

L' AVEUGLANTE PROXIMITÉ DU RÉEL¹

Michel Bitbol, CNRS, Paris

Critique n°576, 359-383, mai 1995

Le jeu se présente à celui qui est «pris» au jeu, absorbé par le jeu, comme un univers transcendant, imposant sans conditions ses fins et ses normes propres. (...) L'*illusio* n'est illusion ou «divertissement», on le sait, que pour qui appréhende le jeu du dehors, du point de vue du «spectateur impartial».

P. Bourdieu, *Méditations pascaliennes*

Le visible ne peut ainsi me remplir et m'occuper que parce que moi qui le vois, je ne le vois pas du fond du néant, mais du milieu de lui-même (...).

M. Merleau-Ponty, *Le visible et l'invisible*

Résumé : *Comment arbitrer le conflit entre la certitude que la physique "a un rapport avec la réalité" et la conclusion, obtenue à l'issue d'une réflexion sur la théorie quantique, qu'elle ne peut être tenue pour une description neutre de quelque réalité complètement indépendante du processus de recherche? On explore ici la figure d'une physique qui, à l'égal des sciences humaines, adopte le point de vue du participant plutôt que le point de vue de l'observateur extérieur ; une physique partiellement herméneutique plutôt qu'intégralement objectivante.*

Y a-t-il moyen de maintenir une forme modifiée ou atténuée de réalisme scientifique face au défi opposé par la mécanique quantique? L'une de ces formes alternatives de réalisme, particulièrement subtile et intéressante, a été proposée par Bernard d'Espagnat sous le nom de «thèse du réel voilé». C'est cette thèse que nous allons discuter, en la confrontant à d'autres approches concurrentes. Chemin faisant, nous nous demanderons si la tension ressentie par d'Espagnat entre le concept d'une réalité indépendante source des contraintes rencontrées au cours du processus de la recherche, et l'impossibilité à ses yeux avérée de *décrire* cette réalité indépendante par une théorie physique, ne

¹ Le texte de cet article a également été publié comme chapitre 2 d'un recueil portant le même titre : M. Bitbol, *L'aveuglante proximité du réel*, Flammarion, 1998

pourrait pas mieux s'exprimer dans un cadre de pensée intégralement non-dualiste et immanentiste qu'en maintenant la métaphore dualiste d'un «voile» séparant les chercheurs d'une réalité radicalement transcendante. Bien des traits distinctifs de la mécanique quantique, invoqués par d'Espagnat à l'appui de sa thèse, s'expliquent plus facilement par une insurmontable proximité du réel, par l'impossibilité d'y généraliser le détachement objectivant à toutes les échelles et dans tous les domaines d'investigation, que par son éloignement excessif.

1 *Objets, propriétés, observables*

«(...) Si la physique quantique donne à voir de vrais horizons, écrit d'Espagnat, c'est pour une part en raison des dissonances existant entre elle et le sens commun - et au départ, ces dissonances sont perçues comme négatives»². Il faut donc laisser jouer les dissonances dans toutes leurs harmoniques plutôt que les escamoter hâtivement dans un prêt-à-penser; il faut avoir la patience de se prêter à cette «désorientation» radicale qui selon Ortega y Gasset³ est le préambule nécessaire d'une orientation effective.

Les dissonances, une fois aperçues, ne cessent de s'amplifier. Ayant commencé par des remarques sur l'étrangeté des propriétés des objets, elles fragilisent ensuite la notion de propriété, et poussent enfin à mobiliser jusqu'au concept formel d'objet.

Les objets spécifiques de la physique quantique sont des objets d'échelle microscopique. Dire cela est cependant banal et peu éclairant. Il ne suffit pas d'une opération de similitude géométrique pour passer des caractéristiques spatiales et cinématiques des corps de l'environnement quotidien à celles des objets d'échelle atomique. Très tôt, dès le début de ce siècle, les discontinuités («quantiques») des processus auxquels ils participent, et leur comportement d'aspect tantôt corpusculaire tantôt ondulatoire, ont révélé l'irréductible nouveauté des propriétés des objets de la physique microscopique.

²B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, Fayard, 1994, p. 7

³J. Ortega y Gasset, *Leçons de métaphysique*, II, in: *Oeuvres complètes I*, Klincksieck, 1988

Mais est-il même licite de parler de leurs *propriétés*, c'est-à-dire de déterminations qui leur appartiendraient *en propre*? A-t-on le droit de substituer aux énoncés à «objectivité faible» du constat expérimental, les énoncés à «objectivité forte»⁴ qui attribuent des propriétés à l'objet de l'expérience? En physique classique, la reproductibilité satisfaisante des résultats quel que soit l'ordre des expériences rendait cet échange inoffensif. La *projection ontologique* qui consiste à convertir les phénomènes en déterminations des choses, et sa réciproque épistémologique, qui revient à prendre les phénomènes pour un reflet fidèle et direct de propriétés que les choses possèderaient par elles-mêmes, ne risquaient à aucun moment d'être mises en défaut. Kant dénonçait bien l'illusion d'appréhender les objets comme choses en soi alors qu'ils ne peuvent l'être que comme phénomènes, mais il le faisait au nom d'une réflexion extérieure, philosophique, et globale, sur les conditions de possibilité de la connaissance; de l'intérieur de la pratique d'une science particulière comme la physique classique, rien n'empêchait d'oublier la leçon de la philosophie critique et de s'exprimer *comme si* on avait accès à des propriétés intrinsèques. Un résultat invariant par modification des séquences expérimentales et des types d'appareillages utilisés pouvait être détaché sans inconvénient de ses conditions instrumentales d'obtention, et agrégé, avec d'autres «propriétés», à un substrat réidentifiable confondu avec la chose même.

Kant a lui-même parfois fourni la méthode et la justification d'un tel oubli. En géométrie euclidienne, remarque-t-il par exemple, toutes les propositions valent aussi bien si l'on considère l'espace comme une simple forme de la sensibilité que si on le tient pour quelque chose d'inhérent aux objets. L'unique avantage qu'il y a à choisir la première conception est d'ordre philosophique, puisqu'elle seule permet de comprendre comment est possible une connaissance telle que la géométrie, qui comporte une certitude apodictique. Mais d'un point de vue intérieur à la pratique du géomètre, la seconde conception est tout aussi acceptable: «(...) par rapport à toute expérience

⁴B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 34 suiv.

possible, tout demeure comme si je n'avait pas entrepris de me détourner ainsi de l'opinion commune»⁵. Mieux encore, on peut se demander si, toujours du point de vue du chercheur scientifique, la conception réaliste n'est pas *préférable* à un excès de radicalité critique qui tendrait vers le scepticisme. Cet excès, que Kant détecte chez Hume, a en effet conduit ce dernier à perdre de vue «(...) le dommage réel qui résulte du fait d'ôter à la raison ses vues les plus importantes d'après lesquelles seules il lui est possible de fixer à la volonté le but suprême de tous ses efforts»⁶. Ainsi, bien que le métaphysicien ait à se se fixer pour premier but de ne pas tomber dans l'«illusion transcendantale», il ne faut pas pour autant qu'il prive le chercheur scientifique du procédé de visée d'idéaux régulateurs; et ce en dépit du fait que le procédé en question se trouve à l'origine de l'illusion lorsqu'il n'est pas reconnu comme tel. Car ce serait selon Kant enlever au chercheur le ressort de sa volonté, la motivation de son entreprise. La double difficulté est en définitive pour le philosophe de ne pas chercher à universaliser les conceptions qui résultent de sa distanciation critique, de ne pas ignorer (comme l'écrit P. Bourdieu dans la première citation d'exergue) que le fait même de l'absorption dans le jeu de la recherche a pour corrélat sa représentation comme un univers transcendant, mais de ne pas davantage se renier en adhérant purement et simplement au primat de la représentation qui résulte de l'engagement du chercheur scientifique dans sa propre pratique. Ni à imposer au nom d'une quelconque suprématie philosophique, ni à abandonner au nom du prestige des sciences, l'enseignement de la démarche réflexive devrait être tenu en réserve pour un temps où les chercheurs scientifiques rencontreraient des difficultés majeures à poursuivre leur tâche traditionnelle d'élaboration de représentations.

Un intéressant paradoxe surgit à ce stade. Le cas esquissé, celui où des obstacles s'opposeraient à la représentation d'un univers d'objets transcendants placés face aux chercheurs, ne se présenterait qu'à condition que le *comme*

⁵ E. Kant, *Prolégomènes à toute métaphysique future*, §13, remarque III, Vrin, 1968, p. 56

⁶ *ibid.* Introduction (note), p. 11

si kantien ne puisse même plus opérer; à condition que fassent défaut les conditions de la constitution d'objets de connaissance assez stables pour qu'on puisse en parler *comme* de choses intrinsèquement existantes portant des déterminations propres. Curieusement, ce ne serait donc qu'à l'occasion d'une mise en cause des conditions kantiennes de la constitution d'objectivité que pourrait se manifester le caractère incontournable de l'analyse de telles conditions, et se révéler l'impossibilité de s'exprimer en termes d'une objectivité pré-constituée. Ce ne serait qu'en raison d'un revers de l'application particulière faite par Kant de la méthode transcendantale, que devrait être plus largement perçue l'importance du principe même de la méthode transcendantale, à savoir le retournement de l'attention, habituellement hypnotisée par l'objet à connaître, vers les pré-conditions de la connaissance.

Or, il n'est pas impossible que cette configuration soit justement celle que les physiciens affrontent depuis l'avènement de la mécanique quantique. Dans le domaine régi par cette théorie, en effet, la plupart des critères de la *mimésis* épistémologique, et (bien qu'à un moindre degré) de la projection ontologique, viennent à manquer. Le trait distinctif le plus important de l'algèbre des «observables» de la mécanique quantique est sa non-commutativité, qui traduit la dépendance des résultats expérimentaux à l'égard de l'ordre d'utilisation des appareillages. Aucune valeur de la position d'un objet n'est par exemple reproductible si, entre deux occurrences de la mesure de la position, on intercale une mesure de sa quantité de mouvement. Ou du moins (et c'est là le contenu des relations d'«incertitude» de Heisenberg), une valeur de la position n'est reproductible qu'à une marge de fluctuation incompressible près, dont la largeur dépend de la précision de la mesure intermédiaire de la quantité de mouvement. La perspective d'une convergence asymptotique des résultats de mesure vers leur complète invariance vis-à-vis des changements de séquence expérimentale, doit donc être abandonnée. Chaque résultat est un événement singulier, marqué par l'irréversibilité des processus qui y trouvent leur aboutissement, et inséparablement lié à une histoire expérimentale. Le tenir pour la traduction directe et univoque d'une propriété que

l'objet possédait par lui-même juste avant la mesure, serait assez aventureux dans ces conditions.

Ne reste-t-il pas en revanche envisageable de le projeter ontologiquement pour en faire une propriété que l'objet aurait acquise après la mesure? Il semble qu'on puisse se prévaloir pour cela de la reproductibilité d'un résultat lors de mesures répétées de la seule variable dont il relève. Cette version restreinte de la reproductibilité justifie quoi qu'il en soit que l'on attribue couramment un «état» à chaque système physique ayant subi une mesure préalable (ou ayant été simplement «préparé»): en un sens étymologique du mot «état», un système est dans un certain état si l'on peut prévoir la *stabilité* des résultats de la mesure d'une certaine observable, répétée à intervalle suffisamment bref sur ce système. Mais pratiquer la projection ontologique suppose que l'on franchisse un pas supplémentaire par rapport à la simple attribution d'un état à un système. Cela suppose qu'on transforme en détermination catégorique une certitude de reproduction qui n'est pourtant que conditionnelle: le résultat se reproduira *si* l'expérience est effectivement recommencée. Cela requiert de sauter par dessus la teneur prédictive de l'état pour lui assigner une valeur d'inhérence; cela revient en somme à hypostasier la prévisibilité en existence. Surtout, attribuer une propriété à un système physique au nom d'une prévision de reproductibilité qui ne vaut que si *un seul* dispositif expérimental est utilisé itérativement, c'est vouloir fonder une détermination ontologique sur un cas particulier. La prévision, et l'attribution avec elle, deviendrait immédiatement caduque si l'on décidait d'intercaler dans la série des mesures d'autres observables qui ne commutent pas avec la première. Elle manque de l'indifférence aux circonstances qui autoriserait à l'en dissocier.

Un état exprime en vérité un type de stabilité plus général que la reproduction exacte du résultat d'une mesure répétée sur le même système. Il traduit la stabilité de la distribution statistique des valeurs d'une observable mesurée à la suite d'une préparation expérimentale donnée, et caractérise donc davantage une situation (la préparation) qu'un objet (le «système physique»). La stratégie de plusieurs interprètes contemporains de la mécanique

quantique a dès lors consisté à distinguer plus explicitement que jamais les propriétés des états⁷. Selon Roland Omnès, «une propriété affirme la valeur de quelque observable dans une gamme de valeurs des nombres réels à un certain instant»⁸, et par ailleurs un état «(...) est bien défini lorsqu'on peut assigner une probabilité bien définie à toute propriété concevable»⁹. Conformément à l'esprit (mais pas à la terminologie) des doctrines bohriennes, les états quantiques n'ont plus d'autre prétention que d'être des outils d'évaluation probabiliste, tandis que le concept de propriété, à travers celui d'*observable*, est rendu indissociable de la référence à une instrumentation. Les instruments, qui ne devaient servir, suivant les formes d'expression traditionnelles, qu'à «mettre en évidence» une propriété, interviennent désormais dans sa *définition*. Le vocable «propriété» est ainsi conservé, mais son sens a été si profondément modifié par le nouveau contexte paradigmatique de son emploi qu'il en est devenu méconnaissable.

Imaginons à présent que, prenant au sérieux la position prédicative de l'état dans les propositions véhiculaires des physiciens («(...) le système physique *est* dans l'état $|\psi\rangle$ (...)»¹⁰), et ignorant les objections précédentes, on ait assimilé les états quantiques à des sortes de propriétés. Est-il pour autant légitime d'attribuer ces propriétés d'un nouveau genre à *chaque* système physique, et à tout instant? La réponse à cette question est négative, en raison de ce

⁷Le point crucial, suivant Van Fraassen (*Quantum mechanics, an empiricist view*, Oxford University Press, 1991, p. 274-288), est qu'on ne peut accepter (à la manière de Von Neumann) de faire une différence entre les cas où la probabilité d'un résultat de mesure est égale à 1 et où on peut attribuer la propriété correspondante à un objet, et les cas où la probabilité des divers résultats possibles de la mesure d'une observable est différente de 1 et où l'attribution d'une propriété correspondante est illégitime. Il faut adopter une attitude cohérente, identique dans tous les cas. Soit refuser systématiquement de considérer que l'objet possède une propriété en soi, y compris lorsque l'état quantique assigne la probabilité 1 à l'obtention d'un certain résultat de mesure, soit considérer que cela a toujours un sens d'attribuer une propriété, y compris lorsque l'état quantique n'assigne la probabilité 1 à aucun résultat. Les *deux* options impliquent que l'on distingue soigneusement le concept d'état quantique de celui de propriété.

⁸R. Omnès, *The interpretation of quantum mechanics*, Princeton University Press, 1994, p. 104

⁹R. Omnès, *The interpretation of quantum mechanics*, op. cit. p. 118

¹⁰C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, et F. Laloë, *Mécanique quantique I*, Hermann, 1973, p. 253 (italiques surajoutés)

qu'il est convenu d'appeler la *non-séparabilité*. Pour le montrer, commençons par établir une correspondance bi-univoque entre les états et les systèmes physiques. Assigner un état quantique à chaque système physique est parfaitement possible si l'on dispose d'un ensemble suffisant de résultats expérimentaux à propos des systèmes, et cela est de surcroît indispensable lorsqu'on veut prévoir leur comportement ultérieur. Cependant, quand une interaction se produit entre ces systèmes, il arrive que seul le grand système qui les englobe (et dont ils ne sont plus que des sous-systèmes) puisse se voir attribuer un état quantique. En général, comme le dit à juste titre Schrödinger, «L'ensemble est dans un état déterminé, mais ce n'est pas le cas de chacune des parties prises séparément»¹¹. Un tel processus de globalisation de l'état pouvant s'étendre au gré des interactions, ou être contrecarré de temps à autre par des caractérisations expérimentales, les limites du système auquel il est licite d'attribuer un état quantique ne cessent de varier. Après le concept de propriété, c'est donc au tour du concept de support des propriétés de subir le feu de la critique. Puisque la délimitation de *ce-de-quoi les états quantiques sont prédiqués* change au gré des circonstances, puisque les bornes du support de l'état se déplacent avec l'état lui-même (sauf quand le support est assimilé à l'univers entier), cela a-t-il encore un sens de lui faire jouer le rôle de substrat inaltéré des déterminations variables¹² qui

¹¹E. Schrödinger, «La situation actuelle en mécanique quantique» (1935), plus connu sous le nom d'«article du Chat de Schrödinger», in: *Physique quantique et représentation du monde*, (introduction et notes par M. Bitbol), Seuil, 1992, p. 119

¹²Un dernier recours semble accessible: faire de chaque «particule» le substrat inaltéré de déterminations *invariables* comme la masse ou la charge (qui correspondent à des observables particulières soumises à des règles dites de «supersélection»). Mais même là, les choses ne sont pas si simples. Une masse et une charge entrent dans la caractérisation d'une *espèce* de particules (l'électron, le proton, etc.). En faire les déterminations de *chaque* particule supposerait qu'on ait quelque raison de croire que ces particules peuvent être traités comme autant d'individus distincts de l'espèce à laquelle ils appartiennent. Or ce n'est en général pas le cas. La physique statistique quantique s'est trouvée contrainte à abandonner le schéma classique (Boltzmannien) de dénombrement, qui convient à des entités individuelles, pour adopter de nouveaux schémas de dénombrement (celui de Bose-Einstein et de Fermi-Dirac) qui s'accordent avec l'hypothèse d'une parfaite interchangeabilité des «particules» d'un système. Voir un commentaire éclairant dans E. Schrödinger, *Science et Humanisme*, in: *Physique quantique et représentation du monde*, op. cit. p. 31-40. Les conséquences philosophiques de la non-individualité des «particules» ont été plus récemment discutées par M. Redhead & P. Teller, «Particle labels and the theory of indistinguishable particles in quantum

est celui du substantif en position de sujet grammatical dans la langue et celui de la *substance* depuis Aristote?

Prudence, par conséquent; une prudence que d'Espagnat recommande à plusieurs reprises, en mettant en garde contre les associations d'idées trop faciles que risquent de susciter des formes de discours dont la seule raison de perdurer est le fait qu' «(...) on imagine mal comment on pourrait s'en passer»¹³. Même si au fil de l'exposé «(...) l'expression *système physique* est (...) utilisée, conformément à l'usage courant, dans son sens familier et intuitif»¹⁴, il ne faut pas perdre de vue que la plupart des conditions familières de son emploi font défaut dans le domaine empirique régi par la physique quantique. Ce que d'Espagnat préconise, c'est en définitive de continuer à utiliser le langage courant¹⁵, mais de l'utiliser *philosophiquement* au sens de Wittgenstein: «Philosopher (...) c'est d'abord lutter contre la fascination qu'exercent sur nous certaines formes d'expression»¹⁶.

2 Variables cachées, histoires consistantes, décohérence

La mécanique quantique signifie-t-elle l'«inexistence» d'une pluralité d'objets dotés de propriétés réelles? D'Espagnat ne cesse de mettre en garde contre le genre de jugement à l'emporte-pièce qui se profile derrière cette question. La mécanique quantique ne signifie rien par elle-même; elle laisse ouvert l'éventail entier des options, tout en imposant des limites à chacune d'entre elles. Il est vrai, comme nous l'avons vu, que le corps de phénomènes dont rend compte la mécanique quantique n'est pas tel qu'on puisse l'organiser directement en une multiplicité de supports permanents affectés de déterminations intrinsèques. Et la première tâche de l'auteur du *Réel voilé* consiste donc à réfuter point par point, avec rigueur et

mechanics», *Brit. J. Phil. Sci.*, 43, 1992, 201-218; également: M.L. Dalla Chiara & G. Toraldo di Francia, «Individual, kinds and names in physics», in: G. Corsi et al. (eds.), *Bridging the gap: Philosophy, mathematics and physics*, Kluwer 1993, p. 261-283.

¹³B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 123

¹⁴B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 56

¹⁵Un peu à la manière de Bohr. Voir N. Bohr, *Physique atomique et connaissance humaine*, Introduction et annotations par C. Chevalley, Gallimard, 1991

¹⁶L. Wittgenstein, *Le cahier bleu*, in: *Le cahier bleu et le cahier brun*, Gallimard, 1965, p. 64

obstination, toutes les tentatives récentes d'ignorer ou de minimiser ce constat. Mais d'un autre côté il serait bien étonnant qu'un ordre des phénomènes, comme celui que manifeste le formalisme prédictif empiriquement adéquat de la mécanique quantique, ait la capacité de trancher une question aux connotations aussi métaphysiques que celle de l'existence ou de l'inexistence d'objets dotés de propriétés réelles. Pas plus que la structure classique des phénomènes, avec la possibilité qu'elle offre de s'exprimer *comme si* les objets d'une science étaient appréhendés en tant que choses en soi, ne prouve leur existence, la structure quantique des phénomènes, avec les discordances qu'elle manifeste vis-à-vis de l'organisation prédicative du discours, ne prouve l'inexistence de quoi que ce soit. Rien n'empêche d'avancer l'hypothèse que l'ordre des phénomènes inscrit dans le formalisme de la mécanique quantique est seulement la manifestation superficielle, indirecte, et incontrôlable, de l'interaction entre des corpuscules microscopiques dotés de propriétés sous-jacentes et les appareillages macroscopiques que notre échelle nous impose d'utiliser. La non-reproductibilité des résultats lors de certaines séquences expérimentales ne ferait dans ces conditions que traduire la «perturbation» des propriétés intrinsèques par des instruments trop grossiers ¹⁷, ou, mieux, *l'influence qu'exercent les instruments sur la détermination même des propriétés*. De là à postuler des variables cachées qui représentent ces propriétés sous-jacentes et complètent les observables de la mécanique quantique, il n'y a qu'un pas. Un pas que, contrairement à ce qu'on a longtemps cru sous l'influence d'un théorème dû à Von Neumann ¹⁸, la mécanique quantique n'exclut pas: «le formalisme de la mécanique quantique est essentiellement neutre en ce qui

¹⁷Cette image très parlante et très populaire ne tient pas face à un examen tant soit peu sérieux. Bohr y a renoncé dès 1935, quand il a été confronté à l'expérience de pensée d'Einstein, Podolsky et Rosen.

¹⁸J. Von Neumann, *Les fondements mathématiques de la mécanique quantique*, J. Gabay, 1988, p. 208. La réfutation classique de ce théorème se trouve dans J. Bell, «On the problem of hidden variables in quantum mechanics», in: J. Bell, *Speakable and unspeakable in quantum mechanics*, Cambridge University Press, 1987. D'autres réfutations avaient été fournies auparavant par: G. Hermann, *Les fondements philosophiques de la mécanique quantique* (1935), Introduction et postface par L. Soler, Vrin, 1996; M. Mugur-Schächter, *Etude du caractère complet de la théorie quantique*, Gauthier-Villars, 1964

concerne la question des variables cachées»¹⁹. Les théories qui font usage de variables cachées sont simplement soumises à une série de conditions drastiques que d'Espagnat précise et dont il faudra évaluer la signification.

Mais commençons par la critique, engagée par d'Espagnat, des tentatives de prêter aux symboles de la mécanique quantique standard (non complétée par des variables cachées) la capacité de renvoyer directement à des propriétés pré-existantes dont seraient dotés les systèmes physiques. L'une des plus récentes et des plus discutées est celle des «histoires consistantes de Griffiths»²⁰. Conformément à son programme de recherche réaliste, Griffiths «(...) attend d'une mesure qu'elle nous 'révèle une propriété qui existait déjà'»²¹. Il lui faut donc éviter d'accorder à la mesure un privilège autre que purement épistémologique. Entre deux mesures, les systèmes physiques sont censés posséder des propriétés, même si nous ne nous sommes pas donné la possibilité d'en prendre connaissance. Sur le plan sémantique, ce mode de dissociation de l'être et du connaître se traduit par l'indépendance de la valeur de vérité des propositions assignant des valeurs déterminées aux observables, vis-à-vis de la mise en place effective d'un moyen expérimental d'attestation. Mais quelles sont les propriétés possédées par un système entre deux mesures? Selon Griffiths, une seule clause, dite de *consistance*, suffit à les fixer. La clause de consistance énonce contrafactuellement que les propriétés attribuées au système entre deux mesures doivent être telles que *si* un moyen d'attestation *avait* été utilisé afin de les mettre en évidence, rien n'aurait été changé quant à la probabilité du résultat de la mesure finale. Une séquence de propriétés obéissant à cette clause (ou de propositions attribuant ces propriétés) est une *histoire consistante*.

Les conditions d'un discours réaliste sur les propriétés semblent ainsi de nouveau remplies, mais en y regardant de

¹⁹B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 72

²⁰R.G. Griffiths, «consistent histories and the interpretation of quantum mechanics», *J. Stat. Phys.*, 36, 219-272, 1984; R.G. Griffiths, «Correlations in separated quantum systems: a consistent history analysis of the EPR problem», *Am. J. Phys.* 55, 11-17, 1987.

²¹B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 248

près on s'aperçoit qu'il n'en est rien²². Entre deux mesures, il n'existe pas en général une seule histoire consistante, mais plusieurs (parfois une infinité). Au nom de quoi dirait-on qu'une proposition appartenant à une certaine histoire consistante est *vraie*, de préférence à une proposition différente appartenant à une autre histoire consistante? Il faut alors admettre avec Omnès que seules les propositions énonçant un résultat de mesure *effectuée* sont soit vraies soit fausses, tandis que les propositions énonçant la possession d'une propriété dans l'intervalle entre deux mesures sont seulement *fiabes* ou *non-fiabes*. Elles sont fiables si elles obéissent à la condition de consistance de Griffiths et elles sont non-fiabes dans le cas contraire.

Il reste à tirer la leçon un peu ironique de cette discussion. Le travail original de Griffiths avait pour but de redonner sens à l'idée que les systèmes *ont* des propriétés dans l'absolu en qualifiant pour cela de vraies ou fausses les propositions attribuant ces propriétés, indépendamment de l'utilisation d'un moyen de les attester. Or on a fini par reconnaître que les propositions intermédiaires ne peuvent être considérées *que* comme fiables ou non-fiabes, c'est-à-dire *ni vraies ni fausses*. Le résultat de cet essai de reformulation réaliste de la mécanique quantique standard a donc été, paradoxalement, d'aboutir à des conclusions relevant d'une forme d'*anti*-réalisme au sens de Dummett²³: le principe de bivalence n'est pas universellement valide; un énoncé ne possède une valeur de vérité que si le moyen expérimental permettant de la lui attribuer a été mis en oeuvre; «vrai» est synonyme d'«expérimentalement manifesté».

L'ambition des théories de la «décohérence» (parfois associées, comme chez Gell-Mann & Hartle²⁴, au thème des histoires consistantes) est au départ plus limitée. Il ne s'agit

²²B. d'Espagnat a lui-même beaucoup contribué à cette prise de conscience à travers des discussions privées et des articles. Par exemple: B. d'Espagnat, «Consistent histories and the measurement problem», Phys. Lett. A124, 204-206, 1987

²³M. Dummett, «Realism», in: M. Dummett, *Truth and other enigmas*, Duckworth, 1978

²⁴M. Gell-Mann & J.B. Hartle, «Classical equations for quantum systems», Phys. Rev. D47, 3345-3382, 1993; voir aussi J.P. Paz & W.H. Zurek, «Environment-induced decoherence, classicality, and consistency of quantum histories», Phys. Rev. D48, 2728-2737, 1993

pas ici d'assigner une valeur de vérité à *toutes* les propositions énonçant la possession par un système physique d'une propriété non-mesurée, mais seulement de comprendre comment il est permis, dans le paradigme quantique, de tenir pour vraies celles des propositions qui assignent une propriété intrinsèque à des systèmes macroscopiques comme les appareils de mesure. Le problème consiste en bref à trouver une articulation entre le discours sur des observables (relatives), qui prévaut pour les systèmes microscopiques, et le discours sur des propriétés (absolues), dont la vie courante et la physique classique présupposent la pertinence à l'échelle macroscopique. Dans son principe, la solution n'a rien de difficile à comprendre. On commence par considérer que le mode de description en termes d'observables et d'états quantiques vaut universellement, à toute échelle. Puis on identifie *le* trait caractéristique du mode quantique de description qui fait obstacle à l'idée qu'un système possède une propriété bien définie même si nous ignorons laquelle: il s'agit de la présence de cohérences de phase entre termes correspondant à différents résultats possibles d'une mesure. On démontre alors²⁵ que dès qu'un système physique macroscopique interagit, fût-ce faiblement, avec son environnement, les cohérences de phase et autres effets de forme ondulatoire disparaissent quasi-complètement en un laps de temps extrêmement court. A partir de là, il devient de nouveau possible de s'exprimer et d'agir comme si le système physique *macroscopique* possédait une propriété que l'observation ou l'analyse expérimentale ne ferait que révéler. Le raisonnement est, dans ses grandes lignes, peu contestable; ses conséquences observables se sont même révélées en accord avec l'expérience²⁶; mais sa signification philosophique continue à être l'objet d'âpres discussions. Zurek (au moins dans les premiers temps de sa tentative), puis Omnès, ont tendu à lui faire porter des conclusions dont la tonalité est nettement ontologique: «(Le résultat de

²⁵B. d'Espagnat, *Le Réel voilé*, op. cit. p. 192 suiv.

²⁶S. Haroche, J-M. Raimond, & M. Brune, «Le chat de Schrödinger se prête à l'expérience», *La recherche* n°301, 50-56, 1997; J-M. Raimond, M. Brune, & S. Haroche, «Reversible decoherence of a mesoscopic superpositions of field states», *Phys. Rev. Lett.*, 79, 1964-1967, 1997

la mesure) ne nous est *pas encore connu* mais il n'en est pas moins *défini*»²⁷ ; «La décohérence est une réponse *fondamentale* à l'*inexistence* de superpositions macroscopiques, pas seulement une réponse d'ordre pratique»²⁸. Ces assertions très fortes sont considérées comme indispensables pour rendre licite l'assignation d'une valeur de vérité aux propositions énonçant un résultat de mesure ou, plus généralement, aux propositions attribuant une propriété à un système macroscopique. Et elles sont justifiées aux yeux de leurs auteurs parce que l'approximation consentie en les faisant est tellement infinitésimale qu'elle est inaccessible à une évaluation expérimentale compatible avec la taille et l'âge de l'univers²⁹. D'autres physiciens, comme Bell et d'Espagnat, ne prêtent cependant aux théories de la décohérence que la capacité de montrer comment des *apparences* classiques peuvent émerger dans un monde quantique³⁰ ; des apparences qui ne peuvent être assimilées à des propriétés intrinsèques que parce que l'assignation d'une valeur de vérité aux propositions attribuant ces propriétés à un système est *en pratique* irréfutable expérimentalement. Le raisonnement d'Omnès, qui tend à faire de cet argument pratique un argument de principe au nom du gigantisme excessif des appareils qui autoriseraient la réfutation, et de la finitude de la vitesse de la lumière, est rejeté par d'Espagnat dans un style bohrien: «(...) ce qui est significatif est seulement la question de savoir si un protocole de mesure peut être *défini* (...)»³¹ et non pas s'il peut *effectivement* être mis en oeuvre dans l'univers que nous habitons.

Peut-on compter sur la mécanique quantique pour faire émerger un monde à grande échelle où il est licite d'attribuer des propriétés aux objets, d'assigner une valeur de vérité à toutes les propositions ayant un sens, et de compter sur des résultats de mesure intrinsèquement définis? L'enjeu de la

²⁷W.H. Zurek «Environment-induced superselection rules», Phys. Rev. D26, 1862-1880, 1982. (italiques surajoutés)

²⁸R. Omnès, *The interpretation of quantum mechanics*, op. cit. p. 309. (italiques surajoutés)

²⁹iR. Omnès, *The interpretation of quantum mechanics*, op. cit. p. 307-309

³⁰B. d'Espagnat, *Le Réel voilé*, op. cit. p. 272 suiv.

³¹B. d'Espagnat, *Le Réel voilé*, op. cit. p. 199

question posée à l'issue de cette discussion n'est pas seulement métaphysique; il est méthodologique. La mécanique quantique repose, comme toute théorie scientifique, sur la possibilité d'assigner une valeur de vérité aux propositions expérimentales. Pour assurer l'accord entre la structure de la mécanique quantique et la démarche épistémologique qui la sous-tend, il paraît alors indispensable de montrer que son formalisme justifie l'assignation d'une valeur de vérité aux propositions dont elle dépend pour son attestation. Le point de vue d'Omnès est qu'on y parvient à travers les théories de la décohérence. Par contraste, la position incommensurabiliste de d'Espagnat, qui conteste que le gouffre *conceptuel* (*qualitatif*) entre un discours sur des propositions fiables et le discours familier sur des propositions vraies ait été comblé par les théories de la décohérence, semble fragiliser l'assise méthodologique de la physique moderne.

Je voudrais souligner ici que l'exigence d'Omnès, celle d'une fondation-en-retour du mode de discours expérimental par la théorie à tester, est excessive. Et que le rôle plus modeste que d'Espagnat confère aux théories de la décohérence suffit à assurer la fermeté épistémologique de la démarche de la physique quantique. Pour cela, je développerai une analogie entre les étalons de mesure et les faits expérimentaux.

Est-il vrai que le parallélépipède de platine iridié déposé au pavillon de Breteuil à Sèvres, mesure un mètre? La réponse, selon Wittgenstein³², est négative: «il y a une chose dont on ne peut énoncer ni qu'elle a 1 mètre de long ni qu'elle n'a pas un mètre de long, et c'est le mètre-étalon de Paris». Aussi longtemps qu'on le tenait pour étalon de longueur, il aurait évidemment été incorrect de prétendre que l'échantillon de platine du pavillon de Breteuil *ne* mesurait *pas* un mètre. Mais il aurait par ailleurs été tout aussi incorrect de déclarer qu'il mesurait un mètre, car l'affirmation d'une proposition (ou de sa vérité) n'a de sens

³²L. Wittgenstein, *Investigations philosophiques*, Gallimard, 1961, §50; Voir un commentaire éclairant (et une meilleure traduction) dans J. Bouveresse, *La force de la règle*, Minuit, 1987, p. 131 suiv., et aussi: J. Bouveresse, «Le problème de la longueur du mètre», in: J. Sebestik et A. Soulez, *Wittgenstein et la philosophie d'aujourd'hui*, Klincksieck, 1992.

que par contraste avec la possibilité de sa dénégation (ou de sa non-vérité). Or, justement, le rôle de norme que l'échantillon de platine du pavillon de Breteuil jouait dans le système métrique le mettait *par construction* à l'abri d'une telle possibilité. La proposition «le parallépipède de platine du pavillon de Breteuil mesure un mètre» n'était donc pas «vraie», et elle n'avait pas besoin de l'être pour constituer le terme ultime et implicite de comparaison que demandait l'assignation d'une valeur de vérité aux propositions portant sur la longueur des autres objets. Dans ces conditions, il n'était même pas opportun qu'une théorie physique s'appuyant sur elle pour son attestation expérimentale, la justifie en retour par un théorème affirmant la condition principale de sa vérité, à savoir la constance absolue de la longueur de l'échantillon métallique. Si l'édifice théorique d'ensemble dont faisait partie cette théorie avait parmi ses conséquences l'extrême improbabilité de pouvoir détecter des variations systématiques de sa longueur par comparaison avec une multiplicité d'autres objets (toutes conditions pertinentes égales par ailleurs), cela suffisait à garantir l'auto-consistance performative du système formé par la théorie attestée et le présupposé métrique de son attestation. En une phrase, considérer un parallépipède de platine comme étalon ne revenait pas à lui attribuer une propriété mais à lui conférer un statut. La possession d'une propriété aurait été expérimentalement testable et aurait dû être prise en compte par une théorie suffisamment exhaustive; le statut, en revanche, devait seulement s'inscrire dans un jeu de conventions dont dépendaient procédures expérimentales et théories, et qui se justifiait *a posteriori* par leur efficience globale. Désinvestir l'étalon de platine de son statut privilégié restait bien entendu envisageable; cela ne pouvait cependant se faire qu'au prix d'un transfert de la charge de norme, et de la position véritative exceptionnelle qui lui est associée, à un autre objet ou processus physique.

En mécanique quantique, la difficulté à laquelle nous nous heurtons a une forme identique mais une portée autrement considérable. La question portait sur la vérité d'une proposition factuelle particulière (celle qui attribue une longueur à l'étalon du système métrique), et elle s'étend

désormais à la possibilité d'attribuer une valeur de vérité aux propositions factuelles en général. De même que la proposition «le parallépipède de platine iridié du pavillon de Breteuil mesure un mètre» n'avait pas besoin d'être vraie pour jouer le rôle qu'elle jouait dans le système métrique, les propositions énonçant des faits n'ont pas besoin de pouvoir être vraies pour jouer leur rôle constitutif dans les sciences expérimentales. Il leur suffit de pouvoir être *tenu*es pour vraies, c'est-à-dire de pouvoir être utilisées dans le discours des chercheurs scientifiques de telle sorte que leur validité soit mise à l'abri du doute par accord tacite. Considérer une proposition comme un «fait», ce n'est pas affirmer sa vérité intrinsèque; c'est assigner à cette proposition un statut privilégié dans le réseau discursif des sciences. Sa vérité, pour être attestée, demanderait une corroboration expérimentale ou perceptive (au risque d'amorcer une régression à l'infini des affirmations de vérité et des procédures de corroboration); et elle appellerait aussi une prise en compte par une théorie complète. Un *statut* a au contraire l'avantage de bloquer la régression à l'infini et d'être placé d'emblée sur un autre plan que les résultats d'une théorie physique, puisqu'il fait partie des pré-conditions pour qu'une théorie soit formulée (on formule une théorie afin de rendre compte de propositions ayant le statut de «faits») et pour qu'elle soit attestée (une théorie est attestée par sa conformité à certains «faits»). Le minimum à exiger d'une théorie est qu'elle n'entre pas en contradiction flagrante avec la forme logique des faits qui la pré-conditionnent. Réciproquement, une proposition pourvue du statut de «fait» doit seulement se voir justifier *a posteriori* par l'adéquation d'ensemble du corps de connaissances qu'elle contribue à étayer. Bien que la *décohérence* ne réussisse pas, comme l'indique d'Espagnat, à fonder-entour la possibilité d'assigner une valeur de vérité aux propositions factuelles, elle garantit une compatibilité quantitativement plus que suffisante entre les conséquences formelles de la mécanique quantique et l'énoncé des occurrences statutairement tenues pour «faits». La *décohérence* assure ce que nous avons appelé une *auto-consistance performative*: celle du système formé par la

mécanique quantique et les présupposés de son attestation expérimentale.

Le parallèle serait complet si on pouvait désigner un équivalent factuel de la substituabilité de l'étalon. Est-il permis de changer de fait comme on change d'étalon de mesure? Pas exactement de la même manière, c'est-à-dire pas par convention déclarée. Plutôt comme effet de basculement d'un rapport dialectique qui s'établit d'entrée de jeu entre les propositions factuelles et les théories, et qui voit tantôt le fait servir de point fixe auquel doit se référer l'oeuvre de construction théorique, tantôt la théorie se poser en structure assurée déterminant les limites de ce qu'il est légitime de tenir pour fait. La première figure prédomine en période de révolution scientifique, et la seconde durant les phases de «science normale». Une fois la révolution scientifique accomplie et le nouveau paradigme instauré, ce qui était auparavant tenu pour fait peut parfaitement ne plus l'être. Bien, mais n'en arrive-t-on pas ainsi à un relativisme intégral qui heurte le sentiment, largement partagé par les chercheurs scientifiques, de la persistance trans-paradigmatique d'un élément factuel? Il faut par conséquent nuancer la substituabilité du fait. Quelque chose persiste effectivement d'une théorie scientifique à celle qui la remplace: c'est ce que les présuppositions de notre action et de notre parole quotidiennes (ou si l'on veut les pré-théories implicites qui guident notre vie) rendent légitime de tenir pour fait.

Une facilité intellectuelle, dénoncée par d'Espagnat, consistait à penser qu'il existe une façon d'assimiler les observables microscopiques ou macroscopiques de la mécanique quantique à des propriétés intrinsèques au sens habituel du terme. Une autre facilité intellectuelle consisterait à croire que l'échec de la précédente condamne catégoriquement les physiciens à évacuer de leur discours toute considération à propos d'objets porteurs de propriétés; et d'Espagnat ne se fait pas faute de la dénoncer également. Les formes traditionnelles d'expression peuvent parfaitement persister en dépit de leur incompatibilité au premier degré avec la structure des phénomènes quantiques. La raison en est assez facile à comprendre: il suffit de projeter ontologiquement les circonstances mêmes qui font

obstacle à la projection ontologique des observables pour parvenir à une compatibilité au second degré. Rappelons ces circonstances:

(a) l'inextricable dépendance des valeurs des observables à l'égard des conditions expérimentales de leur mesure, qui s'inscrit en faux contre la connotation de «détermination appartenant *en propre* à un objet» du vocable «propriété»,

(b) la non-séparabilité, qui conduit à prêter au système physique, substrat d'un «état» traité comme une propriété, des limites qui varient avec l'état lui-même.

Or, la stratégie de l'«interprétation ontologique de la mécanique quantique» de D. Bohm³³ consiste justement à retourner ces obstacles en autant de caractéristiques nouvelles des particules. La dépendance des valeurs d'observables à l'égard des conditions expérimentales est projetée en *contextualisme* (c'est-à-dire en *influence* des appareillages expérimentaux sur les processus physiques qu'ils tendent à révéler). Et la non-séparabilité des systèmes physiques est pour sa part convertie en *non-localité* des propriétés de leurs constituants: «(...) dans les théories à variables supplémentaires, les particules composant un système physique étendu se voient attribuer *une sorte* d'existence individuelle bien qu'elles *interagissent* de façon non-locale»³⁴. Le théorème de Kochen et Specker³⁵ et celui de Bell³⁶ ont donné à ces retournements une portée universelle en faisant du contextualisme et de la non-localité des caractéristiques inévitables de toute théorie à variables cachées apte à reproduire les prédictions empiriques corroborées de la mécanique quantique. On voit à partir de là clairement que des théories à variables cachées répondant à ces conditions ne peuvent pas être rejetées sur des motifs d'ordre purement empirique.

Dans un esprit voisin, bien qu'avec des méthodes et des résultats très différents, il a été proposé de projeter la dépendance des résultats expérimentaux à l'égard de l'ordre

³³D. Bohm & B.J. Hiley, *The undivided Universe*, Routledge, 1993

³⁴B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 142

³⁵S. Kochen & E. P. Specker, «The problem of hidden variables in quantum mechanics», *Journal of mathematics and mechanics*, **17**, 59-87, 1967

³⁶J. Bell, «On the Einstein-Podolsky-Rosen paradox», in: J. Bell, *Speakable and unspeakable in quantum mechanics*, op. cit.

d'utilisation des appareillages en une «logique quantique» non-distributive³⁷, voire en une logique «complémentaire»³⁸ trivalente. On préserve ainsi la possibilité de manipuler *formellement* l'attribution conjointe à un objet de valeurs d'observables relevant de contextes expérimentaux incompatibles, au prix de l'adoption d'une logique non-classique.

3 *Réalité transcendante ou immanence du réel?*

L'amnésie vis-à-vis des préconditions de l'activité épistémique a été rendue particulièrement inconfortable par l'avènement de la mécanique quantique; mais inconfortable ne veut pas dire inconcevable, comme nous venons de le voir. Avec une forme de neutralité orientée, la structure de la mécanique quantique rend la plupart de ses interprétations réalistes si baroques ou artificielles qu'elle invite à une posture anti-réaliste sans l'imposer. Admettons maintenant qu'on ait suivi cette pente anti-réaliste (qu'on ait décidé de s'en tenir aux propositions à «objectivité faible»). Cela engage-t-il pour autant à adopter une position authentiquement *irréaliste*, par exemple un idéalisme dogmatique? Aucun anti-réaliste conséquent ne l'admettrait: sa configuration doctrinale relève plus de la suspension du jugement que d'un quelconque jugement, fut-il négatif, sur ce qui sous-tend les processus expérimentaux. L'anti-réalisme pousse plutôt à perdre une certaine image de la réalité que son concept. L'image dénoncée est celle d'une entité donnée, posée-devant la réceptivité sensible et le langage, et par rapport à laquelle s'évaluerait la fidélité spéculaire des percepts ainsi que la vérité des propositions. Ce qui reste à l'abri de la critique, par contre, c'est le concept abstrait d'une réalité considérée comme limitation du pouvoir déterminant de l'activité gestuelle et symbolique de l'expérimentateur, ou encore comme source co-déterminante de contraintes incontrôlables s'exerçant sur les réponses aux sollicitations expérimentales. Tout en ne

³⁷G. Birkhoff & J. Von Neumann, «The logic of quantum mechanics», *Annals of mathematics*, **37**, 823-843, 1936

³⁸P. Destouches-Février, *La structure des théories physiques*, P.U.F., 1951, p. 32 suiv.

prétendant pas représenter *ce-qui-est-là-devant*, le formalisme prédictif de la mécanique quantique standard traduit ces limitations et se conforme à ces contraintes. C'est ce que cherche à exprimer d'Espagnat à travers son énoncé fondateur d'un «réalisme ouvert»: «Il y a quelque chose (...) dont l'existence ne procède pas de l'esprit humain»³⁹, autrement nommé le «‘quelque chose’ qui dit ‘non’». Tant qu'on en reste là, cependant, il semble qu'on se soit contenté de retrouver les définitions les plus concentrées de la chose-en-soi que Kant donna à la fin de son *analytique transcendantale*, et qui furent exclusivement retenues par les penseurs néo-kantiens de l'école de Marbourg: le concept de chose-en-soi est seulement ici un *concept limitatif* qui restreint les prétentions de la sensibilité et n'établit donc rien de positif en dehors de son champ⁴⁰. Or, d'Espagnat refuse justement de s'en tenir à ce degré extrême de réserve métaphysique. Bien qu'ayant auparavant récusé des théories à variables cachées qu'il juge «(...) trop spéculatives» parce que mettant en oeuvre des modèles *par construction* hors d'atteinte de tout test expérimental discriminant, il ne peut davantage admettre que ce «quelque chose (...) dont l'existence ne dépend pas de la notre» soit un pur X inconnaissable à propos duquel la physique n'aurait rien à nous apprendre⁴¹. D'Espagnat se lance alors dans une tentative de qualification du réel dont l'armature métaphorique (celle d'un voile qui, tout en nous séparant de l'arrière-monde, en laisserait transparaître de vagues contours) tend à reconduire automatiquement le schéma dualiste de la théorie de la connaissance dans une situation où les signes de l'opportunité de sa mise en question n'ont pas cessé de s'accumuler; des signes que D'Espagnat lui-même n'a d'ailleurs pas manqué de reconnaître⁴². Sans

³⁹B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 335. L'idée est aussi exprimée, avec plus de précision, dans ce que M. Mugur-Schächter nomme le postulat d'un «réalisme minimal» (M. Mugur-Schächter, «Spacetime quantum probabilities II: relativized descriptions and Popperian propensities», *Foundations of physics*, 22, 235-312, 1992). Ce réalisme métaphysiquement minimal ne doit pas être confondue avec le *réalisme minimal sémantique* au sens où P. Engel le définit dans son bel ouvrage récent: P. Engel, *Davidson et la philosophie du langage*, P.U.F., 1994.

⁴⁰E. Kant, *Critique de la raison pure*, A 255, B 311, Trad. Tremesaygues et Pacaud, P.U.F., 1944, p. 229

⁴¹B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 375-376

⁴² voir section 3-2.

doute se livre-t-il ainsi, à bon droit, à l'ultime mise en oeuvre épistémologique d'une stratégie dont il a par ailleurs montré l'importance dans les sciences: celle qui consiste à se montrer *méthodologiquement* conservateur, à s'en tenir à un cadre conceptuel qui a fait ses preuves aussi longtemps que rien n'est venu le rendre littéralement intenable, ou encore comme le dit Van Fraassen à garder aux modèles et représentations antérieures une confiance par défaut.

Mais si l'image du réel voilé est discutable, je pense qu'il faut savoir reconnaître l'importance de ce qui cherche à s'y exprimer. La discussion serrée qui conduit à l'adoption de cette image nous conduit en fait au seuil d'une problématique philosophique très différente: celle d'un effacement des frontières traditionnelles entre champs d'investigation relevant respectivement de l'approche herméneutique et de l'approche analytique, d'une systématique de l'intercompréhension et d'une procédure d'objectivation. Bien que ne l'ayant pas explicitée comme telle, d'Espagnat n'a pas manqué, au cours de son itinéraire de pensée approfondi, de s'en approcher de très près et de la rendre perceptible à ceux de ses lecteurs qui y ont été préalablement sensibilisés. Cet effet latéral se dégageant des tensions, jamais éludées, qui habitent sa tentative de réélaboration métaphysique, ce sont elles que nous allons devoir analyser.

Première tension: Lorsque d'Espagnat cherche à énoncer le genre d'information que la mécanique quantique nous procure au sujet de la «réalité indépendante», il se trouve conduit à formuler une sorte d'ontologie négative d'où seul ressort ce qu'elle *n'est pas*⁴³. La réalité indépendante n'est pas immergée dans l'espace-temps; elle n'est pas plurielle; elle n'est pas organisée en une multiplicité de substances individualisées et stables porteuses de déterminations variables. On se trouve ainsi ramené assez près⁴⁴ du dénuement du concept limitatif en quoi consiste la chose-en-soi; une chose-en-soi inqualifiée placée en regard des

⁴³B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p 376-377

⁴⁴ L'une des seules (peut-être la seule) caractéristique que d'Espagnat pense pouvoir attribuer à la réalité indépendante sur la base des enseignements de la physique quantique est l'unité holistique. C'est sur cette caractéristique que semble reposer l'idée d'une réalité certes voilée mais pas complètement évasive comme la chose-en-soi de *l'esthétique transcendantale*.

formes *a priori* de la sensibilité que sont l'espace et le temps, et des concepts purs de l'entendement que sont la catégorie de substance et les catégories relevant de la quantité et de la qualité. Bien sûr, le physicien-philosophe voudrait défendre l'originalité de son résultat en signalant que, cette fois, une thèse proche de celle de Kant bénéficie de l'appui direct et concret d'une science physique empirique (la mécanique quantique), alors dans sa première version elle ne résultait que d'une dénonciation *in abstracto* de l'illusion transcendantale qui consiste à projeter sur les objets des caractéristiques relevant du cadre formel de leur appréhension. Mais l'argument n'est pas pleinement concluant. Car les conclusions de d'Espagnat ne résultent pas de la mécanique quantique en tant que telle, mais de celles de ses interprétations qui restent accessibles quand on a dénoncé une version moderne de l'illusion transcendantale: les théories à variables cachées. Que ce dernier mode de projection ontologique paraisse plus artificiel que les anciens en raison des traits d'inaccessibilité expérimentale, de non-localité, et de contextualisme, qui lui sont associés, ne change rien au fait qu'il est *en principe* disponible et que sa mise à l'écart implique donc des considérations qui excèdent le domaine de la physique.

Dans sa réponse à l'article d'où ce chapitre est issu⁴⁵, d'Espagnat concède que les raisons de mise à l'écart des théories à variables cachées «excèdent le domaine de la physique», si l'on prend le mot «physique» en un sens étroit, strictement déductif. Mais il considère que la décision d'écarter de telles théories au nom de leur caractère excessivement «artificiel» fait partie de l'ensemble très large de choix fondamentaux et souvent tacites d'orientation qui permettent à l'entreprise scientifique tout entière de ne pas s'égarer dans des chemins de traverse. En somme, le critère de la mise à l'écart des théories à variables cachées n'est ni empirique ni déductif, mais il appartient à la classe des «critères ampliatifs»⁴⁶ dont ne peut se passer le travail

⁴⁵ Voir M. Bitbol & S. Laugier (eds.), *Physique et réalité*, Frontières-Diderot, 1997

⁴⁶ Un critère ampliatif est par définition un critère de choix des théories qui va au-delà des critères purement empirique (qui *amplifie* le corpus des motifs de choisir). Selon L. Laudan, c'est seulement par l'emploi de tels critères que la sous-détermination des théories par l'expérience peut être levée. Toute la question est de savoir quel statut on assigne à de tels critères: préférences esthétiques, déterminants

des sciences. Cette remarque, tout à fait pertinente, nous conduit cependant à comprendre sur le vif comment l'ontologie favorisée à une étape donnée par les chercheurs scientifiques dépend de façon cruciale d'un critère ampliatif, voire de la série historique des critères ampliatifs implicites employés à chaque étape de l'investigation, et non pas des seules indications d'origine empirique. A la question «à quoi peut bien ressembler le monde pour être régi par les lois de telle théorie physique?», le physicien ne peut répondre que sous le préalable de la mise en oeuvre d'un ensemble de critères qui dépassent par construction l'information expérimentale que l'on suppose être fournie par ce «monde». Comme on le verra plus en détail au chapitre 5, sous certains préalables ampliatifs, c'est l'ontologie holistique de d'Espagnat (et du dernier Bohm) qui s'impose; et sous d'autres préalables ampliatifs, c'est l'ontologie pluraliste du premier Bohm qui se voit préférer.

Comme Kant, d'Espagnat part du schéma dualiste de la théorie de la connaissance: la chose et le moi, le perçu et le percevant; et comme celle de Kant, sa démarche critique aboutit à vider l'alternative de tout contenu substantiel. En contrepartie, d'Espagnat hérite des malentendus qui se sont installés dans le sillage de l'oeuvre de Kant. Le concept de chose-en-soi a beau avoir été transfiguré au cours de la *Critique de la raison pure*, c'est dans son acception traditionnelle d'entité transcendante affectant les sens qu'il a été compris et récusé par l'idéalisme allemand⁴⁷. De même, le concept de réalité indépendante a beau avoir été réduit à sa plus simple expression limitative (le «réalisme ouvert»), il a continué à susciter la représentation d'un quelque-chose-en-regard qui affecte les instruments expérimentaux, et que la physique cherche à mettre au jour autant que le «voile» qui nous en sépare le permet. Selon d'Espagnat, il est vrai, la persistance de cette méta-représentation ne constitue en rien une difficulté de sa conception; car ici encore on ne voit pas pour quelle raison on devrait abandonner sans discussion une méta-représentation (dualiste) consacrée par

sociaux, ou manière d'étendre le champ de la rationalité au-delà des limites de la stricte déduction? L. Laudan, *Beyond positivism and relativism*, Westview Press, 1996.

⁴⁷J. Vuillemin, *L'héritage kantien et la révolution copernicienne*, P.U.F., 1954

le temps et utile dans beaucoup de domaines familiers si rien n'est venue la rendre *formellement* inacceptable. C'est pourquoi j'ai choisi dans ce chapitre de parler de tensions et non pas de difficultés: des tensions qui apparaissent lorsqu'on traduit certains traits de la situation créée par la mécanique quantique dans le cadre de la théorie classique de la connaissance, et qui seraient dissoutes dans une large mesure par l'abandon de ce cadre.

Deuxième tension: Le vocabulaire de la connaissance est celui d'une relation entre deux pôles, voire d'une orientation de l'un vers l'autre. Une connaissance est connaissance *de* quelque chose, elle se *rappelle à* ou est *relative à* quelque chose, elle *concerne* quelque chose, elle s'établit *au sujet* ou *à propos* de quelque chose (un propos étant un but). Or quand D'Espagnat se sert de cet ensemble lexical, il le pousse à la limite de son champ d'application et manifeste parfois un sentiment d'inconfort à son égard. Affirmer que la physique nous fournit «(...) une certaine connaissance relativement à ce quelque chose»⁴⁸, c'est bien faire intervenir l'idée de relation, mais avec une nuance intentionnellement vague, due à l'utilisation de la forme adverbialisée de l'adjectif «relatif» plutôt que de cet adjectif lui-même. Relever un peu plus loin que «(...) ce que la science nous apprend a sans aucun doute un rapport avec le réel»⁴⁹, c'est esquisser la notion d'un rapport, mais en évitant de dire abruptement que *la science se rapporte au réel*. Car si la science concerne le réel, son objet immédiat est un «réel empirique»⁵⁰ dont la structure ne permet pas (ou au moins pas sans révisions déchirantes) de s'exprimer comme si son objet médiat était la «réalité indépendante». Face à ces remarques, B. d'Espagnat s'est trouvé conduit à faire ressortir la distinction entre relation de concordance et relation d'objet, entre «avoir un rapport avec» et «se rapporter à»: «ce que mon guide touristique de la Saintonge m'apprend a incontestablement un rapport avec l'histoire de l'architecture, mais j'évite de dire ('abruptement') que le guide 'se rapporte à' l'histoire de l'architecture»⁵¹. De la

⁴⁸B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p 376

⁴⁹B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p 377

⁵⁰ibid.

⁵¹ Dans: M. Bitbol & S. Laugier (eds.), *Physique et réalité*, op. cit. , p. 416

même façon, la physique contemporaine, par son aptitude à épouser quelques lignes de force de la réalité indépendante, a un rapport avec la réalité indépendante sans se rapporter directement à elle. «La réalité indépendante ne constitue pas (...) l'objet de la physique, pas plus que l'architecture ne constitue celui du guide, mais la physique évoque (de façon vague) certains traits généraux de la réalité indépendante»⁵². L'importance de ces précisions est considérable, car ici B. d'Espagnat nous introduit dans un univers métaphorique qui n'est plus celui du face-à-face entre le sujet physicien et son objet «réalité indépendante». L'image du guide suggère (surtout si elle n'inclut aucune carte géographique) que sans pour autant contempler le monde de l'extérieur, sans le prendre pour *ob-jet*, le physicien peut apprendre à s'y orienter et à trouver son chemin en son sein. La théorie n'a dès lors plus à être une représentation du monde, mais seulement un inventaire méthodique des manières les plus aisément maîtrisables de s'y comporter. Pour peu que l'on admette par ailleurs (comme le fait d'Espagnat) que ce monde est dans une certaine mesure pré-structuré, un inventaire des manières de s'y comporter ne peut pas ne pas nous renseigner obliquement sur lui. Telle est la raison pour laquelle le «guide» constitué par la théorie physique est supposé «évoquer de façon vague» quelques traits de la réalité indépendante. Nous voyons ainsi que l'hypothèse cruciale pour le maintien vaille que vaille du schéma dualiste de la théorie de la connaissance est celle de la pré-structuration au moins partielle du monde exploré. Si l'on retenait l'image du guide, mais qu'on ne considérerait pas que le guide permet de s'orienter dans un monde partiellement pré-structuré; si l'on tenait le guide pour un corpus de renseignements concernant les réponses structurées qu'oppose à nos activités structurées un milieu qui ne possède pas nécessairement de structures *par avance*, alors disparaîtrait le dernier motif que l'on avait de retenir quelque chose du schéma classique de la théorie de la connaissance.

Troisième tension: Au cours de sa discussion de la notion d'«ordre implicite» introduite par Bohm, d'Espagnat

⁵² *ibid.*

propose de faire perdre aux déterminations spatiales et cinématiques le privilège qu'elles ont acquis au dix-septième siècle (et qu'elles avaient déjà dans l'atomisme démocritéen). Selon lui, la position, la direction et l'intensité de la vitesse, dont la définition est désormais indissociable du contexte expérimental de leur évaluation, ont aussi peu de raisons d'être considérées comme qualités «primaires» que n'en a la couleur. L'idée se trouvait d'ailleurs clairement exprimée par Heisenberg dès le début des années 1930: «en physique moderne, les atomes perdent ces dernières propriétés; ils ne possèdent pas les qualités géométriques à un plus haut degré que la couleur, le goût, etc. (...). Toutes les qualités d'un atome de la physique moderne sont dérivées, il n'a aucune propriété physique immédiate et directe»⁵³. Mais cet abandon d'un sol de qualités primaires au profit de la généralisation du concept relationnel de qualité secondaire, a un coût. Comme l'indique Locke après Descartes, «(...) les idées des qualités primaires des corps sont à leur ressemblance, et leurs figures existent réellement dans les corps eux-mêmes; mais les idées produites en nous par ces qualités secondaires ne leur ressemblent absolument en rien»⁵⁴. Si seules persistent des qualités secondaires, alors la perspective d'une connaissance qui soit non seulement intersubjectivement acceptable mais aussi à *l'image* de l'objet à connaître (pris dans son acception pré-critique), perd son dernier point d'appui. S'il ne persiste que des qualités secondaires, on ne voit même plus pourquoi on continuerait à les appeler «secondaires» par opposition numérique à «primaires». Seule l'indispensable référence historique à une époque du développement des sciences où les représentations des qualités secondaires, bien que ne ressemblant pas à leur original, pouvaient de quelque manière être «expliquées» par l'interaction entre les qualités primaires des corps et les qualités primaires des organes des sens ou des instruments réceptifs, justifie que l'on continue (non sans précautions) à s'exprimer de cette manière.

⁵³W. Heisenberg, «On the history of the physical interpretation of nature» (1932), in: W. Heisenberg, *Philosophical problems of quantum physics*, Ox Bow Press, 1979

⁵⁴J. Locke, *An essay concerning human understanding* (1690), Oxford University Press, 1975, II, VIII, §15, p. 137

Tout cela, d'Espagnat le voit et l'explique très clairement, mais il n'est peut-être pas allé au bout des conséquences qui en découlent. Il est selon lui «(...) parfaitement concevable que 'la direction dans laquelle la lune se trouve' soit reliée à la réalité sous-jacente tout aussi indirectement (via nos structures sensorielles et mentales) - que l'est la saveur d'un fruit»⁵⁵. Et dans ces conditions, il n'y a aucun motif de penser que l'accord intersubjectif *au sujet de* la direction de la lune s'explique par la présence effective et «indépendante» d'un corps céleste dans cette direction; il n'y a aucun argument laissant croire qu'«(...) Anne et Benoît voient tous les deux une théière sur la table parce qu'il y a *réellement* une théière là»⁵⁶. Doit-on pour autant, se demande l'auteur, renoncer à expliquer la possibilité avérée d'établir des accords intersubjectifs? La réponse à cette question dépend du type d'explication qu'on est disposé à tenir pour acceptable. Si on se contente d'admettre qu'«'expliquer' c'est montrer que différents faits relèvent d'une même loi générale», le seul formalisme de la mécanique quantique appliqué universellement (comme dans l'interprétation des états relatifs d'Everett) suffit à rendre compte «(...) d'une manière satisfaisante de l'accord intersubjectif»⁵⁷. B. d'Espagnat endosse au demeurant cette forme d'explication, en admettant que l'inclusion de l'accord intersubjectif dans un ordre légal suffit à en rendre compte. Le seul problème, est que ce premier niveau d'explication en appelle un deuxième: les lois «expliquent» l'ordre intersubjectif; mais qu'est-ce qui explique les lois? De là selon lui l'indispensable recours à une réalité indépendante pré-structurée «cause élargie» des régularités phénoménales que nous traduisons par des lois.

Le noeud de la tension réside une fois de plus dans l'idée de pré-structuration de la réalité, conçue comme seule explication concevable des régularités observées. Une idée qui conduit, comme nous l'avons vu, à pérenniser quelque chose du cadre dualiste de la théorie de la connaissance en dépit des remaniements profonds qui lui ont été imposés. L'exemple de la direction de la lune met d'un côté en scène

⁵⁵B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 343

⁵⁶B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 30

⁵⁷B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 361

la réalité pré-structurée, de l'autre côté les structures sensorielles et mentales, et entre les deux un *lien* à mettre au jour. Des accords intersubjectifs s'établissent sur les phénomènes, ils sont ordonnés et anticipés par des lois physiques qui ne doivent rien au caprice de l'homme, l'absence d'arbitraire est une indication en faveur de l'existence d'une «réalité indépendante», et «*donc*» il *doit* y avoir un *lien causal* entre cette dernière et les phénomènes⁵⁸. D'Espagnat n'ignore pas les objections que soulève la transplantation d'une catégorie de causalité conçue pour opérer dans le plan des phénomènes vers l'intervalle censé séparer les phénomènes de la «réalité indépendante» (nous en discuterons au chapitre 3); mais rien n'y fait, car la possibilité d'expliquer l'ordre des manifestations factuelles intersubjectivement reconnaissables lui semble être à ce prix.

Comme n'est désormais pas loin de pouvoir l'admettre d'Espagnat (voir section 3-2), un renoncement complet à la fable qu'est le face-à-face entre le sujet et un monde déterminé d'avance, traduction métaphysique du rapport spatial entre le corps propre et des corps environnants, peut aider à dissoudre le nexus de tensions assumées dans lequel se débattent encore les meilleurs philosophes de la physique contemporaine. La façon la plus appropriée d'y parvenir consisterait à faire appel à une réflexion internaliste sur les limites de l'utilisation du langage, ou bien au réseau de concepts de la philosophie de la communication⁵⁹. Mais il est plus rapide (bien que moins rigoureux) de rappeler une contre-fable⁶⁰ apte à affaiblir la prégnance culturelle de la fable la plus commune. Imaginons donc ceci: nous ne sommes pas face à la réalité, ni même isolés en elle comme un corps dans un habitat à l'architecture pré-déterminée;

⁵⁸B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 361

⁵⁹ Une brève esquisse de ce travail peut être trouvé au chapitre 7 du présent ouvrage.

⁶⁰ En s'en tenant aux créateurs de la mécanique quantique, on pourra voir dans cette contre-fable une réminiscence du monisme métaphysique de Schrödinger (E. Schrödinger, *L'esprit et la matière*, précédé de: *L'élosion* par M. Bitbol, Seuil, 1990; chapitres 3 et 4), ou bien de l'injonction de Bohr à se souvenir que «(...) nous sommes aussi bien acteurs que spectateurs dans le grand drame de l'existence» (N. Bohr, *La théorie atomique et la description des phénomènes*, (1931), J. Gabay, 1993, p. 111). Plus en vérité du monisme de Schrödinger que du dualisme résiduel et conflictuel de Bohr. Voir aussi J.A. Wheeler, «Law without law», in: J.A. Wheeler & W.H. Zurek, *Quantum theory and measurement*, Princeton University Press, 1983

nous sommes indissolublement associés à elle, qui a pour «(...) seule qualification d'être qualifiable»⁶¹, et nous participons de son processus d'auto-qualification, voire d'auto-structuration.

La viabilité de ce genre de conception qui implique les notions originellement biologiques d'auto-organisation et d'émergence de structures auto-entretenuës, reste bien entendu à tester, aussi bien en philosophie des sciences que dans les sciences cognitives où elle connaît un remarquable essor. Il faut en particulier évaluer sa capacité à rendre compte par sa démarche historiciste de l'apparence de pré-organisation et d'indépendance que présente notre *umwelt* (ou notre environnement familier de corps matériels macroscopiques); une apparence de pré-organisation et de détachement à l'égard de nos corps propres qui est l'une des raisons les plus évidentes de la crédibilité persistante de la théorie dualiste de la connaissance. Mais face au double défi suscité par les résistibles progrès de l'orientation représentationnaliste de l'Intelligence Artificielle, et par les tensions internes aux interprétations de la mécanique quantique conçues sur un mode représentationnaliste, la thématique non-représentationnaliste de l'auto-organisation s'impose au minimum comme un *programme de recherche* prioritaire.

Les accords intersubjectifs qu'ordonnent et qu'anticipent les théories s'«expliquent» dans cette perspective auto-organisationnelle non par l'identité d'objets (ou d'un objet-monde) qui feraient face aux sujets, mais par la communauté d'engagement de ces sujets au sein du monde⁶², et par leur capacité (qui se traduit dans la langue par la réciprocité d'usage des pronoms personnels) d'y échanger leurs situations et leurs modes d'action. La référence à des objets ne saurait pour autant être exclue, car elle constitue le véhicule premier de l'entente. Simplement, la relation entre l'entente et l'objet perd sa réversibilité: on s'entend *à propos* d'un objet, même si ce n'est pas son «existence» qui explique l'entente; on s'accorde autour d'une

⁶¹ M. Mugur-Schächter, «Spacetime quantum probabilities II: relativized descriptions and Popperian propensities», loc. cit.

⁶² M. Bitbol, *Mécanique quantique, une introduction philosophique*, op. cit., p. 414 suiv.

visée régulatrice, même si ce qui est visé ne peut être considéré comme la raison transcendante de l'accord. La fonction sémantique (référentielle) est dissociée de la charge métaphysique, et elle se trouve de ce fait mobilisée, avec pour seul impératif d'être globalement compatible avec la théorie la plus adéquate du domaine d'investigation perceptive ou expérimentale auquel s'applique le discours⁶³.

Reste à affronter le conflit apparent entre la certitude que la physique «a un rapport avec le réel» et la conclusion, obtenue à l'issue d'une démarche critique, qu'elle ne décrit pas le «réel indépendant». Le «voile» qui ne laisse filtrer que quelques connaissances de nature «générale ou allégorique»⁶⁴ sur le «réel indépendant» avait pour fonction d'arbitrer métaphoriquement un tel conflit sans sortir du schéma dualiste de la théorie de la connaissance. Mais une fois le dualisme mis à l'écart, d'autres métaphores deviennent disponibles. Comme par exemple celle-ci, due à Wittgenstein: «Le sujet ne surgit pas de l'expérience, mais il est impliqué en elle de telle sorte que l'expérience ne se laisse pas décrire»⁶⁵; l'acte en cours d'accomplissement ne peut être mis à distance descriptive par celui qui l'accomplit. Une paraphrase pertinente donnerait: *Le sujet n'est pas face au réel, mais il est impliqué en lui de telle sorte que le réel ne se laisse pas décrire*. Ou du moins, le sujet est suffisamment impliqué dans le réel, et de façon suffisamment inextricable, pour que *seul* le domaine borné où se déroule son activité corporelle (à savoir l'environnement macroscopique familier) se soit laissé décrire par la science classique moyennant une approximation raisonnable. L'obstacle, auparavant figuré comme un «voile» ou comme une séparation excessive (pensons à la locution «réalisme lointain»⁶⁶), l'est à présent comme un *aveuglant excès de proximité* dont la région de compensation est limitée à l'*umwelt* macroscopique.

⁶³Des précisions récentes à ce propos se trouvent dans S. Blackburn, *Essays in quasi-realism*, Oxford University Press, 1993; voir également le chapitre 4 du présent livre; M. Bitbol, «Autonomie et ontologie, l'interprétation du formalisme de la mécanique quantique dans les années 1930», in: Actes du colloque *Les années 1930, réaffirmation du formalisme*, F. Nef, D. Vernant, à paraître.

⁶⁴B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 375

⁶⁵L. Wittgenstein, *Grammaire philosophique*, Gallimard, 1980, p. 164

⁶⁶B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit. p. 324

Plutôt que de conclure, je terminerai sur une remarque et deux questions. J. Habermas énonce: «(Aux privilèges) du point de vue de l'observateur dans les sciences naturelles et du point de vue du participant dans les sciences humaines, correspond une séparation des domaines d'objet»⁶⁷. Plus fondamentalement, on devrait parler ici d'une séparation des méthodes: l'accès objectivant d'un côté et l'accès herméneutique de l'autre. Qu'advient-il de ces lignes de partage⁶⁸ si le point de vue du participant se met à prévaloir dans certaines sciences de la nature, comme la physique quantique? Et qu'advient-il à partir de là du choix fondamental sur lequel a reposé la naissance de la science occidentale selon Merleau-Ponty⁶⁹: le choix pour l'homme de renoncer à vivre parmi les choses pour mieux les manipuler?

⁶⁷J. Habermas, *La pensée postmétaphysique*, A. Colin, 1993, p. 44

⁶⁸Ces lignes de partage ont bien sûr déjà été mises en question, mais dans une direction diamétralement opposée, par l'introduction de démarches objectivantes et/ou «naturalisantes» dans les sciences humaines.

⁶⁹M. Merleau-Ponty, *L'oeil et l'esprit*, Gallimard, 1964, p. 9; voir un commentaire éclairant dans: F. Varela, E. Thompson, & E. Rosch, *L'inscription corporelle de l'esprit*, op. cit. p. 126