

SÉRIE 5/7

C'est pour quand ?

Ces progrès formidables qu'on nous fait miroiter à longueur d'année, les verrons-nous un jour ? Sur sept questions humaines, technologiques, médicales, *Le Soir* confronte deux experts d'avis divergents. Et tente la boule de cristal en fixant une date. Certes un peu arbitraire. Pour ouvrir le débat. Avec vous, lecteur.

Quand pourra-t-on être invisible ?

2031

Qui n'a jamais rêvé d'être invisible ? Entre la cape d'Harry Potter, le camouflage digne du caméléon et la furtivité, l'invisibilité est peut-être plus proche de la réalité que de la fiction.

Voir sans être vu. Depuis la nuit des temps, l'invisibilité fascine les hommes. Elle a été associée à la magie et au surnaturel, si bien que son irruption dans la sphère scientifique et technique ne pouvait que susciter la curiosité d'un large public. Ainsi, en 2006, le physicien John Pendry révélait dans la revue *Science* qu'il était théoriquement possible de mettre au point une cape d'invisibilité. Et comment ? Simplement en déchirant et en déformant l'espace...

Le personnage d'Harry Potter et sa cape d'invisibilité ont remis au goût du jour un concept que

Platon évoquait déjà dans *L'anneau de Gyges*. Le héros profitait alors de son invisibilité pour séduire la reine, assassiner le roi et s'emparer du pouvoir. Une vie de délinquance et de meurtres attendait également *L'homme invisible*, écrit par Wells en 1897.

En effet, l'invisibilité est une arme toute-puissante. Même si le commun des mortels la perçoit comme une technique attrayante permettant de se cacher, d'espionner ses voisins, de réaliser de menus larcins ou de concrétiser certains fantasmes, ses premières applications sont militaires. Elles s'appellent camouflage et furtivité.

Point alors de publication dans des revues prestigieuses, les résultats relèvent du secret-défense. Seule la capture d'engin permet d'en savoir plus sur la technologie. Ce fut le cas durant la guerre du Kosovo, lorsque la défense aérienne serbe abattit un F-117, l'avion furtif conçu par les Américains pour être invisible aux radars. Les Russes et les Chinois en récupèrent des débris, et quelques années plus tard en dotèrent leur flotte aérienne.

Grâce à leur forme et à leur revêtement particuliers, ces engins sont capables de se soustraire aux radars qui balaient le ciel. La furtivité consiste à absorber le

rayonnement (et à le transformer en chaleur) ou à le renvoyer dans toutes les directions. L'onde n'étant pas réfléchi vers le radar, celui-ci ne détecte dès lors pas la présence de l'avion. Pourquoi ne pas transposer ce système dans le

Les premières applications de l'invisibilité sont militaires. Elles s'appellent camouflage et furtivité

domaine du visible ? D'une part, l'œil humain voit une multitude de longueurs d'onde différentes à la fois, alors que le radar n'en utilise qu'une seule. Aussi, les radars travaillent dans le domaine des micro-ondes, bien plus grandes et donc plus aisées à travailler,

que celles du visible.

Un exemple de furtivité dans le domaine de l'IR est mis en images dans le film *Predator*, où Arnold Schwarzenegger s'enduit de boue pour absorber sa chaleur corporelle. L'astuce lui confère la

IR vers l'espace, et donc de se soustraire à la détection.

Finalement, l'invisibilité, que ce soit via la cape d'invisibilité, la furtivité ou encore le camouflage, peut être vue comme un prétexte pour ré-enchanter la recherche en physique. Qui sait où cela mènera ? Au vu de l'engouement mondial pour le développement de nanomatériaux, de la puissance exponentielle des ordinateurs et de la vitesse fulgurante à laquelle se succèdent les découvertes scientifiques, on peut espérer l'invisibilité d'ici une quinzaine d'années. Disons 2031, pour ne pas faire rond. Chiche ? ■

LÆTITIA THEUNIS



« On marchera sur Mars avant d'être invisible »

ENTRETIEN
André Nicolet est physicien à l'Institut Fresnel de l'Université d'Aix-Marseille. Il fait partie des experts mondiaux de la cape d'invisibilité.



C'est bien entendu une vision de l'esprit. En pratique, déformer l'espace exige la création de matériaux spécifiques. Et ça, c'est compliqué.

Pourquoi ces matériaux sont-ils si difficiles à créer ?

Ce sont des matériaux aux propriétés extraordinaires, qui n'existent pas naturellement sur Terre. Pour réussir à courber la lumière d'une seule longueur d'onde particulière, la résolution informatique d'équations révèle l'indice de réfraction spécifique du matériau constitutif de la cape d'invisibilité. Le but est donc de créer un matériau composite qui se rapproche de ce résultat mathématique. Pour cela, on part de matériaux existants avec des indices de réfraction différents. On les assemble selon des structures géométriques périodiques afin d'obtenir des propriétés particulières. Le matériau à fabriquer est complexe. C'est véritablement la clé de l'invisibilité. On est parvenu à créer une cape d'invisibilité, mais pour une seule longueur d'onde. Et on voyait quand même un peu l'objet que l'on voulait rendre invisible. Aujourd'hui, personne ne peut affirmer que l'on réussira à créer un matériau avec toutes les propriétés nécessaires pour avoir une vraie cape d'invisibilité, pour toutes les longueurs d'onde du visible en même temps. ■

Propos recueillis par L.T.

Quand sera-t-on invisible ?

Le chemin est encore long, et il n'est pas clair qu'on arrivera un jour à créer une cape d'invisibilité totale. Selon moi, on marchera sur Mars avant d'être invisible.

La cape d'invisibilité, comment est-ce que ça marche ?

Pour rendre une portion d'espace invisible, la lumière doit éviter cette zone particulière. Et pour cela, il y a une astuce : faire courber les rayons lumineux. Or, la lumière se propageant en ligne droite dans l'air, il est dès lors nécessaire de créer un matériau qui va entraîner les rayons dans cette déviation particulière. Pour comprendre ce concept, imaginez une boule de pâte à modeler qui représente la cape d'invisibilité. En son centre, on y définit un point où est placé un petit ballon. En gonflant le ballon, la pâte à modeler se déforme. Si un fil de fer droit est placé dans la boule, il va être tordu par la déformation. Ce fil de fer, c'est un rayon lumineux qui est dévié, tandis que la boule de pâte à modeler devenue creuse est donc la cape d'invisibilité. C'est en son centre, dans le petit ballon, que se trouve Harry Potter lorsqu'il revêt sa cape d'invisibilité.

« Laissez-moi croire que c'est possible »

ENTRETIEN
Pasquale Nardone est physicien à l'ULB. Très tôt tombé dans la marmite de l'enseignement des sciences, il dirige le laboratoire de didactique des sciences physiques.



Quand pourra-t-on se balader incognito et totalement invisible ?

Le futur est imprévisible. Et ce, malgré les développements techniques et scientifiques. Les scientifiques des années 50 n'avaient pas prévu le GSM, internet ou les cristaux liquides. Mais l'invisibilité, laissez-moi croire que c'est possible.

Une étude publiée dans « Nature » suggère l'invention du camouflage à l'image du caméléon...

La prouesse technique relatée est qu'avec un simple signal optique, des chercheurs ont réussi à contrôler la position des molécules dans un liquide. Pourquoi en sont-ils venus à parler d'invisibilité ? Parce que la couleur perçue par nos yeux dépend de la distance entre les molécules de la structure. En réussissant à positionner ces molécules selon leur volonté, ils en déduisent qu'ils pourront, dans le futur, donner au liquide la couleur ou le dégradé de couleurs qu'ils souhaitent. Et ainsi réaliser un camouflage, lequel réfléchirait une image identique à l'objet en arrière-plan.

Le camouflage au sol

rencontre des applications militaires.

On est constamment observé dans tous les domaines de fréquence. De l'espace, il est possible de prendre la photo d'un homme qui place un colis dans son coffre, ou d'avoir des détails brique par brique d'un édifice. Pour masquer quelque chose au sol, on pourrait imaginer

une plaque malléable qui camouflerait en s'adaptant continuellement à toutes les longueurs d'onde. De quoi permettre aux militaires de masquer aux satellites et aux avions d'observation des transports de troupes.

L'invisibilité vraie existe dans les micro-ondes, pourquoi pas dans le visible ?

Actuellement, l'invisibilité vraie n'est possible qu'à une seule longueur d'onde à la fois, appartenant au domaine des micro-ondes. Pour permettre l'invisibilité, il est crucial que l'espacement entre les atomes dans la structure de la cape soit du même ordre de grandeur que celui de l'onde. Le visible est fait d'ondes beaucoup plus petites que les micro-ondes. Il est dès lors très compliqué de fabriquer les matériaux adéquats avec la précision exigée. Dans le futur, un axe de recherche intéressant est le développement de l'invisibilité sonore. A quoi bon ne pas être vu, si on est entendu ? ■

Propos recueillis par L.T.

REPÈRES

Lexique

Le spectre électromagnétique est la représentation de l'ensemble des longueurs d'onde du rayonnement électromagnétique. Il s'étend théoriquement de 0 à l'infini en fréquence. La longueur d'onde, quant à elle, est le rapport entre la vitesse de la lumière et cette fréquence. Les basses fréquences correspondent aux grandes longueurs d'onde : les ondes radio et les micro-ondes. Viennent ensuite le rayonnement IR et le visible. Au-delà, c'est le domaine des hautes fréquences, et donc des toutes petites longueurs d'onde : les UV, les rayons X et le rayonnement gamma. **Un nanomètre (nm)** est équivalent à 1 mm divisé par un million. Un picomètre (pm) est un nanomètre divisé par 1.000. **Le visible** est une plage très étroite du spectre électromagnétique, qui s'étend du violet (380 nm) au rouge (780 nm). **L'indice de réfraction** est caractéristique de chaque matériau. Ceux de l'air et de l'eau sont différents : la lumière ne s'y propage donc pas à la même vitesse. Ainsi, lorsqu'un crayon est plongé à moitié dans un verre rempli d'eau, il semble déformé. **Le son** est une vibration de la matière. Contrairement aux ondes électromagnétiques, les ondes sonores ont besoin d'un support matériel pour se propager.

L.T.