Dossier science 2000 : au son des quantiques

Autor(en): **Frei, Pierre-Yves**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique**

Band (Jahr): **- (1999)**

Heft 43

PDF erstellt am: **06.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-971421

Nutzungsbedingungen

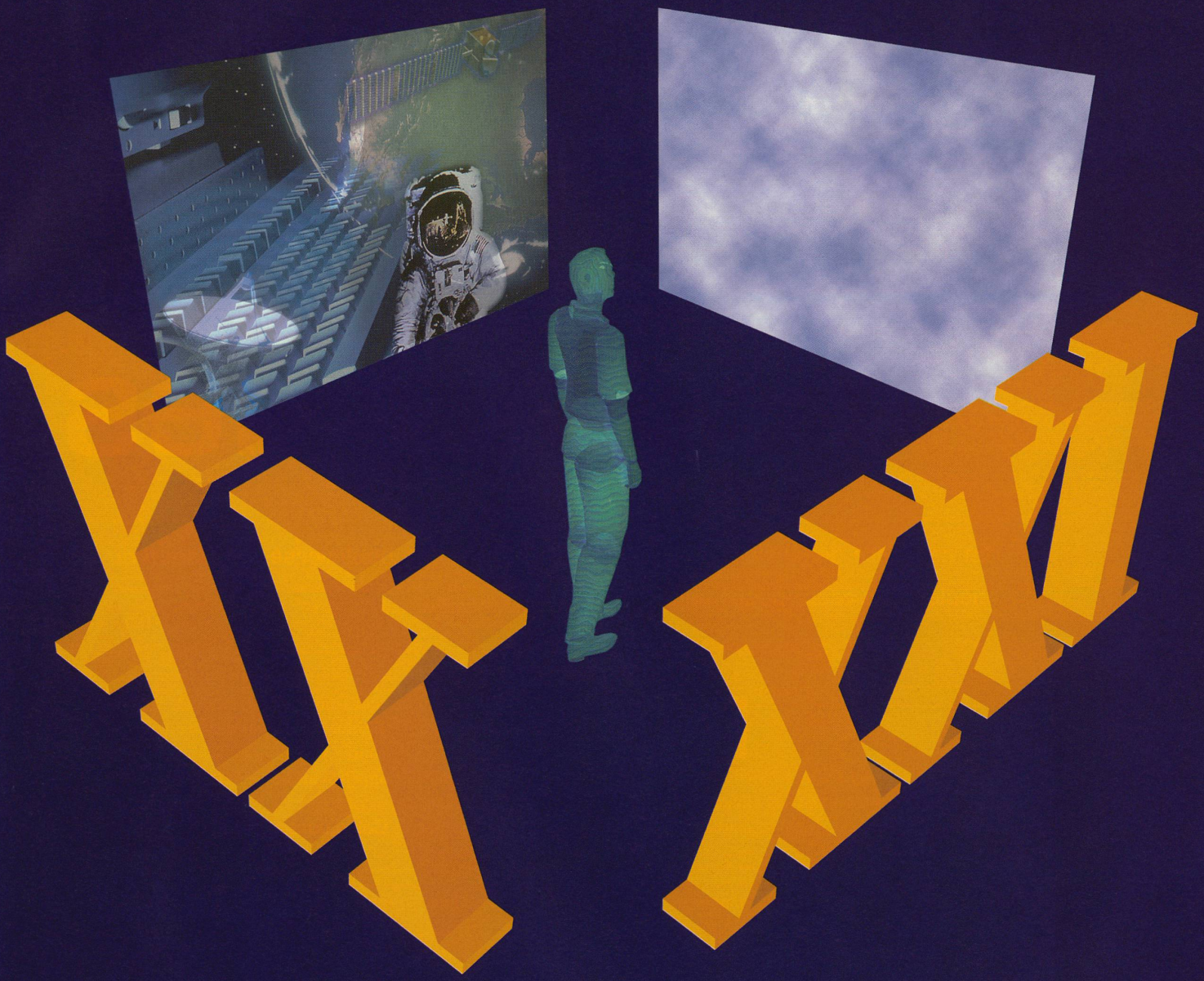
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

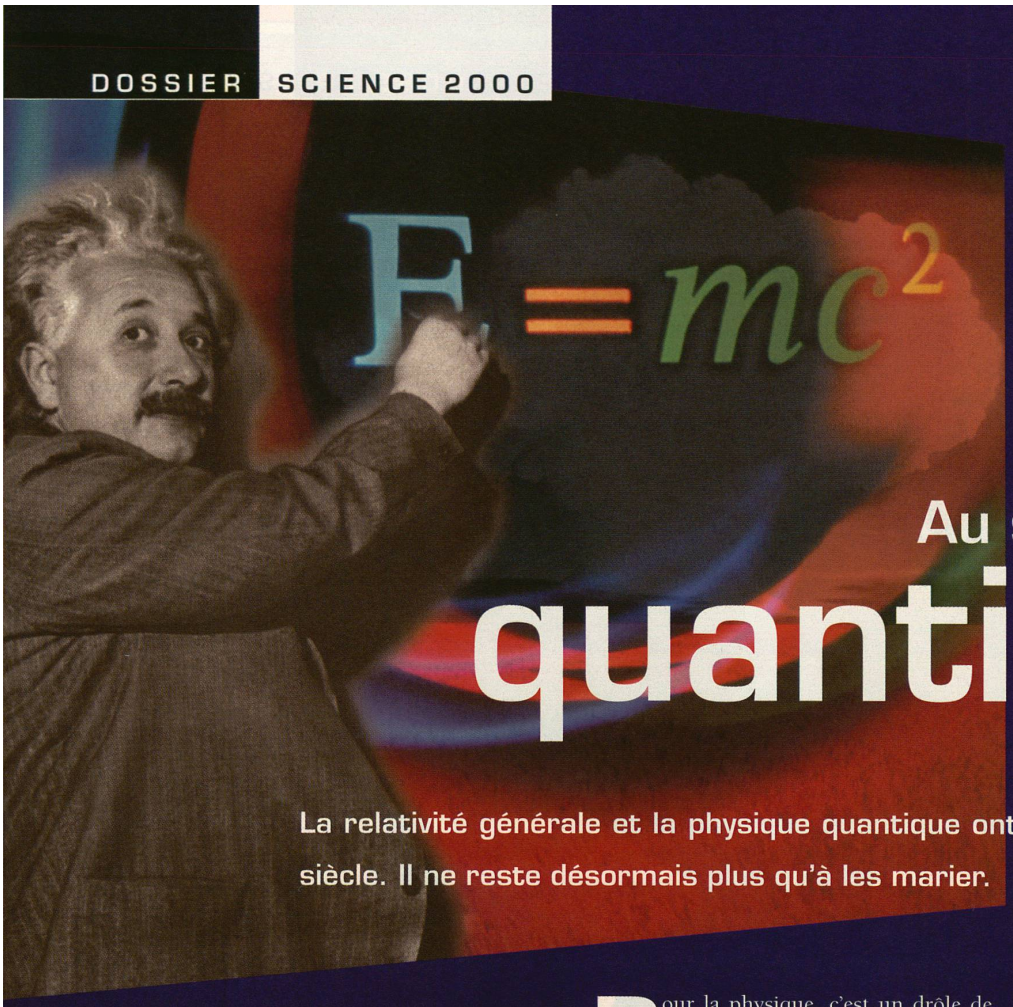
Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch



Enigmes en héritage

Le XXe siècle n'a pas encore tiré sa révérence que l'homme tourne déjà son regard vers le suivant. Dans ses rêves d'enfant, l'An 2000 et le XXIe siècle devaient marquer son entrée dans une société nourrie de haute technologie. Mais les génies de la science d'hier ont laissé des énigmes en héritage, qui occuperont les scientifiques de demain: théories de la physique, comme la relativité ou la mécanique quantique, théories politiques et leurs mises en applications concrètes, comme le communisme ou la découverte de l'ADN ont bouleversé notre monde et continueront de le faire.



Au son des quantiques

La relativité générale et la physique quantique ont bouleversé la science du 20e siècle. Il ne reste désormais plus qu'à les marier.

PAR PIERRE-YVES FREI

PHOTOS KEYSTONE ET BLUE PLANET

Pour la physique, c'est un drôle de siècle qui s'achève. Un siècle d'une richesse incroyable. Il a commencé en trombe, en 1900, avec Max Planck livrant à ses pairs un développement mathématique surprenant où, plus ou moins consciemment, il considère la lumière non plus comme une onde, mais comme un ensemble de particules. Il admet que tout cela semble incroyable et refuse de donner trop d'importance à cette interprétation. Il vient cependant de poser une pierre essentielle à la fondation de la mécanique quantique, sans réussir à prendre toute la mesure de sa découverte: même les génies ont besoin de temps.

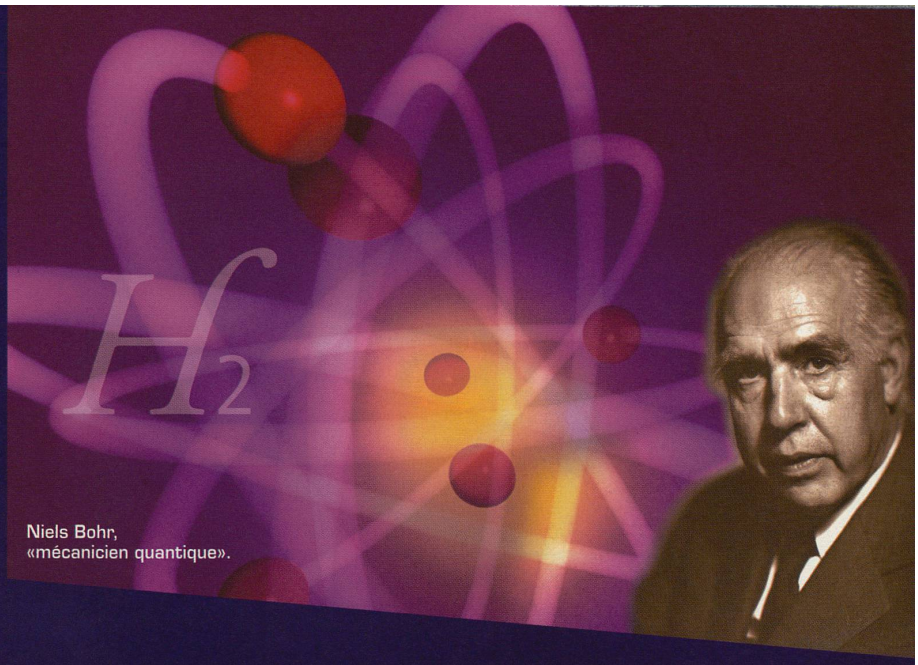
En 1905, Albert Einstein met son grain de sel à l'affaire et démontre que Planck a raison. La lumière est à la fois onde et particules, vague et goutelettes. Pour cette démonstration, il est honoré du Nobel de physique en 1921. Puis il enchaîne sur la relativité restreinte, précurseur de la relativité générale, un monument de la physique livré dix ans plus tard. Grâce à cette théorie, l'homme se retrouve dans un Univers à quatre dimensions, où le temps et l'espace sont relatifs, où la vitesse de la lumière est absolue, où la trame de l'espace-temps se courbe en présence des masses, ce qu'on appelle vulgairement la gravitation.

Génie contre génie

«Pourtant, malgré son génie, Einstein avait beaucoup de mal à accepter les thèses de la physique quantique, même si ses travaux sur le photon ont contribué à sa naissance, explique Ruth Durrer, professeur de physique théorique à l'Université de Genève. Toutes ces bizarreries quantiques décrites par Niels Bohr, Max Born, Wolfgang Pauli et les autres le laissait très perplexe. L'infiniment petit cadrait mal avec sa philosophie déterministe. Reste que sans lui, absolument rien de ce que l'on fait aujourd'hui en cosmologie ne serait possible. La relativité générale est aussi belle que puissante.»

C'est cette beauté mathématique qui a décidé Ruth Durrer à opter pour la cosmologie théorique. Une vie de vertiges, à tutoyer l'infiniment grand, à essayer de percer le mystère de sa forme, de son passé et de son avenir. Une vie avec Einstein et son extraordinaire génie. Et avec ses limites

aussi. Car la relativité générale n'est pas la solution physique ultime. Elle ne peut à elle seule tout expliquer. Pas plus d'ailleurs que ne le peut la physique quantique. «Pour aller plus loin, pour mieux saisir l'Univers, nous devons réussir à les marier, à construire une théorie qui aménage une place à la gravitation dans le champ de la physique quantique, ce qui n'est de loin pas le cas aujourd'hui.»



Niels Bohr, «mécanicien quantique».

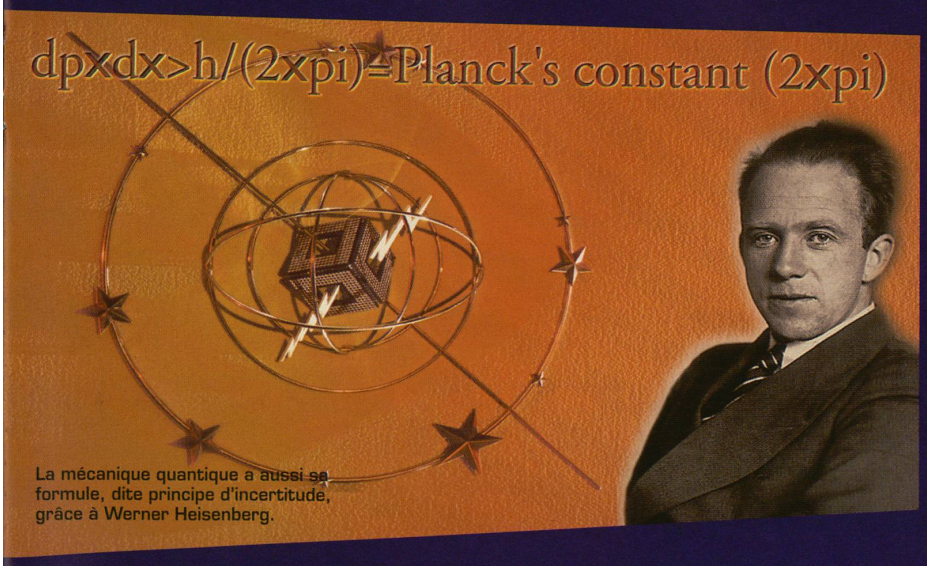
L'union par les supercordes

Cette réconciliation des deux plus grands pans de la physique contemporaine représente un défi majeur. Elle produit aujourd'hui un foisonnement de mouvances théoriques. Celle à laquelle appartient Ruth Durrer parle de supercordes. «Quand on tente d'inclure la gravitation dans la physique quantique, on se retrouve avec des termes infinis qui rendent les équations impossibles à manipuler. Mais ce problème disparaît quand on remplace les particules ponctuelles par des sortes de cordes vibrant dans le vide. Cette théorie, très élégante, a besoin d'être testée. Il existe une particule prévue par la théorie qui s'appelle le dilaton. Seulement, on ne peut pas l'observer car elle n'a existé que dans l'Univers primordial, peu après le Big Bang. Du coup, on en est réduit à chercher les traces indirectes qu'elle a pu laisser dans le cosmos actuel. Un vrai travail de fourmi.»

Décidément, la nouvelle physique est étrange. Et douée pour surprendre son monde. La mécanique quantique en a même fait une spécialité. La réalité y est passablement différente de celle de notre monde macroscopique. «Pour en démontrer l'absurdité, Einstein, Podolsky et Rosen ont inventé en 1935 le paradoxe EPR, raconte Nicolas Gisin, spécialiste d'optique quantique à l'Université de Genève. Ils ont montré que deux particules de lumière peuvent être intriquées, autrement dit qu'elles agissent de façon identique et immédiate, peu importe la distance qui les sépare. Apparemment, l'information entre les deux dépasse la vitesse de la lumière puisqu'elle est instantanée. Or, rien, selon la relativité, ne peut aller plus vite que la lumière.»

L'armée des photons

Il y aurait de quoi philosopher des heures sur un tel mystère. Mais Nicolas Gisin préfère, comme son illustre prédécesseur Niels Bohr, mettre les spéculations de côté en attendant que la connaissance progresse. Car ce paradoxe quantique n'empêche pas les expériences. Il se révèle même utile. D'un point de vue d'ingénieur s'entend. «L'Irlandais John Bell qui, dans les années 1960, a réussi à quantifier le paradoxe EPR, avait l'habitude de se définir comme un ingénieur quantique. Je me rallie à cette expression. Aujourd'hui, mon équipe et moi utilisons des photons intriqués pour notamment mettre au point un système de codage inviolable.» Ces petites particules présentent deux avantages pour les cryptographes: être gouvernées par le hasard pur, omniprésent en physique quantique; réagir à la moindre observation et en garder la trace. Ainsi, les espions qui essaient de se mettre sur leur chemin sont invariablement détectés. Chaque correspondant possédant un photon de la paire intriquée, il suffit que l'une des deux particules subisse une intervention extérieure pour que l'autre se transforme de la même manière et indique une possible indiscrétion. L'équipe de Nicolas Gisin détient aujourd'hui le record de distance – 10 kilomètres – entre deux photons intriqués, forcés à s'éloigner l'un de l'autre via des fibres optiques. Même à cette distance, l'immédiateté fonctionne. «Mais cela ne s'oppose pas à la relativité. La vitesse de la lumière reste indépassable tant qu'il s'agit de transmettre de l'information. Or, les photons intriqués ne permettent pas cela. On peut les utiliser comme chiens de garde, mais pas comme porteurs d'information.» La lumière peut donc continuer à régner en paix. ■



La mécanique quantique a aussi sa formule, dite principe d'incertitude, grâce à Werner Heisenberg.