

Temps et Synchronicité

François Martin

Chercheur honoraire au CNRS¹

Physique quantique

L'acte de naissance de la physique quantique date de la fin de l'année 1900, période durant laquelle Max Planck publia son explication du rayonnement du corps noir, c'est-à-dire du rayonnement émis par un corps que l'on chauffe. L'explication de Max Planck consista à supposer que les échanges d'énergie entre le rayonnement et la matière ne peuvent se faire que par paquets discontinus, les quanta. Ce fut le point de départ d'une grande révolution de la pensée en physique: la physique quantique.

Une des caractéristiques de la physique quantique est son impossibilité à être formulée en termes « classiques ». La mécanique dite « classique » peut être formulée dans des termes ayant trait à la perception que nous avons de la réalité du monde extérieur qui nous entoure. Ainsi, en physique classique, une onde peut être comparée à des vagues apparaissant à la surface d'un étang ou d'un océan. De même, un corpuscule peut être comparé à une bille se mouvant dans l'espace. Remarquons qu'en physique classique, ces deux notions sont incompatibles. Une onde ne peut pas être un corpuscule et réciproquement. Il n'en va pas de même en physique quantique. En physique quantique, un système ne peut pas être décrit classiquement comme une onde ou un corpuscule. Il est en fait « les deux ensemble » dans le sens où, dans la réalité expérimentale, certaines expériences le font apparaître comme une onde tandis que d'autres le font apparaître comme un corpuscule. Seuls des objets mathématiques, comme les fonctions d'onde ou les champs quantiques, peuvent décrire ce double aspect « contradictoire » des systèmes quantiques.

Principe de superposition

Une des propriétés des ondes est qu'elles sont capables de se superposer. Un des principes fondamentaux de la physique quantique est le principe de superposition. Celui-ci énonce que les fonctions d'onde s'additionnent comme des vecteurs, une raison pour laquelle on les nomme aussi vecteurs d'état². La somme de deux fonctions d'onde (ou de deux vecteurs d'état) d'un système quantique est aussi une fonction d'onde (ou un vecteur d'état) de ce

¹ e-mail : martin@lpthe.jussieu.fr

² L'ensemble des vecteurs d'état d'un système quantique forme un espace vectoriel qui a une structure d'espace de Hilbert.

système. Ainsi, si, à un instant donné, une première fonction d'onde « localise » une particule en un point *A* de l'espace et si, au même instant, une deuxième fonction d'onde « localise » cette même particule en un autre point *B* de l'espace, la somme des deux fonctions d'onde « localisera » la particule aux deux points *A* et *B*. La particule sera donc « localisée » en deux endroits en même temps.

C'est ici qu'entre en jeu le processus de mesure qui permet d'observer la particule dans le monde « classique » qui nous entoure. Il est clair que nous observons la particule en un seul endroit et non en plusieurs endroits simultanément (effondrement, réduction de la fonction d'onde ?).

Intrication quantique

L'intrication quantique (en anglais, quantum entanglement) est un phénomène fondamental de la physique quantique. C'est une propriété spécifique de la physique quantique qui n'existe pas en mécanique classique. Elle se manifeste, en général, par le fait que lorsque plusieurs particules ont été préparées ensemble, ou ont interagi pendant un certain intervalle de temps, qui peut être très court, elles restent fortement corrélées même si elles sont séparées par une très grande distance. Cela signifie que si nous mesurons une certaine propriété physique d'une des particules, les autres particules vont *instantanément* « hériter » de la propriété physique correspondante (la propriété corrélée), même si elles se trouvent à l'autre bout de l'univers.

Insistons sur le fait que dans ce phénomène il n'y a pas d'interaction entre les particules, ni de transfert d'information entre elles via un canal spatio-temporel! Le phénomène ne dépend pas de la distance entre les particules. C'est ce que l'on appelle la *non-localité*.

Remarquons que la spécificité quantique indique qu'avant une mesure les propriétés physiques de chaque particule individuelle ne sont pas déterminées (*non-réalisme*).

Le sens de l'intrication quantique est profondément enraciné dans le fait qu'un système de particules quantiquement intriquées est un système *global, non-séparable*. En termes techniques cela signifie que la fonction d'onde du système des particules ne se factorise pas en produit des fonctions d'onde de chacune des particules.

Considérons, comme exemple, un système de deux photons dont les polarisations (les directions du champ électrique) sont quantiquement intriquées (Figure 1). Nous remarquons que les directions du champ électrique de chaque photon ne sont pas définies au préalable, c'est-à-dire avant toute mesure. Par contre, le système *non-séparable* constitué des deux photons montre que ces directions seront fortement corrélées lors de la mesure: si nous mesurons la direction du champ électrique suivant une direction arbitraire (que nous choisissons) la direction du champ électrique de l'autre photon sera *instantanément* fixée, quelle que soit la distance entre les deux photons. Dans cet exemple, la forte corrélation apparaît dans le fait que la direction du champ électrique du deuxième photon sera la même

que celle mesurée pour le premier photon. Remarquons que la mesure de la direction du champ électrique d'un des deux photons détruit *instantanément* le système *non-séparable*, chaque photon reprenant son individualité.

$$\frac{\begin{pmatrix} \leftarrow & \rightarrow \\ \leftarrow & \rightarrow \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \uparrow & \downarrow \\ \uparrow & \downarrow \end{pmatrix}}{\sqrt{2}} = \frac{\begin{pmatrix} \swarrow & \searrow \\ \swarrow & \searrow \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \swarrow & \searrow \\ \swarrow & \searrow \end{pmatrix}}{\sqrt{2}} \neq \begin{pmatrix} \swarrow & \searrow \\ \swarrow & \searrow \end{pmatrix}$$

Figure 1 : Système non-séparable de deux photons maximalement intriqués³

Cet exemple montre bien que la physique quantique est une théorie *non-locale* et *non-réaliste*. Le fait que la corrélation se joue de l'espace et du temps montre que la physique quantique est une théorie *non-locale*. L'intrication quantique transcende notre notion d'espace-temps.

Intrication quantique et temps

Dans une expérience de photons intriqués (Alain Aspect et al., Nicolas Gisin et al.) les mesures sur chacun des deux photons sont séparées par un intervalle de genre espace (aucune des deux n'est dans le cône du futur de l'autre ; si une information est échangée entre les deux photons elle doit voyager plus rapidement que la lumière ce qui est impossible).

Soit A la mesure sur le premier photon et soit B la mesure sur le deuxième. A et B sont donc séparées par un intervalle de genre espace. Par conséquent il existe un repère dans lequel A et B sont simultanées, un repère dans lequel A est antérieure à B et un repère dans lequel B est antérieure à A ! Le temps n'a plus de sens. Il est impossible de conclure à une causalité spatio-temporelle entre les deux mesures. Aucune des deux n'est la cause de l'autre au sens de la causalité spatio-temporelle. Il s'agit d'une **causalité sans temps** !

Cette causalité peut être exprimée par un argument contrefactuel : « Si A ne mesure pas une polarisation verticale pour le premier photon, B ne mesure pas de polarisation verticale pour le deuxième photon. »

La physique quantique montre qu'un système intriqué isolé est statique. Il ne varie pas avec le temps. Des expériences l'ont vérifié, par exemple l'expérience de Ekaterina Moreva et al. (Figure 2).

³ Cette figure est extraite de (Bennet, 2006).

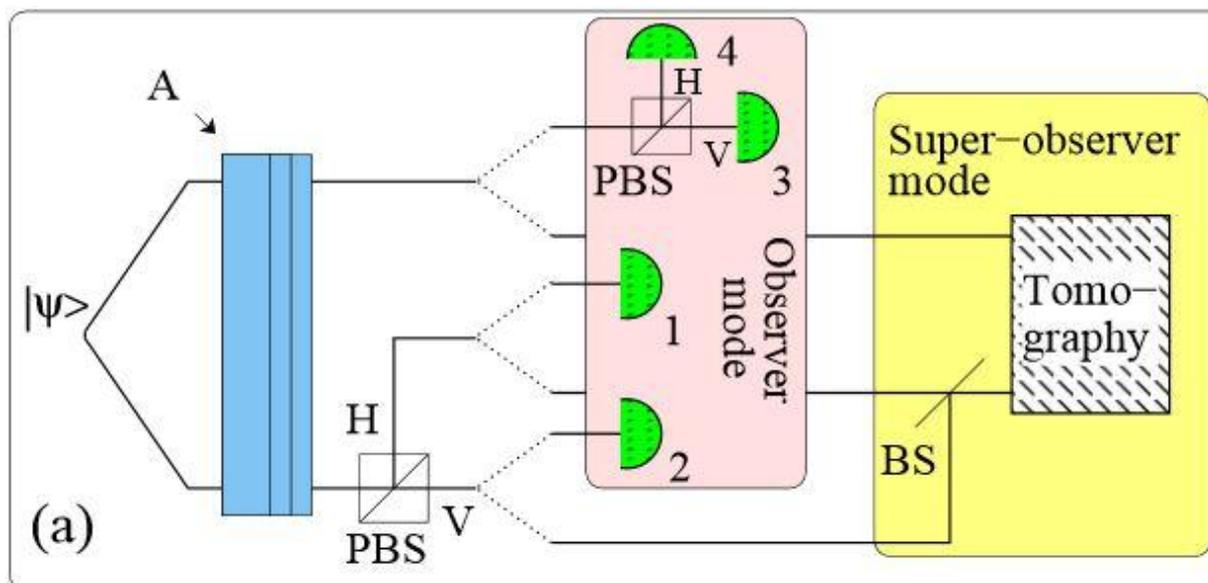


Figure 2 : Observateur et Super-Observateur d'un système de deux photons intriqués⁴

Sur la figure 2, la boîte bleue A représente différentes épaisseurs de lames biréfringentes qui font tourner les polarisations des photons. Le passage du système des deux photons intriqués à travers ces lames biréfringentes ne modifie en rien ce système. Le système est bien statique (mode Super-Observateur, boîte jaune). Par contre, si nous pénétrons à l'intérieur du système et utilisons un des deux photons comme horloge la dépendance au temps apparaît (mode Observateur, boîte rose).

La quantification (canonique) de la relativité générale conduit à l'équation de Wheeler-De Witt qui prédit un univers quantique statique, c'est-à-dire un univers dans lequel il n'y a pas de temps, ce qui est contraire à notre observation. Cependant, il s'agit d'une vision à partir d'un observateur (hypothétique) extérieur à l'univers (mode Super-Observateur). Le fait que nous soyons à l'intérieur de l'univers, c'est-à-dire intriqué avec l'univers, comme dans le cas du système des deux photons intriqués ci-dessus, engendre le temps (mode Observateur, Page et Wootters). Remarquons de plus que l'univers quantique statique de Wheeler-De Witt n'est pas l'univers classique que nous observons car il contient toutes les configurations possibles. Il est la potentialité d'actualisation de notre univers visible.

Phénomènes de Synchronicité

Un phénomène de synchronicité est caractérisé par une coïncidence signifiante qui apparaît entre un état mental (subjectif) et un événement qui se produit dans le monde extérieur (« objectif »). La notion de synchronicité a été introduite par le psychanalyste suisse Carl Gustav Jung et étudiée ensuite conjointement avec le physicien Wolfgang Pauli, un des pères de la physique quantique.

Un des phénomènes de synchronicité les plus troublants est lorsque, par exemple, vous allumez votre poste de télévision, ou que vous regardez un film, et que ce que vous

⁴ Cette figure est extraite de (Moreva, 2014).

découvrez sur l'écran est en coïncidence parfaite avec votre subjectivité et ce que vous vivez dans le moment présent. Ce qui apparaît sur l'écran ayant pu être enregistré des mois auparavant, cet exemple montre que la synchronicité se joue du temps et de la causalité spatio-temporelle.

La synchronicité est un phénomène essentiellement personnel et subjectif, qui peut cependant être partagé par plusieurs personnes. Pour quelqu'un qui vit constamment dans la synchronicité il ne peut être question de mauvaise évaluation des probabilités, ni de biais de sélection des informations. Le sens transporté par un phénomène de synchronicité est tellement imposant et lié à l'instant présent de la personne qui le vit qu'il ne peut s'agir d'un « biais de sélection ».

Jung rattache ce phénomène à un "parallélisme acausal" dans lequel les deux événements sont liés par un "principe de correspondance acausal". Dans un phénomène synchronistique il n'y a aucun lien causal (au sens de la causalité spatio-temporelle) entre les deux événements qui sont corrélés et localisés dans l'espace-temps. Les phénomènes de synchronicité sont des phénomènes globaux dans l'espace et le temps. Ils ne peuvent pas être expliqués par la mécanique classique. Cependant, dans le cas d'une coïncidence significative apparaissant entre les psychismes de deux individus, nous pouvons y voir une analogie avec l'intrication quantique (Atmanspacher, 2002 ; Baaquie et Martin, 2005).

Si les phénomènes de synchronicité apparaissent comme acausals, c'est au sens de la causalité spatio-temporelle. Un acte, un choix, **ou même simplement une pensée**, peuvent déclencher un phénomène de synchronicité, lequel sera en rapport avec cet acte, ce choix, ou cette pensée. Il y aura bien causalité dans le sens où l'acte, le choix, ou la pensée, seront la cause, tandis que le phénomène de synchronicité constituera l'effet. Cependant le processus qui fait passer de la cause à l'effet ne s'inscrit pas dans une continuité spatio-temporelle. Comme certains phénomènes de physique quantique, ce « processus » peut très bien se situer dans un contexte a-spatial et a-temporel. Les phénomènes de synchronicité pourraient ainsi s'expliquer de façon causale, mais dans le cadre d'une **causalité sans temps**.

Références

Atmanspacher, H., Römer, H. et Walach, H., 2002. *Weak quantum theory. Complementarity and entanglement in physics and beyond*, Foundations of Physics, 32, pp. 379-406.

Baaquie, B.E. et Martin, F., 2005. *Quantum Psyche - Quantum Field Theory of the Human Psyche*, NeuroQuantology, **3**, No. 1, pp. 7-42; traduction française : http://www.cunimb.com/francois/Psyche_french.pdf

Bennet, C.H., 2006. *Information is Quantum*, <http://www.research.ibm.com/people/b/bennetc/QInfWeb.pdf>

Moreva, E., 2014. *Time from quantum entanglement : an experimental illustration*, Phys. Rev. A **89**, 052122.

et « pour en savoir plus » :

Diederer, J., 2013. *Synchronicity*, Film, DVD disponible sur le site : <http://www.synchronicitydoc.com/>

Martin, F., 2009. *Mécanique quantique et psychisme*, Conférence au Département de Psychiatrie des Hôpitaux de Genève : <http://www.cunimb.com/francois/ConferenceHUG.pdf>

Martin, F., 2011. *Psyché Quantique et Synchronicité*, Conférence au Festival « Spiritualité en Pyrénées », Revue TEMPS, Numéro **1**, p. 27, Editions du Temps, Séville, 2014.

Connes, A., Chéreau, D., Dixmier, J., 2013. *Le Théâtre Quantique*, Ed. Odile Jacob, Paris.

Rovelli, C., 2012. *Et si le temps n'existait pas ? Un peu de science subversive*, Quai des Sciences, Ed. Dunod, Paris.