cru que les limites de la confidentialité étaient là : aussi efficace que soit le système de chiffrement utilisé, tout espion technologiquement plus avancé aura le dessus – que ce soit la NSA ou le FBI, par exemple. Or il s'est avéré que la cryptographie quantique n'est pas exposée aux failles possibles du système. Elle peut en effet garantir la confidentialité avec un minimum d'ingrédients : d'une part, des corrélations monogames, à savoir des liens entre grandeurs physiques que seuls Alice et Bob peuvent mesurer ; d'autre part, une petite dose de « libre arbitre », défini ici comme la capacité de faire des choix indépendants de tout ce qui est préexistant, donc des choix imprévisibles.

Ces conditions suffisent pour créer et distribuer des clés sûres. Plus étonnant, elles assurent que, même si nous utilisons des dispositifs de provenance inconnue ou douteuse, voire fabriqués par nos ennemis, la sécurité des données est assurée.

Évidemment, quelques précautions sont de mise : les dispositifs de chiffrement doivent être placés dans des lieux bien isolés pour empêcher toute fuite des données enregistrées servant à construire la clé de chiffrement, et seules des personnes de confiance doivent y avoir accès. Dans ces conditions, on montre qu'un test statistique suffit pour valider la sécurité du système, même sans aucune connaissance de son fonctionnement interne. On parle de cryptographie « indépendante du dispositif ». Ces dernières années, des progrès rapides ont permis de confirmer la fiabilité de ce type de cryptographie, qui constitue l'un des domaines de recherche les plus actifs en sciences de l'information quantique.

Communiquer avec des pièces magiques

Nous avons présenté les concepts essentiels de la cryptographie quantique. Cependant, il reste à clarifier les notions de corrélation monogame et de libre arbitre et à voir comment les mettre en œuvre. Comme nous l'avons souligné, le problème crucial est celui de la distribution de la clé de chiffrement : pour que leur communication reste confidentielle, Alice et Bob doivent trouver un moyen de générer et se partager les bits de la clé. Comment faire ? Dans un premier temps, imaginons un système fictif qui illustre les notions cruciales de corrélations monogames et de libre arbitre.

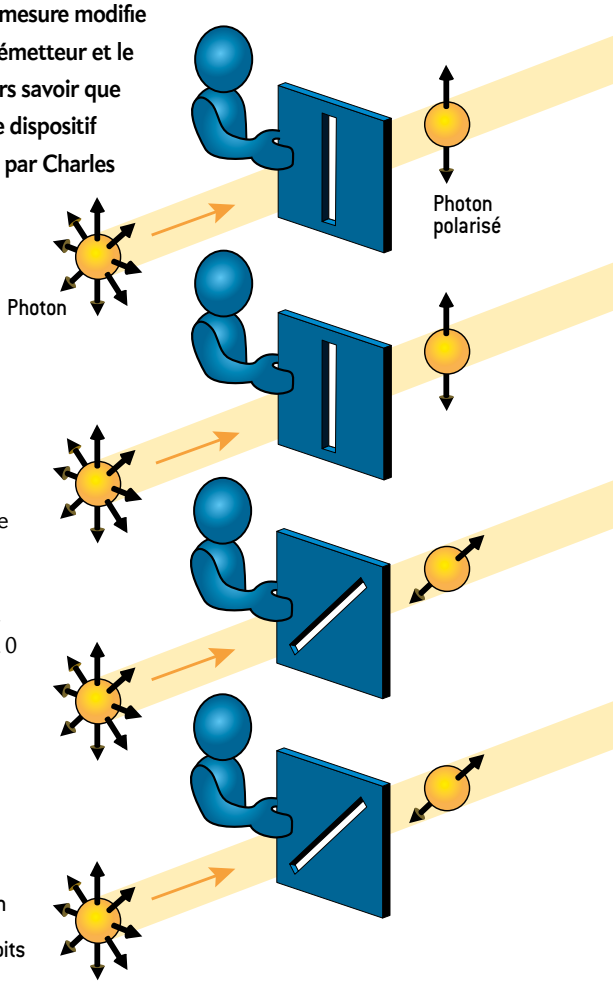
Supposons que l'on dispose de deux pièces de monnaie liées de façon magique, de telle sorte qu'elles présentent toujours le même côté lorsqu'on les tire à pile ou face (et en supposant que le côté pile a la même probabilité d'apparaître que le côté face). Alice et Bob, chacun muni d'une pièce, peuvent alors lancer ces pièces en notant « 0 » pour face et « 1 » pour pile. Après plusieurs lancers, la chaîne binaire obtenue, la clé, est aléatoire et connue simultanément d'Alice et de Bob.

Cette clé est-elle secrète ? Pas nécessairement. Ève, munie de capacités technologiques supérieures, pourrait fabriquer une pièce supplémentaire, magiquement liée à celles détenues par Alice et Bob. Les trois pièces concordant toujours, Ève connaîtrait aussi les bits obtenus par Alice et Bob.

À l'évidence, pour que le secret soit garanti, Alice et Bob doivent pouvoir faire quelque chose qui échappe au contrôle d'Ève. Par exemple, Alice et Bob peuvent avoir le choix entre deux pièces différentes (A_1 ou A_2 pour Alice, B_1 ou B_2 pour Bob). Pour chaque lancer, chacun n'utilise qu'une pièce et il est interdit de lancer ses deux pièces en même temps. On suppose les liens magiques tels que les pièces d'Alice et de Bob donnent toujours un résultat identique, sauf quand ils lancent A_1 et B_2, qui donnent toujours

CHIFFRER SES DONNÉES GRÂCE À LA PHYSIQUE QUANTIQUE

En cryptographie quantique, la distribution d'une clé se fait grâce à un flux de photons polarisés (présentant une direction de spin particulière). Si une tierce personne tente de mesurer la polarisation de ces photons en chemin, le seul acte de la mesure modifie la polarisation de certains photons. L'émetteur et le destinataire du message pourront alors savoir que quelqu'un a tenté de lire l'échange. Le dispositif présenté ici est celui imaginé en 1984 par Charles Bennett et Gilles Brassard.



Jen Christiansen