfuter l'hypothèse reste lui aussi à confirmer. Reprenant Duhem, Hacking l'exprime de manière éloquente :

« if an astronomer predicts that a heavenly body is to be found in a certain location, but it turns up somewhere else, he need not revise his astronomy. He could perhaps revise the theory of the telescope (or

---

185 Schindler 2008, *Model, Theory, and Evidence in the Discovery of the DNA Structure*.

186 *Ibid.*, p. 627. Voir aussi les citations de Crick et de ses collègues (p. 633 et 640) : ils vont jusqu'à encourager les scientifiques à laisser de côté des données expérimentales.

produce a suitable account of how phenomena differ from reality (Kepler), or invent a theory of astronomical aberration (G.G. Stokes), or suggest that the Doppler effect works differently in outer space). Hence recalcitrant observation does not necessarily refute a theory. »<sup>187</sup>

En d'autres mots, même s'il n'est utilisé que pour la réfutation, le critère offert par l'approche syntaxique n'est certain que dans la mesure où les théories auxiliaires sont confirmées. Ainsi, un falsificationnisme ne permet pas de respecter les ambitions de base du modèle D-N. Si ces objectifs ne peuvent être atteints, peut-être serait-il alors plus fructueux de se tourner vers d'autres objectifs.

### 3.2.2 Changer d'objectifs

Prenant au sérieux la critique de Hume, le modèle D-N a tenté d'offrir une théorie de l'explication n'étant pas fondée sur la causalité. Devant les problèmes qu'il a rencontrés, certains auteurs se sont tournés vers la causalité et ont tenté de la réhabiliter. Il ne fait aucun doute que Salmon<sup>188</sup>, avec l'idée de transmissions d'une marque, et Dowe<sup>189</sup>, avec la notion de quantités conservées, ont apporté une analyse fort pertinente et très intéressante de la causalité. Mais si une telle approche doit supplanter les théories étudiées ici, il serait souhaitable qu'elle permette de résoudre, ne serait-ce que partiellement, certains de leurs problèmes. Or, à supposer que nous soyons en mesure d'identifier *a posteriori* un processus comme étant causal (et chez Salmon, par exemple, il n'est pas clair que nous puissions identifier des processus causaux inertes sans appel à des contrefactuelles dont, comme nous l'avons vu en 1.2.2, nous ne pouvons connaître les conditions de vérité<sup>190</sup>), rien ne nous assure que les instances futures du processus seront elles aussi causales. Le problème s'étend tout

---

187 Hacking 1983, *Representing and Intervening*, p. 115.

188 Voir Salmon 1998, *Causality and Explanation*.

189 Voir Dowe 2000, *Physical Causation*.

190 À ce sujet, voir Psillos 2002, *Causation & Explanation*, section 1 – 4. L'approche par mécanismes de Machamer, Darden et Craver (Machamer et al. 2000, *Thinking About Mechanisms*) est elle aussi parfois représentée d'une manière contrefactuelle (voir Woodward 2002, *What Is a Mechanism? A Counterfactual Account*).

autant aux analyses manipulationnistes de la causalité<sup>191</sup>. Ultimement, tout discours sur la causalité doit adhérer au présupposé d'uniformité de la nature de Hume (voir 0.2.2).

S'il faut changer d'objectifs, c'est donc plus profondément que le changement doit être fait. Il faudrait, comme Hume, accepter la critique et poursuivre son travail – accepter que faire de la science, c'est fondamentalement de supposer une certaine forme d'uniformité de la nature (que ce soit en réhabilitant l'induction ou l'inférence à la meilleure explication). Que la science n'est tout au mieux certaine que de ce qu'elle réfute, et qu'elle n'admet de théories que d'une manière raisonnable, et non d'une manière rationnellement justifiée au sens traditionnel.

Or, si notre problème était d'obtenir un moyen de distinguer les bonnes explications des mauvaises (ou les explications scientifiques des explications pseudo-scientifiques), un travail de taille, dont la possibilité est incertaine, reste à faire : trouver un critère, ou à tout le moins un guide, de ce qu'il est *raisonnable* d'admettre.

---

191 Voir notamment Woodward 2003, *Making Things Happen*.

## Bibliographie

ARMSTRONG, David M. (1983), *What is a law of Nature?*, Cambridge University Press.

AYER, Alfred J (1956), « What is a law of Nature? », *Revue Internationale de Philosophie*, vol. 36, p. 144-165.

BEATTY, John (1993), « The Evolutionary Contingency Thesis », *The Second Pittsburg-Konstanz Colloquium in the Philosophy of Science*, p. 45-81.

BIRD, Alexander (2002), « Laws and Criteria », *Canadian Journal of Philosophy*, vol. 32-4, p. 511-542.

BRANDON, Robert (1997), « Does Biology Have Laws? The Experimental Evidence », *Philosophy of Science (Proceedings)*, vol. 64, p. S444-S457.

CARNAP, Rudolf (1936), « Testability and Meaning », *Philosophy of Science*, vol. 3-4, p. 419-471.

CARNAP, Rudolf (1974), *An Introduction to the Philosophy of Science*, Mineola , Dover Publications, 1995.

CARTWRIGHT, Nancy (2002), « In Favor of Laws That Are Not Ceteris Paribus After All », *Erkenntnis*, vol. 57, p. 425-439.

CARTWRIGHT, Nancy (1999), *The Dappled World : A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

CARTWRIGHT, Nancy (1986), *How the Laws of Physics Lie*, New York, Oxford University Press.

CRAVER, Carl F. (2002), *Structures of Scientific Theories*, Blackwell Publishing.

DA COSTA, Newton et Steven French (2000), « Models, Theories, and Structures: Thirty Years on », *Philosophy of Science (proceedings)*, vol. 67, p. S116-S127.

DOWE, Phil (2000), *Physical Causation*, Cambridge, Cambridge University Press.

EARMAN, John, John Roberts et Sheldon Smith (2002), « Ceteris Paribus Lost », *Erkenntnis*, p. 281-301.

ERESCHEFSKY, Marc (1991), « The Semantic Approach to Evolutionary Theory », *Biology and Philosophy*, vol. 6, p. 59-80.

FRIEDMAN, Michael (1974), « Explanation and Scientific Understanding », *The*

*Journal of Philosophy*, vol. 71-1, p. 5-19.

GELLNER, Ernest (1988), *Plough, Sword and Book : The Structure of Human History*, Chicago, University of Chicago Press.

GERMAIN, Pierre-Luc (2008), « Quelles fonctions pour des lois fonctionnelles? », *Ithaque*, vol. 3.

GIERE, Ronald (1985), « Constructive Realism », dans *Images of Science*, Chicago, University of Chicago Press.

GIERE, Ronald (1999), *Science Without Laws*, Chicago, University of Chicago Press.

GIERE, Ronald N. (2004), « How Models Are Used to Represent Reality », *Philosophy of Science*, vol. 71, p. 742-752.

GOODMAN, Nelson (1947), « The Problem of Counterfactual Conditionals », *The Journal of Philosophy*, vol. 44-5, p. 113-128.

GOODMAN, Nelson (1955), *Fact, Fiction & Forecast*, Cambridge, Harvard University Press.

HACKING, Ian (1983), *Representing and Intervening*, Cambridge, Cambridge University Press.

HALLIE, Philip P. (1954), « On So-Called "Counterfactual Conditionals" », *The Journal of Philosophy*, vol. 51-9, p. 273-278.

HEMPEL, Carl G. (1965), *Aspects of Scientific Explanation*, New York, The Free Press.

HEMPEL, Carl G. (1966), *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

HEMPEL, Carl G. (1942), « The Function of General Laws in History », *The Journal of Philosophy*, vol. 39-2, p. 35-48.

HENDRICKS, Vincent F. (2007), *Mainstream and Formal Epistemology*, New York, Cambridge University Press.

HUME, David (1739), *A Treatise of Human Nature*, New York, Dover Publications, 2003.

HUME, David (1740), « An Abstract of A Treatise of Human Nature », dans *Philosophical Works*, Adler's Foreign Books, 1986.

KITCHER, Philip (1989), *Explanatory Unification and the Causal Structure of the World*, Minneapolis, University of Minnesota Press, p. 410-505.

- LANGE, Marc (1992), « Armstrong and Dretske on the Explanatory Power of Regularities », *Analysis*, vol. 52, p. pp. 154-159.
- LANGE, Marc (2005), « Ecological laws: what would they be and why would they matter? », *OIKOS*, vol. 110:2, p. 394-403.
- LANGE, Marc (1993), « Lawlikeness », *Noûs*, vol. 1-21, p. 1-21.
- LANGE, Marc (2005), « Laws and their Stability », *Synthese*, vol. 144, p. 415–432.
- LANGE, Marc (2002), « Who's afraid of Ceteris-Paribus Laws? Or : How I learned to stop worrying and love them », *Erkenntnis*, vol. 57, p. 407-423.
- LEWIS, David (1979), « Counterfactual Dependence and Time's Arrow », *Noûs*, vol. 13-4, p. 455-476.
- MACHAMER, Peter, Lindley Darden et Carl F. Craver (2000), « Thinking About Mechanisms », *Philosophy of Science*, vol. 67-1, p. 1-25.
- MAXWELL, Nicholas (1993), « Induction and Scientific Realism: Einstein Versus Van Fraassen », *British Journal for the Philosophy of Science*, vol 44-2, p. 61-101 et 275-305.
- MIKKELSON, Gregory M. (2003), « Ecological Kinds and Ecological Laws », *Philosophy of Science*, vol. 70, p. 1390–1400.
- MORRISON, Margaret (1999), « Models as autonomous agents », dans *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*, Cambridge University Press.
- MUMFORD, Stephen (2004), *Laws in Nature*, New York, Routledge.
- NAGEL, Ernest (1961), *The Structure of Science - Problems in the Logic of Scientific Explanation*, New York & Burlingame, Harcourt, Brace & World.
- PITT, Joseph C. (ed.) (1988), *Theories of explanation*, Oxford University Press, Oxford.
- PSILLOS, Stathis (2002), *Causation & Explanation*, Montreal & Kingston, McGill-Queen's University Press.
- RAILTON, Peter (1978), « A Deductive-Nomological Model of Probabilistic Explanation », *Philosophy of Science*, vol. 45, p. 206-226.
- ROSENBERG, Alexander (1975), « The Nomological Character of Microeconomics », *Theory and Decision*, vol. 6, p. 1-26.
- SALMON, Wesley C. et al. (1971), *Statistical Explanation and Statistical Relevance*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

- SALMON, Wesley C. (1989), *Four decades of scientific explanation*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.
- SALMON, Wesley C. (1998), *Causality and Explanation*, Oxford, Oxford University Press.
- SCHINDLER, Samuel (2008), « Model, Theory, and Evidence in the Discovery of the DNA Structure », *Philosophy of Science*, vol. 59, p. 619–658.
- SUPPE, Frederick (1972), « What's wrong with the received view on the structure of scientific theories? », *Philosophy of Science*, vol. 39-1, p. 1-19.
- SUPPE, Frederick (1989), *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Chicago, University of Illinois Press.
- SUPPES, Patrick (1957), *Introduction to logic*, Princeton & New York, Van Nostrand.
- THOMPSON, Paul (1989), *The Structure of Biological Theories*, State University of New York Press.
- VAN FRAASSEN, Bas (1972), « A Formal Approach to the Philosophy of Science », dans *Paradigms and Paradoxes*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, p. 303-366.
- VAN FRAASSEN, Bas (1980), *The Scientific Image*, Oxford, Clarendon Press.
- WOODWARD, James (1992), « Realism about Laws », *Erkenntnis*, vol. 36, p. 181-218.
- WOODWARD, James (2002), « What Is a Mechanism? A Counterfactual Account », *Philosophy of Science* (Proceedings), vol. 69, p. S366–S377.
- WOODWARD, James (2003), *Making Things Happen: A Theory of Causal Explanation*, Oxford University Press.