

18 avril 2012 | Mise à jour 16h00

Le Point.fr

LES SERVICES
Météo
Bourse
Jeux-Concours

ACTUALITÉ Débattre Les grands entretiens

Le Point.fr - Publié le 05/04/2012 à 00:00

L'invisibilité n'est plus de la science-fiction

Ce ne sont pas des magiciens mais des scientifiques qui, à Marseille, tentent de rendre les objets invisibles... Des recherches qui ouvrent sur du concret.



Myriam Zerrad, Sébastien Guenneau et Claude Amra, chercheurs de l'Institut Fresnel du CNRS, à Marseille. © Ian Hanning/Réa

Pas un mois ne passe désormais sans que des chercheurs annoncent avancées théoriques et applications pratiques en matière d'invisibilité. Dans cette quête, dont les retombées économiques s'annoncent considérables, Britanniques, Américains et Français rivalisent pour arriver les premiers. Les brevets commencent à être déposés. Nous sommes allés à Marseille, à l'Institut Fresnel du CNRS, à la rencontre de trois chercheurs en pointe dans ce domaine.

Le Point : Essayons de faire simple. Comment devient-on invisible ?

Sébastien Guenneau : On peut cacher une personne en la mettant dans une boîte mais la boîte sera alors visible de tous. Le principe de l'invisibilité consiste à faire en sorte que la personne rendue invisible ne modifie pas la vision de la scène, qu'elle devienne en quelque sorte transparente. On ne voit ainsi ni la personne ni la boîte. Comment procède-t-on ? Il faut se rappeler que c'est parce qu'un personnage ou un objet réfléchit la lumière que l'œil le perçoit. Il faut donc faire en sorte que les rayons lumineux ne soient pas réfléchis par la personne mais la contournent. On peut par exemple imaginer mettre la personne dans une sorte de sphère pour que les rayons lumineux soient guidés le long des parois de celle-ci et poursuivent leur chemin comme si de rien n'était. Cette sphère, qu'on appelle cape d'invisibilité, a été proposée par John Pendry, de l'Imperial College de Londres, et deux autres chercheurs de l'université Duke, aux États-Unis, dans la revue *Science* en 2006. À l'époque, cette publication a secoué la communauté de l'électromagnétisme, dont beaucoup de chercheurs demeuraient sceptiques. Depuis, les progrès sont immenses et tous azimuts, sur le plan non seulement théorique mais aussi expérimental. À Austin, au Texas, en février de cette année, l'équipe d'Andrea Alu est parvenue à masquer un cylindre de 18 centimètres de longueur. Une expérience analogue a été réalisée en 2011 par Pendry et des chercheurs de l'université de Birmingham avec un prisme de 10 centimètres de côté, avec de la lumière visible cette fois, mais uniquement en réflexion : il s'agit d'un tapis d'invisibilité qui réfléchit la lumière du prisme comme un miroir plan.

Vous dites "lumière visible" ?

Claude Amra : C'est pour décrire ce qui se passe dans le monde commun, celui auquel nous sommes tous confrontés. Le champ de vision est sensible à un spectre de lumière qui s'étend du violet au rouge ; en effet, l'œil humain ne voit pas ce qui est en dessous du violet (l'ultraviolet), ni ce qui est au-dessus du rouge (l'infrarouge). Un objet est invisible à l'œil d'un observateur si la lumière du spectre visible reçue par cet observateur est la même que s'il n'y avait pas eu d'objet.

Sébastien Guenneau : On est aujourd'hui sur le point de fabriquer des capes et tapis pour de la lumière visible. Ils seront constitués de ce qu'on appelle dans notre jargon de métamatériaux, c'est-à-dire des matériaux artificiels qui n'existent pas dans la nature (1). On peut imaginer que, dans dix ans, les retombées des recherches sur l'invisibilité seront proposées au grand public.

Cela veut dire qu'il ne s'agit pas que d'un tour de passe-passe avec la lumière ?

Claude Amra : Bien sûr, et pour la raison qu'on ne voit pas qu'avec l'oeil ou la lumière. Voir, c'est détecter, ce que l'on peut faire de différentes façons, comme avec les ondes sonores... C'est pourquoi nous avons organisé un atelier avec le CNRS pour discuter des dernières avancées de l'invisibilité dans les domaines de l'optique, les micro-ondes, l'acoustique et la mécanique, la thermique. Et c'est là qu'on mesure toute la richesse de ces recherches. Les concepts d'invisibilité et de protection sont intrinsèquement liés ; prenons par exemple le cas d'un tsunami qui serait détourné grâce à une cape hydrodynamique géante : si je suis invisible, c'est que la vague arrive, m'évite puis redevient la même quand elle m'aura dépassé. D'un point de vue pratique, ici, invisibilité veut donc aussi dire protection et il y a là des débouchés concrets intéressants. Cape de silence, cape électromagnétique, cape antisismique...

Sébastien Guenneau : Nous avons obtenu ici, à l'Institut Fresnel, 1,3 million d'euros sur cinq ans de l'Union européenne pour voir comment utiliser l'invisibilité dans la protection contre les séismes et les tsunamis. L'idée est de concevoir une protection qui ne soit pas une digue : on ne cherche pas à réfléchir l'onde mais à la guider autour d'une zone que l'on va protéger en la rendant invisible. Il faut bien voir le concept : c'est comme la lumière, les régions qui sont derrière la zone protégée verront arriver une vague de même intensité, ce qui ne résout le problème que localement et partiellement. Je précise cela pour clarifier les conséquences de l'invisibilité. Il s'agit autant de faire disparaître que de détourner. Après, on peut détourner sur des zones non habitées. Ce ne sont pas seulement des équations, nous sommes déjà dans l'applicatif. Nous allons bientôt publier sur la question et nous avons breveté nos découvertes sur le contrôle des ondes mécaniques pour 180 pays.

On protège le Japon, mais la Chine en prend plein la figure...

Sébastien Guenneau : Certes, mais le concept ouvre sur d'autres possibilités. On peut faire prendre à l'onde un virage à 180 degrés et la renvoyer où l'on veut pour la transformer en énergie, par exemple. Un jour viendra où, grâce à l'invisibilité, on fera faire ce qu'on veut à une onde sans que ses propriétés s'en trouvent affectées. Les métamatériaux vont révolutionner l'électromagnétisme ou l'optique. Si on sait faire parler les équations mathématiques en adoptant le point de vue du photon, on arrive à trouver plein de choses. Ce sont de vieilles équations (Maxwell, Navier-Stokes...), mais elles ont encore à nous apprendre. Si on sait placer la lumière dans un repère de coordonnées différentes, on peut lui faire accomplir plein de choses nouvelles. Autre exemple, on peut détourner pour mieux concentrer. Détourner de la chaleur pour la concentrer dans une zone peut avoir un très grand intérêt, je ne veux pas trop en dire parce que nous n'avons pas encore breveté les capes thermiques, mais nous travaillons sur des applications susceptibles d'engendrer de grands effets sur le plan énergétique.

Myriam Zerrad : Nous sommes quasiment les seuls pour l'instant dans le domaine de la cape antichaleur. La cape thermique fonctionne à peu près comme la cape d'invisibilité optique : on met un métamatériau autour d'un objet qu'on veut préserver de la chaleur. La difficulté, c'est que la chaleur diffuse en s'atténuant, alors que la lumière peut se propager sans perte. Cela dit, on peut imposer un chemin à la chaleur pour la concentrer, la détourner... On ne vous dévoile pas ce qui va être breveté !

Mais encore...

Claude Amra : Il vaut mieux rester discret. Sur la cape sismique, on peut en parler car les résultats sont protégés. Bientôt une filiale de Vinci dans le BTP, avec un métamatériau de 5 000 mètres carrés, le plus grand métamatériau jamais construit, va effectuer une manipulation en simulant un microséisme, grâce au lâcher d'une cloche de 30 tonnes sur un chantier témoin.

L'expérience va se passer en France en 2012 ?

Sébastien Guenneau : Oui.

Et si ça marche, il s'agira d'un brevet entre vous et Vinci ?

Sébastien Guenneau : (Rires.) Non. Nous n'avons pas d'intérêt dans le BTP. En revanche, le CNRS, mon employeur, doit en être un des bénéficiaires, avec l'université d'Aix-Marseille.

En janvier, quatre de vos collègues de l'université Cornell, dans l'État de New York, ont affirmé qu'ils sont parvenus à établir une invisibilité dans le temps. Ils ont fait disparaître 40 picosecondes (2) de l'histoire d'un rayon. Un trou dans l'espace-temps, le temps indétectable...

Claude Amra : C'est peut-être géant, je ne sais pas. Au niveau des équations, structurer l'espace ou le temps, pourquoi pas. J'ai du mal à appréhender ces expériences. J'ai déjà du mal à faire accepter à mes étudiants la relativité façon Einstein, alors...

Sébastien Guenneau : Moi, je ne dis pas non plus que c'est faux, mais il y a un fossé entre les maths et les métamatériaux qui pourraient réaliser cette contraction ou cette dilatation du temps. J'ai envie d'y croire, j'ai lu l'article qu'ils ont publié, mais ça voudrait dire qu'on peut faire disparaître un événement de chacune de nos histoires...

Le Pentagone a pris l'affaire au sérieux et finance les travaux de Moti Fridman...

Sébastien Guenneau : Oui, enfin, eux ont les dollars... Je doute que l'on puisse faire la même chose en France actuellement.

Myriam Zerrad : Il faut remettre toutes ces publications dans un contexte. En invisibilité, il ne se passe plus un mois sans que des labos annoncent des découvertes. C'est à la mode. D'abord parce que ça remue l'imaginaire collectif, ensuite parce que ça peut représenter un enjeu économique. Les idées arrivent, elles sont mises en commun. Certaines paraissent farfelues, d'autres sont immédiatement mises en application. Qu'importe. La science a toujours avancé de cette façon, c'est bien, ça fait réfléchir.

1. Métamatériau : il en existe de nombreux présentant des propriétés électromagnétiques qu'on ne retrouve pas dans la nature et qui varient selon la composition.

2. Picoseconde : millième de milliardième de seconde. 10-12 !

Repères**Myriam Zerrad**

Née le 24 juin 1979. Elle travaille pour l'université de Marseille en tant qu'ingénieur sur "les systèmes complexes optiques et d'imagerie". Elle a rejoint l'équipe en 2011.

Sébastien Guenneau

Né le 16 juillet 1972, c'est le matheux de la bande, entré au CNRS en 2006. Ses premiers travaux ont été publiés en 2006 avec sir John Pendry, "la "référence".

Claude Amra

Né en octobre 1959, entré au CNRS en 1986, le patron de l'Institut Fresnel est un expert en optique et en électromagnétisme. Il est en première ligne du *cloaking* (*dissimulation*).

LES GRANDS ENTRETIENS

Faire la révolution avec Nietzsche

Danièle Sallenave : "Ne parlons pas d'élitisme, mais de nécessité"

Marc Fumaroli - "Cette sensualité que nous avons perdue"

Nicole Le Douarin : "L'anormal fait comprendre le normal"

[Tous les articles - Les grands entretiens](#)

1 **Commentaire**

Ajouter un commentaire

Ombreloup
le 07/04/2012 à 01:45

Cape d'invisibilité

Génial et fantasmagorique. Ça fait rêver ! C'est ce genre d'articles qu'ils faut faire lire aux collégiens et lycéens pour leur donner goût aux sciences, aux études supérieures, à la recherche !

Votre commentaire

Titre * :

Commentaire * :

3000 caractères restants

