



Nicolas Gisin, l'homme qui intrique les photons

A l'occasion du 450^e anniversaire de l'Université de Genève, la «Tribune de Genève» et l'alma mater présentent la genèse de 20 idées nées dans la région et qui ont changé le monde.

9/20

ANTON VOS

En été 1997, les villages de Bernex et de Bellevue connaissent leur instant de gloire scientifique. C'est entre ces deux localités genevoises qu'a lieu la première expérience démontrant l'existence et la persistance à grande échelle d'un phénomène appelé l'intrication quantique». En d'autres termes, Nicolas Gisin, professeur au Groupe de physique appliquée de l'Université de Genève, démontre qu'un photon (particule de lumière) peut se trouver simultanément à deux endroits différents, éloignés de plus de dix kilomètres l'un de l'autre, au mépris du bon sens et de toutes les règles de la physique classique. Preuve de sa valeur scientifique, la prouesse est décrite dans l'édition du 25 juillet de la prestigieuse revue *Science*.

L'expérience excite à tel point la curiosité qu'elle fait l'objet d'une page entière dans le *New York Times*, et la Société américaine de physique considère l'événement comme l'un des faits scientifiques marquants du XXe siècle. Confinée jusqu'alors dans les labos de quelques spécialistes discrets, l'intrication quantique devient subitement un champ d'étude couru. Et l'on se met à rêver à des applications comme la cryptographie quantique (*lire ci-dessous*) ou, plus futuristes, comme les ordi-

nateurs quantiques (dont la vitesse et la capacité dépasseraient de loin ce qui existe aujourd'hui). En 2003, la revue du Massachusetts Institute of Technology intègre même les travaux de Nicolas Gisin à sa liste des «dix technologies émergentes qui vont changer le monde».

Plus vite que la lumière

L'intrication quantique, au départ, n'est qu'un concept. Le physicien autrichien Edwin Schrödinger en parle pour la première fois dans les années 30 comme d'une propriété fondamentale de la physique quantique (celle qui régit le monde à toute petite échelle). Elle ne possède pas d'équivalent



dans la physique classique (celle que nous éprouvons tous les jours). Les équations de la physique suggèrent en effet que deux particules peuvent être «intriquées», c'est-à-dire mélangées à tel point que l'on ne peut pas décrire leurs propriétés physiques séparément. En pratique, cela signifie que si l'on agit sur la première particule, cela influencera immédiatement l'état de la seconde, même si les deux sont très éloignées l'une de l'autre. Comme si l'information circulait entre elles infiniment plus vite que la vitesse de la lumière.

Pas étonnant, dès lors, qu'Albert Einstein, le père de la relativité générale, ait été sceptique envers la mécanique quantique

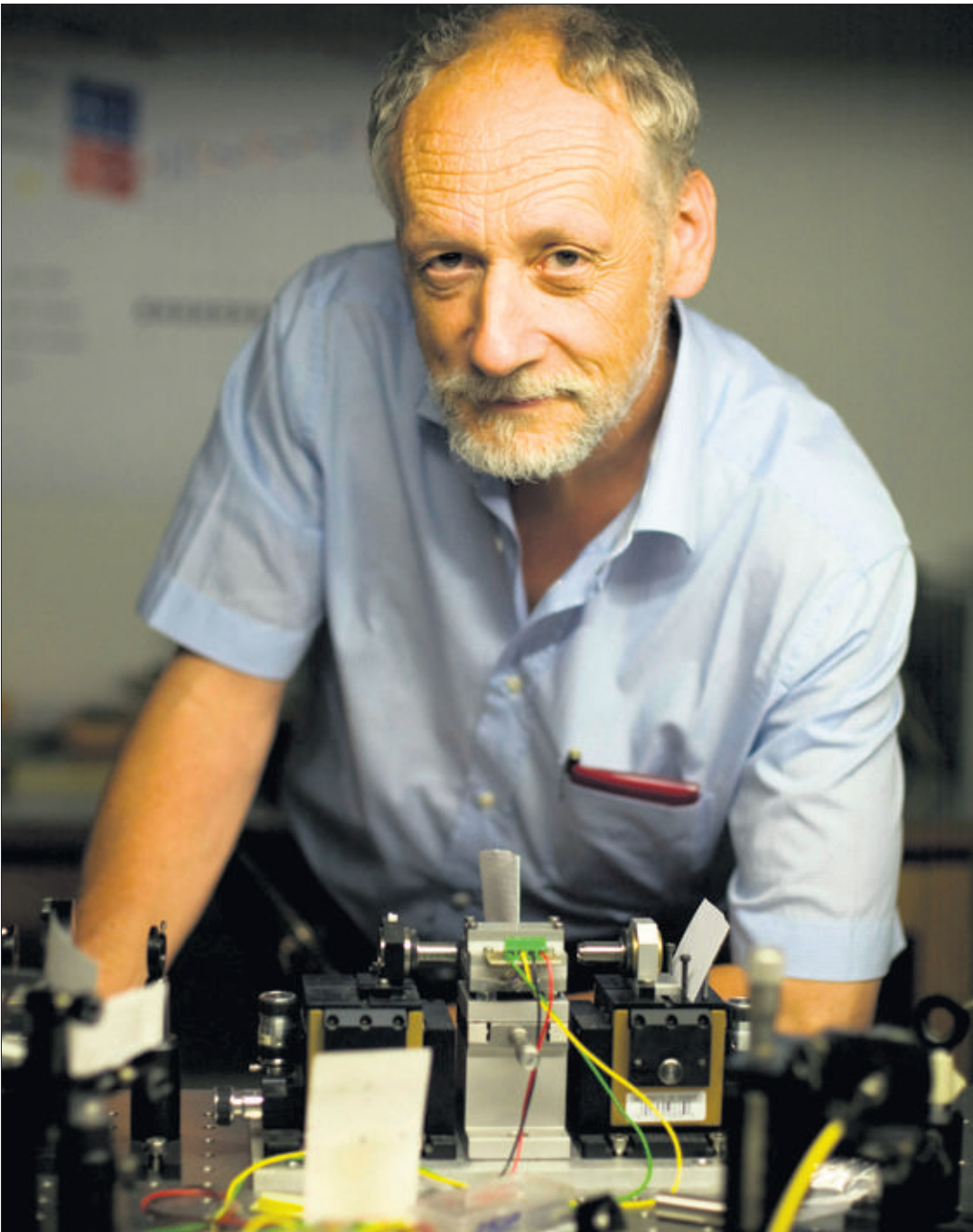
et ses «actions à distances fantomatiques». De toute façon, la technologie de son époque ne permet pas de vérifier l'existence même de l'intrication.

Il faut attendre les travaux de John Bell en 1964 (toujours à Genève, mais au CERN cette fois) pour débloquer la situation. Le physicien nord irlandais développe le concept théorique de l'intrication et ses résultats permettent enfin d'imaginer la réalisation d'une expérience concrète capable de mettre en évidence ce phénomène.

Plusieurs physiciens s'y essaient, mais les résultats sont contradictoires. Ce n'est qu'en 1982 que le Français Alain Aspect parvient à démontrer que l'intrication est une réalité de ce monde.

Sortie du laboratoire

Le mérite de Nicolas Gisin est d'avoir réussi à sortir l'intrication du laboratoire. Tirant profit d'un passage de quelques années au cours de sa carrière dans l'industrie des fibres optiques, le professeur genevois monte en 1997 une expérience en collaboration avec Swisscom (alors Télécom PTT) qui lui permet d'emprunter son infrastructure. C'est ainsi que le professeur genevois réussit à vérifier que le phénomène de l'intrication survit dans des fibres optiques industrielles et sur une distance de plus de dix kilomètres, entre Bellevue et Bernex. «L'intrication a cela de déroutant qu'elle est un phénomène non local, précise Nicolas Gisin. Deux grains de lumière intriqués, même spatialement séparés, peuvent être considé-



Nicolas Gisin. Professeur au Groupe de physique appliquée à l'Uni. (KEYSTONE)

Bio express

- **1952:** naissance à Genève.
- **1981:** Il achève sa thèse en physique quantique et statistique.
- **1985-1988:** Il travaille au sein d'une start-up spécialisée dans l'instrumentation pour fibres optiques.
- **1988:** Il rejoint le Groupe de physique appliquée.
- **1995:** Il est nommé professeur ordinaire.
- **1997:** il réalise une expérience d'intrication quantique dans une fibre optique entre Bernex et Bellevue.
- **2001:** il fonde la start-up id-Quantique.
- **2007:** Prix Science de la Ville de Genève.

Un système de cryptage ultrasûr

Quiconque tentera d'intercepter un message codé alertera immédiatement les deux correspondants.

La première application potentielle que permettrait la maîtrise de l'intrication quantique à grande échelle est sans doute la cryptographie quantique. Ce système de codage est censé être inviolable. L'idée consiste à transmettre à deux correspondants une clé de codage à l'aide de paires de photons intriqués. L'avantage est que ces grains de lumière sont produits de façon parfaitement aléatoire (contrairement aux clés habituelles produites par des ordinateurs). Par

ailleurs, ils ne pourraient en aucun cas être interceptés discrètement par un tiers désireux d'espionner la conversation. En effet, tenter de «lire» un des photons intriqués reviendrait à le détruire ou en tout cas à le perturber de façon importante. Ce qui alerterait immédiatement ces deux correspondants.

Commercialiser et développer

Nicolas Gisin, professeur au Groupe de physique appliquée à l'Université de Genève, a cofondé en 2001 une start-up, baptisée id-Quantique, afin de développer et de commercialiser cette technologie. L'entre-

prise est actuellement dirigée par Grégoire Ribordy et a dégagé en 2007 et 2008 ses premiers bénéfices.

Une dizaine de kilomètres au maximum

La limite de la cryptographie quantique demeure la distance qui sépare les interlocuteurs. Les appareils fonctionnent actuellement sur quelques dizaines de kilomètres, au maximum. Pour dépasser ce seuil, il est nécessaire d'imaginer un système de relais capable de transmettre l'intrication chaque fois plus loin. Un problème sur lequel le groupe de Nicolas Gisin planche déjà.

Voyage aux origines de la matière

Il y a ce que l'on sait: toute la matière détectable, y compris celle de notre corps et de notre cerveau, est composée des mêmes particules. Et ce que l'on ignore: 96% de l'Univers est fait de matière inconnue.

Fruit d'une collaboration entre l'UNIGE, le CERN et la Fondation Wright, l'exposition «Matière première», à découvrir à Uni Dufour jusqu'au 28 juin, fait le point sur les grandes questions posées par la physique des particules, tout en proposant une réflexion sur la démarche scientifique.

Mise en forme par la société londonienne Shelton Fleming, «Matière première» est composée de cinq «pods» ou cellules

reliées entre elles par des sas et comprenant chacune une dizaine de panneaux explicatifs, ainsi que des animations interactives.

Au fil de ce parcours high-tech, les visiteurs pourront notamment découvrir un film retraçant les premiers instants de l'Univers, ainsi qu'une description des différentes particules: quarks, hadrons et autres leptons.

Sont également évoquées les grandes énigmes que constitue l'antimatière et la matière sombre, ainsi que le Large Hadron Collider (LHC), la plus grande machine jamais construite au monde.



«Matière première». Une expo à voir à Uni Dufour. (DR)

➔ «Matière première»: exposition proposée par le l'UNIGE, le CERN et la Fondation Wright. Du 2 avril au 28 juin, à Uni Dufour (rue du Général-Dufour 24), du mardi au dimanche, de 9 h 30 à 19 h 30. Entrée libre. Animations pour les 8-12 ans, les mercredis 27 mai, 10 et 17 juin. Informations et visites guidées: www.unige.ch/450

DE LA RUPTURE À AUJOURD'HUI

