



Scripta Philosophiæ Naturalis 17 (2020)

ISSN 2258 – 3335

ALBERT EINSTEIN ET NIELS BOHR
SUR LA QUESTION DE LA DESCRIPTION DU RÉEL :
UNE APPROCHE PHILOSOPHIQUE

François-Winner OMBA KALONDA

RÉSUMÉ : L'énergisation du réel, comme cadre conciliateur du débat des grands physiciens modernes sur la description du réel dans la mécanique quantique (MQ). En effet, pour Einstein, la description du réel que présente la MQ, qui est fondée sur l'incertitude de Heisenberg n'est pas complète. Or, pour Bohr, la description du réel, que présente cette théorie est complète, malgré cette incertitude. Car, selon la règle d'or de la MQ il n'existe pas de singularité, et le concept de la distance n'est plus utile.

Introduction

Le réel est un débat philosophique depuis les Grecs, et cette discussion se trouve aussi chez les philosophes classiques du XVII^e siècle. Il a toujours été un objet de discussion. Partant des présocratiques, le réel était conçu comme un élément explicatif de l'Univers. C'est ainsi que, à tour de rôle, on posait : l'eau, l'air, le feu et la terre comme des moyens qui permettent la compréhension de la nature. Socrate et les socratiques vont déplacer le champ de recherche. Celui-ci ne portera plus sur les éléments de la nature, comme relevé ici. Ils posent l'Homme idéalisé touchant à la perfection, et Platon parviendra à personnifier l'Univers qui aura ses membres semblables à l'homme. Cette personnification de l'Univers poussera Aristote à poser Dieu comme moteur de tout. Le courant socratique séduira toute la culture du Moyen Age par ces deux conceptions. Celui de Platon, qui prône cet Univers idéalisant proche du pythagorisme, sera étouffé par la conception d'Aristote, jusqu'au retour de la conception présocratique, qui coulera la vraie science mathématisable par Galilée et aidera Newton à unifier tout l'Univers aux lois mathématiques, tout en les absolutisant. Le réel constitue une discussion philosophique pour les classiques du XVII^e siècle, héritiers et rebelles du Moyen Age : Francis Bacon, qui préconise la méthode expérimentale et l'idée de l'a priori, et René Descartes, par son criticisme.

La question que l'on se pose alors est celle-ci : le réel est-il connaissable ? Albert Einstein et Niels Bohr ne s'accordent pas pour en donner une description correcte et uniforme à ce sujet. Dans son article Einstein se demande : « Peut-on considérer que la mécanique quantique donne de la réalité physique une description complète ? » et répond négativement. Il insiste en relevant que pour tenter de juger du succès d'une théorie physique nous pouvons nous poser deux questions : 1^o « la théorie est-elle correcte ? » et 2^o « la description proposée par la théorie est-elle complète ? ». C'est seulement lorsqu'on peut donner une réponse positive à ces deux questions que les concepts de la théorie peuvent être considérés satisfaisants. La rectitude de la théorie est jugée par le degré de cohérence entre les conclusions de la théorie et l'expérience humaine. Cette expérience seule, qui nous rend capable de faire des inférences vers la réalité, prend en physique la forme d'expérimentation et de mesure. C'est la seconde question que nous voudrions considérer ici dans son application à la MQ. Pour Einstein, la théorie n'est pas complète : il se trouve que malgré une élégance mathématique elle n'est pas en mesure de nous donner une description complète de la réalité.

Pour Einstein tout savoir scientifique doit avoir sa certitude. Or il se trouve que pour le père de la relativité la physique quantique, malgré son formalisme mathématique, ce savoir reste toujours incertain. Il faut donc attendre d'autres recherches qui viendront donner un contenu strictement exact car il est considéré encore inexact, imparfait, et qui mérite d'être encore sérieusement rectifié afin qu'il soit un vrai savoir scientifique et prêt à l'emploi.

Quelques mois plus tard Niels Bohr réagit dans la même revue où était paru le texte d'Einstein au volume 48 de la même année. Il reprend le même titre, « Can Quantum-mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete ? » et répond par l'affirmative. Il commence par montrer que les arguments d'Einstein et de ses amis ne semblent pas rencontrer de manière adéquate la situation réelle qui est la sienne. Il est d'avis qu'en effet, partant d'un concept de *complémentarité* que présente la MQ dans sa portée, cela apparaîtrait comme une description complètement rationnelle des phénomènes physiques, tels qu'ils les rencontrent dans les procédés atomiques. Donc, pour ce dernier, cette théorie mécanique est complète car elle a un formalisme mathématique, probabiliste et statistique satisfaisant. Ce formalisme mathématique probabiliste et statistique n'est rien d'autre que l'incertitude ou inégalités de Heisenberg (1927), ainsi formulée :

$$\Delta p \cdot \Delta q \geq \frac{h}{2\pi}$$

On ne peut donc pas connaître à la fois avec précision la position et la vitesse de la même particule.

La question est de savoir comment concilier les avis de ces deux scientifiques. Car l'on espère que, si l'on arrive à les unir, on aura alors un cadre où le réel serait bien compris de façon satisfaisante. En les conciliant, vont-ils se supporter l'un par rapport à l'autre, dans un seul et même cadre ? Et ce savoir, émanant de ce conciliabule, va-t-il vraiment aider à résoudre les problèmes au sujet de la connaissance du réel ?

Le réel construit du scientifique (physicien)

Ce réel détermine la connaissance objective à partir des constructions théoriques et des procédures expérimentales des sciences. Sur ce, le réel est ce que les scientifiques

construisent non arbitrairement et vérifient.¹ C'est ainsi que G. Bachelard nous montre, effectivement, sa conception du réel, qui est comme un appareil des raisons. En revenant sur un passé d'erreurs, on trouve la vérité en un véritable repentir intellectuel.² C'est dans ce sens qu'il ajoute : « rien ne va de soi ; rien n'est donné ; tout est construit ».³

Le réel construit sert de matrice de visibilité épistémologique. Mais en tant que le réel construit est notre nouveau paradigme, il demeure encore explorable car ses limites sont celles du langage des scientifiques. Et l'expérience du réel empirique demeure instructrice. Dès lors l'objectivité du constructivisme est fonction des limites même du langage et du prolongement instrumental ou de la performance technologique, baliseuse des techniques de la cueillette des informations ainsi que du traitement de ces dernières, moyennant l'intersubjectivité langagière.

Partant de la question que nous nous posons, laquelle est de savoir, qu'est-ce qui peut être construit ? justement, c'est le réel. Ce réel construit c'est l'ensemble des théories attestées et démontrées par la communauté scientifique. G. Bachelard « nous montre encore, l'observation reconstruit le réel ».⁴ Ceci signifie que le réel est l'objet d'une construction scientifique, que nous allons voir auprès de nos protagonistes.

Le réel selon Einstein

Notre compréhension de la conception einsteinienne du réel réside dans son formalisme le plus célèbre, $E = MC^2$. Avec ce formalisme il veut voir le réel avec certitude.⁵ Dans son article « L'inertie d'un corps dépend-elle de son contenu en énergie ? », Einstein veut nous faire voir que la masse d'un corps est une mesure de son contenu en énergie. En quelque sorte, il pose l'équivalence de la masse et de l'énergie. Ce formalisme mathématique nous permet, d'une part, d'insérer Einstein

¹ Noëlla Baraquin et alii, *Op.cit.*, p. 295.

² Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique, Contribution à une psychanalyse de la connaissance*, Paris, J. Vrin, 2011, p. 13.

³ Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique, Op.cit.*, p. 16.

⁴ Gaston Bachelard, http://classiques.uqac.ca/classiques/bachelard_gaston/nouvel_esprit_scientifique/nouvel_esprit_scientifique.html, p. 15

(consulté le 03/02/20217 à 10h 28).

⁵ A. Einstein, *L'inertie d'un corps dépend-elle de son contenu en énergie ?* in *Annalen der Physik*, vol. XVIII, 1905, pp. 639-641, cité par A. Einstein, *Œuvres choisies tome 2 RELATIVITE 1 Relativités restreinte et Générale*. Trad. de Françoise Balibar, Sous la direction de Françoise Balibar.

dans le courant réaliste, et, d'autre part, de voir sa manière à lui de comprendre le réel. Selon notre compréhension de la pensée d'Einstein, le réel c'est l' $E = MC^2$.

Le réel selon Bohr

La conception de Niels Bohr est connue grâce à ses différents travaux sur l'atome, qui offrent une connaissance incertaine, probabiliste ou encore statistique. Bohr reprend le formalisme de Heisenberg déjà rappelé et qui stipule que l'incertitude de la vitesse d'une particule multipliée par l'incertitude de la position de la particule est supérieure ou égale à la constante de Planck sur 2π . Cela signifie qu'il est impossible de prédire la vitesse et la position de la particule au même moment, comme dans la mécanique classique. Ce formalisme décrit le réel, que l'on ne peut pas connaître avec exactitude, insiste Bohr. Après avoir longtemps parlé du problème de la connaissance dans le domaine de la physique atomique, il a précisé que, grâce à la connaissance de l'énergie des états stationnaires, on peut avoir la précision dans ce domaine par le truchement des calculs probabilistes ou statistiques. Même cette incertitude de Heisenberg, par ces mêmes calculs, on peut avoir la précision de l'incertitude due à la position et l'incertitude due à la quantité du mouvement, ou à la vitesse de la particule, comme nous l'avons bien indiqué ci-haut.

Retenons donc que dans cette approche la certitude est comprise par son incertitude. Cela signifie que la précision se trouve dans son imprécision.

Vers un cadre conciliateur

En essayant de concilier Einstein et Bohr nous obtenons un savoir qui est résumé par le concept d'onde-corpuscule ; c'est-à-dire que le réel est compris par la prise en compte de ces deux tendances : il n'est ni ceci ni cela, mais les deux à la fois. Ce savoir nous conduit à un dualisme, pas au sens traditionnel, qui est la séparation des parties d'un corps, mais plutôt une certaine unification.

En revenant au débat scientifique, nous comprenons qu'Einstein se trompe ou refuse de croire à la théorie quantique et pensait que les entités quantiques étaient singulières ; chaque entité formait donc un système individuel. Ainsi il n'avait pas ce que l'on appelle la règle d'or de la physique quantique : *la nature est un ensemble indivisible*

*où tout se tient, la totalité de l'univers apparaît présente en tout lieu et en tout temps.*⁶ Dès lors la notion d'espace séparant deux objets par une distance plus ou moins grande ne semble plus avoir grand sens. Par exemple, ces deux livres sur la table : de toute évidence nos yeux, notre bon sens, nous disent qu'ils sont séparés l'un de l'autre par une certaine distance. Mais que nous dit la physique quantique ? À partir du moment où deux objets physiques ont été amenés à interagir, l'on doit considérer qu'ils forment un système unique et que, par conséquent, ils sont inséparables. Supposons que nous faisons rebondir deux électrons A et B l'un contre l'autre et que nous attendions qu'ils s'éloignent suffisamment afin que l'un ne puisse influencer l'autre de quelque manière. Dès lors, en effectuant des mesures sur A, on peut tirer des conclusions valables sur B, et personne ne pourra prétendre qu'en mesurant la vitesse de A nous avons influencé celle de B⁷. Donc la théorie quantique affirme que ces deux particules, apparemment séparées dans l'espace, ne constituent qu'un seul et même système physique. Rappelons que dans la physique quantique le concept du temps et d'espace n'ont plus de sens.⁸

Nous inspirant partiellement de la notion kantienne de substance, par un principe de permanence que l'on trouve en elle on peut penser que la substance persiste au milieu de tout changement de tous les phénomènes, et sa quantité n'augmente ni ne diminue dans la nature. C'est ainsi que nous nous sommes donnés la peine de chercher ce qui ne persiste pas seulement à tout changement de tous les phénomènes, mais aussi ce qui est, ce qui sera, qui ne se détruira jamais, mais se transformant à d'autres entités ou états. Et le seul être répondant à ce critère n'est que l'énergie, comme nous l'avons déjà mentionné. Le réel, selon notre conception, est posé comme énergie. En ontologisant l'énergie il nous semble possible de concilier les courants philosophiques qui s'opposent sur la compréhension du réel. Y compris l'être et la substance car pour nous ces termes ne décrivent que la même réalité.

Pour notre synthèse, nous constatons que quel que soit le courant philosophique concernant la nature du réel, à la lumière de la physique quantique il n'y a qu'un système qui s'érige en énergie. Et le sens que nous avons donné au temps et à l'espace n'a plus aucune signification. L'énergisation du réel est pour nous un nouveau paradigme nous permettant de comprendre le réel. Dans la physique, comme le montre bien l'intitulé de l'ouvrage de Carl Friedrich von Weizsäcker *Le monde vu par la*

⁶ Jean Guilton et alii, *Dieu et la science*, Paris, Crasset et Fasquelle, 1991, p. 164.

⁷ Jean Guilton et alii, *Op.cit.*, p. 165.

⁸ Jean Guilton et alii, *Ibid.*, p. 167.

physique, pour nous la physique moderne a un rôle qui est celui de microscope ou d'une puissante loupe par ces théories et connaissances en vue de nous aider à mieux voir et à mieux comprendre le réel.

Conclusion

Notre étude a porté sur Albert Einstein et Niels Bohr concernant la question de la description du réel. Cet important débat nous a permis d'envisager un cadre conciliateur partant de notre étonnement qui est de constater comment, dans une science aussi exacte que la physique mathématique, les savants de cette même discipline n'arrivent pas à donner une description unanime au sujet du réel. Cette impasse nous a inspiré pour chercher à les concilier car, à notre avis, ces deux domaines et ces deux points de vue disent vrai, chacun dans son domaine. C'est ainsi que nous obtenons le réel comme une approximation par la conception onde-corpuscule qui nous plonge dans un dualisme, mais non pas au sens traditionnel, qui est la séparation entre les parties d'une entité, mais un dualisme compréhensif de prise en compte de ces deux tendances. Alors le réel sera ni ceci ni cela, mais les deux à la fois. Le réel est donc à la fois connu et inconnu. En optant pour la première tendance, nous faisons ressortir le concept d'énergisation du réel : l'énergie est notre réel.

* * *

François-Winner OMBA KALONDA
Doctorant en Philosophie des Sciences et Chercheur au CELTA
f.omba.k.w@gmail.com / fokw2000@yahoo.fr