

GRAIN DE SCIENCE

Être et ne pas être : et si telle était la question ?



La Physique Quantique a été élaborée par des physiciens et a fait l'objet d'âpres débats, en particulier au congrès Solvay de 1927. Il réunissait les meilleurs physiciens de l'époque. Une seule femme : Marie Curie.

Chaque mois, retrouvez une chronique consacrée aux sciences, et animée par Michel Boër, directeur de l'Observatoire de Haute-Provence et chercheur au CNRS. Découvrez une curiosité scientifique ou technique, ou tout simplement une réflexion de son auteur. Cette chronique peut également traiter d'un événement marquant, comme un colloque ou une rencontre avec une personnalité.

Tout le monde connaît le célèbre monologue de Hamlet : « Être ou ne pas être, telle est la question ». Mais que diriez-vous si l'on pouvait « être ET ne pas être » ?

Réflexion de philosophe, déconnectée du réel ! En êtes-vous bien sûr ?

C'est l'une des conséquences d'un développement de la physique, maintenant centenaire : la mécanique quantique. On l'appelle le principe de superposition.

Il énonce que tant qu'on ne l'a pas observée, une particule peut être dans plusieurs états à la fois. Ainsi, vous pouvez « être » ET « ne pas être ». Cependant, comme dans Hamlet, dès qu'on le regarde, le crâne sera un « être » ou un « non-être », et la particule sera dans un état précis.

Cette relation intime entre le système que l'on observe et l'observateur est l'un des aspects les plus déroutants de la mécanique quantique. Les particules peuvent elles être réellement dans plusieurs états, ou bien ne s'agit-il que d'une commodité ?

Passons de Shakespeare au conte de fées. Vous, Madame, avez une sœur jumelle, monozygote : vous êtes de vraies jumelles, qui proviennent de la fécondation du même ovule par le même spermatozoïde, donc de la division du même œuf.

Une fée vous a jeté un sort : si vous avez un garçon, votre sœur jumelle aura une fille, et si c'est elle qui a un garçon alors vous aurez une fille : on dit que vous êtes dans des états intriqués.

Vous avez rencontré le prince charmant, et ce qui devait arriver arrive : un heureux événement se prépare. Au même moment votre sœur tombe raide amou-

reuse...

Vous pouvez avoir une fille ou un garçon. Tant que vous n'avez pas fait d'échographie votre enfant a une certaine probabilité d'être une fille ou un garçon ; comme ci-dessus, la mécanique quantique vous dit que son état est superposé et qu'il peut être « fille », Et, à la fois, « garçon ».

Mais lors de l'échographie, l'observation par le médecin fixe l'état de la particule, pardon de votre enfant, à être soit « fille », soit « garçon ».

C'est là que ça devient intéressant : à l'instant où le médecin vous annonce que c'est une fille, votre sœur AURA un garçon. Et si c'est un garçon, alors votre sœur AURA une fille : pas besoin d'échographie. Votre sœur peut se trouver à côté de vous, à Katmandou, ou à des millions d'années-lumière, ce sera l'inverse de votre enfant.

Mais, me direz-vous, comment le sait-elle ? L'information ne peut voyager plus vite que la lumière ! Elle ne le sait pas, tout se passe comme si vous étiez toujours liées (intriquées) par votre conception monozygote, même si vous êtes séparées physiquement : au fond vous restez le même œuf.

Plusieurs expériences ont été faites depuis trente ans, qui ont vérifié ce principe d'intrication, ou paradoxe EPR (Einstein - Podolsky - Rosen). Tout cela est bien beau, mais à quoi ça sert ?

L'intrication est exploitée dans la cryptographie quantique. Ces systèmes, outre leur fiabilité, ont une propriété intéressante : envoyez un message crypté, si un espion tente de le regarder, alors votre correspondant le saura avec certitude.

Science-fiction ? La société IDQ commercialise de tels systèmes réputés les plus sûrs au monde.

J'oubliais ! Encore un truc qui peut servir : le principe d'incertitude énonce que l'on ne peut pas connaître simultanément avec une exactitude infinie la position et la vitesse d'une particule massive. Si vous connaissez exactement la vitesse d'une particule, alors sa position est indétermi-

née, et réciproquement.

Supposez que vous soyez flashé par un radar. Sa localisation doit apparaître précisément sur le procès-verbal. Vous pouvez contester au motif que si la localisation est précise alors la vitesse de la voiture ne l'est pas ; et si on vous dit que vous rouliez trop vite, c'est que l'on ne sait pas très bien où... Un dialogue qui aurait plu à Raymond Devos.

Certes, les dimensions en jeu sont de l'ordre du milliardième de milliardième de milliardième de millimètre, mais la justice doit s'incliner devant la physique.

La mécanique quantique a été développée par un aéropage de brillants physiciens au début du XX^e siècle. Ils voulaient expliquer dans un cadre cohérent certaines des propriétés fondamentales de la matière.

Ils n'avaient pas idée que leurs travaux très théoriques puissent déboucher un jour sur des applications concrètes. Pourtant cette théorie est indispensable pour expliquer comment démarrent les réactions nucléaires dans les étoiles ou certains types de radioactivité. On trouve aussi dans les appareils les plus courants, téléphone portable, télévision, des composants électroniques qui font appel à la mécanique quantique.

Dans les laboratoires on cherche à développer des ordinateurs qui exploitent les propriétés étonnantes de cette branche de la physique, qui pourraient être commercialisés bientôt, ou des réseaux de communication utilisant la téléportation quantique.

Il y a une morale cependant : la poule ne pond pas des œufs pour qu'on les mange. Les chercheurs qui ont mis au point la mécanique quantique au début du XX^e siècle ne cherchaient pas à fabriquer des ordinateurs (qui n'existaient pas), ou des diodes à effet tunnel (un composant courant maintenant), mais à expliquer les mécanismes les plus fondamentaux de la physique.

Ce n'est que maintenant, un siècle après, que nous exploitons tout le pouvoir de cette théorie, y compris dans des domaines appliqués.

On ne peut prédire ce que deviendront les recherches scientifiques ; les applications surgissent lorsque le nouveau paradigme a été profondément assimilé par les scientifiques et les ingénieurs.

Vouloir assigner au chercheur un but « utile », c'est tout simplement tuer la poule aux œufs d'or. Nos hommes politiques feraient bien d'apprendre la mécanique quantique, et surtout d'avoir une véritable culture scientifique.

Michel BOËR

Pour en savoir plus :

Le site de la société IDQ qui propose des systèmes de cryptographie quantique : <http://www.idquantique.com/>

La revue La Recherche a consacré à la mécanique quantique son numéro de septembre 2011 : <http://www.larecherche.fr>

Des magazines comme Science et Vie ou Science et Avenir consacrent régulièrement des articles à cette branche de la physique.

Les articles de Wikipédia sont quelque peu abscons, mais on peut les lire en partie et regarder la bibliographie fournie :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Mecanique_quantique

L'Observatoire de Haute-Provence reste ouvert aux scolaires toute l'année sur rendez-vous : 04 92 70 65 40, ohp.visites@oamp.fr