

Communiqué aux médias

Dübendorf, St-Gall, Thoune, 5 mars 2014

Premier pas vers des matériaux «programmables»

Une tôle qui n'émet aucun bruit de ferraille

Des chercheurs de l'Empa et de l'EPF de Zurich sont parvenus à réaliser un prototype d'un matériau amortisseur de vibrations qui pourrait changer de manière définitive l'univers de la mécanique. Ce matériau de l'avenir peut, d'un simple clic, non seulement amortir totalement les vibrations ou encore aussi ne transmettre que des fréquences bien déterminées.

Ce «matériau programmable», aussi dénommé métamatériau, ne fonctionne encore actuellement que sous forme d'un modèle à deux dimensions mais il a pourtant déjà fait la preuve de ses capacités peu habituelles. Tout récemment ce travail de recherche a fait l'objet d'une publication sous le titre «Phononic Crystal with Adaptive Connectivity» dans la revue scientifique «Advanced Materials» (www.advmat.de). Un premier pas a ainsi été franchi vers des éléments de construction dotés de propriétés librement programmables.

Le modèle d'étude que les chercheurs utilisent est formé d'une lame d'aluminium d'un mètre de longueur et d'un centimètre de largeur. Cette lame de tôle peut vibrer à différentes fréquences. Pour contrôler la propagation des ondes, dix petits cylindres d'aluminium de 7 mm d'épaisseur et de 1 cm de hauteur sont fixés sur la lame de métal. Des disques piézoélectriques, qui peuvent être excités électroniquement et changer ainsi d'épaisseur à la vitesse de l'éclair, sont intercalés entre la lame et les cylindres. Ceci permet aux chercheurs réunis autour du chef de projet Andrea Bergamini de contrôler avec précision si et comment les ondes se propagent dans la lame de tôle. La lame d'aluminium s'est ainsi transformée en un cristal phononique adaptatif – un matériau dont on peut faire varier les propriétés.

Adaptation en une fraction de seconde

La commande des disques piézoélectriques peut être réglée de manière à ce que les ondes se propagent «tout à fait normalement» dans la lame de tôle, autrement comme s'il n'y avait pas de cylindres fixés sur elle. Une autre configuration permet d'éliminer un spectre de fréquences défini. Et il est possible de faire varier cet amortissement – car la commande électronique permet de modifier en une fraction de seconde les propriétés mécano-élastiques des disques piézoélectriques – de la flexibilité la plus douce à la rigidité totale. Bergamini expose sur quoi pourraient déboucher les résultats de ce travail de recherche: «Imaginez une tôle sur laquelle on a imprimé un circuit électronique et disposé à espaces réguliers de petits éléments piézoélectriques. Il est alors possible de programmer cette tôle sur une fréquence de vibration bien précise. Et ce qui est intéressant c'est que même si l'on coupe une partie de la tôle, les ondes continuent à ce propager de la même manière dans le morceau restant».

Cette méthode peut aussi s'utiliser pour des éléments tridimensionnels et ces métamatériaux pourraient venir révolutionner profondément la construction des machines et des installations. Jusqu'ici les caractéristiques vibratoires désirées devaient se déterminer déjà avec le choix des matériaux. A l'avenir le matériau pourrait réagir aux valeurs actuelles des vibrations et adapter en une fraction de seconde ses caractéristiques vibratoires. Ce qui permettrait de réaliser des installations plus stables mais aussi plus légères.

Poursuite de la recherche sur les matériaux «programmables»

Dans le projet «Phononic Crystal with Adaptive Connectivity» le chercheur de l'Empa Bergamini a collaboré avec le groupe de travail de Paolo Ermanni à l'EPZ de Zurich. Massimo Ruzzene du «Georgia Institute of Technology» y a également participé. Un projet subséquent sera consacré à l'élargissement de la programmabilité du prototype: «Jusqu'ici chaque élément piézoélectrique réagissait aux vibrations seul et indépendamment de ses voisins », explique Bergamini. «Dans une prochaine étape, nous désirons connecter entre eux ces éléments pour pouvoir les commander ensemble ou de manière coordonnée.»

Informations complémentaires sur les métamatériaux

(librement d'après Wikipedia - <http://en.wikipedia.org/wiki/Metamaterial>)

Les métamatériaux sont des matériaux composites artificiels structurés à une échelle inférieure à celle de la longueur d'onde de stimuli extérieurs. Les métamatériaux peuvent présenter des propriétés que l'on ne trouve pas dans la nature, telles que par exemple un indice de réfraction négatif. Ils sont formés par assemblage de plusieurs matériaux, tels que des métaux ou des polymères, avec des structures périodiques définies. Les métamatériaux doivent leurs propriétés non pas à leurs constituants mais à la périodicité bien précise de leur structure. La forme, la géométrie la taille, l'orientation et l'arrangement de leurs constituants leur permet de modifier les ondes lumineuses ou sonores d'une manière impossible à obtenir avec les matériaux conventionnels.

Bibliographie

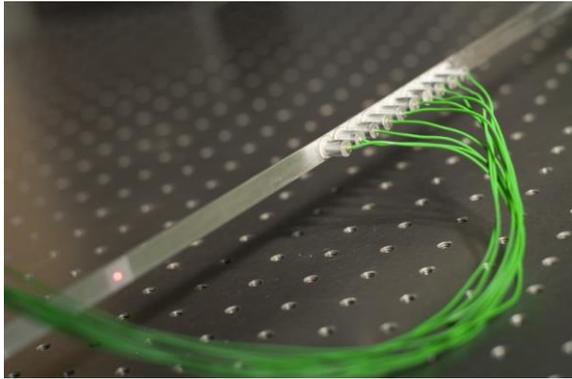
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.v26.9/issuetoc>

Informations

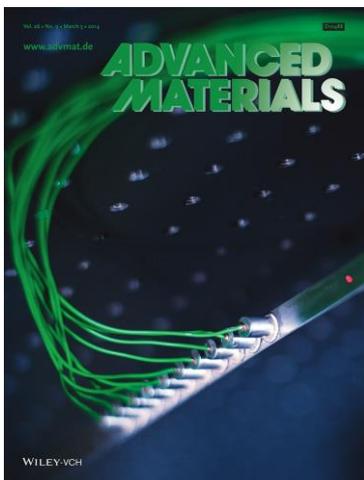
Dr. Andrea Bergamini, Mechanics for Modelling & Simulation, tél. +41 58 765 4424,
andrea.bergamini@empa.ch

Rédaction / Contact médias

Rainer Klose, Communication, tél. +41 58 765 47 33, redaktion@empa.ch



Le modèle d'étude du matériau programmable



Cover de la revue scientifique «Advanced Materials», 5 mars 2014.



Andrea Bergamini avec le cristal phononique – un modèle de matériau programmable (Photo: Empa)

Les photographies peuvent être téléchargées sous <http://flic.kr/s/aHsjTQchm>.