

Laval théologique et philosophique



Sens et science

Jean Ladrière

Volume 52, numéro 2, juin 1996

Actes du colloque international « Sens et Savoir » à l'occasion du cinquantième de la revue (Avec le concours du Fonds Gérard-Dion et du Consulat de France à Québec)

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/400991ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/400991ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Faculté de philosophie, Université Laval

ISSN

0023-9054 (imprimé)

1703-8804 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Ladrière, J. (1996). Sens et science. *Laval théologique et philosophique*, 52(2), 281–299. <https://doi.org/10.7202/400991ar>

SENS ET SCIENCE

Jean LADRIÈRE

L'objectif de notre colloque est d'examiner, sur une base interdisciplinaire, le rapport entre fait et sens, ou plus explicitement entre « le savoir objectif » et « la finalité que l'homme dans sa liberté donne à ce qui est ». Et la tâche assignée à la présente communication est d'aborder cette question dans la perspective de la pensée scientifique. Il importe de préciser d'emblée de quel domaine de la science il sera effectivement question. Il y a une première distinction à faire entre les sciences purement formelles, à savoir les mathématiques et la logique, et les sciences à contenu empirique. Et à l'intérieur de ce deuxième groupe, il y a lieu de distinguer les sciences qui ont recours à la méthode de la modélisation et les sciences qui ont recours à la méthode de l'interprétation. Cette distinction ne correspond pas à la distinction classique entre sciences de la nature et sciences humaines, qui, elle, concerne les domaines objectifs sur lesquels porte l'investigation, alors que la distinction proposée porte sur les méthodes. Comme la méthode de l'interprétation met en jeu des présuppositions fondamentales que s'emploie à clarifier l'herméneutique philosophique, elle relève, fût-ce indirectement, du point de vue précisément de ces présuppositions, de la perspective qui sera celle de la communication de M. Greisch. On se limitera donc ici à ce qui concerne les sciences basées sur la méthode de la modélisation, et on n'évoquera les sciences formelles pures que dans la mesure où cette méthode a recours à la formalisation. On pourrait qualifier les sciences en question d'empirico-formelles, suggérant ainsi à la fois qu'elles ont un rapport constitutif à la réalité empirique et qu'elles prennent appui sur des représentations empruntées aux sciences formelles pures. Les sciences de la nature, et particulièrement la physique, sont évidemment particulièrement représentatives de ce type de scientificité. Mais certains secteurs des sciences humaines en relèvent également. L'économie théorique et tout spécialement l'économie mathématique en sont d'excellents exemples.

La question du rapport entre fait et sens, telle qu'elle se pose à propos des sciences empirico-formelles, peut être envisagée à deux points de vue. D'une part on peut porter l'attention sur le fonctionnement interne de ces sciences et examiner comment elles procèdent pour donner un sens aux données empiriques qu'elles collectent et dont elles cherchent à rendre compte. Et d'autre part, on peut aussi considérer la science elle-même comme un fait historico-culturel et s'interroger sur le sens que

peut avoir ce fait, du point de vue d'une compréhension de l'existence historique et de la destinée qui s'y construit.

La première perspective, qu'on pourrait dire intrinsèque, concerne en somme le mode selon lequel les propositions scientifiques prennent sens, et corrélativement le mode selon lequel les pratiques, expérimentales ou théoriques, reçoivent leur sens, c'est-à-dire, en un mot, la signification spécifique de la science.

Comme les pratiques sont expliquées et décrites par des propositions, on peut ramener les deux questions corrélées concernant respectivement les propositions et les pratiques à la seule question relative aux propositions. C'est ainsi en tout cas que la problématique du sens en science a été traitée dans la grande période du développement de la philosophie des sciences, inspirée par les principes philosophiques du néo-positivisme. Celui-ci s'est appuyé sans doute sur une tradition empiriste de nature purement philosophique mais aussi en partie sur la science elle-même, telle qu'elle a pris conscience d'elle-même dans le cours de son élaboration historique. La science moderne a repris à une tradition qui venait de l'Antiquité l'idée de la modélisation mathématique, mais elle a associé à cette idée une autre composante, tout aussi essentielle, qui précise la portée de la modélisation et que l'on pourrait appeler le postulat d'empiricité : le discours scientifique, quel que soit son degré d'abstraction, se rapporte en définitive aux données fournies par l'expérience empirique et les constructions théoriques qui sont proposées pour expliquer ces données doivent subir le contrôle de la confrontation avec l'expérience, entendue précisément comme réceptivité empirique. En un mot, le critère imposé au discours scientifique est son accord avec le donné empirique.

Le néo-positivisme a fait de ce postulat la maxime fondamentale de son épistémologie et c'est à partir de cette maxime qu'il a développé toute la problématique des critères de sens. On se rappelle la formulation que lui a donnée Carnap : « En tant qu'empiristes, nous demandons que le langage de la science soit restreint d'une certaine façon ; nous demandons que les prédicats descriptifs et dès lors aussi les propositions synthétiques ne soient pas admis, à moins qu'ils aient quelque connexion avec des observations possibles, connexion qui doit être caractérisée de façon convenable¹. »

Dans la ligne de ce précepte général, Carnap a entrepris d'élaborer des critères précis de sens pour les termes et les propositions du langage scientifique, basés sur les notions d'observabilité et d'éprouvabilité. Il semble à première vue assez facile d'expliquer sur la base de ces critères le sens des concepts descriptifs utilisés pour rendre compte d'une expérience, parce que la notion d'observabilité renvoie à des actes simples d'observation, ne mettant en jeu en définitive que les organes de perception et une capacité d'attention suffisamment entraînée. Mais il se fait que la science a recours, quand elle cherche à expliquer les phénomènes observés, à des termes descriptifs (c'est-à-dire non logiques) dont le statut sémantique ne peut être caractérisé aussi simplement : ce sont les termes dits « théoriques ». Or ces termes se

1. Rudolf CARNAP, « Testability and Meaning », I, *Philosophy of Science*, 3 (1936), p. 433.

révèlent à la fois inéliminables, en ce sens qu'on ne peut en donner une définition explicite au moyen de termes observationnels, et indispensables, en ce sens qu'ils jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des appareils théoriques dont on a besoin pour expliquer et pour prédire. Le problème central de la signification du langage scientifique devient ainsi le problème du statut sémantique des termes théoriques.

Carnap lui-même a tenté de résoudre ce problème sur la base du postulat d'empiricité en partant de l'idée qu'un terme théorique est doué de sens dans la mesure où il peut être rattaché, pour des opérations de réduction, à des termes observationnels et que sa signification est fixée précisément par cette procédure. Pour mettre en œuvre cette idée il introduit une distinction tranchée, à l'intérieur du langage scientifique, entre langage empirique et langage théorique, le premier ne comportant que des termes dont la signification peut être fixée par renvoi à des actes d'observation, le second comportant des termes dont la signification ne peut être ainsi déterminée.

Ces deux langages sont mis en relation par l'intermédiaire de « règles de correspondance », propositions ayant la forme d'implications ou d'équivalences et faisant intervenir à la fois des termes empiriques et des termes théoriques. Carnap a appelé ces règles des « phrases de réduction ». Un exemple typique d'une telle phrase est le suivant : « Si x a la propriété P , alors, dire que x a la propriété Q équivaut à dire que x a la propriété R ». Dans cette phrase, x désigne un objet repérable empiriquement, P est prédicat d'observation, de même que R , et Q est un terme théorique. On peut expliquer la proposition en question par la paraphrase suivante : « Si l'objet x est placé dans des conditions expérimentales décrites au moyen du prédicat P , alors le fait qu'il possède la propriété théorique Q est une condition nécessaire et suffisante du fait qu'il possède la propriété R . » Si on admet cette équivalence, on peut donc, en plaçant l'objet dans les conditions décrites par P , déterminer si cet objet a ou non la propriété théorique Q , suivant qu'il se révèle posséder ou non la propriété empirique, donc observable, R . Le passage peut se faire dans les deux sens. Si on a des raisons de poser par hypothèse que x a la propriété Q , on peut en déduire qu'il doit alors avoir la propriété R et l'observation permettra de voir si l'hypothèse est confirmée ou non. En sens inverse, si on est assuré, par observation, qu'il a la propriété R , on peut en déduire qu'il a aussi la propriété Q . Ces phrases de réduction permettent en somme d'*interpréter* les prédicats d'un langage théorique au moyen de prédicats d'un langage observationnel. Un langage théorique sera dit *interprétable* si l'on peut lui adjoindre des règles de correspondance donnant une telle contrepartie empirique à une partie au moins des prédicats qu'il contient.

Or il est apparu que les phrases de réduction, qui expliquent de façon satisfaisante le statut sémantique des termes dispositionnels, échouent à expliquer le statut d'autres types de termes théoriques, par exemple ceux qui sont constitués par une fonction de mesure, c'est-à-dire par une fonction qui fait correspondre des nombres réels à des objets. Un objet peut avoir pour longueur par exemple « racine carrée de 2 ». Or toute mesure empirique de longueur s'exprime par un intervalle contenu entre deux nombres rationnels. Et il y a une infinité de propositions exprimant une mesure empirique de longueur qui sont compatibles avec la mesure théorique « racine carrée

de 2 ». On ne peut donner une condition nécessaire et suffisante de la validité d'une proposition telle que « La longueur de tel segment est racine carrée de 2 ».

Tenant compte de ces difficultés, Hempel a proposé une généralisation de la notion d'interprétation introduite par Carnap. Elle se présente comme suit. Soit une théorie T et l'ensemble de ses termes descriptifs D . Soit par ailleurs un certain vocabulaire V formé de termes qui sont supposés préalablement compris, et au moyen desquels il est possible de décrire des observations susceptibles de fournir une base empirique à la théorie T . On constituera un *système d'interprétation* pour la théorie T en se donnant un ensemble I de propositions compatibles avec T , ne contenant aucun terme descriptif autre que ceux qui figurent dans l'ensemble D des termes descriptifs de T et dans le vocabulaire V , et contenant des termes de D et de V qui y figurent de manière essentielle (c'est-à-dire de telle sorte qu'il soit impossible de trouver des propositions équivalentes ne contenant pas ces termes). Une théorie armée d'un tel système d'interprétation n'est interprétée que partiellement, car un système d'interprétation ne donne pas nécessairement, pour chaque prédicat du vocabulaire de la théorie et pour chaque objet empirique, une condition nécessaire et suffisante de validité de ce prédicat pour cet objet. Et d'autre part, les termes qui sont effectivement interprétés ne le sont pas nécessairement séparément : l'interprétation peut porter sur des expressions complexes contenant plusieurs termes théoriques. En somme, un système d'interprétation au sens de Hempel a un caractère holistique : il établit une connexion entre l'ensemble des termes descriptifs de la théorie considérée, et l'ensemble des termes du vocabulaire préalable.

Cette conception de l'interprétation partielle, qui reste fondamentalement fidèle au principe de base de l'empirisme, se heurte à deux espèces de difficultés : d'une part, elle ne fournit pas un critère précis permettant de distinguer clairement les termes considérés comme « théoriques » et ceux qui sont censés avoir une portée observationnelle, et d'autre part, elle ne fournit pas non plus de critères précis permettant de distinguer le statut des propositions théoriques qui ont à proprement parler une fonction explicative et celui des propositions interprétatives. Hempel est amené en effet à considérer ces propositions non comme des conventions sémantiques mais comme des propositions qui doivent pouvoir être mises à l'épreuve exactement comme les hypothèses explicatives et qui ont donc le même statut épistémique que celles-ci.

Quoi qu'il en soit cependant de ces difficultés, la conception de Hempel a le grand mérite d'introduire dans l'analyse du langage scientifique un point de vue pragmatique, élargissant ainsi de façon décisive le point de vue strictement sémantique qui était celui de Carnap. Les termes du vocabulaire observationnel qui sert de base à l'interprétation ne sont pas caractérisés par des propriétés sémantiques, par exemple la propriété de se référer directement à des objets empiriques ou à des propriétés directement observables, ou bien par la propriété d'être définissables par une procédure ostensive, mais par une propriété pragmatique, à savoir de faire partie d'un vocabulaire supposé préalablement compris. En introduisant dans ce contexte l'idée de compréhension, on introduit *ipso facto* les locuteurs, et la compétence particulière qu'ils doivent avoir pour être en mesure d'utiliser de façon pertinente les termes du

vocabulaire en question, dans les circonstances dans lesquelles ils sont amenés à les utiliser. Mais nous sommes ici dans un contexte de physique et les locuteurs en cause sont en fait des physiciens. Le vocabulaire préalable dont ils sont censés disposer doit leur permettre de décrire les opérations qu'ils effectuent : montage d'un dispositif expérimental, création de conditions expérimentales appropriées, lecture d'instruments de mesure, interprétation des données brutes recueillies quant à la valeur de telle ou telle propriété, etc. Et la compréhension même des termes utilisés dans ces descriptions suppose non seulement une connaissance suffisante des bases de la physique et du domaine particulier dont il s'agit mais aussi un minimum d'initiation à l'aspect pratique des démarches décrites. On peut acquérir déjà une certaine idée de ce qu'est un microscope en apprenant que c'est un appareil qui agrandit l'image que donne un objet. Mais une compréhension approfondie, nécessaire pour celui qui est amené à envisager des contextes opératoires dans lesquels un tel instrument est utilisé, suppose une réelle familiarité avec cet instrument et donc une pratique. L'idée de « disponibilité » renvoie ainsi en définitive aux connaissances et au savoir-faire des personnes qui utilisent le vocabulaire observationnel en cause et donc aux membres d'une certaine communauté de spécialistes, qui est elle-même une partie de ce qu'on appelle la « communauté scientifique ».

Il faut ajouter que les connaissances et les savoir-faire qui sont ainsi présupposés sont le fruit d'un long processus historique et ne cessent d'évoluer avec le devenir de la recherche scientifique. Le critère invoqué par Hempel est donc en réalité un critère historico-pragmatique. Il a une incidence directe de la plus grande importance pour notre problème. Selon l'idée de l'interprétation partielle, les termes théoriques reçoivent leur signification des termes du vocabulaire observationnel avec lesquels les propositions du système interprétatif les mettent en relation, et les termes observationnels eux-mêmes reçoivent leur signification de ce qu'on pourrait appeler l'héritage pragmatico-sémantique d'une communauté particulière. La source de la signification, selon ce schéma, se trouve donc dans cette tradition, c'est-à-dire dans le processus historique au cours duquel se sont élaborés certains concepts, à travers des mécanismes du reste fort compliqués d'abstraction, de généralisation, de transposition analogique, de fixation dans des formalismes, et en référence continue à des contextes spécifiques d'action qui sont ceux de la pratique d'expérimentation. Chaque membre de la communauté concernée doit se réapproprier les significations ainsi constituées par un long travail au cours duquel il doit réussir à refaire pour son propre compte, sur base de ses propres connaissances linguistiques préalables et de ses propres expériences, tout le processus de construction de ces significations, tout en bénéficiant sans doute des raccourcis que mettent à sa disposition les institutions dans lesquelles se réalise la transmission des compétences.

La manière dont Hempel introduit le vocabulaire observationnel répond aux difficultés que soulevait la distinction tranchée, proposée par Carnap, entre langage empirique et langage théorique. De nombreuses critiques, soulignant ce qu'on a appelé la « charge théorique » des termes du langage scientifique en général, avaient mis radicalement en question cette distinction. À vrai dire, le critère de Hempel conserve une distinction entre deux espèces de vocabulaire, mais le statut de cette dis-

inction devient pragmatique, et la distinction elle-même devient tout à fait relative : ce qui est « théorique » à un moment donné, relativement à un domaine de recherche donné, peut passer dans le langage préalable, jouant le rôle de langage observationnel, à d'autres moments et relativement à d'autres domaines de recherche. Il n'en reste pas moins que la distinction, en raison même de sa relativité, reste floue, et surtout, comme Putnam l'a fait remarquer, qu'elle ne donne pas de caractérisation positive de ce qu'est un terme théorique. En somme, selon la doctrine de l'interprétabilité partielle, les termes théoriques, dans un contexte donné, sont ceux qui ne font pas partie du langage préalablement disponible. Celui-ci peut être éventuellement caractérisé en fonction du contexte historique dans lequel la recherche se déroule. Le vocabulaire théorique, quant à lui, ne l'est que négativement, relativement à cette détermination positive du vocabulaire observationnel. Il faudrait pouvoir dire de façon précise ce qui, dans le cadre d'une théorie donnée, caractérise les termes qui ont à proprement parler un rôle théorique dans cette théorie. Sneed a résolu ce problème épistémologique en introduisant le concept « théorique par rapport à la théorie T », et en proposant une description précise de ce concept.

La difficulté centrale qui est relative au statut de termes théoriques est liée aux circonstances de la mise à l'épreuve d'une théorie. Pour éprouver une théorie, il faut la mettre en relation avec une situation empirique. Si chaque terme descriptif de la théorie était directement interprétable en termes empiriques, les propositions formant la théorie pourraient être transposées en propositions empiriques, directement éprouvables sur base d'observations appropriées. Mais ce n'est pas le cas. La mécanique classique nous donne ici un exemple très clair, celui des notions de force et de masse. Les notions de position, de vitesse et d'accélération, qui font partie du vocabulaire théorique de la mécanique, sont directement interprétables empiriquement : on peut mesurer concrètement une position ou une vitesse ou une accélération. Il n'en va pas de même des notions, à vrai dire cruciales, de masse et de force. Supposons que l'on veuille mettre à l'épreuve le célèbre second principe de Newton, « La force est égale au produit de la masse par l'accélération ». Force et masse sont représentées par des fonctions. Il faudrait pouvoir déterminer, pour toute une série de corps, les valeurs respectives de la fonction-force et de la fonction-masse et examiner si on a bien la relation exprimée par le principe. Mais pour déterminer la valeur de la fonction-masse, pour un corps déterminé, on doit faire jouer le principe même que l'on veut mettre à l'épreuve. Par exemple, le dispositif de la balance permet de comparer la masse d'un corps d'épreuve à celle d'un corps pris arbitrairement comme ayant une masse unité. Si la balance est en équilibre, on peut admettre que les forces qui s'exercent sur les deux masses sont égales. On en conclut que les masses sont égales, en utilisant le second principe. Et on obtient alors une détermination de la masse à mesurer en fonction de la masse-repère. En procédant ainsi, on admet donc implicitement la validité du second principe. Mais pour établir cette validité, il faut le mettre à l'épreuve au moyen de certaines expériences. Mais toute expérience capable d'éprouver le principe, comme celle qui vient d'être évoquée, présuppose sa validité. Les concepts de force et de masse sont « théoriques », dans le cadre de la mécanique classique, en ce sens qu'ils ne sont pas directement interprétables empiriquement et

que, de plus, et c'est le critère essentiel, pour les appliquer à la réalité empirique il faut présupposer la validité de la théorie à laquelle ils appartiennent. C'est cette circularité qui fait leur irréductibilité à un langage empirique et qui les qualifie comme théorique.

Ceci peut être généralisé. Nous sommes conduits ainsi au critère de Sneed, qui est formulé pour une théorie physique, dans laquelle, comme dans l'exemple qui vient d'être cité, les concepts théoriques sont en fait des fonctions. Voici cette formulation : « Les grandeurs ou fonctions appartenant à une théorie T , dont les valeurs, pour des situations empiriques données, ne peuvent être calculées sans que l'on ait recours à cette théorie T elle-même, sont dites "théoriques par rapport à la théorie T " ou, plus simplement " T -théoriques" ». Tous les concepts qui ne répondent pas à ce critère sont dits « non théoriques », et parmi eux peuvent se trouver aussi bien des concepts observationnels que des concepts figurant dans la formulation de la théorie mais non T -théoriques, comme dans le cas des concepts de position, de vitesse et d'accélération dans l'exemple cité.

Stegmüller a proposé une version de ce critère qui peut s'appliquer à une théorie dont les concepts ne sont pas exprimés, comme en physique, sous forme mathématique. Une fonction est une relation d'une certaine forme. Dans le cas général on aura à considérer des relations de forme quelconque. On pourra dire qu'une relation $R(x, y)$, figurant dans le cadre d'une théorie T , est « théorique par rapport à cette théorie », ou simplement « T -théorique », si et seulement si, dans toute application de la théorie à une situation empirique, la valeur de vérité des propositions du type $R(a, b)$, où a et b désignent des entités concrètes, est déterminée sous la présupposition de T (c'est-à-dire, en termes plus précis, sous la présupposition de la validité de T).

Si l'on accepte ce critère, comment pourra-t-on s'y prendre pour soumettre à l'épreuve une théorie qui contient des concepts théoriques par rapport à cette théorie ? Pour résoudre la difficulté liée aux termes T -théoriques, Sneed a été amené à proposer une version structurale de la formulation d'une théorie. Les idées qu'il a développées à ce sujet² ont été reprises et systématisées par Stegmüller, qui en fait la base de son analyse de la dynamique des théories³.

Toute la conception de l'interprétation inspirée par l'épistémologie du positivisme logique est basée sur l'idée qu'une théorie scientifique est un ensemble de propositions. C'est ce que Stegmüller appelle la « *statement view* ». Si on part de cette idée, la mise en rapport de la théorie avec l'expérience suppose nécessairement l'intervention d'une instance intermédiaire, qui doit assurer le passage du langage de la théorie à celui de l'expérimentation : c'est le rôle des règles de correspondance de Carnap ou du système d'interprétation de Hempel. Dans ce contexte, le « modèle » est la théorie munie de son interprétation. Elle est « modèle » au sens où elle propose une certaine représentation de la réalité étudiée, construite au moyen de concepts qui n'ont pas nécessairement une contrepartie observationnelle, et où elle permet néanmoins de

2. Cf. Joseph D. SNEED, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1971.

3. Cf. en particulier Wolfgang STEGMÜLLER, *The Structure and Dynamics of Theories*, New York/Heidelberg/Berlin, Springer-Verlag, 1976.

mettre de façon effective en rapport cette représentation avec ce qu'elle est censée représenter. Ce qui justifie le terme « modèle », pris en ce sens, c'est que la réalité concrète peut être ainsi comprise comme fonctionnant *sur le modèle* ou *à l'instar* du fonctionnement abstrait de la représentation. Celle-ci est comme une présentation seconde, qui montre les objets et processus réels, empiriquement accessibles, sur le fond d'objets et de processus idéaux rendus d'une certaine manière visibles grâce à cette pseudo-concrétude que leur donne la formalisation.

Les propositions qui constituent une théorie, selon la « *statement view* », en tant qu'elles sont posées comme premières dans les dérivations qui conduisent à des explications ou à des prédictions de phénomènes concrets, ont le statut d'axiomes, et en tant qu'elles sont proposées comme des conjectures qu'il s'agit de mettre à l'épreuve, au moyen de tests empiriques, elles ont le statut d'hypothèses. Or un système d'axiomes peut être formulé sous la forme d'un prédicat ensembliste, c'est-à-dire construit au moyen des concepts de la théorie des ensembles. Ainsi la notion mathématique de groupe peut être définie axiomatiquement au moyen d'une suite de propositions. Mais on peut aussi la définir au moyen du prédicat « être un groupe », dont la définition est donnée sous la forme d'une condition nécessaire et suffisante, dans laquelle on retrouve toutes les propriétés qui caractérisent un groupe. Cette façon de procéder peut être utilisée pour la formulation d'une théorie scientifique. Ainsi la formulation axiomatique de la mécanique classique des points matériels peut être donnée par la définition, en termes de conditions nécessaires et suffisantes, du prédicat ensembliste « être une mécanique classique des points matériels », qu'on notera *CPM*. Cette définition sera schématiquement comme suit : « x vérifie le prédicat *CPM* si et seulement si il existe des entités P, T, π, μ et φ , tels que x est le quintuplet formé par ces entités, P est un ensemble fini (les points matériels constitutifs du système étudié), T est un intervalle de nombres réels (représentant le temps), π est la fonction qui associe à chaque point sa position, μ la fonction qui associe à chaque point sa masse, et φ une fonction, représentant la force, qui a la propriété d'être égale, pour chaque point matériel, au produit de sa masse par sa vitesse ».

Ce qui est en fait décrit par un prédicat de ce genre, c'est une structure abstraite, susceptible de se trouver réalisée sur des objets concrets. Une structure Σ décrite par un prédicat ensembliste P est réalisée par l'entité concrète α si et seulement si cette entité vérifie le prédicat P , c'est-à-dire si la proposition $P(\alpha)$ est vraie. Une entité qui vérifie le prédicat au moyen duquel est formulée une théorie est appelée un *modèle* de cette théorie. Dans le présent contexte, qui est celui de ce que Stegmüller appelle la « *non-statement view* » des théories, le concept de modèle est pris en un sens qui est diamétralement opposé à celui qu'on a évoqué plus haut, mais qui est conforme à l'usage des logiciens. Ici ce n'est plus la théorie qui est « modèle » par rapport à la réalité concrète, c'est au contraire celle-ci qui est « modèle » par rapport à la théorie. En ce deuxième sens, le modèle est un domaine de réalisation des relations abstraites décrites par la théorie, ou du schème structurel défini par le prédicat au moyen duquel la théorie est formulée. Le premier sens, celui où c'est la théorie qui est modèle, s'inspire de l'idée de causalité exemplaire. Le second sens, celui où c'est un objet concret qui est modèle, s'inspire de l'idée de concrétisation. Le passage de la struc-

ture à ses modèles est un processus par lequel un schème est en quelque sorte projeté sur des supports concrets qui s'avèrent susceptibles de l'exemplifier.

Dans le cadre de cette formulation, on pourra résoudre de la manière suivante le problème des termes T -théoriques. L'idée de base consiste à prendre en considération des modèles dont on a éliminé les termes T -théoriques et dont les autres termes peuvent être déterminés empiriquement quant à leur applicabilité à l'entité concrète considérée. Appelons « modèle possible » ou « potentiel » d'une théorie T une entité à propos de laquelle il y a un sens à se demander si elle est un modèle de T , c'est-à-dire si elle satisfait au prédicat ensembliste qui définit T . Appelons « modèle potentiel partiel » un modèle possible dont on a éliminé les termes T -théoriques. Introduisons alors la notion d'*expansion* d'un modèle potentiel partiel : un modèle potentiel Y est une « expansion » du modèle potentiel partiel X si l'on peut extraire X de Y en supprimant dans Y les termes T -théoriques qu'il contient.

Étant donné une théorie T exprimée par le prédicat P , on pourrait suggérer que les hypothèses empiriques que l'on peut formuler à son sujet doivent être du type « α vérifie le prédicat P », où α est la description d'une certaine entité empirique. Cette proposition signifie, selon la terminologie adoptée, que α est un modèle de T . Mais si la théorie T contient des termes T -théoriques, pour établir si une certaine entité concrète α est bien un modèle de T , il faudra présupposer la validité de certaines lois (qui font partie de la définition du prédicat P) et donc supposer qu'on a déjà établi que la théorie est vérifiée au moins pour une certaine autre entité concrète β , autrement dit que cette entité est un modèle de T . Pour éviter cette circularité, Sneed a recours à la formulation dite « de Ramsey ». Il a proposé d'exprimer les hypothèses empiriques relatives à une théorie T de la manière suivante : « L'entité empirique α est un modèle potentiel partiel de T et il existe une expansion X de α qui est un modèle de T . » La vérification d'une telle hypothèse comportera deux étapes, de nature entièrement empirique. La première étape consistera à établir que α est bien un modèle potentiel partiel. Les termes T -théoriques de T n'interviennent pas du tout dans cette démarche. La seconde étape consistera à établir que l'on peut effectivement ajouter à α des termes théoriques soumis aux conditions exprimées dans la définition du prédicat P . Or cela peut se faire sans qu'il faille déterminer la valeur de vérité des propositions dans lesquelles figurent des relations T -théoriques, ou calculer les valeurs de fonctions T -théoriques, si les termes T -théoriques sont des fonctions. Prenons par exemple le cas d'une théorie contenant une fonction T -théorique F et une fonction empirique (non T -théorique) G , liées par la condition $\sum_i F(x_i) G(x_i) = 0$, où les x_i sont les éléments constitutifs du domaine sur lequel est définie la structure théorique en question. Supposons que l'on ait établi que M est un modèle potentiel partiel de cette théorie. Pour vérifier l'hypothèse empirique correspondante, il faudra montrer qu'on peut ajouter à M une fonction F définie de telle façon que la condition ci-dessus soit réalisée. Or il suffira pour cela de calculer les valeurs de la fonction empirique G pour les éléments constitutifs du modèle M et de choisir les valeurs de la fonction F pour ces mêmes éléments, de façon telle que la condition soit remplie.

Selon Stegmüller, une théorie, à proprement parler, ne peut être considérée simplement comme une structure mathématique Σ , formulée comme on l'a vu au moyen

d'un prédicat ensembliste. Pour caractériser une théorie, il faut aussi prendre en compte ses « applications visées », c'est-à-dire la classe des modèles potentiels partiels de Σ qui sont susceptibles de devenir des modèles par addition de fonctions théoriques. Cette extension donnée au concept de théorie est fort importante du point de vue de notre problématique, car elle exprime l'idée que les applications possibles d'une structure théorique contribuent à déterminer le sens de cette structure.

Comme on a pu le voir, la conception structuraliste de la théorie, développée par Sneed et Stegmüller, introduit un véritable renversement de la conception qui était à la base de ce qu'on pourrait appeler la conception interprétationnelle de Carnap et de Hempel. Selon cette dernière conception, le sens d'une théorie est censé être constitué par les conséquences empiriques que l'on peut en tirer par l'intermédiaire d'un système interprétatif (au sens de Hempel). Le sens de ces conséquences elles-mêmes est fonction des significations des termes qu'elles contiennent et ces significations sont constituées par les relations qui relient ces termes à des expériences empiriques paradigmatiques : la signification des termes dénotatifs est constituée par la relation de référence qui les relie aux objets concrets qu'ils servent à désigner et la signification des termes prédicatifs est constituée par la relation qui les relie aux classes d'objets qui les exemplifient. Pour que ce système de renvois fonctionne effectivement, il faut que les objets en question puissent être rencontrés en personne, ou qu'ils puissent être reliés par des termes intermédiaires à des objets répondant à cette condition. Or la rencontre dont il s'agit est bien dans chaque cas de type empirique. C'est donc, dans la perspective de la conception interprétationnelle, l'expérience empirique qui est en définitive source du sens des propositions scientifiques et les procédures interprétatives sont en fait — comme le dit explicitement l'expression « règles de réduction », utilisée par Carnap — des procédures qui ont pour fonction de rabattre, par réduction, tout le système des énoncés scientifiques sur cette couche fondamentale de sens, dont toute la construction, quel que soit son degré d'abstraction, tire finalement sa signification.

Selon la conception structuraliste au contraire, la théorie comporte un aspect d'irréductibilité, ce que fait bien voir le problème des termes *T*-théoriques. Elle a par le fait même une véritable autonomie sémantique par rapport à la réalité empirique qu'elle a pour fonction d'expliquer. Et elle donne à cette réalité son sens proprement scientifique, qui se superpose en quelque sorte, sans continuité, au sens qu'elle peut avoir en tant qu'empirique. La relation de la composante théorique à la composante observationnelle d'une science est une relation d'application, non de réduction. Elle est très adéquatement représentée par la relation de satisfiabilité, dans une expression telle que $P(\alpha)$, où P est un prédicat ensembliste définissant une structure théorique Σ et α une entité empirique, ou par la relation d'appartenance, dans une expression telle que $\alpha \in M$, où M est la classe des modèles de la structure Σ . Les deux expressions sont équivalentes et indiquent toutes deux que c'est le rapport à la structure théorique qui donne au terme α , et par son intermédiaire aussi à la réalité qu'il désigne, son statut et son sens. En somme, dans la perspective interprétationnelle, le mouvement du sens est, peut-on dire, ascensionnel : il monte de la base empirique aux propositions théoriques, y compris jusqu'aux plus abstraites, et le processus de réduction met

bien en évidence cette origination du sens, en reconduisant toute la construction au lieu de sa provenance. Dans la perspective structuraliste au contraire, le mouvement du sens est un mouvement de descente : il a sa source dans la structure qui constitue le noyau signifiant de la théorie et se propage à partir de là, via la relation d'application, aux modèles, c'est-à-dire aux systèmes ou aux objets empiriques qui exemplifient concrètement, chacun pour sa part, cette structure.

Un exemple particulièrement frappant illustre ce processus de transport de sens, que l'on pourrait aussi appeler « processus d'expansion du sens » : c'est celui du célèbre « *red-shift* », le déplacement vers le rouge du spectre des nébuleuses extragalactiques. L'analyse de la lumière provenant d'une étoile ou d'une nébuleuse au moyen d'un prisme permet d'obtenir une image spectrale, formée de raies, qui donne des indications sur certaines propriétés chimiques et physiques de ces systèmes. Or il est apparu, dans les observations faites par Hubble et Humason dans les années vingt, que dans les spectres obtenus par décomposition de la lumière émise par les nébuleuses extragalactiques, les raies caractéristiques, comparées à celles des spectres-repères obtenus à partir de sources locales, sont déplacées vers le rouge, donc vers les fréquences les plus basses. Ce qu'on voit effectivement sur les images, ce sont simplement de minces traits clairs disposés verticalement, en une série discontinue. Et en comparant un spectre de galaxie à un spectre-repère, on s'aperçoit, en regardant bien, que les images ne coïncident pas et que les raies qui sont suffisamment visibles du spectre de nébuleuse sont décalées vers la droite par rapport aux raies correspondantes du spectre-repère. Du point de vue de la seule observation, le sens de ce phénomène est entièrement donné dans la description qui vient d'en être faite. Ce qu'on voit, c'est la non-coïncidence de deux images homologues, dont on sait, en examinant le dispositif, comment elles ont été obtenues. En particulier on sait que le phénomène a quelque chose à voir avec le fait que l'un des spectres est obtenu en orientant un télescope vers une certaine région du ciel. On pourrait en rester là. Mais on cherche une explication à ce phénomène quelque peu insolite et, en s'appuyant sur la théorie classique de la lumière, on l'interprète comme résultant d'un effet d'éloignement, dit « effet Doppler ». Le phénomène observé qui est purement local et se réduit en somme, du point de vue perceptif, à fort peu de chose, est ainsi rattaché à un phénomène à l'échelle cosmique, qui constitue une donnée absolument fondamentale de la cosmologie contemporaine et qui est de la plus grande portée pour la compréhension de la structure spatio-temporelle de l'univers : la récession des nébuleuses.

Ce phénomène vient du reste confirmer des idées théoriques qui avaient été développées dans le cadre de la relativité générale, et selon lesquelles l'univers pourrait bien être non statique. Mais du même coup, il se trouve lui-même rattaché au cadre théorique de la théorie relativiste de la gravitation et en reçoit une interprétation qui en fait voir le sens à un niveau beaucoup plus fondamental que celui où se situe la simple description d'un effet Doppler. Dans le cadre des modèles cosmologiques dits « standard », la récession est interprétée comme résultant tout naturellement de la variation d'une grandeur géométrique fondamentale, qu'on appelle le rayon de l'espace et qui peut être considérée comme un facteur d'échelle caractérisant, à chaque instant, la structure spatiale de l'univers. Or Friedmann avait montré, dès 1922, d'un

point de vue purement mathématique, que les équations relativistes de la gravitation admettent des solutions « dans lesquelles la métrique de l'espace est fonction du temps cosmique⁴ ». Ainsi, en définitive, le simple phénomène local du décalage spectral se trouve intégré dans un cadre théorique d'un très haut niveau de généralité, celui de la relativité générale, qui constitue la base à partir de laquelle ont été élaborés la plupart des modèles cosmologiques et en particulier ceux qui appartiennent au type dit « standard ». En passant du « *red-shift* » à la récession des nébuleuses, de celle-ci aux modèles d'univers à rayon variable et de ceux-ci à la relativité générale, on assiste à une amplification progressive du sens, le même phénomène local se trouvant investi à chaque étape d'une intelligibilité plus profonde et apparaissant ainsi de plus en plus hypothétiquement nécessaire, puisque résultant en définitive des présupposés de très haute généralité qui sont la base de la cosmologie relativiste. Or ce qui permet cette amplification de sens, c'est l'intégration dans un cadre théorique de plus en plus large : à la faveur de ce processus, c'est bien de ce cadre théorique que vient le sens dont s'enrichit le phénomène. En suivant les étapes de cette expansion de sens, nous apprenons à voir dans cette simple donnée perceptive d'une non-coïncidence de raies spectrales, tout ce dont elle est la trace : la récession des nébuleuses, l'expansion de l'espace, la métrique du cosmos, les propriétés du champ gravitationnel, et par là quelque chose du jeu des forces fondamentales qui détermine la figure de l'univers et ce qu'on pourrait appeler l'enracinement cosmique de nos existences.

Mais il reste alors à se demander comment la théorie peut être source de sens pour les phénomènes qu'elle subsume. Cela revient à se demander comment elle est elle-même signifiante. La conception structuraliste de la théorie est ici fort éclairante, dans la mesure où elle met bien en évidence les rôles respectifs du noyau structurel d'une part, des applications possibles d'autre part. Le noyau structurel, dans le cas des théories physiques, prend la forme d'un formalisme mathématique qui met en œuvre certaines structures abstraites, telles que des groupes, des espaces vectoriels, des variétés différentielles, des algèbres d'opérateurs, etc., et leur adjoint des axiomes propres qui leur imposent des contraintes supplémentaires, exprimant les propriétés physiques de base qui sont introduites hypothétiquement en vue de constituer un appareil explicatif pour un certain domaine. Les structures mathématiques apportent avec elles le sens qu'elles ont dans le cadre de la mathématique : ce sens est déterminé à la fois par les axiomes qui les définissent et par les connexions qui les relient à d'autres structures et par là à l'ensemble du corps des mathématiques. Les axiomes propres à la théorie ont, *prima facie*, le sens qui résulte du jeu des relations établies par eux entre les concepts de base de la théorie, qui eux-mêmes tiennent leur sens du rôle qu'ils jouent dans le contexte de la théorie. Ainsi les concepts de force et de masse en mécanique ont pour sens d'être des fonctions de mesure soumises aux contraintes exprimées dans les axiomes newtoniens, en particulier à celle qui est expri-

4. O. GODART, « Georges Lemaître et son œuvre », dans Georges LEMAÎTRE, *L'hypothèse de l'atome primitif. Essai de cosmologie*, Bruxelles, Éditions Culture et Civilisation (« Épistémè »), 1972, p. 53. Voir aussi dans le même ouvrage : Préface de Ferdinand Gonseth (p. 7-23) ; « L'hypothèse de l'atome primitif et le problème des amas de galaxies : rapport présenté par G. Lemaître au onzième congrès de physique de l'Institut International de Physique Solvay, Juin 1958 », p. 25-35 ; « Georges Lemaître et son œuvre », p. 37-91 ; « Bibliographie des travaux de Georges Lemaître », p. 93-99.

mée dans la loi fondamentale de la dynamique. Mais réciproquement le sens des axiomes est précisément d'exprimer les contraintes imposées à ces fonctions. Le sens qui se constitue ainsi a donc un caractère purement intrinsèque : il est fait de cette circulation qui renvoie des concepts aux relations qui les relient entre eux et réciproquement, la possibilité de cette circulation étant assurée par le support mathématique au moyen duquel sont formulés les axiomes. Ainsi les notions de fonction de mesure, d'intervalle de nombres réels, de produit vectoriel, etc., utilisées dans les axiomes ont le sens qu'elles ont en mathématiques. C'est en vertu de ce sens qu'elles contribuent à rendre les axiomes compréhensibles. Dans le cas des théories non mathématisées, on a affaire de toute façon à des propositions de base qui expriment des relations entre concepts. Certains de ceux-ci sont empruntés à d'autres théories, ou à tout le moins à un usage établi, d'autres sont introduits dans le contexte propre de la théorie. Et le sens de ces concepts, comme celui des propositions de base, résulte comme dans le cas des théories mathématisées de la mise en rapport des concepts dans ces propositions.

Mais au sens intrinsèque s'en ajoute un autre, qui est constitué par ce qu'on pourrait appeler l'héritage sémantique de la théorie. La construction d'une théorie suppose une schématisation préalable, dans laquelle interviennent des concepts déjà disponibles, qui peuvent être déjà d'un haut degré d'abstraction, mais qui en tout cas servent de trame pour la construction des concepts de base de la théorie et la formulation des conditions qui les régissent. Ainsi les idées relativement intuitives que l'on peut avoir de la force et de l'inertie, déjà épurées par tout le travail critique qui conduit à reconnaître que l'inertie se manifeste par la conservation de l'état de mouvement, non de la position, a certainement joué un rôle dans la genèse de la mécanique rationnelle et joue un rôle dans la compréhension que l'on peut acquérir des axiomes de cette théorie. D'autre part, le sens intrinsèque d'une théorie s'enrichit de ce qu'on peut savoir de son champ présomptif d'application, ou de son aire de pertinence, de ce que Stegmüller appelle ses « modèles visés ». Et on peut considérer de plus que, au fur et à mesure qu'elle trouve des confirmations, ou, dans le vocabulaire structuraliste, que l'on découvre de nouveaux modèles, son sens se précise davantage, puisqu'on la voit réalisée concrètement sur ses modèles.

L'héritage sémantique dépend du contexte historique dans lequel la théorie est formulée ou utilisée. Il a donc un caractère pragmatique. Et d'autre part les applications de la théorie ont pour effet de la projeter pour ainsi dire dans des situations concrètes, expérimentales par exemple, et par le fait même dans des champs pratiques dont le sens dépend également de la situation historico-culturelle dans laquelle opèrent les acteurs qui en sont les générateurs. Les applications, potentielles ou actuelles, ont dès lors aussi un caractère pragmatique.

On voit donc en définitive que le sens d'une théorie est constitué de deux composantes : une composante purement intrinsèque, que l'on pourra appeler la composante structurelle, et une composante extrinsèque, que l'on pourra qualifier de pragmatique. La composante structurelle est de structure formelle, qu'elle soit à proprement parler un formalisme ou qu'elle consiste en un système de relations de caractère partiellement intuitif, comme dans le cas des théories non mathématisées. Même dans ce cas

en effet, les éléments intuitifs n'ont pour fonction que de servir de support aux relations, et un système de relations engendre une structure, donc une forme. Le terme « forme » doit être pris ici bien entendu non au sens d'une figure statique mais au sens très précis d'un objet abstrait défini par des relations pures, c'est-à-dire détachées de tout support. Un groupe par exemple est une forme en ce sens. Or la forme ainsi comprise est un principe de déploiement. Ainsi une équation différentielle précontient toutes ses solutions. Et si elle concerne la fonction d'état d'un système, elle précontient toutes les trajectoires évolutives possibles de ce système. La forme montre son sens en se déployant, et on la comprend en réeffectuant son déploiement. Dans le cas idéal où la structure est opératoire, cette réeffectuation se réalise par le calcul. La composante pragmatique insère le processus formel qui constitue le noyau de signifiante de la théorie dans les contextes concrets en lesquels la théorie s'enracine sémantiquement et en lesquels elle révèle ses potentialités. Par là, les possibilités structurales qu'elle fait apparaître en son sens intrinsèque se révèlent inscriptibles dans l'historicité des champs pratiques et le sens qui s'est montré dans le moment formel de la théorie vient effectivement se raccorder au flux des significations vécues qui constituent la trame signifiante de l'existence humaine historique.

La composante structurelle du sens de la théorie s'intercale pour ainsi dire entre les deux aspects de la composante pragmatique, l'héritage sémantique et les applications. Il se construit en se détachant des significations vécues qui pourtant lui fournissent la schématisation préalable qui l'inspire, mais il se réinvestit dans le milieu des significations vécues lorsqu'il devient le principe d'éclairement des contextes empiriques qui, en le confirmant, lui donnent sa pertinence effective. Or le passage par le moment formel opère une métamorphose de la compréhension. C'est qu'il introduit un sens nouveau, par ses propres ressources. La représentation formelle est productrice de sens. Dans l'application, ce n'est pas le complexe empirique qui charge de sens un formalisme par ailleurs insignifiant, c'est au contraire le formalisme qui, au contact d'un complexe empirique, révèle ses propres potentialités en l'investissant d'un sens dont il est lui-même la source. C'est ce qui explique pourquoi le détour par la représentation formelle s'est révélé si fructueux et est devenu, dans le contexte contemporain, la seule voie d'accès à la compréhension des domaines de l'élémentaire et de la totalité pour lesquels l'intuition aussi bien que les concepts classiques, directement construits sur le modèle des concepts familiers, sont complètement inopérants. C'est précisément l'originalité de la science que de produire ses effets de sens en recourant à la médiation de la représentation formelle. Sa signifiante se joue dans ce parcours, qui va des schématisations initiales, par l'intermédiaire de cette médiation, à la pratique expérimentale, directement inspirée du reste par les possibilités que cette médiation elle-même fait apparaître.

*

* *

Il nous faut considérer maintenant le sens que peut avoir la science comme telle, envisagée comme fait historico-culturel. Le sens dont il peut être ici question est le

mode d'inscription de la science dans le devenir historique de l'humanité, et par là dans le destin existentiel des existants, qui en sont les sujets concrets.

D'une certaine manière, la science constitue une contribution majeure à la culture. D'une certaine manière aussi, elle est une source majeure de perturbation du champ culturel. L'effet le plus évident de la science dans la culture est de superposer au monde perçu un monde construit, qui est censé représenter la vérité du précédent, mais qui n'en constitue pas moins une réalité autonome, dont le rapport au monde perçu est par essence problématique. On peut considérer qu'il s'agit là d'un élargissement des perspectives et d'un supplément de sens. Mais on peut considérer aussi qu'il s'agit d'une suspicion systématique portée sur le monde perçu, dont les conséquences sont particulièrement graves en ce qui concerne l'éthique, dans la mesure où nos intuitions éthiques portent sur les expériences vécues, non sur les constructions que nous leur substituons. L'effet perturbateur est devenu particulièrement sensible du fait que, via le processus de l'application, les « *constructs* » créés par la pensée scientifique ont été projetés dans la réalité concrète, sous la forme des innombrables artefacts qui peuplent maintenant l'univers quotidien et prennent de plus en plus la place des objets naturels. La substitution du construit au vécu est un phénomène profondément ambigu : elle nous rend de plus en plus distants de ce qui constitue pour nous la source des significations vécues, qui font véritablement de l'existence humaine une vie sensée, mais en même temps elles ouvrent des perspectives nouvelles, qui sont de nature à élargir considérablement le champ des possibilités par rapport auxquelles l'existence est appelée à se donner son contenu effectif.

On n'envisagera pas ici la question de la signification de la technique, qui sera sans doute étudiée dans d'autres communications de ce colloque. On se bornera à évoquer la signification culturelle de la science en tant que discours interprétatif. La vision scientifique du monde ne remplace pas celle que nous en donne la perception. Comme Husserl l'a fait remarquer, l'interprétation scientifique du mouvement apparent du soleil autour de la terre ne change rien à l'évidence perceptive qui nous montre le trajet quotidien suivi par un disque lumineux qui le matin émerge de l'horizon et le soir disparaît dans la direction opposée, derrière la ligne apparente qui ferme le champ du visible. La cosmologie moderne nous parle de l'expansion de l'univers. Mais ce que nous voyons est un système de constellations qui réapparaît chaque nuit et qui est d'une remarquable stabilité. Nous ne voyons pas la récession des nébuleuses. La science nous parle d'une réalité invisible, qui paraît avoir sa cohérence et sa vérité, qui paraît obéir à des lois parfaitement intelligibles, qui a la consistance d'un univers autonome et la beauté d'un monde de formes pures. Le paradoxe, c'est que ces formes, décrites par le discours scientifique, sont inscriptibles dans ce monde évident que nous percevons et dans lequel nous agissons, et qu'il en est même présenté comme la vérité. Quelle est cette vérité ?

La science de la nature dite classique a cru pouvoir proposer une vision de la réalité cosmique basée sur une conception philosophique qui généralisait le mode de représentation impliqué par la mécanique newtonienne. Bernard d'Espagnat caractérise la philosophie mécaniste par trois présuppositions fondamentales : 1) la descriptibilité de principe des phénomènes physiques « au moyen des seuls *concepts familiers*

ou de concepts obtenus à partir de ceux-ci par des chaînes relativement courtes d'abstractions ou de généralisations⁵ » ; 2) le principe de divisibilité par la pensée ; et 3) l'objectivité forte. Le principe de divisibilité par la pensée pose que « tout système physique étendu [...] peut être considéré comme composé de parties qui sont localisées dans des régions de l'espace distinctes les unes des autres et qui sont, en droit, connaissables » et qu'« une connaissance complète des valeurs des grandeurs physiques attachées à chacune de ces parties fournit *ipso facto* la connaissance du tout du système composé lui-même »⁶. Et le principe d'objectivité forte pose que les énoncés de la science « peuvent être interprétés comme portant sur les choses elles-mêmes, tout à fait indépendamment de la connaissance que nous pouvons en avoir⁷ ».

Or la physique quantique, qui reprend pourtant entièrement et prolonge dans le domaine des micro-objets les conceptions fondatrices de la physique moderne, présente des caractères qui sont exactement le contre-pied des ces présuppositions. Elle s'est trouvée obligée de recourir à des concepts et à des modes de représentation qui sont extrêmement éloignés des concepts familiers et qui ne sont même pas du tout interprétables dans le langage de la physique classique, *a fortiori* dans celui de l'intuition. Les descriptions qu'elle propose sont celles d'une réalité « non séparable », et son objectivité est seulement celle de l'accord intersubjectif, autrement dit, selon l'expression utilisée par Bernard d'Espagnat, d'une objectivité faible.

Bernard d'Espagnat estime, sur la base d'arguments tout à fait convaincants, que la propriété la plus importante de la physique quantique est la non-séparabilité. Elle est impliquée dans les axiomes de la mécanique quantique dite « conventionnelle », qui n'introduit pas d'hypothèses supplémentaires pour remédier à la « non-complétude » de la théorie originelle et pour tenter de réintroduire par là l'objectivité forte. En mécanique quantique, un système est représenté par une fonction d'état. Soit un système Σ , composé de deux parties, A et B , dont les fonctions d'état sont connues. Supposons qu'à un certain instant la fonction d'état du système Σ puisse être représentée par le produit des fonctions d'état de A et de B . À un instant ultérieur, elle ne pourra plus être représentée par un simple produit : les fonctions d'état de A et de B se seront en quelque sorte mélangées, de telle sorte qu'il ne sera plus possible d'avoir une connaissance individualisée des parties A et B . Schrödinger, qui a mis en évidence cette conséquence des axiomes de la mécanique quantique, l'a caractérisée par le terme « *entanglement* », que Bernard d'Espagnat traduit par « enchevêtrement⁸ ». Cette propriété de non-séparabilité contredit la « divisibilité par la pensée » et introduit une vision holiste de la réalité physique. Le célèbre théorème de Bell et les expériences qu'il a inspirées, en particulier celle d'Aspect, ont montré que la non-séparabilité vaut

5. Bernard D'ESPAGNAT, Étienne KLEIN, *Regards sur la matière. Des quanta et des choses*, Paris, Fayard (« Le Temps des sciences »), 1993, p. 134-135. La première partie de ce livre (p. 19-129) est d'Étienne Klein, la seconde partie (p. 129-270) est de Bernard d'Espagnat, la troisième partie (p. 271-304) est un dialogue entre les deux auteurs. Le texte cité se trouve dans le premier chapitre de la seconde partie.

6. Bernard D'ESPAGNAT, *Le réel voilé. Analyse des concepts quantiques*, Paris, Fayard (« Le Temps des sciences »), 1994, p. 124.

7. Bernard D'ESPAGNAT, *Regards sur la matière...*, p. 139.

8. Voir à ce sujet Bernard D'ESPAGNAT, *Le réel voilé...*, p. 125.

aussi pour les théories quantiques qui ont tenté de restaurer l'objectivité forte en « complétant » la théorie standard, par exemple en introduisant des « variables cachées ».

Il faut remarquer que cette propriété n'est pas la même que la propriété de non-localité, entendue au sens précis de la négation du principe einsteinien de localité, impliqué par les principes de la relativité restreinte et stipulant que si deux événements sont si éloignés dans l'espace et si rapprochés dans le temps qu'un signal lumineux ne peut passer de l'un à l'autre, on peut être certain qu'aucun de ces éléments n'influencera l'autre⁹. La négation de la séparabilité n'entraîne pas la négation de la localité einsteinienne : « les influences à distance par lesquelles on peut interpréter la non-séparabilité ne permettent la transmission ni d'énergie ni de signaux¹⁰ ». Les propriétés très particulières des descriptions quantiques soulèvent des questions épistémologiques assez radicales, concernant l'indéterminisme, l'incomplétude, la causalité, etc. Mais la plus importante de ces questions est celle qui concerne le statut du référent de ces descriptions : étant donné que les axiomes de la mécanique quantique font intervenir de manière fondamentale l'opération de mesure et que dès lors on ne peut leur attribuer qu'une objectivité faible, ne faut-il pas admettre qu'elles portent non sur le réel extérieur en tant que tel mais seulement sur les phénomènes, entendus au sens de ce qui se manifeste dans les procédures expérimentales, donc au sens d'un pur apparaître contextuellement déterminé et cela de manière irréductible ?

Bernard d'Espagnat a apporté à ce problème une réponse qui est philosophiquement du plus grand intérêt et qui est, par rapport à notre problème, extrêmement suggestive. Développant toute une argumentation qui aboutit au rejet de toute forme de phénoménisme ou d'idéalisme, il plaide pour une conception réaliste, qu'il exprime sous la forme d'un postulat d'ailleurs très libéral, le principe du « réalisme ouvert » : « Il y a "quelque chose", (ce "quelque chose" est-il l'ensemble de tous les objets, celui de tous les atomes, celui de tous les événements, Dieu, l'ensemble des Idées platoniciennes ? à ce stade, nous disons seulement "quelque chose") dont l'existence ne procède pas de l'existence de l'esprit humain¹¹. »

Mais comment le concevoir ? Les développements de la physique quantique montrent qu'on ne peut plus soutenir un réalisme « conventionnel », à objectivité forte, qui était celui de la physique classique. La mécanique quantique exclut, comme on l'a vu, l'objectivité forte, et les théories « ontologiquement interprétables », telles que les théories à variables cachées, qui ont tenté de la restaurer n'ont pu le faire qu'en sacrifiant le principe de localité, renonçant par là « à certains traits essentiels de la théorie de la relativité¹² ». Si l'on admet, contre les différentes formes de phénoménisme ou d'idéalisme, le principe du réalisme ouvert, il ne reste alors que deux possibilités : ou bien déclarer que le « quelque chose », postulé par le principe, est

9. Cette formulation du principe einsteinien de localité reprend sous une forme légèrement différente celle qui est donnée par Étienne Klein dans l'ouvrage *Regards sur la matière...*, signalé à la note 5, p. 128.

10. Bernard D'ESPAGNAT, *Regards sur la matière...*, p. 186-187.

11. Bernard D'ESPAGNAT, *Le réel voilé...*, p. 335.

12. *Ibid.*, p. 374.

« totalement inconnaissable », ou qu'il est tel « que nous pouvons glaner certaines connaissances à son sujet, mais de nature essentiellement générale ou allégorique »¹³. Or les arguments qui soutiennent le principe du réalisme ouvert plaident aussi pour la cognoscibilité du réel dont il s'agit. Mais cette cognoscibilité est seulement partielle : la connaissance que nous pouvons acquérir de la réalité dont s'occupe la physique quantique est « de nature essentiellement négative¹⁴ ». En particulier, la non-séparabilité ne pouvant être utilisée pour transmettre des informations, « il ne paraît guère vraisemblable » qu'elle doive nécessairement être prise en compte « pour expliquer certaines données de fait autres que celles rassemblées dans le seul but de tester » sa validité¹⁵, et donc « pour développer d'autres domaines de la physique¹⁶ ». « Ceci étaye l'idée que la non-séparabilité ne concerne probablement pas la réalité empirique, c'est-à-dire le domaine de la physique au sens strict, mais qu'elle revoie en fait à cette "couche plus profonde" de la réalité qu'est la réalité indépendante, le réel¹⁷. »

Cette réalité indépendante, connaissable seulement en certaines de ses structures régionales, Bernard d'Espagnat propose de l'appeler « le réel voilé ». Quant à ce qui fait l'objet des descriptions de la physique, à savoir l'ensemble des phénomènes, il faut lui réserver un autre nom, celui, par exemple, suggère Bernard d'Espagnat, de « réalité empirique, ou effective ». Du « réel voilé », il nous dit : « Dans la mesure — faible — où l'on peut tenter de se figurer cette réalité voilée, cet Être, je préfère la concevoir comme une sorte de matrice suprême, au sein de laquelle pensée et réalité empirique s'engendreraient l'une l'autre, en quelque sorte, réciproquement¹⁸. »

Il est possible, semble-t-il, de donner une interprétation purement phénoménologique de ce concept de « réel voilé », en ayant recours aux concepts de monde et d'horizon. Ce dont la représentation — à savoir le discours de la théorie — nous parle, ce n'est pas seulement le phénomène local, qui est comme le moment terminal du processus de la manifestation, mais c'est aussi, et même à un titre plus radical, le milieu d'appartenance dont il provient, en tant qu'horizon sur lequel se profilent tous les objets et tous les processus locaux, et comme tel en tant que condition de leur apparition. La physique classique décrivait les phénomènes particuliers, c'est-à-dire les franges de la manifestation. La physique contemporaine, à savoir la physique relativiste, à travers la cosmologie, mais surtout la physique quantique, est amenée, non par choix délibéré mais sous les contraintes conjointes de la logique interne de la théorie physique et des développements expérimentaux, à remonter en quelque sorte des phénomènes locaux vers l'horizon dont ils proviennent, c'est-à-dire vers les conditions de leur manifestation. Ceci revient à dire que la physique du global comme la physique de l'élémentaire, bien que demeurant dans le registre de la représentation, intègrent à la représentation un discours transcendantal.

13. *Ibid.*, p. 375.

14. *Ibid.*, p. 376.

15. *Ibid.*, p. 373.

16. *Ibid.*, p. 376.

17. *Ibid.*

18. Bernard D'ESPAGNAT, *Regards sur la matière...*, p. 261.

Mais ceci ne doit pas être entendu en un sens idéaliste. La manifestation est un processus réel et la mise en évidence de ses conditions est mise en évidence de la structure de ce processus. De telle sorte que les deux horizons de l'élémentarité et de la globalité se rejoignent peut-être dans cette sorte de solidarité universelle que suggère la non-séparabilité, et doivent être compris comme indices de ce qu'on pourrait appeler la dimension de profondeur ou d'insondabilité de ce que Bernard d'Espagnat appelle « le réel voilé ».

Il faudrait évoquer aussi bien entendu les développements de la biologie, la découverte de l'historicité de la vie, des bases chimiques de la matière vivante, des mécanismes de l'hérédité, des relations de conditionnement qui relient les propriétés du cosmos au phénomène de la vie, bref tout ce qui constitue la dimension d'enracinement de l'existence. Mais la descente vers l'élémentaire ouvre sur une région de l'être qui se soustrait à la description mais vers laquelle le formalisme, étrangement, fait signe.

Le sens de la science, dans ces conditions, en ce qu'elle a de révélateur, serait non pas de substituer le monde qu'elle construit au monde vécu, mais de dire, en ce qu'elle construit, le venir à l'apparaître du monde vécu, depuis le lointain où il s'origine. La perception est vraie, de toute la force et de toute la clarté de son évidence. Mais elle s'arrête le plus souvent à la surface la plus extérieure de l'apparaître ; elle ne saisit pas la co-appartenance, la provenance, la destination, la force à la fois constructive et destructrice du temps, le croisement fascinant de l'énigme et de la clarté, ce qui fait la gloire et la douleur, la profusion et le souffrir de l'expérience. Il y a sans doute un regard simple qui est capable de voir les choses dans leur profondeur, de voir en chacune à la fois la présence du Tout et ce qu'il y a d'irréductiblement singulier en elle, de percevoir, dans l'éclat et le mystère de chaque chose, dans une sorte d'immédiateté obscure, le cœur même de la réalité. C'est sans doute ainsi que le mystique voit le monde.

La science fait un immense détour. Ancrée dans le phénomène mais l'interrogeant à partir de l'univers de formes qu'elle construit, elle apprend à le voir dans sa profondeur, dans les lois qui le gouvernent et l'expliquent, mais aussi dans la contingence qui commande son apparition et dans la singularité de son être, et elle s'achemine vers le pressentiment d'un lointain dont elle donne à penser qu'il enveloppe à la fois ce que nous nommons matière et ce que nous nommons esprit, parce qu'en lui-même il transcende absolument ces catégories.

Ainsi se révèle dans la démarche de la science une dimension qui, par quelque côté, rejoint la vision mystique. Mais cette vision n'est pas seulement regard. Elle est célébration, action de grâces, reconnaissance ratifiante. Elle est le prélude de la joie.