

Textile et biomimétisme (suite et fin)

Les insectes détiennent des secrets imperceptibles à l'œil nu



Le gecko, un lézard à l'aise sur les surfaces verticales. © Sirris

Les organismes naturels mettent au point depuis des millions d'années des stratégies d'adaptation à leur environnement. Celles-ci sont précises, consomment un minimum d'énergie et ne produisent pas d'effet polluant. L'homme cherche depuis toujours à les imiter, mais le développement de structures ou de matériaux 'bio-inspirés' à partir de l'analyse, de la modélisation et de la reproduction industrielle de ses mécanismes est une tendance forte aujourd'hui. Cette démarche appelée 'biomimétisme' s'impose dans tous les secteurs, y compris dans le textile.

Demain: l'adhérence du gecko

Les geckos peuvent grimper sur des surfaces verticales lisses ou de rester accrochés de longues heures au plafond. Mais ils contrôlent facilement cette adhésion et parviennent à se décoller très rapidement de la surface. Ils peuvent supporter leur propre poids sur un seul doigt. Cet animal inspire depuis quelques années de nombreuses équipes de recherche dans le monde : son modèle devrait permettre de développer des surfaces

artificielles présentant de fortes capacités d'adhérence et des systèmes de fixation temporaire sans connexions mécaniques ni adhésif. Les performances du gecko sont dues à la présence de millions de minuscules poils qui garnissent chacun de ses orteils et créent la force d'attraction nécessaire pour coller ses pattes sur une surface, même grasse ou humide. Ces poils se terminent par des spatules, larges de 200 nm. Toutes sortes de solutions sont envisagées pour reproduire ces poils dont, notamment, les nanotubes de carbone.

De nombreuses applications des surfaces adhésives basées sur le principe des pattes du gecko sont envisagées, depuis les gants pour le travail dans l'espace jusqu'aux équipements de sport.

Demain: la circulation de l'eau dans les feuilles

L'université allemande de Tübingen se penche sur les mécanismes de circulation de l'eau dans les végétaux pour proposer de nouveaux textiles techniques. Dans les plantes, le transport de l'eau est basé sur une pression négative : les cellules se mettent en forte dépression pour aspirer le fluide là où il fait défaut. La plante véhicule ainsi l'eau dont elle a besoin presque sans dépenser d'énergie, et sans faire appel à aucun système de pompage actif, sur des distances et des hauteurs de plusieurs centaines de mètres (cas des lianes notamment). L'étude de ces mécanismes devrait déboucher sur la mise au point de textiles à fibres creuses (500 à 800 microns), destinés au transport de liquides de faible viscosité. Les applications sont possibles dans les systèmes d'irrigation souterrains ne faisant appel à aucun dispositif de pompage, les dispositifs médicaux de distribution ou de drainage, les vêtements régulés en température, etc.

Les chercheurs étudient également la manière dont la vapeur d'eau s'échappe de la surface des feuilles : des pores s'ouvrent ou se ferment selon la quantité de liquide présente à la surface de la plante. Ici, la reproduction du phénomène pourrait

déboucher sur la réalisation de membranes adaptées à des applications où une perméabilité contrôlée aux gaz est nécessaire.

Demain: la solidité de la soie d'araignée

Les fils de soie ont une résistance spécifique plus grande que celle de l'acier, tout en étant plus fins qu'un cheveu. Ils sont moins tenaces que le kevlar, mais plus extensibles. C'est cette combinaison de propriétés mécaniques qui fait leur intérêt. De plus, la soie est produite par l'animal de manière 'écologique', à partir de solutions aqueuses, à température et pression ambiantes alors que les fibres hautes performances synthétiques sont issues de la pétrochimie et mises en œuvre par des procédés exigeant de hautes pressions et températures et des solvants organiques. La soie d'araignée est constituée de longues chaînes de protéines, avec des régions cristallines dans une matrice amorphe, non structurée. Les zones amorphes donnent l'élasticité tandis que les domaines cristallins sont responsables de la résistance des fils. Mais il est impossible de créer des élevages d'araignées pour fabriquer des textiles. En effet, le matériau est tellement fin qu'il faut 400 arachnides pour produire un seul fil. Or, les araignées ont un instinct territorial et sont peu sociales. En grand nombre, elles deviennent même cannibales. L'idée de la plupart des chercheurs est de comprendre la structure moléculaire qui confère à la soie d'araignée ses propriétés, puis de faire synthétiser en masse ces molécules par transgénèse. Il s'agit d'introduire les gènes codant les protéines constitutives du fil d'araignée dans d'autres organismes: bactéries, vers à soie, tabac, alfalfa, chèvres...

De nombreux chercheurs ont travaillé au séquençage des gènes relatifs à la production de soie d'araignée, et découvert la formule qu'elle utilise pour fabriquer le fil à partir de protéines. D'autres étudient la manière dont ce fil est filé afin de pouvoir reproduire la structure et donc les propriétés



La soie d'araignée, un fil ultra-performant

du matériau par un procédé non toxique. Les applications de la soie d'araignée sont celles des fibres hautes performances: applications militaires (parachutes, gilets pare-balles), médicales (tendons artificiels, sutures, greffes artérielles), automobiles (pneus, air bags...), sportives (raquettes, parachutes, filets de pêche...) et autres (billets de banque).

Demain: l'efficacité des muscles

En changeant simplement leur longueur en réponse à une stimulation nerveuse, les muscles exercent une force contrôlée qui permet de soulever aussi bien une paupière qu'une haltère. Ce type de transformation d'énergie électrique en énergie mécanique fait l'objet de nombreuses recherches. Les technologies des muscles artificiels pourraient déboucher sur de nouveaux types d'actionneurs susceptibles de remplacer divers mécanismes de génération de mouvement dans les positionneurs, les commandes à soupape, les pompes, les capteurs... partout où il est intéres-

sant de disposer d'un mécanisme silencieux, léger et compact. Les applications ne se trouvent pas uniquement en mécanique. Des chercheurs envisagent un sphincter urinaire synthétique ou un muscle artificiel pour soutenir un cœur déficient. Dans le domaine textile, le MIT travaille sur une chaussette qui masse la jambe pour éviter les thromboses. De la même manière, des combinaisons anti-G pourraient presser le bas du corps des pilotes pour forcer rapidement le sang à refluer vers le torse et la tête.

Après-demain: un costume de Spiderman

Un physicien de l'Ecole Polytechnique de Turin, N. Pugno, a imaginé et calculé un costume de Spiderman qui permettrait au porteur de se déplacer sur des parois verticales et très lisses, sur le modèle des geckos et des araignées. Il affirme que tous les matériaux nécessaires, à base de nanotubes de carbone, sont déjà disponibles aujourd'hui. Des gants et des chaussures

fabriquées avec des millions de nanotubes de 10 nm assemblés en fils de 1 cm pourraient développer les mêmes effets d'adhérence que les poils minuscules des geckos ou des araignées. Afin d'assurer une grande quantité de points de contact entre le fil et la surface et maximiser l'adhérence, les nanotubes devraient se présenter en éventail à l'extrémité du fil, ce qui a déjà été réalisé par plusieurs équipes de chercheurs. Un seul fil permettrait de supporter le poids d'un homme (70 kg) et une paire de gants pourrait soutenir 1 t.

Comme l'adhérence est assurée par des millions de points de contact, chacun développant individuellement des liaisons faibles, le décollement demanderait peu d'efforts et l'individu équipé pourrait se déplacer sans problème. Pugno va plus loin et estime qu'il serait possible de développer des filets invisibles pour capturer les malfaiteurs: l'épaisseur des nanotubes individuels et leur espacement pourraient être choisis pour rendre le fil transparent à la lumière visible. Les tensions dans le matériau, provoquées par la victime qui se débattrait changeraient les propriétés optiques du filet qui deviendrait visible.

Fabienne Monfort-Windels
Sirris

Info: www.sirris.be

SmartWool® lance SmartWool PhD

Les fondateurs de SmartWool® sont des moniteurs de ski. À la recherche d'une solution pour conserver leurs pieds chauds et secs sans inconvénients (démangeaisons et rétrécissements) provoqués par des chaussettes en laine classique, ils ont combiné les performances de fibres longues et super fines de la toison de mérinos avec des techniques de production modernes.

SmartWool PhD sont des chaussettes performantes qui par leur composition spéciale sont également aérées et respirantes. Pour la série PhD, SmartWool a également lancé une technique de tissage spéciale: la W.O.W. La technologie fait que chaque fil, y compris les fils élastiques, est entouré de pure laine de mérinos. Pour apporter au pied support et confort au bon endroit, la laine est plus épaisse dans des zones où se produit le plus d'impact. Cela permet de mieux absorber les chocs. Elle est très fine dans les zones où la pression est faible ou inexistante. La structure à quatre points de frottement veille pour sa part à ce que la chaussette reste bien en place pendant la pratique du sport ce qui évite les ampoules. Outre les chaussettes, la laine est également utilisée dans les vestes, chemises, sous-vêtements et les doublures pour chaussures.

C.B.

