

## Holisme et relativité en physique quantique

Michel Bitbol

CREA, CNRS/Ecole Polytechnique  
michel.bitbol@shs.polytechnique.fr

Les corrélations du type de celles d'Einstein, Podolsky et Rosen, en physique quantique, font toujours l'objet d'un vif débat d'interprétation. Quel genre de processus et d'entités peut bien les sous-tendre ?

Selon une première famille d'interprétations, assez conservatrice, rien n'empêche de dire que ces corrélations concernent des particules dotées d'une existence indépendante. Mais la condition pour cela est d'aménager le mode d'existence de celles-ci. D'une part, il faut admettre que les particules entretiennent des relations « non-survenantes », c'est-à-dire un genre de relation qui n'est fondé sur aucune propriété préalable. D'autre part, il faut ne préserver la discernabilité des particules que sous la forme la plus faible possible : non pas celle qui découlerait de leur possession de propriétés monadiques distinctes, mais celle qui résulte du seul fait qu'elles sont liées par une relation symétrique et irréflexive.

Ce mode de distinction très ténu entre les entités mises en relation mutuelle est cependant problématique. Les particules ne se confondent-elles pas en fin de compte avec le rôle qu'elles jouent dans leur relation réciproque, ou encore avec les *nœuds* qu'elles occupent dans le réseau relationnel ?

Face à cette interrogation, il reste assez peu de solutions viables au problème, souvent posé, qui consiste à assigner une signification ontologique aux symboles des théories quantiques. L'une des rares échappatoires est le holisme. Holisme modéré développé par R. Healey<sup>1</sup>, ou holisme renforcé défendu par M. Esfeld. Sans aller jusqu'à écarter la notion même de « parties » composant le monde (ce qui aboutirait à un a-tomisme moniste d'esprit Parménidéen, plutôt qu'à un holisme), le deuxième auteur estime que « Ce qui doit être abandonné est l'hypothèse qu'un système holistique dans le domaine physique a toujours des parties qui sont des *individus* »<sup>2</sup>. A partir de là, les rapports entre le Tout et les Parties sont systématiquement inversés. Il n'est plus tant question de parties en relation fortement non-survenantes les unes avec les autres, que d'un Tout dont les propriétés globales déterminent ce qu'il est convenu d'appeler les parties et leurs relations. C'est ici la structure interne du Tout qui évoque, de manière au demeurant partielle et indirecte, l'idée d'une pluralité de parties. En théorie quantique des champs, par exemple, c'est la valeur supérieure à 1 du nombre quantique d'excitation d'un oscillateur harmonique approprié qui se laisse interpréter, bien que de manière fragmentaire et fréquemment trompeuse, comme « présence d'une pluralité de particules en interaction ». Cette lecture fortement holistique du formalisme quantique a des conséquences pratiquement sans limites. Une fois que la notion de « systèmes » authentiquement distincts, auto-définis, a été abandonnée, ce n'est pas seulement la croyance en des constituants élémentaires dotés d'une existence et de déterminations propres qui se trouve défiée, mais aussi la croyance en une pluralité de systèmes complexes. Les systèmes complexes, comme les constituants, ne peuvent plus être qu'autant de produits sur-interprétatifs de l'analyse d'une Totalité qui les englobe. Car les interactions qui ont conduit à former de tels systèmes complexes intriqués, n'ont aucune raison de ne pas avoir été précédées par des interactions, aussi faibles soient-elles, et aussi anciennes que l'on veut dans

<sup>1</sup> R. Healey, « Holism and Nonseparability », *The Journal of Philosophy*, 88, 393-421, 1991

<sup>2</sup> M. Esfeld, *Holism in philosophy of mind and philosophy of physics*, Kluwer, 2001, p. 267

le passé, ayant conduit à des intrications additionnelles entre eux. L'unité du Tout s'avère être, en physique quantique, un attracteur irrésistible pour n'importe quel genre de parties distinguées par la pensée.

Ce holisme radical, dernier recours de la quête ontologique, a cependant le défaut de s'écarter de la bonne pratique des physiciens de laboratoire. Il demande de n'attribuer un « état pur » qu'à l'ensemble de l'univers, alors que, selon les physiciens expérimentateurs, les seuls systèmes auxquels il est licite d'assigner un « état pur » sont ceux (généralement microscopiques) qui ont été *préparés* de manière telle qu'on peut prédire avec une probabilité égale à 1 que la mesure d'une certaine observable aura pour résultat l'une de ses valeurs propres. Il n'est pas question, dans ce domaine pratique, de prendre l'« état pur » pour marque d'une propriété intrinsèque, ni par suite cette propriété comme fondement possible (ou base de survenance) d'une relation. L'« état pur » est en effet lui-même relatif, dans sa définition et son contenu prédictif, à un acte cognitif de type expérimental.

En analysant dans cet esprit le cas standard de la composition de deux moments cinétiques, je montrerai que les corrélations de type EPR devraient se voir, conformément à l'intuition de Bohr, attribuer un fondement épistémologique plutôt qu'ontologique. C'est-à-dire que le trait de non-survenance qui s'y attache devrait être compris comme la conséquence de leur relativité non-compensable à l'égard d'actes réglés (et mutuellement incompatibles) de connaissance, plutôt que du caractère holistique de l'hypothétique réalité sous-jacente à connaître.

