

Subjectivité et Objectivité en Microphysique

CHRISTIAN CORMIER-DELANOUE

2 Route de Ferpicloz - CH 1731 Ependes - Suisse - ccd@bluewin.ch

RÉSUMÉ La participation de l'observateur est une importante conception de la physique quantique contemporaine, la forme la plus évoluée de la microphysique. La question qui est soulevée ci-après est le devenir de ces théories si il n'y avait plus du tout d'observateur. Ceci s'est déjà produit dans les temps préhistoriques, et se produit encore dans certaines circonstances. La microphysique devrait alors être modifiée de sa forme subjective usuelle vers une complète objectivité, et cela entraînerait d'intéressantes conséquences.

ABSTRACT. Observers play an important part in the developments of contemporary Quantum Theory, the modern form of microphysics. The question raised in the present article is the interpretation of this theory if there were no observers whatsoever. This has happened before, in prehistoric times, and still occurs nowadays in various circumstances. Microphysics would then have to be modified from the usual, albeit subjective, form to a completely objective configuration, from which follow some interesting consequences.

1 Introduction

Il est tout d'abord nécessaire d'établir quelques précisions sémantiques en rapport avec le titre de cet article.

On peut considérer comme subjectif tout ce qui a un rapport étroit avec un sujet, comme dans le cas présent, un observateur conscient.

A l'opposé, on appellera objectif ce qui est par soi-même, indépendamment de notre esprit, et plus précisément ce qui est indépendant de tout observateur conscient.

La microphysique est la branche de la physique qui traite des constituants fondamentaux de la matière comme les particules élémentaires, électrons, protons, et autres, les radiations, photons et ondes, et leurs interactions.

Qu'elle emploie des méthodes expérimentales, ou qu'elle demeure purement théorique, cette science est essentiellement une activité humaine.

Depuis le début du XXe siècle, avec l'émergence de la physique quantique, le rôle des observateurs a pris de plus en plus d'importance.

Cependant, les humains n'ont pas toujours été là pour observer les phénomènes physiques. Les premiers humanoïdes ne sont apparus sur Terre qu'il y a quelques millions d'années, et ceux là, bien que conscients, avaient sûrement d'autres préoccupations que l'observation des électrons. Ce n'étaient donc pas ce que l'on peut appeler des observateurs de la physique. Ceux-ci, les vrais observateurs, ne sont arrivés que bien plus tard.

D'autre part, il y a de nombreux endroits dans le monde dépourvus de tout observateur, comme la Lune, ou le désert de Kalahari.

Malgré l'absence d'observateurs dans ces cas particuliers, les phénomènes microphysiques se sont produits et se produisent encore de façon autonome.

2 Subjectivité de la microphysique moderne

Par nombre de ses méthodes, et par l'importance des observateurs, tout particulièrement dans la théorie quantique actuelle, la microphysique apparaît comme teintée de subjectivité. Une étude de la subjectivité en microphysique a déjà été présentée par ailleurs [1].

Certains exemples de cette subjectivité sont présentés sommairement ci-après.

2.1 L'observation

En une vision tout à fait originale, Bohr [2] adopta une position selon laquelle les actes d'observation et de mesure étaient constitutifs de phénomènes microphysiques.

Tout particulièrement, Bohr soutint qu'il est impossible de séparer complètement le comportement des éléments des instruments de mesure, et des conditions d'observation d'un phénomène.

Wheeler [3] reprit ultérieurement cette idée et énonça ce qui devint son leitmotiv: "Aucun phénomène n'est un phénomène si ce n'est un phénomène observé".

Ainsi du point de vue de l'école de Copenhague, le fait d'observer est à l'origine de toute situation microphysique, une responsabilité très subjective pour l'observateur !

2.2 *L'incertitude*

Comme il est bien connu, c'est Heisenberg [4] qui a proposé la relation d'incertitude suivante:

$$\Delta p \Delta x \geq h/2\pi$$

Δp étant l'incertitude sur l'impulsion d'un système, Δx étant l'incertitude sur sa position, et h étant la constante de Planck.

Que ces incertitudes soient intrinsèques au système, ou qu'elles soient dues à la méthode de mesure selon un schéma classique avec un électron, est une interrogation d'ordre ontologique sans intérêt ici

Le résultat important est que personne, nul observateur en l'occurrence, ne peut avoir une connaissance complète et simultanée des deux quantités conjuguées. C'est là aussi un caractère très subjectif de la théorie.

Heisenberg lui-même précisa encore que les relations d'incertitude ne s'appliquent jamais au passé. Ceci est similaire à une propriété des probabilités comme on le verra plus loin.

2.3 *La mesure*

En théorie quantique, l'état d'un système quelconque A est complètement décrit par une fonction d'onde Ψ_A . Cette fonction d'onde évolue de façon parfaitement déterministe suivant l'équation de Schrödinger.

Si l'état du système est mesuré, il y a réduction instantanée de la fonction d'onde Ψ_A donnant un certain résultat avec une probabilité calculable.

On ne réalise pas toujours que ce schéma dû à von Neuman [5] soulève des difficultés concernant son objectivité.

- Si l'onde de matière afférente au système était un objet étendu et réel, sa réduction instantanée contredirait la vitesse limite de la relativité.

-Si la fonction d'onde n'avait aucune réalité, bien que ce soit un instrument utile, elle ne serait qu'une construction subjective.

2.4 Les probabilités

Une probabilité exprime mathématiquement la connaissance que l'on peut avoir d'un événement futur. Le hasard et la probabilité ne s'appliquent jamais aux événements passés.

La probabilité est donc tout à fait subjective puisqu'elle n'est en fait que l'information limitée accessible à un ou plusieurs humains, concernant un fait particulier. En ce sens, elle n'appartient pas comme une propriété intrinsèque à un élément matériel.

2.5 Le chaos et l'imprédictibilité

S'il est une branche de la microphysique qui s'est beaucoup développée ces dernières années, c'est bien l'étude des systèmes chaotiques.

Un tel système chaotique a deux caractéristiques principales:

- (i) Son comportement futur est absolument imprédictible.
- (ii) Il a une très grande sensibilité aux conditions initiales [6].

Cette dernière caractéristique signifie que des systèmes qui sont dans des conditions initiales presque identiques, verront leur propriétés dynamiques diverger largement dans le futur. Pour des raisons évoquées plus haut, les conditions initiales ne peuvent jamais être connues avec une absolue précision.

Bien évidemment, la première caractéristique découle de la seconde, mais là encore elle est bien subjective puisqu'elle ne concerne qu'une incapacité de l'observateur.

3 La microphysique objective

Dans le cas où il n'y aurait aucun observateur, il serait possible de considérer la microphysique comme une science parfaitement objective, pour autant que les mots "science" et "physique" aient encore un sens. En effet, bien que dans cette situation il y ait réellement des particules élémentaires et des radiations, ce que l'on a appelé microphysique objective deviendrait purement imaginaire puisque non observable, et elle devrait être très différente de la théorie usuelle. Une appellation plus appropriée serait "ensemble des événements objectifs".

Il est intéressant de voir ce qu'il peut rester de la microphysique moderne si la subjectivité de cette dernière s'évanouit.

A la différence de l'interprétation de l'école de Copenhague, ce n'est sûrement pas la prise de conscience d'un observateur qui pourrait donner une quelconque réalité à une situation, puisqu'il n'y aurait plus d'observateur.

Les phénomènes se produiraient sans probabilité ni prédictibilité, mais seulement en accord strict avec les lois de la nature. Ceci pourrait être considéré comme une définition du déterminisme.

En effet, le déterminisme, ou plus exactement le déterminisme causal est une doctrine selon laquelle tous les événements naturels ont lieu suivant des causes bien définies.

A notre époque, le déterminisme est honni par la plupart des physiciens à cause de leur adhésion à l'interprétation standard de la théorie quantique, malgré sa subjectivité, et aussi pour des raisons plus philosophiques, pour sauvegarder leur libre arbitre

A ce point, il faut revenir sur ce qui a déjà été dit concernant la mesure. En théorie quantique, la fonction d'onde Ψ_S qui décrit complètement un système S évolue de façon parfaitement déterministe suivant l'équation de Schrödinger. Ce n'est que lors d'une observation ou de la mesure d'une valeur que l'évolution déterministe et régulière se trouve perturbée, et en quelque sorte, défaite.

Comme dans le cas présent il n'y a pas d'observateur, ni par conséquent de mesure effectuée, il n'y a pas là d'objection au déterminisme de la microphysique objective.

Il faut aussi signaler ici que le déterminisme s'accorde sans problème avec la relativité restreinte.

4 Conclusion

Si l'on voulait revenir à la physique, au sens usuel, c'est à dire à l'étude des phénomènes, il faudrait effectuer des observations, des essais, et des mesures sur l'ensemble des phénomènes objectifs et déterministes. Cela reviendrait à habiller de subjectivité le squelette un peu sec du déterminisme.

L'incertitude et l'aléatoire réapparaîtraient alors pour l'observateur par suite de l'indivisibilité des quanta, et de l'influence de facteurs inobservables comme le champ de zero [7]

Le déterminisme sous-jacent ne peut que demeurer caché pour être effectif. L'observer le détruit.

Laplace [8] avait sûrement raison quand il idéalisa un monde déterministe, mais il avait sûrement tort quand il proposait un démon capable de tout observer et d'acquérir une connaissance parfaite de ce monde sans y introduire la subjectivité au détriment du déterminisme.

Cet article est dédié à la mémoire de René Thom, qui lui aussi appréciait le déterminisme.

Références

- [1] Cormier-Delanoue C. in *Frontiers of Fundamental Physics* Sidharth, Burinskii ed. Universities Press, Hyderabad, India (1999), 15.
- [2] Bohr N. *Quantum Mechanics and Physical Reality*, Nature, **136**, 1025.
- [3] Wheeler J. A. *Frontiers of Time in Problems in the Foundations of Physics*, Societa Italiana di Fisica (1979) 395.
- [4] Heisenberg W. *Z. Physik*, Vol 43, (1927) 172.
- [5] von Neuman J. *Mathwematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Springer, Berlin, (1932) 347.
- [6] Ruelle D. *Chance and Chaos*, Penguin Books, London (1971).
- [7] Miloni P. *The Quantum Vacuum*, Academic Press inc. (1994) 77.
- [8] Laplace P. S. de *Essai Philosophique sur la Probabilité*, Paris (1814)

(Manuscrit reçu le 3 mars 2004)