

Si la cape d'invisibilité de Harry Potter n'est encore qu'une perspective lointaine, son principe inspire des dispositifs de protection contre d'autres types d'ondes que la lumière.

22

Invisibilité en vue!

Gregory Gbur



En bref

> Des idées publiées	> Toutefois, la	> Pour se protéger	> Les scientifiques
il y a une quinzaine	réalisation d'une cape	d'ondes autres que	ont ainsi réalisé
d'années ont	d'invisibilité, même	lumineuses, les	divers dispositifs
donné naissance	imparfaite, se heurte	obstacles sont moins	à l'épreuve
à la physique	à des obstacles	nombreux.	des ondes sismiques,
de l'invisibilité.	d'ordre pratique,		des vagues,
	voire théorique.		de la chaleur...

24

La légende raconte qu'elle aurait été offerte au XIII^e siècle par la Mort elle-même à Igotus Peverell pour justement qu'il puisse lui échapper. L'objet, une des reliques de la Mort, sera ensuite transmis de génération en génération pour finalement échoir, un soir de Noël 1991, dans les mains de celui à qui il est immanquablement associé, Harry Potter, le jeune magicien inventé par J.K. Rowling. De quoi s'agit-il ? De la cape d'invisibilité !

Comme son nom l'indique, cette grande cape argentée dont l'étoffe évoque la fluidité de l'eau et la légèreté de l'air dissimule quiconque s'en recouvre aux yeux de tous et le protège de tout sort. Rêve de millions de lecteurs, jusqu'où peut-elle devenir réalité ?

En tout cas, elle est devenue le sujet de recherches depuis une quinzaine d'années. Mais, en dépit d'efforts théoriques et expérimentaux acharnés, de nombreux obstacles restent à surmonter avant qu'une cape d'invisibilité dans le domaine optique se profile à l'horizon. En effet, des limitations théoriques indiquent que de tels dispositifs pourraient être impossibles à réaliser, si l'on exige d'eux une taille macroscopique et une efficacité parfaite.

Une cape de masquage idéale guide les ondes autour d'une région centrale, un peu comme l'eau s'écoule autour d'un gros galet dans un ruisseau. Les objets situés dans cette région n'interagissent pas avec les ondes qui, en aval et en amont de la région masquée, sont imperturbées. Cette propriété est en fait un inconvénient pour les capes d'invisibilité, où les ondes dont il s'agit sont des ondes lumineuses : celui qui la porte ne sera pas vu, mais il ne pourra rien voir non plus.

Cependant, toutes les ondes ne sont pas lumineuses, et l'on pourrait exploiter les idées de dissimulation par cape pour protéger des objets ou des personnes contre les effets nuisibles d'ondes océaniques, sonores, magnétiques ou sismiques. En fait, la mise au point de dispositifs de dissimulation pour protéger, plutôt que pour cacher, pourrait être l'application la plus intéressante susceptible d'émerger de ce domaine de recherche encore tout jeune.

L'INVISIBILITÉ, MISSION IMPOSSIBLE ?

Les racines de l'invisibilité en physique remontent à des recherches dans le domaine biomédical. Au début des années 1970, le Britannique Godfrey Hounsfield développait la première technique d'imagerie médicale en trois dimensions, le tomodensitomètre. Dans un tel scanner, l'objet examiné est exposé à des rayons X venant de multiples directions, ce qui produit un ensemble d'images qu'un ordinateur combine en une image tridimensionnelle complète de l'objet.

Mais les rayons X sont relativement inefficaces pour distinguer les tissus mous. Les chercheurs se sont donc tournés vers d'autres types d'ondes. Une inquiétude se fit jour immédiatement : et si certains objets n'étaient pas visualisables ? En d'autres termes, existait-il des objets invisibles, par exemple des tumeurs, pour ces techniques d'imagerie ?

Heureusement, des travaux théoriques de la fin des années 1980 ont montré que, en général, ce n'est pas possible. Un objet peut être invisible lorsqu'il est éclairé d'une seule

INVISIBILITÉ SISMIQUE ANTIQUE ET FORESTIÈRE

Les séismes se traduisent par des ondes dont certaines, celles dites « de Rayleigh », mettent parfois en résonance les édifices élevés, comme les immeubles, d'où le risque qu'ils s'effondrent. De plus, de nombreuses villes sont historiquement implantées dans les vallées, près de fleuves..., là où les sols sont souvent assez mous et épais. Or ces couches géologiques ont une propension à amplifier les ondes sismiques destructrices. Peut-on alors imaginer une « cape d'invisibilité sismique » qui contraindrait la trajectoire des ondes de surface autour d'un bâtiment à protéger ? Depuis une dizaine d'années, plusieurs études théoriques et expérimentales ont confirmé l'idée. Ainsi, sous certaines conditions, des trous de forage régulièrement et précisément espacés de façon à faire varier la densité moyenne du sol d'un endroit à l'autre, aident à contrôler la vitesse, donc la direction, de propagation d'une onde de vibration dans le sol. Un tel réseau protégerait une structure contre des ondes sismiques.

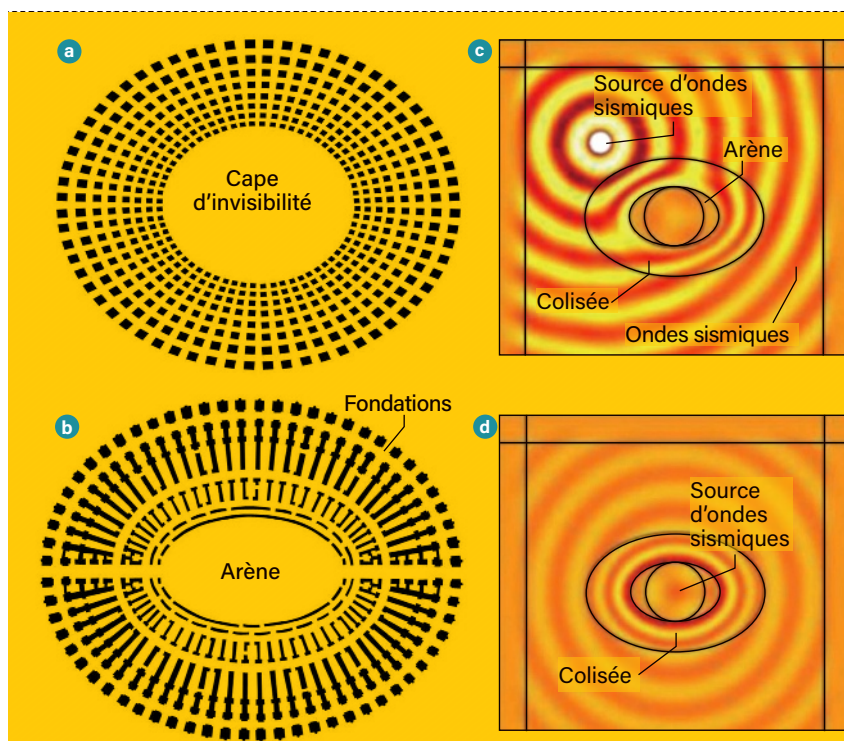
Les travaux sur l'ingénierie parasismique ont révélé quelques surprises. Par exemple, on s'est aperçu que la répartition dans le sol des piliers de soubassement du Colisée, le gigantesque amphithéâtre de Rome, est très semblable, à un changement d'échelle près, à la structure d'une cape d'invisibilité aux vagues mise au point en 2008 à l'institut Fresnel. Des simulations ont montré que des ondes sismiques venant de l'extérieur épargnent le cœur de l'arène. Cette similitude est fortuite, car la construction n'a été guidée que par des objectifs scéniques et de solidité.

Toujours est-il que cette structure a peut-être fait en sorte que rien n'arrête les jeux du cirque, même en cas de tremblement de terre ! Autre surprise, des physiciens, dont Andrea Colombi et Philippe Roux, de l'institut Isterre, à Grenoble, ont récemment proposé de voir dans les forêts des métamatériaux géants à même de protéger des secousses des zones urbaines. Des simulations informatiques ont bel et bien mis en évidence un tel effet, en l'occurrence

une atténuation des ondes de Rayleigh à certaines fréquences (celles-ci varient selon que les arbres sont feuillus ou non !). La végétalisation a déjà des effets bénéfiques sur le climat en ville. Si en plus elle protège des séismes, elle a sans doute de beaux jours devant elle !

Sébastien Guenneau,
UMI A. de Moivre
(CNRS-Imperial College,

Stéphane Brûlé,
Institut Fresnel



← La structure théorique inspirée de la cape multi-ondes de l'institut Fresnel (a, de quelques centimètres de longueur) et celle des fondations du Colisée (b, de 187 mètres de longueur), à Rome, sont étonnamment semblables. Des simulations révèlent que des ondes sismiques (en rouge et jaune) venant de l'extérieur (c) épargnent le centre de l'arène. Avec un épïcêtre au milieu, ces ondes butent (en rouge foncé) au pied des gradins.