

Revue Internationale de

ISSN 0960-1472

systemique

Vol. 8, N° 3, 1994

afcet

DUNOD

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 08, numéro 2, pages 251 - 285, 1994

Qu'appelle-t-on "comprendre"
dans les sciences de la nature ?
La mécanique quantique
et la crise de l'autocompréhension

Michel Bitbol

Numérisation Afscet, janvier 2016.



Creative Commons

**QU'APPELLE-T-ON « COMPRENDRE »
DANS LES SCIENCES DE LA NATURE ?**

La mécanique quantique et la crise de l'auto-compréhension

Michel BITBOL¹

Résumé

Les sources pragmatiques, phénoménologiques et mythologiques des concepts de « compréhension » et d'« explication » sont explorées. Un usage critique de la conception participative de la compréhension, courante dans les sciences de l'homme à partir du milieu du XIX^e siècle, est étendu au cas des sciences de la nature. Dans le même temps, la définition classique de l'explication comme recherche des causes, c'est-à-dire comme mise en œuvre de la *seule* catégorie kantienne de la causalité, est élargie à l'ensemble des formes épistémiques. A partir de ces deux généralisations, on montre que la variété structurale des mythes permet de faire l'inventaire des modes principaux de la compréhension et de l'explication dans les sciences de la nature. Le cas de la mécanique quantique, théorie réputée « incompréhensible », est ensuite abordé. Un bilan comparatif de ce que cette théorie a retenu et de ce qu'elle a perdu par rapport à l'exigence traditionnelle de compréhension du monde est effectué. La perte de compréhensibilité subie par la mécanique quantique est rapportée à sa grande généralité, qui la conduit à se heurter directement, pour la première fois dans l'histoire de la physique, aux bornes de l'auto-connaissance.

Abstract

The pragmatcal, phenomenological and mythological sources of the concepts of "understanding" and "explanation" are investigated. A careful use of the participative construal of understanding, which has been a standard procedure in the social sciences from the nineteenth century, is extended to the natural sciences. The classical definition of explanation as an investigation of causes is generalized to the other epistemic forms. These two generalizations being granted, it is shown that the structural variety of myths enables one to make an inventory of the major modes of understanding and explanation in the natural sciences. The case of quantum mechanics, usually considered as an "incomprehensible" theory is then

1. CNRS-IHPST, 13, rue du Four, 75006 Paris.

analyzed. A comparison is performed between what has been preserved and what has been lost by this theory, out of the traditional ideal of full understanding of the world. The loss of understandability of quantum mechanics is related with its great generality, which implies, for the first time in the history of physics, its being directly confronted to the boundaries of self-knowledge.

I. INTRODUCTION

Dans son ouvrage de 1956, *L'esprit et la matière*, Schrödinger note brièvement, presque en passant, que « les relations d'incertitude, la prétendue absence de strictes relations causales dans la nature, peuvent représenter une prise de distance, un abandon partiel [de l'hypothèse selon laquelle la nature peut être comprise] »¹. L'accusation selon laquelle la volonté de « comprendre » a été perdue ou affaiblie par la physique contemporaine ne peut toutefois prendre corps que si l'on précise à la fois en quoi consiste la compréhension que l'on vise, et quel est l'écart que la mécanique quantique a instauré par rapport à cette visée.

La question préalable est posée par Schrödinger dans *La nature et les grecs* : « Que veut dire "compréhensible", et dans quel sens, si toutefois il y en a un, la science donne-t-elle des explications ? »². A vrai dire, ce n'est pas la première fois qu'une réflexion sur la physique quantique suscite ce genre d'interrogation. Heisenberg rapporte dans *La partie et le Tout* une conversation qu'il avait eu avec Bohr dès 1922, à une époque où la mécanique quantique proprement dite était encore en projet et où l'ancienne théorie des quanta se débattait dans d'inextricables difficultés. « Y a-t-il un espoir que nous comprenions jamais quelque chose aux atomes ? » demanda Heisenberg. A quoi Bohr répondit « Tout de même, oui. Mais c'est seulement ce jour-là que nous comprendrons ce que signifie le mot "comprendre" »³. Comprendre ce que signifie le mot « comprendre », cela veut dire ici lui assigner un champ sémantique qui l'autorise à englober le type de description des phénomènes qu'offre la physique contemporaine. Cela veut dire par la même occasion dénoncer les anciennes connotations du mot comme inadéquates, simplistes, incorrectes ; comme ne manifestant pas, en tout état de cause, une véritable « compréhension » de sa signification.

II. COMPRENDRE ET EXPLIQUER

Quelles sont donc ces connotations traditionnelles que l'on doit vaincre, selon Bohr, afin de parvenir à une harmonie entre la physique et la notion de « compré-

hension » ? Pour les identifier, il faut commencer par établir un clair partage entre « comprendre » et « expliquer » ; un partage qui a été fort discuté au siècle dernier dans le domaine des sciences humaines (plus précisément dans le domaine des *Geisteswissenschaften* allemandes)⁴, mais auquel les créateurs de la mécanique quantique n'ont semble-t-il guère prêté attention. Sur le plan étymologique, les deux verbes sont en effet quasiment des antonymes. « Comprendre » connote le rassemblement, le *repliement*, la réunion⁵. Expliquer suppose au contraire le *déploiement*, l'extériorisation des relations.

Comprendre, en français, ce n'est d'ailleurs pas seulement prendre ensemble, cela peut aussi vouloir dire incorporer, réunir *en soi* plus encore que réunir ; d'où l'une des significations majeures mais non explicitement « cognitive » du verbe : contenir, englober, inclure. Un ensemble « comprend » plusieurs éléments, il les contient en lui et en est constitué. Comprendre un phénomène, selon cette acception extrême, cela revient à l'intégrer en moi-même comme s'il était l'un de mes propres comportements. Par un mouvement réciproque d'échange des situations, comprendre le devenir d'un objet ou d'un ensemble d'objets, c'est lui substituer mon corps, c'est surtout remplacer l'inconnu de *ses* déterminations par la familiarité de *mes* propres motivations. C'est en somme abolir la distance vis-à-vis de l'objet, et écarter la causalité supposée au profit de la finalité d'un dessein personnel. Un tel mode de « compréhension » a pu servir de référence dans certains cercles non structuralistes des sciences humaines⁶, dans la mesure où il apparaissait comme une réponse radicale à une contrainte spécifique de ces disciplines : l'extrême similitude, pour ne pas dire la parenté, entre le scientifique et son objet. Mais en même temps, il restait profondément suspect, ne serait-ce que parce qu'il semblait n'être rien de plus que la traduction savante d'une psychologie populaire. *Comprendre quelqu'un*, selon le sens commun, c'est « se mettre à sa place », ce qui se traduit usuellement par compatir, ou partager quelque chose de la situation mentale de celui qu'on veut comprendre. Lorsque le concept même d'intériorité, ou d'entité mentale, parvient au cœur des débats qui agitent les sciences humaines, il semble inacceptable de l'introduire sans critique, et qui plus est dans la position privilégiée d'un présupposé méthodologique.

Déjà fort équivoque au sein des sciences de l'homme, la notion de « compréhension empathique » risque d'être considérée comme purement et simplement inacceptable dans le domaine des sciences de la nature. Il suffit pourtant d'un minimum de travail de remodelage ou d'épuration, pour identifier ce que doit la notion épistémologiquement présentable d'« explication » au complexe initialement finaliste et psychologue de la « compréhension ». Il suffit de prendre au mot l'expression « se mettre à sa place », de n'en retenir que le sens littéral, presque spatial, plutôt que de lui greffer une connotation d'intériorité qui lui était initialement

étrangère. C'est cette clarification qu'opère Wittgenstein dans le domaine le plus sensible : celui de la psychologie. Wittgenstein ne rejette pas le secours de la « compréhension » lorsqu'il s'agit de rendre compte du comportement de quelqu'un. Il remplace simplement le partage de l'attitude mentale par l'adoption d'un rôle dans un réseau de relations sociales ou naturelles, et substitue à la compassion l'insertion dans le contexte historique, biographique, gestuel, qui est en partie l'expression et en partie la source de l'émotion. La démarche de Wittgenstein est ici parfaitement isomorphe à celle qu'il adopte en linguistique, lorsque, refusant d'identifier la compréhension du sens d'un mot à son intériorisation, il la renvoie à son utilisation appropriée dans un ensemble de jeux de langage qui animent par leurs variations le contexte sur fond duquel se détache un sens. Des mimiques, une grammaire, et une localisation interchangeable dans l'espace et dans le temps, suffisent à comprendre les actes et les mots d'autrui, sans qu'il soit utile, et encore moins concevable, de se glisser dans ce qu'il est convenu d'appeler son univers intérieur. La compréhension de la *personne* est atteinte par la démarche tout extérieure d'emprunt de son masque social (rappelons-nous que masque se dit « *persona* » en latin). Selon Habermas⁷, la raison pour laquelle Dilthey ne parvient pas à se détacher de la notion d'*emphatie* lorsqu'il parle de « compréhension », vient de son attachement à la théorie contemplative, ou visuelle, de la connaissance. Partager l'expérience de quelqu'un d'autre, c'est à la fois voir en lui et voir ce qu'il voit. Le tournant pragmatique de la philosophie du langage a permis de lever cet écueil. Désormais, la compréhension quotidienne représente une synthèse de la réciprocité d'usage des pronoms personnels (je, tu) et de l'interchangeabilité des postures ; elle devient une « expérience communicationnelle » plutôt qu'une expérience d'*incarnation*.

Mais l'emprunt, la mise en situation, s'ils doivent tendre vers leur maximum de perfection et outrepasser la simple réciprocité requise par la conversation courante, peuvent conduire à opérer une *simulation* des motivations d'autrui, une sorte de proclamation d'identité idéale et abstraite par-delà les particularités biographiques. Or un jugement d'identité est par nature symétrique ; « comprendre » l'autre en simulant la configuration singulière qui définit sa personne et sa situation, cela ne revient donc pas seulement à esquisser un mouvement vers lui, mais aussi et réciproquement à le tirer vers soi. Comprendre l'autre, si l'on suit cette seconde direction, s'apparente plutôt à une captation qu'à un don, plutôt à une absorption qu'à une expansion. La simulation, dont le but avoué est d'abolir la distance qui nous sépare d'autrui, peut tendre ironiquement à opérer son placement en tutelle. La tentative de comprendre l'autre par le biais d'un échange de situations ne peut trouver un début d'accomplissement qu'à condition d'avoir mis en adéquation ses comportements à nos catégories, de l'avoir vu agir comme si ce qu'il faisait était

vraiment réductible à un rôle s'inscrivant dans le schéma général de notre propre conception du théâtre du monde. « Comprendre », dans une science humaine comme la psychologie, cela peut donc aussi vouloir dire : faire entrer ce que fait l'autre dans le cadre de ce que l'on attend de lui en raison d'un passé qui n'est pas le sien, en raison de scènes qu'il n'a jamais jouées. Comprendre, c'est aussi parvenir à mettre l'autre en conformité avec soi, même si l'on ne veut pas placer plus dans la définition du mot « soi » qu'un projet singulier d'action et de communication.

Revenons maintenant à l'*explication*, afin d'établir progressivement ses affinités avec la *compréhension*. « Expliquer », avons-nous dit, revient à *déployer* la chose donnée et opaque, à en placer la fabrique, les secrets, l'intériorité, sous la lumière crue d'un regard inquisiteur. Mais s'en tenir là, en rester à cette métaphore d'opticien, serait faire preuve d'une certaine naïveté. Ce serait reprendre implicitement à notre compte l'orientation contemplative (étymologiquement : *théorique*) que l'épistémologie a hérité de Platon, et que Dilthey a repris à son compte lorsqu'il a introduit son concept de compréhension. Le sujet connaissant a beau s'être vu reconnaître, depuis les premiers pas de la philosophie, quelques intéressants points communs avec un œil dans le champ visuel, il ne se réduit pas à cela. Pour peu qu'on reconnaisse que le sujet ne saurait être cantonné à une pure réceptivité, la conception kantienne qui en fait, pour l'essentiel, un emboîtement de formes *a priori* hiérarchisées suivant le tableau des facultés de l'âme, apparaît déjà comme un progrès décisif. Car alors, on aperçoit au moins très nettement que le concept d'explication ne saurait tenir entre les limites d'un geste topologique de mise au jour, ou d'exposition du caché à ciel ouvert. L'explication ne peut garder sa valeur de dévoilement qu'en tant qu'elle est l'acte préliminaire d'une mise en concordance entre *ce* qui est à connaître et la structure de *celui* qui connaît. La transformation du flux héraclitéen du sensible en expérience, la transfiguration d'un « quelque chose » de global et d'instable en une pluralité d'objets de connaissance, sont à ce prix. Ce qui est à connaître doit en particulier inscrire ses contenus dans la catégorie de *causalité*. Il ne s'agit là que d'une forme *a priori* kantienne parmi d'autres, une forme de la pensée plutôt qu'une forme de la sensibilité, mais on sait le privilège que le langage courant attribue à la règle causale : il établit une quasi-équivalence entre « expliquer » un processus naturel et remonter à ses *causes*.

En définitive, le mouvement de l'explication, qui conduit à *défaire* le continuum de l'apparaître, prépare et rend possible la démarche inverse consistant à la *refaire* mais cette fois dans les termes prescrits par la structure du sujet kantien. Si comprendre, c'est placer la chose ou l'*autre* en situation d'adéquation avec les règles formelles de notre propre comportement ou de notre propre discours, alors,

expliquer revient à soumettre la chose ou l'*autre* à l'analyse fonctionnelle que présuppose une telle mise en adéquation. Expliquer, selon cette acception, c'est donner à comprendre ; c'est installer dans la chose les prémices structurales qui l'ouvrent à la compréhension.

Il ne faudrait pas croire pour autant que le processus d'adaptation s'engage à sens unique, dans un mouvement de conformation forcée de la chose à l'architecture supposée rigide de celui qui désire la connaître. Il est vrai que la connaissance ne se réduit pas au regard, il est vrai que le connaissant n'est pas qu'une cire vierge, mais le réseau de formes dans lequel s'instaure la compréhension n'en est pas nécessairement immuable pour autant. Comprendre peut impliquer un bouleversement préalable des conditions que l'on pose à ce qui est à connaître, ainsi que la réorganisation de ces conditions selon de nouvelles normes. Seul le passage à l'arrière-plan de ce processus révolutionnaire, dû à la période de stabilité qu'il inaugure et au caractère d'évidence communément admis qu'acquiert ses résultats, peut faire croire à la validité sans limites de la règle qu'il instaure. Seul l'oubli radical des origines d'une structure sensori-motrice ou cognitive conduit, selon le vocabulaire de Piaget⁸, à ne plus concevoir la compréhension que comme l'*assimilation* pure et simple d'un phénomène à cette structure⁹.

III. DUALISME ET IMMANENCE

Faisons une pause à présent, et tâchons d'évaluer les résultats que nous avons obtenus. « Comprendre » et « expliquer » commencent à avoir pour nous un sens relativement clair, à travers le double exercice de leur correspondance et de leurs oppositions. Malgré cela, nous avons quelques motifs de nous déclarer insatisfaits. En menant à bien notre étude sémantique, nous avons en effet, bon gré mal gré, fait usage des présupposés d'une pensée dualiste. L'explication était une action résolutive exercée du côté de la chose, sur le versant du connu, alors que la compréhension revenait à inscrire le monde ou l'*autre* dans la syntaxe propre du sujet connaissant. Pourtant, dans les phrases mêmes où cette dichotomie était énoncée, son caractère artificiel commençait à affleurer. Les définitions d'« expliquer » et de « comprendre », tout en demeurant distinctes, ne peuvent être précisées autrement que par un processus de déplacement symétrique de l'une vers l'autre. La procédure analytique en laquelle consiste l'explication n'a de chances de préparer efficacement la compréhension que si elle est d'emblée orientée vers la réalisation des critères formels de la synthèse que le sujet opère. Inversement, la compréhension de ce qui n'est pas *soi* suppose que le sujet intégrateur se dépouille

progressivement, mais en fin de compte aussi radicalement que possible, de toute idiosyncrasie, et qu'il se prépare, le cas échéant, à une refonte majeure. Si le monde doit devenir lisible, il faut que l'explication tende à le mettre en conformité avec la grammaire propre du sujet connaissant. Et si le sujet doit devenir, par la compréhension, lecteur et assimilateur d'un *tout autre*, il faut qu'il fasse abstraction de ce qui, en lui, n'est ni une grille de lecture ni une capacité d'assimilation. Il est en somme indispensable, pour garantir l'homogénéité de l'explication et du pouvoir de comprendre, que la chose et le monde ne soient retenus qu'en tant qu'objet *pour le sujet*, et que le sujet consente à s'universaliser, une fois son éventuelle refonte accomplie, en sujet transcendantal.

Mais, cette procédure de recherche d'isomorphisme ayant été menée à bien, il semble presque artificiel de maintenir une quelconque distinction entre le produit de la compréhension et celui de l'explication. L'une ne se donne-t-elle pas que comme l'image en miroir de l'autre à travers la surface séparant le connaissant et le connu ? Les deux structures, explicatrice et assimilatrice, ne peuvent-elles être purement et simplement identifiées, et fondre leurs réseaux dans l'immanence, dans ce que Schrödinger appelle de façon imagée « cette chose unique, esprit ou monde » ?¹⁰ Nous serions alors parvenus, au cours de l'analyse de « comprendre » et d'« expliquer », à mettre en œuvre un cas d'espèce de la critique que Schopenhauer adresse à la philosophie kantienne, à propos du statut qu'elle réserve à l'espace, au temps, à la causalité et à la permanence. Selon Schopenhauer¹¹, ces termes ne désignent pas des caractéristiques propres du sujet, déduites en tant que conditions de possibilité de l'expérience ; ils ne sauraient donc être qualifiés, respectivement, de formes de la *sensibilité* et de catégories de l'*entendement*, car de telles dénominations font explicitement référence à la constitution supposée du sujet, à ses « facultés » réceptive et intellectuelle ; l'espace, le temps, la causalité et la permanence sont en vérité la limite générale *commune* au sujet et à un monde d'objets. De façon analogue, quoique dans un champ plus restreint, nous en serions venus progressivement à envisager l'explication et la compréhension comme deux noms pour quelque unique interface structurale entre le sujet et chaque objet particulier de connaissance.

Il faut cependant que nous prenions quelques précautions et que nous apportions dès maintenant un important correctif à la tentation qui se fait jour de livrer les deux termes de l'alternative à une résorption mutuelle. Le vocabulaire dualiste : sujet et objet, compréhension et explication, peut bien résulter d'une schématisation excessive ; le partage aux connotations naïvement spatiales qu'il sous-entend, peut bien tomber sous le coup d'un examen philosophique élémentaire ; il n'en traduit pas moins les effets d'une polarité inséparable de l'acte de connaître. Une polarité

que le courant d'idées phénoménologique a remarquablement individualisée sous le nom d'*intentionnalité*, et que nous allons maintenant étudier en vue de son application au problème de la compréhension.

Au sein de l'interface lisse, ou immanence, vers quoi tout semblait converger, l'intentionnalité représente une *tension interne*, suivant l'étymologie du vocable scolastique *intentio*. Soit, mais que dire de cette tension interne ? Comment qualifier surtout les termes de la relation qu'elle instaure ? Nous allons avoir à trancher, car c'est probablement dans l'espace ouvert par ces questions que s'inscrivent bon nombre des débats et des malentendus de la réflexion philosophique contemporaine.

La procédure inaugurale de la phénoménologie, encore profondément marquée par les déplacements de sens qu'elle a fait subir à un vocabulaire d'origine psychologique, consistait à donner à l'immanence les traits d'un « flux de vécus » porté par la *conscience*. Cette conscience, remarquait-on, loin de demeurer dans le silence tautologique de l'auto-contemplation, est habitée par sa référence à des « objets » constituant les unités autour desquelles s'agrègent des séries de vécus ; pas nécessairement des objets sensibles, mais au moins des « objets » dans l'acception la plus générale du terme, celle que l'on retrouve dans les expressions : « objet d'un litige », « objet de réflexion », « objet d'attention », « objet d'imagination ». Suivant l'expression consacrée par Husserl, toute conscience est conscience *de quelque chose*, ce qui suppose que les termes liés par la relation d'intentionnalité soient respectivement un contenu de conscience et l'objet visé (ou signifié) à travers ce contenu¹². Notons ici qu'il n'est pas nécessaire de concéder quoi que ce soit au réalisme métaphysique pour préserver une distinction radicale entre un contenu de conscience et son objet. Il suffit d'en démontrer l'incorruptible nécessité épistémologique, qui se manifeste en particulier au terme du raisonnement suivant, retenu par Meinong à la suite de Twardowski :¹³

1) Rien n'interdit de juger d'un objet visé à travers un contenu de conscience qu'il n'existe pas. On peut par exemple penser à une licorne et juger qu'elle n'existe pas.

2) Or, le contenu de conscience, celui qui rassemble à la fois la visée et le jugement de non-existence, existe, lui (de la même manière que le *cogito* continue d'exister, pour Descartes, au terme du processus de révocation en doute).

3) Il est donc indispensable de ne pas confondre le contenu de conscience, porteur de la visée, et l'objet visé.

Le schème dualiste subsiste ainsi de manière formelle, mais il est cette fois clairement attribué à un trait structural de la conscience, et non à l'expression d'un dédoublement substantiel. Le résultat est remarquable, et nous allons nous en servir

dans notre analyse du schéma compréhension-explication. Mais je préférerais pour ma part que l'on réussisse avant cela à s'affranchir autant que possible d'un lexique provenant de la psychologie introspective du XIX^e siècle. On pourrait y parvenir en n'établissant pas d'équivalence plus ou moins avouée entre le domaine de l'immanence et celui de la conscience, et en faisant corrélativement de lui le siège non pas d'une mais de deux tensions symétriques. Nous avons aujourd'hui l'embarras du choix concernant le lieu privilégié de l'immanence. Celui-ci peut être, comme chez Schopenhauer, le pur apparaître informé en représentation ; ou bien, à la suite du *linguistic turn*, le langage ; ou bien encore, au décours du *pragmatic turn*, l'action et la communication humaines. Nous laisserons de côté le concept de « vie », version pré-pragmatique de l'immanence, que privilégièrent, entre autres, Dilthey, Ortega y Gasset et le dernier Husserl (à travers la notion de *lebenswelt*).

Commençons donc par identifier le domaine de l'immanence à l'« apparaître ». L'apparaître renvoie à un objet *dont* il n'est qu'un aspect, un profil ou une esquisse, et il est aussi l'index *d'une* conscience à laquelle on peut dire qu'il se montre. Le slogan de l'intentionnalité s'en trouve d'ores et déjà transformé : non plus « toute conscience est conscience *de* quelque chose » mais : « toute fraction de l'apparaître est apparition *de* (quelque chose) *pour* (une conscience) ». L'ennui est que l'apparaître, pure présence détachée de sa double projection, est soit un concept-limite, atteint au terme d'une élaboration qui lui enlève toute sa prétention à l'immédiateté¹⁴, soit un autre nom pour l'indicible : « on ne parlerait de rien s'il ne fallait parler que des expériences avec lesquelles on coïncide, puisque la parole est déjà une séparation »¹⁵. Contrairement à ce que supposait la pensée classique selon Michel Foucault¹⁶, il n'est donc pas vrai que chaque élément de l'apparaître peut fonctionner comme *signe* d'un objet apparaissant, simplement parce que le signe se dérobe à l'examen qui permettrait d'attester qu'une correspondance biunivoque s'établit entre lui et son signifié. Intéressons-nous alors à des entités auxquelles on ne peut refuser le statut de signifiants : les phonèmes et graphèmes du langage courant. Les constituants du langage possèdent la propriété de double polarité que nous avons initialement mis en évidence dans le concept d'apparaître. Les noms, les assertions, renvoient à des choses ou à des états de choses du monde : leur *référence* ; et en même temps ils doivent se voir assigner un *sens* qui dépend de la position particulière que peut adopter celui qui les emploie¹⁷. Chaque proposition possède une double face, référentielle et réflexive, se projetant vers un état de choses et faisant retour vers la situation de celui qui l'émet. À la limite, dit Russell, l'assertion « entend indiquer un fait » et « exprime un état du locuteur »¹⁸. Ou encore, selon l'analyse ternaire du premier Husserl¹⁹, une unité linguistique se « rapporte à un objet » (la *référence* de Frege), elle a une « signification » (le *sens* de Frege), et elle « manifeste » l'intention de celui qui parle (l'*ex-*

pression de Russell). Le langage serait donc devenu le lieu idéal et neutre de l'immanence, si l'on ne s'était avisé de son historicité ainsi que de l'influence majeure qu'exercent les contextes ethniques, sociaux ou personnels de l'interlocution, sur son fonctionnement sémantique. Dès lors, c'étaient le jeu de langage (Wittgenstein), l'agir communicationnel (Habermas), voire l'action elle-même, qui ont tendu à acquérir le monopole de l'immanence. Les formes de la double polarité ont changé, sans que son schème ait été mise en cause. L'agir, par exemple, s'extravertit dans la visée d'une transformation naturelle ou d'une insertion sociale et en même temps il renvoie réflexivement à celui qui le met en œuvre après en avoir conçu l'intention.

Le dualisme de la compréhension et de l'explication peut à présent se voir critiquer sur le même mode que celui de la conscience et de son objet. La compréhension s'exerce, rappelons-le, sur un processus ou sur un objet dont l'architecture a été exposée, mise au jour, par le biais de l'explication. Elle s'exerce médiatement sur le processus ou sur l'objet mais immédiatement sur l'explication. Elle est donc d'abord « compréhension d'une explication », comme une conscience était conscience de quelque chose. Mais une explication peut parfaitement s'avérer fallacieuse, ou inadéquate à son objet, tout en restant parfaitement compréhensible : il est tout à fait envisageable de comprendre correctement une explication erronée. Inversement, il peut arriver que quelqu'un ne comprenne pas une explication adéquate. L'explication est par conséquent nécessairement autre chose que la compréhension. La raison de la distinction maintenue entre explication et compréhension en transforme cependant le sens : il n'est plus question désormais d'appartenance privilégiée de l'explication au versant de l'objet et de la compréhension au versant du sujet, mais seulement d'une divergence ou d'une tension des fonctions d'expliquer et de comprendre dans l'économie interne de la connaissance. La démarche est ici parfaitement isomorphe à celle qui nous avait conduits, à travers l'argumentaire de Meinong et Twardowski, à adopter une lecture fonctionnelle du dualisme sujet-objet.

Le résultat peut être prolongé et consolidé en déplaçant le point d'application de la polarité compréhension-explication et en dupliquant cette dernière, ainsi que cela a été fait lorsqu'il s'est agi de remplacer l'intentionnalité simple unissant la conscience à son objet par une double tension issue de l'immanence. Mais qu'est-ce qui jouera ici le rôle de l'immanence ? D'où fera-t-on partir la visée bidirectionnelle qui doit tendre vers la compréhension et vers l'explication ?

IV. L'ÉCOUTE, LE MYTHE, ET L'ANIMATION UNIVERSELLE

Je me propose dans un premier temps d'adopter une démarche certes criticable, mais métaphoriquement utile, en désignant un point d'équilibre (ou un champ

d'immanence) qui serait, à la dualité comprendre-expliciter, ce que l'apparaître est à la dualité sujet-objet : des correctifs, et des traductions en termes plus conformes à ce que nous ont enseigné les tournants linguistique et pragmatique, seront apportés brièvement au fil de l'exposé. Ce point d'équilibre sera appelé « l'écoute », par référence à Héraclite²⁰ (fragment B-50 : « *Il est sage que ceux qui ont écouté non moi mais le Logos conviennent que tout est un* »). L'écoute véritable, celle dont parle Héraclite, ne se dirige ni vers les sons ni vers celui qui les émet ; elle se coule dans ce à quoi la parole fait référence : elle se transporte loin du locuteur, pour occuper la scène imaginaire du récit. L'écoute ne sait pas compréhension, car cela supposerait déjà une opération réflexive, la mise en regard d'un signifiant et de ses signifiés possibles. L'écoute ne se dirige pas non plus vers l'explication que fournit l'orateur ; elle en a déjà épousé les lignes, elle l'a traversée, établissant directement le contact avec ce qui est déployé devant son attention. L'écoute est simplement présence, et oubli de tout ce qui éloigne de la présence. Dans le cas prototypique de l'échange linguistique, l'écoute est présence à ce qui est dit et oubli des phonèmes. En termes pragmatiques, on traduirait ceci en disant que le locuteur et l'auditeur partagent si bien un certain corps de présuppositions, que toute attention portée aux conditions sociales et locales de l'échange devient inutile, et qu'elle disparaît au profit d'une attention exclusivement dirigée vers les objets signifiés. Dans le cas de l'expérience psychologique, l'écoute va bien au-delà de l'échange des rôles : elle est une présence à l'autre sur le mode de la présence à soi. Elle est aussi oubli du statut d'objet de l'autre, elle est perception de son corps comme un possible corps propre, c'est-à-dire, selon Maurice Merleau-Ponty, non plus comme une chose parmi les choses mais comme le moyen inaperçu de la vie active. En termes pragmatiques de nouveau, on dira que le but de l'action peut devenir si prégnant dans une situation de communication que son moyen corporel en devient indifférent, et que la revendication d'identité personnelle en est laissée à l'arrière-plan.

Cette écoute, cette présence oublieuse de ses présuppositions et de ses conditions, dont la « compréhension empathique » des psychologues du siècle dernier constituait la modeste traduction empirique, ne doit bien entendu en aucune manière passer pour un substitut acceptable d'une véritable compréhension et encore moins de l'explication. En effet, on peut malheureusement concevoir qu'une écoute authentique adhère à une explication erronée, et que d'autre part cette même écoute puisse s'analyser *a posteriori* comme une compréhension imparfaite de ce qui était expliqué. Pire encore : rien n'empêche les deux défauts de devenir cumulatifs, jusqu'à faire de l'écoute une compréhension inaccomplie d'une explication inadéquate. De même qu'une première distinction entre explication et compréhension restait indispensable pour traduire la possibilité qu'une explication

fausse soit comprise et qu'une explication adéquate reste incomprise, une démarcation analogue doit s'établir à l'intérieur de la triade *écoute, compréhension, explication*. Mais, comme la précédente, cette seconde distinction ne peut plus, désormais, être considérée autrement que comme une répartition des *fonctions* entre l'écoute et ses deux pôles intentionnels : la compréhension qui s'en dégage lorsqu'elle est soumise à une opération réflexive, et l'explication qui en résulte à travers l'analyse de son contenu.

Un détour par *l'histoire* va nous fournir l'occasion de percevoir plus concrètement, c'est-à-dire dans l'étalement d'une série chronologique plutôt que dans la densité d'une structure intentionnelle, cette constitution de « comprendre » et d'« expliquer » à partir de l'écoute. Pour commencer, aucun d'entre nous n'ignore complètement la situation originaire d'écoute universelle et polyphonique de la nature qui s'instaure avant que l'analyse et la réflexion d'où découlent l'explication et la compréhension n'aient eu l'opportunité de s'approprier tout le champ du savoir. Cette écoute participative des choses, indistinctement émotive et intellectuelle, grosse de présupposés mythiques, n'est autre que l'attitude que l'on range dans la catégorie très générale de *respect du « Sacré »*. Il pourrait donc être utile d'ébaucher rapidement une classification des quelques formes du sacré dont la trace peut encore être suivie lorsqu'on remonte à l'aube de la constitution des sciences. Mais pour classer, il nous faut un critère. Selon Mircéa Eliade, chacune des variétés de l'attitude d'intimité avec les choses que nous avons appelé l'« écoute » peut mieux se définir par une distribution topographique, par une localisation des aires sacrées vis-à-vis des aires profanes, que par une distinction trop moderne entre le caractère personnel ou impersonnel de puissances invisibles. Le cas extrême, que certains ethnologues de la fin du XIX^e siècle²¹ ont cru pouvoir assigner à un état premier de l'humanité, et qu'ils ont pensé circonscrire dans la polyvalence sémantique du nom mélanésien de *Mana*, correspond à l'absence de frontière, à une adhésion consentie à la totalité du monde, à l'omniprésence du sacré dans les choses. Même si la critique anthropologique contemporaine a bien montré qu'on ne peut guère citer, y compris en Mélanésie, l'exemple d'un peuple pratiquant cette situation de complète indifférenciation, son concept vaut encore comme référence-limite. Le concept de *Mana* vaut aussi parce qu'il permet de définir, par contraste vis-à-vis de lui, la constellation imprécise de l'« animisme ». L'animisme représente en effet dans cette perspective une contraction multicentrique de l'écoute universelle, un éparpillement de son attention en un grand nombre de foyers habités par des entités démoniques. L'animisme est, selon la pensée ethnographique classique, une première étape sur le chemin qui mène de l'indifférenciation de l'expérience du sacré à sa plus extrême concentration monothéiste.

Je ne m'attarde pas davantage sur ces prémisses qui ont permis de définir, selon un critère de distribution spatiale, deux importantes conceptions du sacré sur lesquelles nous aurons à revenir, et j'en arrive aux commencements grecs de la science. Suivant en cela une longue tradition philosophique et épistémologique, Schrödinger associe la naissance de la méthode scientifique au nom de Thalès de Milet et à ses disciples ioniens. Cette assimilation ne va pas cependant sans soulever quelques difficultés. Question initiale : quelle est la raison pour laquelle Schrödinger voit en Thalès le premier scientifique du monde ? C'est que, dit-il, nous devons d'abord et avant tout à Thalès l'hypothèse selon laquelle la nature peut être comprise. Deuxième question : qu'est-ce qui nous permet de penser que Thalès a émis une telle hypothèse, puisque ses fragments n'en contiennent pas d'énoncé explicite ? C'est, répond Schrödinger, le fait que le père des physiologues ioniens a cherché à rendre compte des phénomènes naturels par leurs relations mutuelles et par leur dépendance vis-à-vis d'un *principe (phusis ou archè)* ; un principe qui selon Thalès, soit dit en passant, n'était autre que l'« eau ». C'est aussi et surtout le fait que Thalès, en retenant ce mode élémentaire de description, excluait implicitement mais radicalement du devenir naturel l'intervention de la volonté toute-puissante et incompréhensible des dieux du panthéon hellénique. Chez Thalès, la possibilité de comprendre signifierait donc, assez logiquement, l'affranchissement de la nature vis-à-vis de l'action despotique des puissances sur-naturelles. Bien, mais alors comment concilier cette interprétation avec d'autres fragments bien connus (A-3, A-23), dans lesquels Thalès affirme que « Le monde est animé et rempli de dieux » ? Faut-il dire que l'œuvre et le projet de Thalès ont été un tissu de contradictions ? Ou que les « principes » des physiologues ioniens n'ont représenté que quelque habile travestissement d'une théogonie plus ancienne ? Je ne le pense pas du tout. Cependant, la résolution de ce qui ressemble for à une antinomie interne dans l'attitude épistémologique de Thalès, est loin d'être triviale. Elle exige de mobiliser l'essentiel de ce que nous avons appris précédemment sur la signification de « comprendre ».

La compréhension, disions-nous, est issue de l'écoute par le moyen d'un procédé réflexif. Comprendre l'apparaître naturel suppose donc que l'on se donne les moyens et la forme préalable d'une écoute de ce qui le compose. Or, ces moyens et cette forme adoptent initialement les traits archaïques de l'universalité du sacré, ou de la « l'animation » des choses. L'adhérence, la mise en présence, l'usage réversible et indifférent de tous les corps comme corps propres, en quoi consiste l'écoute, supposent que les fractions de la nature acquièrent quelque chose comme un *visage*, qu'elles soient *en-visagées* en seconde personne (Tu) plutôt qu'en troisième personne (Il). Pour se mettre en situation d'écoute avec les choses comme

on le fait avec les autres hommes, il faut pouvoir insérer ces choses dans le réseau acteurs, voire des locuteurs. C'est cette indispensable démarche inaugurale qu'accomplit Thalès lorsqu'il remplit le monde d'âmes et de dieux.

Le détour de Thalès, aussi surprenant qu'il soit pour nos esprits contemporains, n'est pas un cas isolé. D'autres scientifiques plus modernes ont eu recours aux mêmes expédients. Kepler, par exemple, qui fit éclater l'âme du monde des néoplatoniciens de la renaissance en autant d'âmes rectrices des planètes et des astres, en guise de préliminaire à l'élaboration d'un compte-rendu dynamique de ses 3 lois. Leibniz aussi, qui construisit sa physique sur l'idée que «la nature est pleine de vie», et que les substances individuelles soumises aux lois du choc sont assimilables à des âmes ayant des perceptions et des désirs, au moins momentanés. Quant aux physiciens contemporains, ils ne se privent pas, discrètement et en privé, de s'aider de quelque version culturellement respectable de l'«écoute» ou de l'«empathie». La célèbre chevauchée d'Einstein sur un rayon lumineux, sa chute dans un ascenseur, les explications «avec les mains» qui supposent une certaine participation cénesthésique du corps de leur auteur, n'ont pas d'autre but.

Pourtant, il faut s'en souvenir et insister désormais sur ce point, l'investissement et la participation symbiotique au devenir du monde qu'implique l'écoute, n'introduisent à la «compréhension» que moyennant un geste réflexif. Un geste qui revient à rejeter la part indifférenciée et purement mimétique de l'écoute au profit d'un résidu structural de plus en plus abstrait. Même si comprendre quelque chose suppose, comme le dit Leibniz, que cette chose contienne «de l'analogie avec ce qui est en nous»²², il n'est pas question de se contenter de cet à peu près. L'étape suivante, celle de la science telle que nous la connaissons, exige que l'analogie soit convertie en isomorphisme, et que du «nous» ne soit retenu que son asymptotique cadre formel et rationnel. Or, c'est bien cette procédure qu'ont commencé à mettre en œuvre Thalès, Kepler et Leibniz, en dépit de ce qu'a pu suggérer leur vocabulaire désuet. Les dieux qui hantent encore le monde de Thalès ne sont plus guère que des centres d'action soumis à des règles, et dont l'effet est immédiatement et universellement manifesté dans les phénomènes; les âmes rectrices planétaires de Kepler sont seulement le motif inaugural, et vite épuré, d'une analyse des forces. Quant aux substances individuelles douées de perceptions et d'appétits, elles ne sont plus, chez le Leibniz de la maturité, qu'une conséquence métaphysique espérée de l'autonomie des lois de la physique, et un ensemble de points d'appui du système de perspectives par lequel se définit l'espace. L'objectivation, dont le couple «comprendre»-«expliquer» représente l'une des figures majeures, s'est mise en marche en adoptant le masque trompeur d'une résurgence temporaire des esprits et des dieux; mais elle a su transfigurer ce masque pour aboutir.

V. MATHESIS UNIVERSALIS

Récapitulons. Investissement du monde par les âmes, ce qui ouvre la voie à l'écoute, puis désinvestissement des âmes vis-à-vis de leurs connotations étroitement subjectives, ce qui conduit à «comprendre». Tels sont les deux moments que nous avons distingués. Demandons-nous à présent ceci: que se passerait-il si l'investissement initial, nécessaire à la mise en place de l'écoute, ne s'effectuait pas selon la figure ethnologique de l'«animisme», mais selon celle, toute théorique, du *Mana* mélanésien? Quel type de compréhension résulterait d'une écoute primordiale qui ne s'ouvrirait pas sur une constellation de foyers divinisés ou animés, comme chez Thalès, Kepler et Leibniz, mais sur le continuum indifférencié d'un monde entièrement sacré? Quelle forme prendrait le *désinvestissement* d'une âme unique après qu'elle ait été initialement chargée d'*investir* indifféremment la totalité du monde? Cette procédure finale de désinvestissement, à la suite de l'investissement le plus radical que l'on puisse concevoir, ressemblerait beaucoup, à mon sens, au rêve cartésien d'une *mathesis universalis*: d'un ordre universel régi par l'algèbre, par la géométrie, et par les emboîtements ensemblistes de la taxinomie. L'idéal de la *mathesis universalis* n'est-il pas ce qui reste d'une identification globale du sujet au monde lorsqu'on a réduit le sujet à ses seules structures? De là, de cette ultime mais grandiose péripétie du désinvestissement de l'écoute, résulte l'une des plus importantes acceptions contemporaines des mots «expliquer» et «comprendre» dans les sciences de la nature. Avoir «expliqué» un processus naturel, dans ce sens, c'est l'avoir *mathématisé*, c'est-à-dire l'avoir soumis aux normes et au schème d'organisation le plus général qui puisse être attribué, par la procédure réflexive, au sujet connaissant. Avoir «compris» ce même processus naturel, c'est l'avoir formellement reproduit (simulé) suivant les lignes de sa mathématisation préalable.

La distinction maintenue entre expliquer et comprendre a pour avantage de conserver à la compréhension un double statut de stabilité et de précarité. Stabilité lorsqu'il s'agit de comprendre un mot dans un langage dénué d'ambiguïté, ou une démonstration dans un formalisme; précarité lorsque le même concept de compréhension est transposé dans le domaine des sciences de la nature. Dans ce second cas, redisons-le, la compréhension n'est en effet compréhension que par la médiation d'une explication. Or l'explication est soumise à la possibilité permanente de sa réfutation expérimentale, elle est indéfiniment en attente d'une parfaite adéquation avec l'univers empirique (avec le produit des procédures instrumentales). La compréhension *des processus naturels* reste donc toujours en projet quand bien même la compréhension de l'explication mathématique de ces

processus serait accomplie. Comprendre la nature est voué à rester un désir, une perspective lointaine, une motivation du chercheur, en dépit de l'aperçu saisissant qu'en donne la lecture d'une *explication*.

Bien entendu, la façon « mathématique » d'entendre les verbes « comprendre » et « expliquer » n'est pas la seule, ni même celle qui suscite le moins de réticences. Mais son origine remarquablement claire, telle que nous l'avons identifiée dans le flux d'un investissement global du monde suivi du reflux d'un désinvestissement par abstraction, incite à la retenir comme référence et comme étalon de comparaison. Les autres conceptions se définiront par l'écart qu'elles inaugurent ou qu'elles maintiennent vis-à-vis d'elle.

La première grande ligne de résistance à l'égard de ce sens très général et très formel du mot comprendre a probablement été dressée par Leibniz. Non bien sûr que Leibniz ait récusé de quelque manière l'usage des mathématiques dans les sciences de la nature : il en fut plutôt l'un des principaux promoteurs au XVII^e siècle. Simplement, il ne pouvait en admettre l'indépendance absolue à l'égard du pivot de sa métaphysique qu'était le concept de « substance individuelle » ou « monade », lui-même issu de la logique. Si comprendre signifie trouver « de l'analogie avec ce qui est en nous », l'analogie selon Leibniz ne pouvait prendre son essor qu'à partir d'un individu, et ne pouvait concerner que d'autres individus : d'un côté l'homme qui comprend, et de l'autre côté ces substances élémentaires dotées d'une âme inaccomplie, instantanée, imparfaite, dont l'assemblage en un lieu forme la chose à comprendre. La compréhension selon Leibniz revient à mathématiser le devenir de substances individuelles dont les rapports définissent l'espace, et dont le point de vue définit la localisation. Or, lorsque la mathématique se fait vraiment et indifféremment universelle, lorsqu'elle ne provient plus d'un investissement pluriel de type « animiste » mais d'un investissement monolithique et global de type *Mana*, elle ménage la possibilité d'un compte-rendu bien plus général. Un compte rendu des phénomènes naturels qui ne se restreint pas à décrire les interactions d'une multiplicité d'individus localisés dans l'espace et dans le temps « ordinaires », mais qui peut acquérir la polyvalence d'une forme dans un *espace abstrait de configuration*.

Ce type inédit de compte rendu était encore, il est vrai, une perspective fort éloignée au XVII^e siècle. Sa possibilité n'a commencé à se concrétiser qu'au XX^e siècle, avec l'avènement de la mécanique quantique. Comme Schrödinger le remarqua avec une acuité particulière, la mécanique quantique a en effet conduit à une mise en cause radicale du concept de particule localisée et individuelle que les représentations physiques antérieures lui avaient légué. Les *seules* entités théoriques de la mécanique quantique qui se comportent *toujours* comme des individus lors des dénombrements de la physique statistique, ne sont autres que

les *états propres des diverses observables*. Mais il se trouve que ces *états*, définis comme vecteurs d'un espace de Hilbert, sont privés de localisation dans l'espace-temps ordinaire. On en est donc arrivé de nos jours à une dissociation radicale des concepts d'individualité et de localisation. Les véritables individus, à savoir les *états*, ne sauraient être localisés, tandis que les objets localisables (aux relations d'indétermination près) ne peuvent, en général, être individués. Cette dissociation, souvent perçue comme une source de paradoxes, conduit à une forme de mathématisation des phénomènes qui ne peut pas être qualifiée de « compréhension » au sens particulier que l'on a conféré à ce terme dans le prolongement de la métaphysique de Leibniz.

La tentation de réduire l'« explication » à la « mathématisation », c'est-à-dire la tentation d'identifier « donner à comprendre » et « déployer selon un ordre mathématique », s'est heurtée à une seconde ligne de résistance, qui a commencé par prendre l'aspect d'une critique de la conception positiviste de la science, pour se développer ensuite de façon autonome. Ici, c'est Schrödinger à nouveau qui va nous servir de guide.

Schrödinger commence par s'attaquer, avec subtilité et prudence, à l'abdication positiviste de toute volonté de comprendre. Il admet que le positivisme peut être considéré comme une sorte de remède contre l'illusion qui fait fréquemment croire aux scientifiques qu'ils ont expliqué un processus naturel alors qu'ils n'ont fait que le décrire. Il concède aussi que la sécheresse de l'attitude positiviste peut servir à tempérer les excès d'imagination du théoricien, en lui indiquant les risques qu'il prend à introduire trop d'entités inobservables et à faire proliférer les propositions invérifiables. Mais le positivisme, poussé dans ses ultimes conséquences, conduit aussi à des excès inacceptables, parmi lesquels son incapacité à rendre compte de la fécondité prédictive des mathématiques n'est pas le moindre. Si le propos des sciences est seulement, selon l'enseignement positiviste, de fournir une description économique des faits observés, on ne voit pas pourquoi elles ne pourraient pas le faire par de simples moyens mnémotechniques, voire, comme le dit Schrödinger de façon volontairement provocante, par des « mathématiques fausses »²³. Or, les théories physiques n'ont pas pour seul but d'établir un tableau ordonné des faits déjà connus et de leurs extrapolations immédiates. Elles ont plutôt vocation à anticiper les résultats obtenus dans des expériences que personne n'a encore réalisées en laboratoire, à suggérer des situations expérimentales entièrement inédites, et aussi à fournir le cadre hors duquel un événement ne pourrait même pas se voir attribuer la signification d'un fait expérimental. Les théories physiques visent en somme à servir d'aperçu vers un *possible* qui resterait inconcevable sans elles. Mais, comme l'indique fort justement Schrödinger, les mathématiques représentent « (...) la façon la plus générale de considérer des relations possibles

(...) sans contradiction »²⁴. L'utilisation des mathématiques n'est donc pas un luxe, ou un paroxysme d'économie dans la description des faits. Elle incarne l'ambition des théories physiques, qui est de se projeter dans un univers de possibilités expérimentales dépassant de très loin ce qui était connu ou seulement envisageable au départ. Et cette ambition, à son tour, est la forme présomptive que prend le désir de comprendre dans les sciences. Il est en effet difficilement concevable que ma capacité à prévoir, et mon pouvoir d'embrasser un champ de phénomènes dont l'extension se révèle plus vaste que je ne le soupçonnais en posant les axiomes de ma théorie, ne soient pas sous-tendus explicitement ou implicitement, à présent ou dans l'avenir, par quelque variété de « compréhension » de la nature. Cette variété un peu occulte de compréhension, qui se manifeste indirectement à travers la capacité anticipatrice des théories, se traduit aussi selon Schrödinger par une tendance à l'*unification* des descriptions. « Même s'il était vrai, dit Schrödinger, que nous ne faisons en principe qu'observer et enregistrer les faits, et les ordonner de façon facilement mémorisable et commode, il existe des relations factuelles qui unissent nos découvertes dans les domaines du savoir les plus variés et les plus profondément distincts. Ces relations sont si frappantes et si intéressantes que le terme "compréhension" est tout-à-fait approprié »²⁵. Selon ce texte tiré de *La Nature et les Grecs*, l'unification d'un grand nombre de phénomènes peut donc déjà prétendre au nom de « compréhension », même si elle ne s'effectue que sur un mode purement descriptif. Elle pourrait, semble-t-il, y prétendre à plus forte raison si elle s'effectuait sur un mode mathématique, c'est-à-dire si elle consistait à formuler des théories dont la généralité croissante et l'extension du domaine de validité s'accompagne d'une restriction du nombre des axiomes et des constantes universelles. A condition que l'on s'en tienne à ce double critère de l'unification et de la mathématisation, la mécanique quantique entraîne incontestablement une amélioration dans notre capacité de comprendre la nature. La mécanique quantique est un compte-rendu unifié et mathématiquement cohérent d'un champ de phénomènes plus vaste qu'aucune autre théorie n'a pu en circonscrire. Or, en dépit de cela, sa valeur d'explication, son aptitude à donner à comprendre, n'ont pas toujours été reconnues sans difficultés.

VI. LA MÉCANIQUE QUANTIQUE PERMET-ELLE DE « COMPRENDRE LA NATURE » ?

Comme je l'ai indiqué en introduction, Bohr prévoyait en 1922 que notre description des phénomènes atomiques ne pourrait être qualifiée de « compréhension » qu'à condition de réformer notre notion du « comprendre », ce qui laissait

pour le moins supposer un écart vis-à-vis de son acception commune. La prophétie de Bohr s'accompagnait encore, il est vrai, d'une note optimiste, car à ses yeux l'indispensable refonte de la notion de « comprendre » était aussi une manière de la rapprocher de son sens le plus authentique. Inversement, la mise en doute radicale, par Schrödinger, de la capacité de donner à comprendre que pouvait posséder la mécanique quantique, témoignait d'un refus de renoncer à certaines connotations familières du mot « compréhension ». Quelques lignes après avoir concédé qu'unifier une description des phénomènes, c'est à certains égards les comprendre, Schrödinger affirme pourtant : « La théorie quantique a permis d'atteindre une conception prometteuse, mais elle n'est pas encore pleinement compréhensible »²⁶. Un peu plus tard, dans *L'esprit et la matière* il note brièvement que « la tendance actuelle en physique est probablement une assez sérieuse contamination (du principe selon lequel la nature peut être comprise) »²⁷. La théorie quantique a beau fournir une « explication » mathématique des phénomènes, elle reste donc, selon Schrödinger, opaque à notre effort de compréhension. Elle offre la situation un peu surprenante d'une inadéquation entre l'« explication » mathématique et le pouvoir de comprendre : l'explication elle-même n'est pas pleinement compréhensible. Que faudrait-il alors de plus à une théorie que sa capacité à unifier un grand nombre de phénomènes dans un même schéma mathématique, pour qu'elle se voie reconnaître le statut enviable d'instrument de compréhension de la nature ? Deux choses au moins, selon Schrödinger :

1) Il serait nécessaire qu'elle nous fournisse aussi une véritable représentation continue dans l'espace et dans le temps, ou encore une image du monde. « (N)otre image, c'est-à-dire notre compréhension (...) » lit-on au détour d'une phrase de l'article de 1935 intitulé « La situation actuelle en mécanique quantique »²⁸. Comprendre un large fragment de l'apparaître naturel, revient avant tout selon Schrödinger, qui suit en cela un enseignement boltzmannien, à s'en forger une image claire.

2) De même que la compréhension d'un discours résulte d'une démarche réflexive à partir d'une pure *écoute* se portant immédiatement vers l'objet désigné, sans s'arrêter aux moyens phonétiques utilisés, la compréhension d'un processus naturel devrait avoir comme condition préalable la capacité d'en mener *directement* à bien la description, abstraction faite de toute mention explicite des moyens expérimentaux, sensoriels, et catégoriaux, qui sont censés y donner accès.

La compréhension s'atteint ici à travers une double restriction par rapport à l'exigence initiale de mathématisation : une explication ne donne à comprendre que si le compte-rendu mathématique unifié des phénomènes, en quoi elle consiste, s'associe à une représentation *imagée* et traduit le parachèvement d'une démarche d'*objectivation*.

Ce sont ces deux restrictions que Bohr pensait pouvoir écarter, ou au moins redéfinir. Il envisagea de lever la première dès 1922, non sans y avoir mûrement réfléchi, non sans avoir exploré dans ses moindres détails la fécondité partielle et les inconsistances de la représentation imagée d'un atome planétaire aux orbites quantifiées. Il accepta ensuite de l'abandonner complètement en 1924-25, lorsqu'il donna son assentiment à la très abstraite « théorie de correspondance » qu'était pour lui la mécanique matricielle de Heisenberg, Born et Jordan. Mais Bohr, contrairement à bien d'autres physiciens de l'époque, ne s'arrêta pas là. Il ne réduisit pas la réforme de la notion de « comprendre » à un renoncement. Il ne se contenta pas de consentir à la perte des représentations spatio-temporelles au nom d'un vague relativisme culturel appliqué à la sémantique du verbe « comprendre ». Il rendit très vite raison de cette perte consentie à travers sa notion polyvalente de *complémentarité*, qui rendait les structures imagées (comme par exemple la représentation corpusculaire et la représentation ondulatoire) à la fois incompatibles deux à deux et indispensables à un compte-rendu exhaustif; à la fois privées de leur fonction proprement représentative et porteuses d'une fonction symbolique²⁹. Du même coup, c'est le concept de complémentarité qui se voyait investi, chez Bohr, de la fonction refusée aux représentations imagées. En explicitant la restriction du domaine de validité des images, la complémentarité servait de relais vers une nouvelle conception du comprendre.

La « compréhension » d'un ensemble de phénomènes s'entendait toujours selon Bohr au sens d'une inscription dans les formes de la vie et de la communication humaines, mais elle devait tenir compte d'une insurmontable limitation de cette dernière. D'un côté, il restait vrai que les préparations et résultats expérimentaux ne pouvaient s'exprimer en dernière analyse que par le moyen du langage courant, mais d'un autre côté ce même langage courant, avec sa structure privilégiant les prédicats à une place accolés à un sujet grammatical unique, était inapte à rendre intégralement compte de phénomènes définis en termes exclusivement relationnels. On ne pouvait plus dire que tel objet microscopique « possède » les propriétés *position* et *quantité de mouvement* à chaque instant, mais seulement que la mise en œuvre de tel type de dispositif expérimental définit le concept de position (et en permet la mesure), tandis que la mise en œuvre de tel autre type de dispositif définit le concept de quantité de mouvement (et en permet la mesure); ou bien encore que tel type de dispositif fournit des ensembles de résultats s'interprétant comme phénomènes corpusculaires tandis que tel autre type de dispositif donne lieu à des ensembles de résultats s'interprétant comme phénomènes ondulatoires. Le langage courant restait parfaitement opérant pour décrire chaque type d'expérience ainsi que les résultats auxquels elle aboutit, mais il fallait reconnaître que la convergence des résultats de différents types d'expériences, leur

attribution simultanée à un même sujet grammatical (l'objet microscopique), entraînait en contradiction avec certaines suites de phénomènes. Le prix d'un usage persistant du langage courant, qui représentait pour Bohr la condition d'une communication dénuée d'ambiguïté sous-tendant l'intersubjectivité des descriptions, était donc la *désarticulation* de ce langage. Les spécifications de la complémentarité servaient précisément à organiser son cloisonnement, à préciser les bornes de ses divers domaines d'utilisation. Ainsi voit-on comment une prescription concernant l'*usage* du langage courant, c'est-à-dire une prescription relevant de la *pragmatique*, conditionne la réforme du concept de « compréhension » préconisée par Bohr, en désignant le nouveau rapport, plus strictement contrôlé que le précédent, qui doit s'instaurer entre le formalisme théorique et la vie humaine. Ainsi aperçoit-on également comment le renoncement à l'« écoute » dirigée sans intermédiaire vers des objets de connaissance, en d'autres termes la nécessité d'une référence explicite aux moyens expérimentaux d'investigation, s'associe étroitement au choix de ne plus considérer les représentations imagées que comme autant de « symboles » aux domaines sémantiques complémentaires.

Le malaise de Schrödinger face à la mécanique quantique, son affirmation selon laquelle la physique contemporaine représente une assez sérieuse contamination du principe d'intelligibilité de la nature, sont pour leur part nettement circonscrits. La mécanique quantique n'est à ses yeux un compte-rendu fidèle des phénomènes qu'au prix de l'abandon ou de la déformation de deux des éléments majeurs qui en font un instrument de compréhension de la nature. La pure et simple mise à l'écart de ces éléments, à savoir la représentation imagée et une description des objets de connaissance qui ne nécessite pas de référence explicite à la médiation instrumentale, ne serait aux yeux de Schrödinger qu'une abdication. Non pas une solution de l'énigme mais une fin de non-recevoir à son encontre. Quant à l'issue empruntée par Bohr, celle qui consiste à faire opérer le concept de complémentarité en lieu et place de l'image, et à faire intervenir le type d'appareillage utilisé dans la *définition* des phénomènes, Schrödinger l'a très vite rejetée. Dès 1928, il écrivait à Bohr une longue lettre³⁰ d'où ressortait un scepticisme sans bornes à l'égard d'une complémentarité qui, selon ses propres termes, ne constitue qu'un « expédient juridique qui ne peut pas être transformé en raisonnement clair ». Dans cette même lettre, il rejetait la méthode consistant à faire intervenir explicitement l'influence ou le rôle des appareils expérimentaux dans la description: « Dans le schème conceptuel adéquat, les choses ne peuvent plus apparaître comme si la possibilité de notre expérience était limitée par des circonstances défavorables ». Les « circonstances défavorables » en question devaient plutôt, selon lui, être incorporées dans la définition d'un objet, que considérées comme des limitations imposées à la connaissance d'une *ancienne* catégorie d'objets.

Mais au fait, pourquoi Schrödinger refusait-il avec une telle vigueur de renoncer à l'exigence d'une représentation spatio-temporelle continue, pourquoi n'a-t-il même pas envisagé de refondre sa conception du comprendre dans le sens d'une levée ou d'une modification du critère de la représentation imagée ? Les influences historiques, boltzmannienne, kantienne ou post-kantienne ont pu avoir leur rôle dans ce refus, mais je préfère pour ma part essayer de cerner ce qui peut justifier une telle réticence, ce qui en fait une véritable attitude philosophique. Mathématiser, nous l'avons dit, c'est avoir poussé à son terme, à la suite de l'investissement initial le plus général possible, le désinvestissement du monde. Mathématiser, selon Piaget, c'est avoir consenti à abstraire, à coordonner, puis à réguler l'ensemble des schèmes sensori-moteurs de notre corps, jusqu'à en affranchir totalement les processus cognitifs. Mathématiser, c'est ouvrir la possibilité que des opérations épistémiques se déroulent hors du cadre spatial qui est celui des mouvements du corps. Mais s'il en est ainsi, ces mouvements ou ces vellétés de mouvement qui servaient à mimer les phénomènes afin de les assimiler ne sauraient plus être considérés que comme de pauvres reliques d'un état antérieur de la connaissance. La cénesthésie ne peut plus jouer sans quelque trace de dérision la fonction que lui assignait Merleau-Ponty : « Le corps, en tant qu'il a des « conduites » est cet étrange objet qui utilise ses propres parties comme symbolique générale du monde, et par lequel, en conséquence, nous pouvons "fréquenter" le monde, le "comprendre" »³¹. La situation à laquelle menace de nous confronter la physique moderne est en définitive celle-ci : un univers mathématique à l'abstraction si avancée que la symbolique corporelle n'y trouve pas l'espace de son déploiement complet ; une situation dans laquelle le sujet humain concret ne peut plus vraiment parvenir à *fréquenter* le monde. Le choix de Schrödinger pourrait alors traduire sa simple réticence d'une levée si complète de l'investissement du monde qu'elle aboutit aux pures structures d'un sujet désincarné. Avec Schrödinger, c'est l'homme complet, avec son corps, qui veut encore avoir sa part de la compréhension, en se donnant le lieu de ses ébauches motrices.

L'un des thèmes méconnus de la controverse entre Bohr et Schrödinger apparaît mieux, désormais. Pour les deux physiciens, la compréhension dont peut nous enrichir la physique ne se conçoit pas sans sa reconduction permanente à l'enracinement humain de cette science³². Mais pour Bohr cet enracinement se limite aux formes linguistiques, et à des restrictions pragmatiques énoncées sous le nom de *complémentarité* ; alors que selon Schrödinger, il doit s'étendre à l'ensemble des pratiques, aussi bien gestuelles que verbales, qui participent de l'« agir communicationnel ». Là où Bohr insiste sur la *parole*, là où il se contente d'une conception sémantico-pragmatique de la compréhension, Schrödinger demande à lui adjoindre le *geste*, la *motricité*, et à étendre la notion de compréhension à la

pratique au sens le plus général. Ce qui embarrasse Schrödinger, dans la perte complète des représentations imagées ou dans leur restriction à un statut symbolique, c'est en définitive la mise de côté ou le confinement de l'une des modalités majeures de la vie et de la communication humaines. Le langage, insiste-t-il, comprend « (...) la mimique et les gestes, le toucher du corps de l'autre, le fait de montrer du doigt, etc. »³³. Or, renoncer aux images, comme le percevait clairement Paul Valéry, revient aussi à abandonner « la similitude visuelle et motrice »³⁴ ; encadrer strictement le rôle des images dans le schème de la complémentarité, c'est consacrer le ravalement de la motricité au rang de gesticulations isolées les unes des autres, inaptes à servir de symbolique *générale* du monde.

VII. LES FAITS ET LA REPRÉSENTATION

Il restait à Schrödinger à frayer sa propre voie entre l'exigence épistémologique peut-être démesurée que représente un désir *humanisé* de comprendre, pris au sens le plus large, et la stricte contrainte de l'adéquation aux faits. Une voie si étroite, si peu explorée, que Schrödinger ne finit par se résoudre à en tirer toutes les conséquences que dans les années cinquante, après vingt ans de doutes, de critiques et de perplexité. La méthode consistait à desserrer l'étau là où personne n'aurait pensé ou osé le faire consciemment : déconnecter partiellement les faits du schéma mathématique, plutôt que de renoncer si peu que ce soit à l'idéal de compréhension ; mettre en œuvre des entités théoriques continues dans l'espace et dans le temps, quitte à leur faire perdre leur statut de description fidèle, quasi-cartographique des phénomènes, élaborer une *représentation* sans prétendre en faire une *représentation des faits* ; favoriser en somme les normes de la clarté intellectuelle au détriment du désir un peu naïf de calquer l'apparaître. Selon le Schrödinger des années cinquante, cette représentation claire, spatio-temporellement continue, et de surcroît formellement conforme à l'idéal classique du déterminisme, n'est autre (pour l'essentiel³⁵) que la « mécanique ondulatoire », c'est-à-dire la forme particulière qu'il avait lui-même donné à la mécanique quantique en 1926. L'écart accepté vis-à-vis des faits est ici particulièrement évident lorsqu'on confronte les prédictions de la mécanique ondulatoire, en termes de distribution spatiale d'amplitude, et les phénomènes d'impacts discontinus sur lesquels elle est pourtant censée porter. L'onde Ψ s'étale continûment sur un écran, mais seules de petites taches y apparaissent.

Une distance a beau avoir été consentie entre la théorie quantique et les faits, le choix de prendre du recul par rapport à l'apparaître a beau avoir consenti, tout lien n'a cependant pas été brisé. La mécanique ondulatoire pourrait-elle d'ailleurs continuer à s'appeler une théorie physique si c'était le cas ? Il y a donc au minimum quelque chose comme une *connexion* entre la théorie spatio-temporellement continue, et les phénomènes. Selon les termes employés par Schrödinger, la théorie fournit une *information* sur les phénomènes, faute d'en être une projection terme à terme. Mais quelle information fournit-elle ? De quelle nature sont les renseignements qu'on peut espérer acquérir à propos d'événements discontinus comme un impact sur un écran, ou une bulle dans une chambre à bulle, lorsqu'on ne fait que manipuler formellement des amplitudes variant continûment dans l'espace ? La réponse, nous la connaissons bien : ce formalisme continu nous renseigne sur la *probabilité* d'occurrence de certains événements discontinus. Comme l'a posé Max Born en 1926, le carré du module de l'amplitude continue en un point de l'espace donne la probabilité d'obtenir un impact en ce point si on y place un écran.

Un nouvel aspect du différend entre Bohr et Schrödinger apparaît ici en toute clarté. Le schème Bohrien de la complémentarité retenait des *couples* de représentations imagées en leur assignant un statut symbolique ; par exemple, chacune des deux représentations ondulatoire et corpusculaire se voyait réserver un domaine restrictif de validité opératoire. La mécanique quantique au sens de Schrödinger désigne au contraire *l'une* de ces représentations (la représentation ondulatoire) comme *seule* habilitée à fournir de bout en bout une description adéquate, quitte à l'articuler indirectement, *via* la règle probabiliste de Born, aux phénomènes expérimentaux. La dualité onde-corpuscule se voit remplacer par une dichotomie de principe entre l'unique représentation théorique continue et la multiplicité des faits discontinus. Chez Schrödinger, le concept de corpuscule n'a plus *aucun* rôle à jouer, ne serait-ce que parce que ses déterminants ontologiques traditionnels (individualité, identité à travers le temps, capacité à porter des propriétés) ont perdu tout point d'ancrage empirique en physique microscopique³⁶. Le nouvel objet de la théorie physique, celui dont Schrödinger prédisait l'advenue dans sa lettre à Bohr du 5 mai 1928, est le référent du symbole Ψ (de configuration ondulatoire). Car s'il est vrai que les corpuscules ont perdu leur individualité et leur identité trans-temporelle, il n'en va pas de même des fonctions d'onde qui retiennent en permanence un critère distinctif : leur *forme*, leur modulation de fréquence ou d'amplitude. S'il est vrai d'autre part que les valeurs des observables position et quantité de mouvement ne peuvent plus converger à chaque instant vers un seul objet de type corpusculaire et lui tenir lieu de « propriétés », une autre série de valeurs (les valeurs propres d'un « ensemble complet d'observables qui

commutent ») converge, elle, vers un seul objet de configuration ondulatoire. Ainsi se rejoignent les deux exigences que Schrödinger imposait à une théorie pour qu'on puisse dire qu'elle « donne à comprendre » : le caractère imagé, et l'accomplissement de l'exigence d'objectivation. La théorie fournit une représentation de ce que le théoricien s'est donné pour objet, ne serait-ce que parce que le théoricien ne doit pas se donner pour objet autre chose que ce dont la théorie est apte à donner une représentation.

Récapitulons : nous avons pu satisfaire notre désir de comprendre au sens le plus fort grâce à une représentation théorique claire et continue dans l'espace et dans le temps ; nous avons de surcroît établi un lien entre cette représentation et les phénomènes ; ce lien n'a jusque là jamais été réfuté. N'avons-nous pas alors *compris* la nature dans son déploiement apparent ? Eh bien non. Car un élément crucial reste à l'écart de toute représentation continue, et donc de toute « compréhension » au sens de Schrödinger : cet élément, c'est justement le *rapport* entre la représentation et le fait. Le concept de compréhension a été préservé à l'intérieur de la représentation, les phénomènes ont été sauvés, mais cette double avancée a somme toute consisté à déplacer la difficulté. Le concept baroque de « réduction du paquet d'ondes », les interminables débats sur ce que les anglo-saxons appellent « l'objectification » sont l'expression durable de ce déplacement.

L'énoncé par Schrödinger du paradoxe du « chat » n'a pas eu d'autre but que de faire ressortir avec une certaine outrance l'obscurité du rapport entre la représentation et les faits, et surtout de la faire déborder de son cadre spécialisé pour la jeter dans l'univers quotidien. Donnons d'abord l'énoncé technique et presque anodin du paradoxe : les solutions de l'équation de Schrödinger ne sont en général pas des fonctions propres de l'observable qu'on souhaite mesurer, mais des superpositions linéaires de ces fonctions : le carré du module de chaque coefficient de cette superposition fournit la probabilité d'obtenir le résultat correspondant lors d'une mesure. Tant que cela s'applique au domaine un peu mystérieux des particules subatomiques, tant que cela semble seulement concerner l'établissement d'une statistique sur de grands nombres de particules, les choses restent dans les limites du raisonnable. Mais si l'on a pris soin au préalable, comme Schrödinger le fait dans son article de 1935³⁷, de réfuter l'interprétation purement statistique de la mécanique quantique soutenue par Einstein, si on considère en plus que cette théorie a un domaine de validité universel (autrement dit, que son domaine de validité ne se limite pas au domaine atomique et subatomique), alors il faut envisager des situations dans lesquelles la représentation théorique d'un objet macroscopique singulier doit *aussi* consister en une superposition d'états, et non en un seul état bien défini. Schrödinger donne un exemple concret d'une telle situation : l'état d'un chat, dont la vie est suspendue pendant une heure à la

non-désintégration d'un fragment de matériau radio-actif, est représenté par une superposition de l'état « vivant » et de l'état « mort », Schrödinger nous le dit au moyen d'une phrase qui devrait figurer dans toutes les anthologies d'interprétation de la mécanique quantique : « La fonction Ψ exprime cela de la façon suivante : en elle, le chat vivant et le chat mort sont (si j'ose dire) mélangés ou brouillés en proportions égales »³⁸. Bien entendu, personne n'a jamais observé un chat brouillé mi-mort mi-vif ; les faits n'ont jamais singé la représentation quantique. Dans les termes qu'emploie Schrödinger en 1935, la fonction Ψ ne représente pas la « réalité ». Mais attention : « réalité » doit ici s'entendre dans un sens restreint, celui que B. d'Espagnat désigne par « réalité empirique »³⁹. « Ne pas représenter la réalité empirique » est seulement une autre manière de dire « ne pas être un calque des faits ».

C'est le moment de reposer à nouveaux frais la question la plus délicate de l'interprétation de la mécanique quantique : si la fonction Ψ n'est pas une représentation des faits, de quelle nature est le rapport qu'elle entretient avec les faits ? Nous avons déjà apporté une réponse partielle en disant qu'elle permet de calculer la probabilité que tel fait se produise, mais nous pouvons maintenant aller un peu plus loin. La question se pose ainsi : Ψ n'est-elle qu'une simple liste de probabilités dont la valeur évolue suivant l'équation de Schrödinger, ou bien constitue-t-elle une entité théorique plus riche donnant d'autres informations sur les faits ? Tout au long de ses années de méditation sur l'interprétation de la mécanique quantique, Schrödinger a progressivement reformulé cette question sous la forme d'un choix entre trois couples de mots comprenant des conjonctions de coordination ou de condition. Ces trois couples sont : ou/ou ; et/et ; si/alors. La fonction Ψ exprime-t-elle que le chat est mort *ou* vif (le *ou* étant un *ou* exclusif, signifiant une complète disjonction) ; que le chat est mort *et* vif ; ou bien encore que *si* le chat est mort, *alors* le fragment de matériau radioactif a été le siège d'une désintégration ?

La première possibilité, comportant une disjonction, correspondant le plus fidèlement à ce qu'on attend d'une simple liste de probabilités. Selon cette ligne de pensée, la fonction Ψ exprime que le chat est *soit* mort *soit* vif avec les probabilités respectives p_m et p_v . L'ennui est que cette interprétation, fort vraisemblable dans le cas de la fonction Ψ d'un animal familier comme le chat de de tout autre objet macroscopique, a des conséquences manifestement incorrectes dans beaucoup d'autres cas. Il n'est pas vrai par exemple que la fonction Ψ d'un photon soumis à l'expérience des trous d'Young exprime la disjonction suivante : « le photon passe par le trou n° 1 avec la probabilité p_1 *ou* le photon passe par le trou n° 2 avec la probabilité p_2 ». Elle exprime tout au plus la probabilité des impacts que l'on *obtiendrait si* des détecteurs *étaient* placés juste à la sortie des trous. Dans la situation expérimentale où un seul écran est placé à distance des

trous, la lecture la plus plausible de la fonction Ψ , celle qui permet de rendre compte des effets d'interférence, est plutôt la seconde : il y a passage de « quelque chose » (appelons-le une onde) par le trou n° 1 *et* par le trou n° 2 ; les coefficients de la superposition en quoi consiste Ψ ne se limitent pas à donner *séparément* la probabilité qu'un photon soit passé par chacun des trous ; ils permettent *conjointement* de calculer la probabilité de chaque impact sur un écran placé derrière les trous. Admettons. Mais cette lecture, à la rigueur supportable tant qu'il ne s'agit que d'un photon, devient carrément « loufoque » (le terme est de Schrödinger⁴⁰) quand il s'agit d'un chat mort *et* vif. Ici, en plus, l'aspect loufoque n'est même pas compensé par l'avantage de prévoir des franges d'interférence, car les interférences éventuelles entre l'état « chat vif » et l'état « chat mort » sont, ainsi qu'on peut le montrer, tout à fait négligeables. Comment se tirer de cette situation délicate ? Première possibilité : tracer une frontière entre le domaine auquel la conjonction « et » s'applique, et le domaine auquel la conjonction « ou » s'applique : le domaine microscopique et le domaine macroscopique. Cette possibilité, la plus couramment adoptée, a selon John Bell⁴¹ un très grave défaut philosophique : elle érige des considérations pratiques (le caractère négligeable des effets d'interférence) en nomes épistémologiques ou en propositions de principe. Venons-en donc à la seconde possibilité, celle qui consiste à donner systématiquement la préférence à la conjonction « et ». Toutes les difficultés ne sont pas résolues pour autant, car on est alors confronté au caractère manifestement contraire aux faits de la proposition « le chat est mort *et* vif ». L'interprétation d'Everett, dans sa version classique dite « de la pluralité des mondes »⁴² corrige au moins le dernier défaut. Si l'on admet que le chat est mort dans un monde, et qu'il est vif dans un autre monde parfaitement inaccessible aux habitants du premier, les apparences sont sauvées. Certains ont pu reprocher à cette interprétation d'amplifier la loufoquerie de la situation imaginée par Schrödinger à des dimensions cosmiques. Je lui trouve personnellement au moins un avantage : elle préserve les physiciens qui y adhèrent et qui la connaissent bien de s'engager dans la vaine quête des mécanismes compliqués de la réduction du paquet d'ondes, dans la recherche utopique de la vraie limite entre le microscopique et le macroscopique, ou dans une interrogation pas toujours maîtrisée sur le rôle de la conscience de l'homme expérimentateur.

J'ai laissé pour la fin le couple « si/alors », car il s'accommode aussi bien de la conjonction de coordination « et » que de la conjonction de coordination « ou ». Rien n'empêche de dire, au moins sur un plan logique, que la fonction Ψ de l'ensemble matériau radioactif+chat exprime la conjonction de propositions suivante : « *si* le chat est mort, *alors* le fragment de matériau radioactif a été le siège d'une désintégration *ET si* le chat est vivant, *alors* le fragment de matériau

radioactif n'a pas été le siège d'une désintégration». Rien n'empêche davantage de dire que la fonction Ψ de l'ensemble matériau radioactif+chat exprime la disjonction de propositions suivante : « si le chat est mort, alors le fragment de matériau radioactif a été le siège d'une désintégration OU si le chat est vivant, alors le fragment de matériau radioactif n'a pas été le siège d'une désintégration ». Quel que soit le choix effectué entre *et* et *ou*, il est manifeste que la fonction Ψ est plus qu'une simple liste de probabilités : elle exprime aussi la corrélation entre les états des multiples objets intervenant dans ce qu'on appelle la chaîne de mesure ; elle traduit une corrélation entre de multiples faits.

VIII. LE POINT AVEUGLE AUTO-RÉFÉRENTIEL (EN GUISE DE DÉNOUEMENT)

Nos réflexions antérieures se résument comme suit : la mécanique quantique nous donne parfaitement à « comprendre » la *corrélation interne à certains ensembles de faits*, dans la mesure où elle nous en fournit une représentation mathématique unifiée et imagée ; mais elle ne nous donne pas à comprendre l'apparaître naturel dans son ensemble, car elle laisse dans l'ombre la connexion entre chaque fait singulier et la représentation claire qu'elle peut prétendre être. Devons-nous le lui reprocher ? Devons-nous mettre cette lacune au compte de ce que l'on a appelé son « incomplétude »⁴³ et appeler de nos vœux une théorie nouvelle, lavée du soupçon d'inexhaustivité ? La position que je voudrais défendre ici consiste au contraire à souligner le côté positif des limitations de la mécanique quantique, en montrant qu'elles ne font somme toute que révéler les limitations constitutives des savoirs objectifs, et qu'elles lèvent ainsi certaines illusions épistémologiques entretenues par la physique classique.

Quelles sont donc ces limitations inhérentes aux savoirs objectifs ? Les savoirs objectifs opèrent comme *savoir-de* (quelque chose) ; ils ont pour but de déterminer les relations entre les entités qui sont à l'extrémité de la visée intentionnelle qu'ils instituent, et de prédire ainsi les faits. Mais leur mise à l'épreuve expérimentale, la définition même des faits qu'ils prédisent, relèvent d'un *savoir-faire* préalable⁴⁴. Ce *savoir-faire* s'appuie pour sa part sur un ensemble de présuppositions pragmatiques sans lesquelles la communication entre collègues serait impossible, et de présupposés pratiques en l'absence desquels l'activité des expérimentateurs serait vaine. Donnons quelques exemples de ces présupposés, si cruciaux pour le travail qui s'effectue dans les laboratoires :

– « L'appareillage que j'utilise est composé d'objets dont les propriétés et la disposition d'ensemble *ne changent pas* entre la préparation et le début de l'expérience, en l'absence de perturbation majeure » (il est bien entendu possible de vérifier cette constance, ainsi que la fiabilité de l'étalonnage, au moyen d'autres appareils, mais la chaîne des vérifications s'arrête nécessairement quelque part. Elle prend fin le plus souvent au point où commencent à opérer les présupposés concernant les « choses » de l'environnement familial) ;

– « Lorsqu'une expérience a été effectuée, et qu'un moyen d'enregistrement a été utilisé, je peux tourner le dos, aller chercher un collègue, et retrouver intacte la marque du résultat obtenu afin de la lui montrer » (La trace enregistrée peut dans certains cas s'effacer. Mais le présupposé continue d'opérer à travers l'enquête sur une circonstance accidentelle ayant pu favoriser l'effacement, ou à travers la demande de moyens d'enregistrement plus fiables) ;

– « Face à telle configuration de l'appareillage ou du moyen d'enregistrement, mes collègues s'accorderont avec moi pour *dire* que le résultat X a été obtenu, et inversement, si un collègue me *dit* avoir obtenu le résultat X, alors je peux m'attendre à trouver l'appareillage et le moyen d'enregistrement dans telle configuration » (un désaccord entre collègues n'est jamais exclu. Mais la présupposition pragmatique de convergence intersubjective ne requiert pas un agrément systématique et immédiat. Elle consiste seulement à admettre qu'une amélioration progressive des moyens expérimentaux et de la rigueur argumentative fera tendre la communauté des chercheurs vers l'unanimité).

Et ainsi de suite. Beaucoup d'autres descriptions de situations concrètes montreraient à quel point les savoirs objectifs dépendent, à travers leurs options méthodologiques, d'un arrière-plan consensuel qui leur échappe.

On doit, il est vrai, se garder d'hypostasier ou de figer le clivage établi entre *savoir-de* et *savoir-faire*, entre théorie et pratique. Rien n'interdit de donner un *compte-rendu théorique* des processus expérimentaux de mesure ; rien n'empêche en principe de thématiser des présupposés, ni de faire entrer les éléments d'un savoir-faire dans le champ descriptif d'un savoir objectif. Et non seulement cela n'est ni interdit ni impossible, mais c'est sur l'appréhension théorique des processus expérimentaux que reposent la mise au point de nouveaux appareillages, l'interprétation de leur configuration en terme de résultats, et les avancées de la technologie ; c'est en outre sur une œuvre patiente de dénonciation de préjugés individuels ou historico-culturels qu'a été fondée l'universalité des sciences. Les remarques précédentes avaient donc simplement pour but de rappeler :

1) que si la chasse aux présupposés est un moment constitutif de l'entreprise scientifique, le processus de leur mise au jour ou de leur thématisation ne saurait

s'achever. Ne serait-ce que parce qu'un fond de présuppositions communicationnelles est impliqué dans le projet même de s'affranchir collectivement des idiosyncrasies personnelles ou des héritages particularistes.

2) que la description théorique du processus expérimental ne peut se passer au minimum de *coexister* avec une autre description impliquant un fond de savoir-faire et de savoir-communiquer, car cette dernière relève d'une activité opératoire et verbale dont la mise en œuvre précède *en droit* toute élaboration théorique.

Le paradigme classique a pu favoriser l'oubli temporaire de cet ordre des priorités. En effet, la relation qu'établit la mécanique classique entre le formalisme et les faits expérimentaux relève d'un strict parallélisme, manifesté par l'identification du concept formel d'*état* à un ensemble de quantités expérimentalement accessibles. Une fois connues les valeurs des variables à l'instant de référence, l'*état* du système à tout instant ultérieur se confond avec la liste des valeurs que fournirait la mesure des observables correspondantes ; et inversement, une mesure, lorsqu'elle est effectuée à un instant ultérieur, n'est pas censée faire davantage que *révéler* un *état* complètement déterminé par la théorie. La tentative pouvait dès lors se faire jour de définir le fait expérimental comme simple mise au jour de l'une des valeurs qui composent l'« état » classique du système soumis à la mesure. Par ce biais, la mécanique classique tendait à résorber en elle les normes procédurales de sa propre attestation expérimentale.

Les esprits les plus lucides ou les plus philosophiques avaient pourtant devant eux un symptôme fort clair de l'impossibilité de clore les formalismes classiques sur eux-mêmes. Ce symptôme n'était autre que la contradiction bien connue entre la nécessité de choisir *librement* les conditions initiales de chaque expérience destinée à tester une théorie, et le compte-rendu déterministe qu'une description classique de la procédure de choix est en principe susceptible de fournir. Au compte-rendu théorique de l'intégralité du processus de mesure, relevant d'une attitude objectivante, devait donc obligatoirement s'associer un compte-rendu en termes de décisions, d'intentions et d'actions, relevant d'une attitude performative. Le refus de ce second type de compte-rendu aurait en effet abouti à vider de sens la notion méthodologique même de mise à l'épreuve expérimentale d'une théorie, en la réduisant à l'exécution, par des automates obéissant aux lois de *cette* théorie, de mouvements dont l'état initial de l'univers contenait en germe les moindres détails, puis à l'émission par ces mêmes automates d'énoncés factuels déterminés par avance.

Le relâchement du lien entre les faits et les entités théoriques, la nécessité d'explicitier ce lien dans une « interprétation », apparaissent plus, dans ce contexte, comme l'occasion d'une clarification que comme un aveu de faiblesse. Loin de représenter quelque recul du projet théorique, la mécanique quantique, avec la

distension qu'elle impose de la relation entre *faits* et *états*, avec l'attention qu'elle force à porter aux problèmes d'« interprétation », est donc propre à susciter une prise de conscience majeure. Elle incite à reconnaître mieux que jamais l'impossibilité de principe pour la physique de rendre compte de son propre enracinement dans la totalité des activités humaines d'expérimentation et de communication, l'inaptitude de la science à rendre intégralement raison de son propre arrière-plan de présupposés, l'inanité en somme d'une tentative d'*auto-compréhension* totalisante.

Ceci étant admis, il me semble urgent de changer d'attitude vis-à-vis du problème de la mesure qu'illustre le paradoxe du chat de Schrödinger et qui constitue le cœur aporétique de la mécanique quantique. Plutôt que de persister à vouloir le « résoudre » (c'est-à-dire plutôt que de chercher à arraisonner la définition du fait singulier par un formalisme théorique), il serait sage d'admettre que l'entreprise est vaine *en principe*, et qu'on ne peut rien espérer de mieux que mettre en évidence, à la façon des « théories de la décohérence », la possibilité de raccorder asymptotiquement la structure de la mécanique quantique avec le contenu pratique des notions de fait et d'événement. Une telle lucidité n'aurait rien d'un renoncement. Elle permettrait au contraire d'assigner au problème de la mesure de la mécanique quantique une position de choix dans la pensée contemporaine. La délimitation soigneuse de ce problème, grâce à des décennies de recherches, se révélerait être la grande contribution de la physique à notre reprise de contact avec ce *point aveugle auto-référentiel* qu'un certain scientisme croyait pouvoir faire disparaître, et qui constitue peut-être le seul « objet » propre de la philosophie. Les affinités du problème de la mesure avec l'*autre* grande occasion contemporaine de confronter les sciences aux dilemmes de l'auto-référence, à savoir le théorème de Gödel, ont été exposées avec beaucoup de clarté par Hans Primas⁴⁵. Une seule phrase, minutieusement justifiée, lui suffit à établir la parenté saisissante entre le butoir *gödelien* des mathématiques et le butoir *schrodingerien* de la physique quantique : « La proposition « le chat est dans un état de vie défini » est endophysiquement indécidable, quand bien même elle serait vraie ».

Notes et références

1. E. SCHRÖDINGER, *L'esprit et la matière*, précédé de *L'élosion* par M. BITBOL, Seuil, 1990, p. 184.
2. E. SCHRÖDINGER, *La nature et les grecs*, précédé de *La clôture de la représentation* par M. BITBOL, Seuil, 1992, p. 199.
3. W. HEISENBERG, *La partie et le tout*, Albin Michel, 1972, p. 47 et suiv. (Le chapitre est intitulé « La notion de "comprendre" dans la physique moderne (1920-1922) »).

4. Voir W. DILTHEY, *Œuvres*, 1 et 3, Éditions du Cerf, 1988 et 1993 ; A. KREMER-MARIETTI, *Dilthey*, Seghers, 1971 ; une discussion détaillée sur ce thème, en relation avec la physique contemporaine, peut être trouvée dans : N. DE COURTENAY, « Schrödinger et l'héritage de la mécanique statistique », in : M. BITBOL & O. DARRIGOL (eds.), *Erwin Schrödinger, Philosophy and the birth of quantum mechanics*, Éditions Frontières, 1993, p. 101-120.
5. En grec, compréhension se dit *Sunesis*, mot qui connote la même idée de rassemblement que le vocable français (Sunesis comporte la racine *sun* qui se retrouve dans un mot comme « synthèse »). En anglais, la traduction de « comprendre » est « to understand » qui veut dire étymologiquement « faire tenir sous » ; si l'on admet que *faire tenir sous* suppose un rassemblement préalable sous, l'idée générale de la « com-préhension » persiste.
6. Cf. J. BOUVERESSE in : Wittgenstein, *Remarques sur le rameau d'or de Frazer*, L'âge d'homme, 1982, p. 104 et suiv. ; G.H. VON WRIGHT, *Explanation and understanding*, Routledge and Kegan Paul, 1971.
7. J. HABERMAS, *Connaissance et intérêt*, Gallimard, 1976, p. 214.
8. Voir par exemple J. PIAGET, *Introduction à l'épistémologie génétique*, P.U.F., 1973.
9. La stratégie consistant à débusquer systématiquement cette sorte d'oubli et à refuser sa pérennisation dans une figure transcendante est représentée aujourd'hui par le néo-pragmatisme de Richard Rorty. Sa tendance au relativisme historique et ethnique des modes de pensée et d'action lui a cependant valu des critiques justifiées venant de courants philosophiques pourtant proches. L'objection essentielle est la suivante : Rorty semble ignorer qu'à l'intérieur même d'un discours et d'une culture temporellement situés, des principes régulateurs à tendance universaliste (comme la vérité, l'objectivité, la réalité...) sont sans cesse à l'œuvre. Voir J. COMETTI (ed.), *Lire Rorty*, Éditions de l'Éclat, 1992.
10. E. SCHRÖDINGER, *L'esprit et la matière*, op. cit., p. 218.
11. A. SCHOPENHAUER, *Le monde comme volonté et comme représentation*, PUF, 1966, p. 44.
12. E. HUSSERL, *Méditations cartésiennes*, Vrin, 1992, p. 79.
13. A. MEINONG, philosophe autrichien, 1853-1920, est l'auteur d'une « Théorie des objets » (au sens le plus large du mot « objet »). Voir A. MEINONG, *Gesamtausgabe I-VII*, Graz, Akademische Druck und Verlagsanstalt, 1968-1978. Plusieurs œuvres importantes de Meinong ont été traduites en anglais. Un exposé clair et concis de sa philosophie a été donné par J.N. FINDLAY, *Meinong's theory of objects*, Oxford University Press, 1933.
14. L. TWARSDOWSKI, 1866-1938, était, comme Meinong et Husserl, un disciple de F. BRENTANO, grand psychologue et créateur du concept moderne d'intentionnalité.
15. W. SELLARS, « Phenomenalism », in : W. SELLARS, *Science, perception and reality*, Routledge and Kegan Paul, 1963, p. 91.
16. M. MERLEAU-PONTY, *Phénoménologie de la perception*, Gallimard, 1945, p. 388.
17. M. FOUCAULT, *Les mots et les choses*, Gallimard, 1966.
18. G. FREGE, *Écrits logiques et philosophiques*, Seuil, 1971, p. 102 suiv.
19. B. RUSSELL, *An inquiry into meaning and truth*, G. Allen & Unwin, 1980, p. 22.
20. E. HUSSERL, *Recherches logiques*, 2, Recherche I, PUF, 1991, p. 53-60.
21. HÉRACLITE, *Fragments*, Trad. M. Conche, PUF, 1987, p. 23.
22. CODRINGTON, 1891, cf. M. Eliade, *Le sacré et le profane*, Folio-Gallimard, 1989.
23. Cité par M. GUEROUULT, *Leibniz, dynamique et métaphysique*, Aubier-Montaigne, 1967, p. 161.
24. E. SCHRÖDINGER, Are there quantum jumps ?, *Brit. J. Philos. Sci.*, 3, 233-242, 1952.

24. *Ibid.*
 25. E. SCHRÖDINGER, *La nature et les Grecs*, op. cit., p. 200.
 26. *Ibid.*
 27. E. SCHRÖDINGER, *L'esprit et la matière*, op. cit., p. 184.
 28. E. SCHRÖDINGER, *Physique quantique et représentation du monde*, Seuil, 1992.
 29. Voir C. CHEVALLEY, article « symbole » dans le glossaire adjoint à N. Bohr, *Physique atomique et représentation humaine*, Folio-Gallimard, 1991.
 30. Lettre de Schrödinger à Bohr du 5 mai 1928, in : N. Bohr, *Collected Works*, Vol. 6 (J. Kalckar ed.), North Holland, 1985, p. 463.
 31. M. MERLEAU-PONTY, *Phénoménologie de la perception*, op. cit., p. 273.
 32. N. DE COURTENAY, Schrödinger et l'héritage de la mécanique statistique, *loc. cit.*
 33. E. SCHRÖDINGER, *Ma conception du monde*, Mercure de France-Le Mail, 1982, p. 109.
 34. P. VALÉRY, *Introduction à la méthode de Léonard de Vinci*, Gallimard-idées, 1968, p. 33.
 35. Il fallait ajouter à la mécanique ondulatoire le schème de la seconde quantification qui « nous fait penser aux "n particules présentes dans l'état α " comme à une vibration propre dans son n-ième état quantique » (E. Schrödinger, *Statistical thermodynamics*, Cambridge University Press, 1962, p. 49).
- Bien entendu, on doit encore justifier l'affirmation selon laquelle la mécanique ondulatoire complétée par le schème de la seconde quantification est bien une représentation *claire* et *spatio-temporellement continue*. Plusieurs circonstances s'y opposent à première vue.
- 1) L'adverbe « spatio-temporellement » qui précède « continu » convient-il pour qualifier la mécanique ondulatoire, alors même que cette théorie décrit les systèmes comportant n « particules » dans un espace de configuration à 3n dimensions, plutôt que dans l'espace ordinaire ? Oui, à condition que l'on adjoigne le schème de la seconde quantification à la mécanique ondulatoire. En effet, comme le disait Jordan en 1927, la seconde quantification permet de développer « une théorie quantique ondulatoire de la matière (...) qui représente les électrons par des ondes quantifiées dans l'espace tri-dimensionnel ordinaire » (O. Darrigol, « The origin of quantized matter waves », *HSPS*, 16, 197-249, 1986).
 - 2) Les adjectifs « clair » et « continu », qui convenaient à la mécanique ondulatoire de 1926, sont-ils encore adaptés à une théorie qui incorpore la seconde quantification ? La seconde quantification n'est-elle pas apparue vers 1927 à la fois comme un paroxysme d'obscurité mathématique et comme le parachèvement de la description algébrique des *discontinuités*, dont la mécanique matricielle avait donné l'exemple deux ans plus tôt ? C'est ce que Schrödinger pensa à l'époque, mais, très vite, il s'aperçut avec d'autres chercheurs que la seconde quantification pouvait s'envisager comme la description des modes propres de vibration d'un milieu continu appelé « le vide ». Elle devenait dès lors assimilable par le type de description théorique qu'il appelait de ses vœux.
36. M. BITBOL, « Esquisses, forme et totalité (Schrödinger et le concept d'objet) », in : M. BITBOL & O. DARRIGOL, (eds.), *Erwin Schrödinger, Philosophy and the birth of quantum mechanics*, Éditions Frontières, 1993, p. 41-79.
 37. E. SCHRÖDINGER, « La situation actuelle en mécanique quantique », in : E. SCHRÖDINGER, *Physique quantique et représentation du monde*, op. cit.
 38. *Ibid.*, p. 106.
 39. B. D'ESPAGNAT, *A la recherche du réel*, Presse-Pocket, 1992.

40. E. SCHRÖDINGER, *Séminaire de Dublin*, 1952 (à paraître avec d'autres textes inédits dans : E. SCHRÖDINGER, *The interpretation of quantum mechanics: Dublin Seminar 1949-1955* edited by M. Bitbol).

41. J. S. BELL, *Speakable and unspeakable in quantum mechanics*, Cambridge University Press, 1987.

42. B. S. DE WITT & N. GRAHAM, *The many-worlds interpretation of quantum mechanics*, Princeton University Press, 1973.

43. La fameuse « incomplétude » de la mécanique quantique ne peut mieux être mieux appréhendée qu'à travers le dialogue, plein de complicité mais aussi de malentendus, entre Einstein et Schrödinger.

En 1935, Einstein et Schrödinger s'accordent, par deux articles et un échange de lettres à considérer que la mécanique quantique est incomplète. Mais l'incomplétude au sens de Schrödinger est bien différente de celle d'Einstein ; et les conséquences que les deux auteurs en tirent n'ont pratiquement rien à voir. En résumé, pour Einstein, la mécanique quantique est incomplète parce qu'elle ne dispose pas d'un correspondant symbolique pour certains événements qu'elle permet *pourtant* de prédire avec certitude sans requérir que l'on perturbe le système sur lequel porte la prédiction. Autrement dit, en employant le vocabulaire d'Einstein, la mécanique quantique ne dispose pas d'un élément symbolique pour chaque « élément de réalité ». La conséquence implicite de ceci est qu'il est indispensable de *compléter* la mécanique quantique, ou, mieux, de la remplacer intégralement par une théorie complète, apte à décrire *tous* les éléments de réalité. Schrödinger, quant à lui, commence par admettre, en suivant la structure de l'argument d'Einstein, Podolsky et Rosen, qu'une théorie qui semble impliquer des influences instantanées sans être capable de les décrire doit bien être incomplète. Mais de plus en plus il insiste sur d'autres formes d'incomplétude. La mécanique quantique est d'abord incomplète, dit-il, parce qu'elle ne permet jamais, en raison des relations d'indétermination de Heisenberg, d'obtenir une connaissance précise de toutes les variables dynamiques. Si l'on obtient une connaissance précise de la position, on ne peut rien dire sur la quantité de mouvement, et réciproquement. La mécanique quantique est également incomplète parce qu'elle ne nous dit pas, à l'issue d'un certain processus d'amplification, si le *chat* déjà évoqué est vivant ou bien mort.

A la différence d'Einstein, cependant, Schrödinger n'a pas toujours considéré ces diverses formes d'incomplétude comme des défauts intolérables. Ses efforts, surtout après 1950, le conduisent plus souvent à apprendre à vivre avec qu'à vouloir les résorber à tous prix. Bien sûr, la mécanique quantique ne nous permet pas de prévoir la valeur de toutes les variables dynamiques avec une précision arbitraire, mais chacune de ses fonctions d'onde représente un catalogue *maximal* d'informations sur ces variables ; vouloir aller au-delà, c'est penser que cela a un sens d'aller au-delà, c'est *croire* qu'il existe bien des particules dotées simultanément d'une position et d'une quantité de mouvement, et que par malchance nous ne pouvons pas les connaître intégralement. Or, dit Schrödinger en 1952, « cette croyance est parfaitement inadéquate ; elle peut et doit être rejetée sur des bases physiques ». Et non seulement l'idée que des particules possèdent des *propriétés* est inadéquate, mais le concept même de « particule » devient douteux : si « la trajectoire de la particule a (...) une signification approximative » alors « cela revient à dire que les particules au sens naïf d'autrefois n'existent pas ».

Par ailleurs, le fait que la mécanique quantique ne sache pas se décider entre affirmer que le chat est vivant ou affirmer qu'il est mort a bien quelque chose de gênant, parce que lorsque nous le voyons, il est l'un ou l'autre ; mais cette *incapacité* est aussi la rançon inévitable d'une remarquable *capacité* de la mécanique quantique : celle de prévoir les effets d'interférence entre les divers termes résultant de la décomposition de la fonction d'onde.

Les éléments de ce débat Einstein-Schrödinger se trouvent dans : J.A. WHEELER & W.H. ZUREK, *Quantum mechanics and measurement*, Princeton University Press, 1983, ainsi que dans : A. FINE, *The shaky game*, University of Chicago Press, 1986.

44. La distinction entre *savoir (de)* et *savoir-faire* est ancienne. On peut en trouver une version contemporaine dans le couple de notions analysé par E. ANSCOMBE : « to know-that » et « to know-how » (voir P. RICŒUR, *Soi-même comme un autre*, Seuil, 1991).

45. H. PRIMAS, « A propos de la mécanique quantique des systèmes microscopiques », in : M. BITBOL & O. DARRIGOL (eds.), *Erwin Schrödinger, Philosophy and the birth of quantum mechanics*, Éditions Frontières, 1993, p. 385-402.