

Les matériaux adaptatifs sont caractérisés par des propriétés qui peuvent varier en fonction des conditions environnantes. De nombreux travaux de recherche ont été lancés dans ce domaine au cours de ces dernières années, sans pour autant réellement sortir des cercles universitaires. Le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux (Empa) de Dübendorf s'est penché sur la question et envisage de réaliser des tests de faisabilité de ces travaux dans le cadre d'un nouveau centre de compétences qui a reçu le soutien du Conseil des EPF afin que les industriels puissent exploiter les avantages qu'ils confèrent à la vie quotidienne.



Les recherches dans le domaine des matériaux adaptatifs en sont encore à leurs premiers balbutiements. Leur objectif est, à terme, de trouver des solutions par exemple dans la lutte contre le bruit ou la diminution de la consommation d'énergie des appareils. Un certain nombre d'expériences ont déjà été faites en matière de réduction du niveau sonore. Il est en effet possible d'annuler une onde sonore en lui en superposant une autre qui lui soit opposée en phase. Pour l'instant, les expériences tentées au sein de l'Empa sont réalisées au moyen d'un haut-parleur qui produit un signal antinomique.

Combattre le mal par le mal. Stanislaw Pietrzko, chercheur à l'Empa, envisage par exemple d'équiper des fenêtres avec un double vitrage au centre duquel de petits haut-parleurs seraient à même d'engendrer des signaux acoustiques en opposition de phase avec celle des ondes sonores qu'ils reçoivent de l'extérieur. En somme, de provoquer un bruit qui ne fasse pas que couvrir celui que l'on veut combattre, mais qui l'étouffe en utilisant ses mêmes «armes». Le prototype de fenêtre réalisé par ce chercheur mesure le niveau et les fréquences des signaux sonores perçus à la surface des fenêtres, et génère une pression acoustique antinomique entre les deux plans du double vitrage. En modulant correctement le niveau de la pression acoustique existante, on obtient déjà des résultats très intéressants, particulièrement au niveau des basses fréquences. Ce phénomène dépend en effet très largement de l'inertie du système résonnant constitué par le cadre et les vitres de la fenêtre.

Du rêve à la réalité. Jusqu'à ce jour, un tel système n'existe que sous la forme d'un prototype servant de banc d'essai aux travaux de recherche de l'Empa. Plusieurs problèmes doivent encore faire l'objet d'une mise au point plus approfondie: c'est en particulier le cas des capteurs qui collectent les ondes sonores extérieures, ainsi que des haut-parleurs insérés entre les deux vitrages de la fenêtre. Ceux-ci doivent en effet être d'une taille suffisamment compacte pour ne pas obscurcir la vision. De même, la variation du champ électrique appliqué sur un liquide électrorhéologique engendre une modification de ses caractéristiques élastomécaniques (rigidité), propriété qui peut être avantageusement exploitée pour supprimer les vibrations et réduire de ce fait leur niveau sonore.

Un tel système s'avère très utile dans le secteur des transports à haute vitesse (aérospatial, aéronautique, chemins de fer et automobile). Par ailleurs, explique le professeur Urs Meier, le contrôle de la variation des caractéristiques thermiques (conductibilité thermique), électriques (résistance, impédance) et optique (absorption de l'effet des faisceaux lumineux) ouvre des perspectives prometteuses quand on désire créer des éléments et structures adaptatives, par exemple pour l'optimisation de l'éclairage et du chauffage des bâtiments (immeubles dits «intelligents»).

Les énormes progrès réalisés dans le secteur des verres composites - en raison des enjeux énormes que constitue l'industrie automobile - permettent cependant d'envisager une importante avancée

technologique à moyen terme dans ce domaine. On pourrait en effet imaginer des systèmes qui intègrent des «moteurs» acoustiques au sein de vitrages sandwich, comme déjà aujourd'hui dans les vitres chauffantes des pare-brise. Au lieu de ne comporter qu'un composite constitué de filaments chauffants, on pourrait songer à des «strates» capables d'osciller de manière à contrecarrer les perturbations acoustiques externes.

De multiples applications. Cette technique, visant à atténuer les perturbations environnantes en appliquant des matériaux résilients aux agressions externes, pourrait aussi s'appliquer aux secteurs de la construction d'objets de nature fort différente (bâtiments, machines, appareils et équipements divers). On pense alors immédiatement aux ponts, particulièrement sensibles aux différences de pressions atmosphériques (vents, bourrasques, etc..) et tout spécialement aux ponts suspendus et haubanés. Les exemples de ceux qui se sont effondrés en raison de rafales ne manquent d'ailleurs pas; le dernier en date concerne une passerelle piétonnière enjambant la Tamise, à Londres.

Il suffirait en effet de mettre au point un système de vérins suffisamment réactifs pour qu'ils compensent les effets des rafales de vent et annihilent relativement facilement le fameux effet de mise en résonance des ponts. Comme l'explique Dieter Sporn, de l'Institut Fraunhofer de Würzburg, la solution passe par des capteurs piézo-électriques qui réagissent automatiquement aux sollicitations externes. En s'inspirant de ce que fait si bien la nature, on peut coupler des capteurs (que l'on peut comparer aux organes sensitifs de l'être humain), des actionneurs (comparables aux muscles) et un régulateur adaptatif (cerveau) pour arriver à ses fins. En tirant les enseignements des résultats déjà obtenus dans le cadre de tests réalisés en laboratoire, Dieter Sporn explique en l'occurrence qu'il serait par exemple possible de remplacer les capteurs et actionneurs par des éléments en céramique. Des perspectives illimitées. Ces deux exemples ne constituent que quelques-uns des domaines dans lesquels les matériaux adaptatifs pourraient trouver des applications pratiques très appréciables. On peut encore citer l'atténuation des bruits des moteurs et ventilateurs (machines-outils, voitures, transports publics, systèmes de climatisation, ordinateurs personnels) ou des génératrices (groupes électrogènes, éoliennes, etc.) pour affirmer que les fruits de ces développements prometteurs sont fort attendus.

Un centre de compétence spécialisé dans les matériaux adaptatifs. L'Empa projette de créer un centre de compétence spécialisé dans les matériaux adaptatifs. Son objectif, a précisé le professeur Urs Meier, est d'offrir à l'industrie toute une palette de services dans un secteur novateur et prometteur. Les applications des matériaux adaptatifs sont en effet très nombreuses. En dehors de secteurs tels que l'atténuation des oscillations des câbles des ponts suspendus et haubanés, ou des vibrations des fenêtres, on pourrait envisager bien d'autres systèmes capables de tirer profit des développements actuellement réalisés dans ce domaine, par exemple des éoliennes dont les pales modifieraient leur inclinaison en fonction du vent pour en réduire le niveau sonore et en améliorer le rendement; ou des câbles de ponts suspendus dont les propriétés aérodynamiques varieraient en fonction de la puissance du vent. En tout état de cause, même si le nouveau centre de compétence ne veut pas s'immiscer dans l'industrialisation de produits commerciaux spécifiques, Urs Meier est absolument convaincu que dans ce secteur, les premières retombées positives pourraient déjà être constatées dans le courant de l'année 2003.