Jusqu?où la physique quantique expliquera-t-elle le monde ?

Par ***mogirard***
Créé le ***11/11/2016 - 00:00***

Edito : Jusqu?où la physique quantique expliquera-t-elle le monde ?

Jeudi, 10/11/2016 - 23:00 0 commentaire

24 avis :

zoom

A la fin du XIXème siècle, la communauté scientifique, grisée par les avancées remarquables de l'électromagnétisme, avec Hertz et Maxwell et de la thermodynamique, avec Carnot, Clausius et Kelvin, était persuadée que la physique était une science pratiquement achevée et que, selon l?imprudente déclaration de Kelvin, « Il ne restait plus grand-chose d?important à découvrir en physique ». Pourtant, deux ombres persistantes subsistaient dans ce tableau grandiose d?une nature enfin révélée et comprise dans ses lois les plus fondamentales : d?abord la question de la valeur de la vitesse de la lumière qui sera magistralement réglée par Einstein quelques années plus tard, lorsqu?il montrera que cette vitesse, aussi étonnant que cela puisse paraître, est indépendante de la vitesse du "référentiel" (point de repère) dans lequel elle est mesurée, ce qui conduit à renoncer aux concepts newtoniens d?espace et de temps absolus.

L'autre problème venait du spectre du rayonnement d'un corps chauffé qui n'obéissait pas aux règles de la physique classique. S?agissant de cette énigme persistante, on se souvient que c?est le grand physicien allemand Max Planck (1858-1947), qui, à l?occasion d'une séance mémorable de la Société

allemande de Physique, exposa le 14 décembre1900 sa toute récente théorie des quanta (émissions de paquets discontinus d?énergie) pour expliquer de façon très convaincante la répartition spectrale du rayonnement d?un corps noir.

La suite est connue : Einstein, prolongeant les travaux de Planck montrera que la lumière, selon la façon dont on l?observe expérimentalement, possède une double nature : ondulatoire et diffuse mais également corpusculaire et ponctuelle, les fameux photons. De fil en aiguille, et grâce aux contributions décisives d?une dizaine de physiciens de génie, Einstein bien sûr mais aussi Bohr, Dirac, De Broglie, Pauli, Fermi, Heisenberg, Schrödinger, cette nature fondamentalement duale du réel, au niveau de l?infiniment petit, s?avéra également pertinente pour décrire le comportement de l?ensemble des particules connues et aussi des atomes. Finalement, au terme d?une extraordinaire période de créativité et d?effervescence scientifiques, l?édifice théorique complet de la physique quantique fut achevé en 1927, avec comme cadre l?équation d?ondes d?Edwin Schrödinger et le principe d?incertitude (ou d?indétermination) de Werner Heisenberg.

Il est à présent admis, et cela a été vérifié par l?expérience avec une précision extrême, que les composants fondamentaux qui forment la matière et transmettent l?énergie sont à la fois ondes et particules et obéissent aux étranges lois de la physique quantique : ils peuvent être simultanément dans plusieurs états à la fois et à plusieurs endroits, c?est ce qu?on appelle l?intrication ou encore la superposition quantique. Par exemple, un photon (grain de lumière) peut se trouver simultanément dans plusieurs états de polarisation. L?une des conséquences majeures de cet étrange phénomène est le principe de non-localité qui fait que les parties d?un système physique ayant interagi restent à jamais liées, même si elles se trouvent ensuite séparées par d?immenses distances. Rappelons que ce principe très troublant et qui fut fortement contesté par certains physiciens (dont Einstein lui-même) pendant plus d?un demi-siècle après l?édification de la théorie quantique, fut finalement magistralement démontré sur le plan expérimental par l?équipe française d?Alain Aspect (CNRS) en 1982.

Aujourd?hui, tel Monsieur Jourdain, nous faisons tous et tous les jours de la physique quantique sans le savoir, tant il est vrai que tous les appareils et réseaux numériques que nous utilisons sans cesse, ordinateurs, puces électroniques, GPS, lasers, disques durs, imagerie médicale, n?existeraient pas sans la physique quantique.

Depuis quelques années, une deuxième révolution quantique est en marche, qui se traduit par une nouvelle vague d?innovations technologiques qui va s?amplifier. Parmi ces ruptures technologiques majeures, on peut citer des systèmes de cryptographie quantique intrinsèquement inviolables (toute tentative d?intrusion entraînant immédiatement une perturbation visible du système) et bien sûr les ordinateurs quantiques, dont certains prototypes sont déjà en cours d?évaluation et dont la puissance attendue devrait permettre de résoudre des problèmes d?une complexité jusqu?alors insoluble.

Mais depuis quelques années, la théorie quantique ne se limite plus au champ de la physique et de la cosmologie et questionne également de manière très surprenante les sciences de la vie. On savait déjà, depuis une étude publiée en 2010 par Sarovar, Ishizaki Fleming et Whaley que, dans le processus photosynthèse, les effets quantiques interviennent au niveau du complexe protéique de Fenna-Matthews-Olson (FMO) pour permettre aux plantes de transformer la lumière du soleil en énergie chimique (Voir Nature Physics).

En 2010, une passionnante étude (Voir MIT Technology Review) s?est interrogée sur la possibilité de l?existence de propriétés quantiques au c?ur même du vivant, dans notre ADN. Une équipe de recherche de l?Université de Singapour, dirigée par Elisabeth Rieper, s?est en effet attaquée à la question du déséquilibre du bilan énergétique de l?ADN. Curieusement, il semble en effet que cette remarquable

structure en double hélice découverte pat Watson et Crick en 1953 parvienne à maintenir sa cohésion alors qu?elle ne dispose pas de l?énergie nécessaire?

Pour expliquer ce phénomène intrigant, ces chercheurs ont imaginé un modèle théorique de l?ADN dans lequel chaque nucléotide est formé d?un nuage d?électrons, négatif, autour d?un noyau central, positif. Le nuage oscille autour du noyau de manière harmonique, formant un dipôle ou phonon et lorsque les nucléotides se lient dans l'ADN pour former une base, ces phonons doivent osciller dans des directions opposées afin de maintenir la cohésion de la structure de cet ADN.

Mais comment ces phonons peuvent-ils s?articuler entre eux pour constituer la double hélice harmonieuse d?ADN que nous connaissons tous ? Le secret de cet agencement stable mais en déséquilibre énergétique résiderait, selon cette étude, dans l?intervention d?un phénomène de « phonon trapping », ou « piégeage de phonons », bien connu des physiciens dans le domaine de la supraconductivité. Ce mécanisme de capture serait rendu possible parce que la longueur d?onde des phonons correspondrait à la taille de l?hélice ADN, ce qui aurait pour effet la création d?ondes stationnaires permettant de maintenir captifs les fameux phonons.

Ce serait donc, selon cette hypothèse hardie, cette dimension quantique fondamentale de l?ADN qui expliquerait pourquoi l?ADN parvient à rester stable et à maintenir sa délicate structure avec un minimum d?énergie : les phonons étant dans des états intriqués, les vibrations de chacun de ces phonons seraient annulées par celles de ses voisins, ce qui permettrait d'expliquer la stabilité globale de la structure des molécules d?ADN. L?étude précise que « Nous avons démontré qu?une base ADN simple contient de l?information au sujet de son voisin, questionnant ainsi l?idée habituelle de traiter chaque base individuelle en tant qu?élément d?information indépendant ». Si cette théorie est vérifiée et s?avère exacte, ses conséquences scientifiques mais également philosophiques seraient immenses car il faudrait alors construire un nouveau cadre conceptuel complet qui articule physique quantique, génétique et biologie?

En août 2015, le physicien quantique Matthew Fisher a publié un article très remarqué (Voir Arxiv) dans lequel, s'appuyant sur la théorie proposée en 1989 par Penrose et Hamerof - qui pose l?hypothèse d?un fonctionnement quantique du cerveau au niveau des microtubules - il propose l'hypothèse que notre cerveau puisse fonctionner, à un certain niveau, selon les lois étranges de la mécanique quantique.

Matthew Fisher s?est intéressé au mécanisme, jusqu?à ce jour mal compris, qui permet au lithium d?améliorer l?état des malades souffrant de troubles bipolaires. En explorant les études réalisées sur les effets du lithium, Fisher a retrouvé les résultats d?une expérience faite en 1986 par une équipe de l?Université de Cornel pour comparer les effets du lithium-6 et du lithium-7. Ces chercheurs ont travaillé sur les effets des 2 isotopes de lithium sur le comportement de rates en état de grossesse. Ces animaux ont été séparés en 3 groupes, un premier groupe qui a reçu du lithium-7, un second qui avait eu le lithium-6 et le troisième était un groupe de contrôle. Les chercheurs ont pu observer qu?à la naissance des ratons, les mères, qui avaient reçu le lithium-6, montraient des instincts maternels plus forts que celles ayant reçu le lithium-7 ou le groupe de contrôle.

Cette nette différence a paru d?autant plus étonnante à Fisher que ces deux isotopes étaient chimiquement semblables. Pour comprendre ce phénomène, Fisher avance l?hypothèse que c?est le spin nucléaire (l?orientation), une propriété quantique propre à chaque atome, qui pourrait bien être à l?origine de cette différence inexplicable. Fisher souligne en effet que le lithium-7 et le lithium-6 n?ont pas la même quantité de neutrons et ont, par conséquent, des spins différents. Le lithium-7 a une décohérence quantique rapide alors que le lithium-6 maintient au contraire une intrication quantique de plus longue durée. Selon Fisher, c?est précisément cet écart significatif, entre le lithium 6 et le lithium 7,

dans les temps d?intrication quantique, qui expliquerait in fine l?observation d?effets thérapeutiques, eux aussi bien distincts, sur le cerveau.

Bien que cette hypothèse demande de sérieuses vérifications expérimentales, Fisher est convaincu que si le mécanisme darwinien de l?évolution a été capable d?intégrer l?intrication quantique dans la photosynthèse, pour rendre celle-ci plus efficace, on peut raisonnablement imaginer que cette évolution a également pu récupérer et exploiter certaines propriétés de la physique quantique qui permettait à notre cerveau de mieux s?adapter à un environnement complexe et changeant, condition nécessaire à la survie de notre espèce?

Enfin, il faut également évoquer l?étude réalisée en 2000 par Thorsen Ritz, chercheur à l?Université de Floride et grand spécialiste des oiseaux migrateurs. Ce chercheur s?est demandé comment le rouge-gorge parvient à accomplir l?exploit de parcourir chaque année 13 000 km de la Scandinavie à l?Afrique équatoriale, sans jamais se perdre. Certes, les scientifiques savaient déjà depuis plus de 40 ans que les oiseaux migrateurs ne sont pas sensibles aux inversions du champ magnétique et ne sont donc pas en mesure de distinguer le nord du sud. En revanche, d?autres expériences ont montré que ces oiseaux savent distinguer l?inclinaison du champ magnétique, c?est-à-dire l?angle que ce dernier forme par rapport à la surface terrestre.

Mais la surprise des chercheurs fut plus grande encore lorsqu?ils constatèrent que ces oiseaux semblaient perdre leurs sens infaillible de l?orientation lorsqu?on leur bandait les yeux. C?est là qu?intervient Thorsen Ritz, qui propose une théorie pour le moins iconoclaste mais cohérente. Selon lui, les oiseaux migrateurs auraient une rétine qui aurait la particularité de contenir une molécule composée d?une paire d?électrons intriqués de spin total nul. En étant plus ou moins exposée aux photons composant la lumière, cette molécule provoquerait la décohérence (fin de l?intrication quantique liée aux perturbations macroscopiques de l?environnement) de ces deux électrons et l?oiseau deviendrait alors sensible au champ magnétique terrestre.

De manière remarquable, des expériences en laboratoire montrent que l?inclinaison du champ magnétique affecte différemment les deux électrons et perturbe ce système intriqué. Ce déséquilibre provoque alors une réaction chimique qui est transmise au cerveau de l?oiseau par un influx nerveux. L?oiseau est ainsi en mesure de "visualiser" le champ magnétique et ses variations. D?autres recherches, comme celles que j?ai évoquées sur la photosynthèse, montrent que, dans ce processus complexe qui permet aux plantes de transformer la lumière en énergie chimique, il est difficile d?expliquer l?efficacité et le rendement de ce mécanisme sans avoir recours à la physique quantique.

Il faut enfin évoquer les travaux passionnants de Jeffrey Schwartz, neuropsychiatre de l?Université de Californie et Henry Stapp, physicien théoricien à l?Université de Berkeley, sur le fonctionnement du cerveau. Ces deux chercheurs reconnus, s?inspirant de la théorie de Penrose et des travaux de John ?Eccles, veulent construire une théorie de l?esprit qui intègre la physique quantique de manière rigoureuse.

Selon eux, si nous voulons comprendre un phénomène aussi singulier et complexe que la conscience, il faut dépasser l?opposition stérile en entre la vision purement matérialiste et la conception spiritualiste de l?esprit. Ces scientifiques soulignent que le fonctionnement de notre cerveau dépend d?une multitude de processus moléculaires, atomiques et ioniques. Ils prennent l?exemple des canaux d?ions calcium dans les synapses neuronales, qui mesurent moins d?un nanomètre de diamètre et soulignent qu?à une échelle si microscopique, ces ions calcium obéissent aux lois de la physique quantique. Ce qui veut dire que ces ions vont être ou non absorbés par la paroi cellulaire du neurone, ce qui va provoquer, ou non, l?émission d?un neurotransmetteur. Ces chercheurs remarquent que le fait de modifier son attention sur

un objet précis modifie le résultat de l?observation et influe en retour sur le fonctionnement du le cerveau. Il ne faudrait donc plus envisager l?esprit comme une simple "superstructure", produite par notre cerveau mais considérer qu?esprit et cerveau forment un couple indissociable et se coproduisent l?un l?autre. S?appuyant sur leurs observations, Schwartz et Stapp sont persuadés qu?il faut parvenir à construire une théorie quantique de la conscience qui articule et intègre dans un nouveau cadre conceptuel les approches physique, génétique, biologique, psychologique et cognitive du cerveau.

Ce que nous montrent ces récentes recherches et découvertes, c?est qu?après nous être très longtemps apparues comme radicalement séparées, tant sur le plan scientifique que théorique et philosophique, il semble bien que les sciences de la matière et celles du vivant soient reliées par des ponts subtils et invisibles qui assurent un extraordinaire continuum et une prodigieuse cohérence entre l?inerte et l?animé, la matière et l?esprit. Il semble également, bien que cette exploration scientifique ne fasse que commencer, que la physique quantique soit l?un de ces ponts ouvrant vers de nouveaux et vastes horizons de la connaissance et ce siècle ne sera sans doute pas trop long pour explorer le nouveau monde que ce pont est en train de nous dévoiler.

René TRÉGOUËT

Sénateur honoraire

Fondateur du Groupe de Prospective du Sénat

Noter cet article :

Recommander cet article :

-
- Tweeter
-

- **Nombre de consultations :** 3223
- **Publié dans :** Physique
- **Partager :**
  - Facebook
  - Viadeo
  - Twitter
  - Wikio

Physique ADN atomes biologie cellules cerveau conscience corpuscules électrons Energie esprit gène génétique incertitude intrication laser localité lumière matière mécanique monde neurones nucléotide onde particules phonons photons physique probabilité protéines quantique réel SCIENCE séparabilité superposition théorie vivant

---

URL source: https://www.rtflash.fr/jusqu-ou-physique-quantique-expliquera-t-elle-monde/article