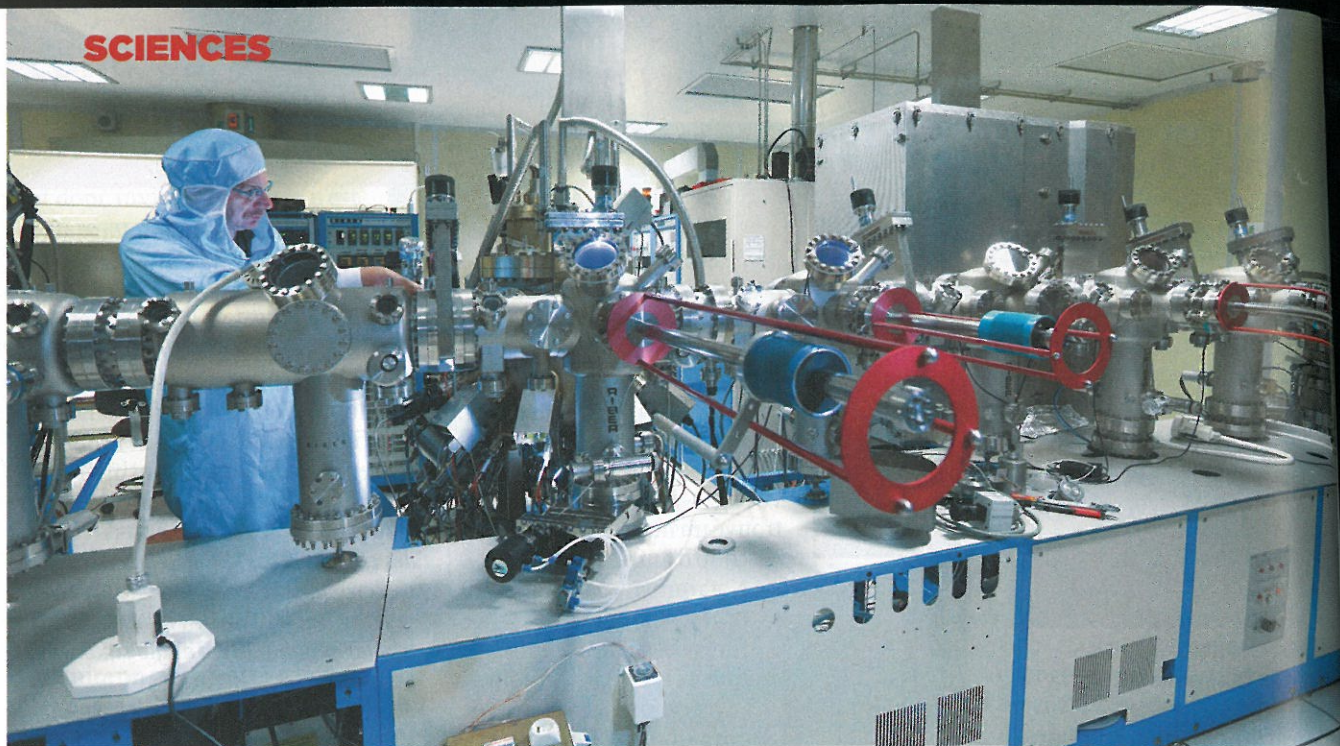




L'invisibilité, c'est pour bientôt !

Graal. Trou noir, transparence, longueur d'onde... La science s'approche du rêve.

PAR SOPHIE PUJAS

Etre invisible ? L'un des plus vieux rêves de l'humanité... Dans «La République», Platon imaginait l'anneau de Gyges, qui offrait l'invisibilité à celui qui l'enfilait. Quant au dieu grec Hadès, il portait un casque qui le mettait à l'abri de tous les regards... Depuis, la science-fiction, de H. G. Wells à Harry Potter, a pris le relais. Mais ce fantasme n'est pas seulement affaire de doux rêveurs.

Aujourd'hui, la communauté scientifique planche très sérieusement sur le sujet. En 2006, l'équipe du Britannique John Pendry, du Collège impérial de Londres, créait la sensation en théorisant la recette d'une «cape d'invisibilité». La clé ?

Jouer sur l'indice de réfraction, qui mesure le comportement de la lumière à l'interface de deux milieux. Pour qu'un objet soit visible, il faut qu'il reflète, au moins en partie, la lumière du milieu environnant. Mais, si son indice de réfraction est identique à ce qui l'entoure, il devient invisible.

Pendant longtemps on a pensé que l'unique moyen de rendre un objet invisible serait de le revêtir d'une enveloppe qui absorberait la lumière. Le coup de génie de John Pendry : imaginer une cape à l'indice de réfraction négatif, pour que les ondes électromagnétiques contournent l'objet placé à l'intérieur. Une sorte de trou noir optique... «L'idée révolutionnaire était le contournement par la lumière de l'objet pour le rendre invisible», explique Didier Lippens, responsable du groupe Dispositifs opto et Micro-électronique de l'université des sciences et technologies de Lille.

Pour construire cette cape très particulière, une nouvelle technologie : celle des métamatériaux. En clair, des structures artificielles

Nanotechnologie.

Dans la salle blanche de l'IEMN, à l'université de Lille-I, on pratique l'épitaxie par jet moléculaire.



Pionniers. Les professeurs Didier Lippens (à dr.) et Jorge Carbonell, assistés de Jianping Hao, étudiante, observent la simulation numérique d'une cape d'invisibilité.

dans lesquelles sont encodées des propriétés introuvables dans des matériaux naturels. «En 2006, c'était l'euphorie totale : on pensait que, grâce aux métamatériaux, on allait pouvoir fabriquer à la demande un revêtement pour que les ondes glissent autour de l'objet qu'on souhaite cacher au regard ou à un détecteur», raconte encore Didier Lippens.

Seul hic : cette belle idée reste encore difficile à mettre en pratique. Pour des raisons techniques, d'abord. Les métamatériaux sont un champ de recherche encore récent : «Dans l'état actuel des connaissances, les propriétés nécessaires à la création de cette cape sont très difficiles à créer techniquement. Des simplifications ont donc été introduites, de sorte qu'un coefficient de réflexion demeure, même s'il est faible.»

Spectre. Autre écueil : un champ d'action limité. «On s'est aperçus que ce phénomène d'invisibilité était très restreint dans la bande de fréquence», explique Didier Lippens. Cette invisibilité ne peut jouer pour le moment que sur une longueur

d'onde donnée. Un objet invisible sous un angle de vue ne l'est plus juste à côté... Dernière limitation, et non des moindres: l'objet que l'on cache ne peut mesurer plus de quelques longueurs d'onde. Or les ondes du spectre visible sont très petites, pas plus de 800 nanomètres. «*On cache un cheveu de Harry Potter, pas Harry Potter!*» résume Didier Lippens.

A défaut de la fameuse cape, les chercheurs se sont aujourd'hui mis en quête d'un «tapis d'invisibilité»: une forme de miroir qui refléterait la lumière comme si sa surface était entièrement plane. «*C'est un effet de mirage: ce "tapis" serait placé autour d'une aspérité et empêcherait de la voir*», décrit Didier Lippens.

Passe-passe. Récemment, une vidéo postée par des chercheurs chinois a fait le tour d'Internet. On y voit un poisson puis un chat disparaître en partie pendant quelques secondes. Enfin la fameuse cape? En réalité, la manipulation peut être interprétée comme un simple tour de passe-passe optique, grâce à un jeu de prismes. «*Quand vous disposez une série d'interfaces, vous cassez les rayons lumineux et, au lieu d'aller en ligne droite, ils suivent la trajectoire que vous leur imposez*, décrypte Didier Lippens. *Donc, si vous multipliez les interfaces, vous manipulez les fronts d'onde, de telle manière que vous faites tourner la lumière autour du chat et du poisson rouge, qui semblent disparaître.*» Harry Potter peut encore patienter...

Mais si la révolution n'était pas là où on l'attend? Le contrôle des ondes électromagnétiques grâce aux métamatériaux ouvre de nombreux champs de recherche. Si les possibles applications militaires font rêver l'armée, rendre certaines zones invisibles aux ondes pourrait également représenter un atout en termes de prévention pour la santé.

«*Comme souvent, les applications des métamatériaux ne seront probablement pas celles que nous avons envisagées au départ*», prédit Stefan Enoch, chercheur à l'Institut Fresnel à Marseille, laboratoire de très hautes technologies qui plan-

Un vieux fantôme

IV^e siècle av. J.-C.

Fable «L'anneau de Gyges» (deuxième livre de «La République» de Platon). Un homme invisible, donc assuré de l'impunité totale, agirait-il encore selon les lois de la justice?

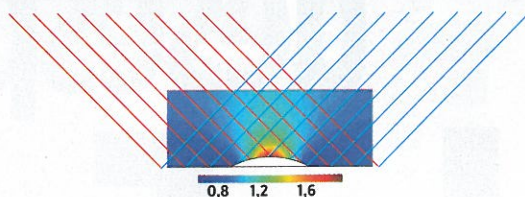
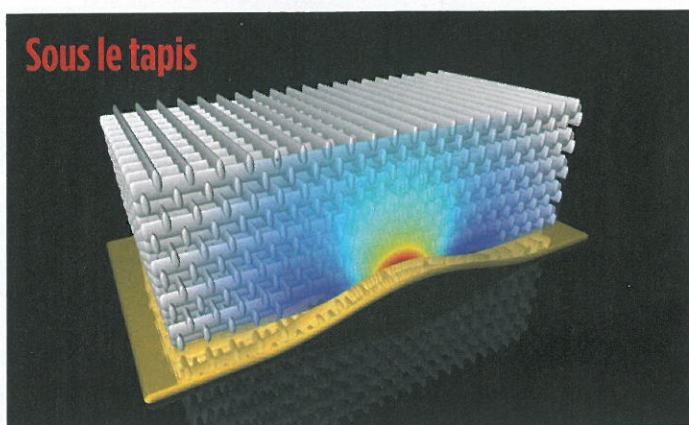
1897 «L'homme invisible» (H. G. Wells). Un savant invente la formule de l'invisibilité et la teste sur lui-même pour fuir ses créanciers.

1910 «Le secret de Wilhelm Storitz» (Jules Verne). Un homme invisible se venge de ses ennemis.

1959 «L'homme invisible» (série télé de Ralph Smart, d'après Wells). A l'écran, l'invisibilité du héros se traduit par une série de bandelettes blanches.

1997 «Harry Potter à l'école des sorciers» (tome 1 de la saga de J. K. Rowling). Harry découvre une cape d'invisibilité.

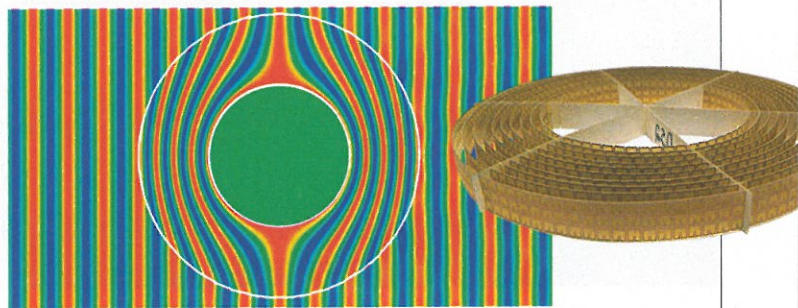
Sous le tapis



Une surface bombée, qui paraît plane, rend invisible tout ce qui est dessous. La lumière (en rouge) est réfléchi(e) (en bleu) comme par un miroir. La simulation numérique (en haut) montre la structure en trois dimensions mise au point par l'Institut de technologie de Karlsruhe, en Allemagne.

Dans les deux cas, le matériau a des propriétés qui n'existent pas dans la nature, et la taille des objets rendus invisibles est inférieure à ce que nous pourrions voir de toute façon.

Une cape magique



Pour rendre un objet invisible, il faut le recouvrir d'un matériau qui ne réfléchit pas la lumière et n'absorbe pas l'énergie, obligeant la lumière à se courber autour de lui. C'est le cas de ce dispositif (à droite). L'onde lumineuse contourne la zone circulaire qui est masquée par la cape d'invisibilité, avant de reprendre sa trajectoire normale. L'œil ne voit ni la cape ni ce qu'elle cache.

che sur les métamatériaux depuis 2004. Son équipe a conçu des structures dont le but est de détourner les ondes sismiques lors de raz de marée ou de tremblements de terre. «*Ce sont les mêmes concepts, les mêmes équations, appliqués à d'autres champs ondulatoires.*» Les métama-

tériaux n'ont pas encore livré tous leurs secrets. «*En réalité, en dehors du fantôme collectif, on se passe fort bien d'être invisible!*» sourit Stefan Enoch. *Mais il faut rester très ouvert et attentif à des possibilités que nous ne soupçonnons pas encore.*» Une aventure scientifique à suivre ■