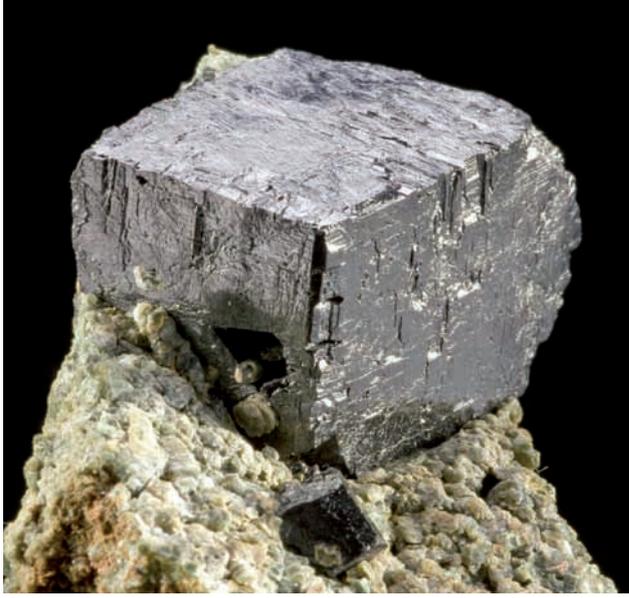


LES MATÉRIAUX DU FUTUR

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
AVANT-PROPOS	3
BIENTÔT DANS LES USINES	4
▪ LE PREMIER HAUT-PARLEUR ALIMENTÉ PAR DES IONS	4
▪ UNE OPALE POLYMÈRE	5
▪ SURPRENANTE SOIE D'ARAIGNÉE	6
▪ LES NANO-VENTOUSES DES CALMARS	7
▪ LE MATÉRIAU LE PLUS LÉGER AU MONDE	9
▪ DES MATÉRIAUX PIÉZOÉLECTRIQUES POUR AMORTIR LES VIBRATIONS DANS LES PALES DE TURBINES	10
▪ LA PÉROVSKITE DOPE LE RENDEMENT DES CELLULES SOLAIRES EN SILICIUM	11
▪ CE MATÉRIAU EST CAPABLE DE SE REFROIDIR EN PLEIN SOLEIL	12
▪ DU BÉTON PHOTOVOLTAÏQUE	13
▪ UN GEL CONTRACTILE QUI STOCKE L'ÉNERGIE LUMINEUSE	14
▪ LES QUASI-CRISTAUX, AU SERVICE DE L'IMPRESSION 3D	15
▪ BIOMIMÉTISME, LORSQUE LES SCIENTIFIQUES S'INSPIRENT DE LA NATURE	16
▪ CHIMIE VERTE : UN PLASTIQUE ENTIÈREMENT BIODÉGRADABLE MIS AU POINT PAR CARBIOS	19
ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE	21
▪ LE POLYMÈRE « TERMINATOR » SE RESSOUDE TOUT SEUL !	21
▪ PROGRÈS RÉCENTS CONCERNANT LES MATÉRIAUX THERMOÉLECTRIQUES AUX ETATS-UNIS	22
▪ L'AVENIR DE LA SUPER-HYDROPHOBIE	26
▪ QUELS MATÉRIAUX POUR LES ROUTES DU FUTUR ?	27
▪ UNE NACRE ARTIFICIELLE PARTICULIÈREMENT TENACE	30
▪ VANTABLACK, LE MATÉRIAU LE PLUS NOIR JAMAIS FABRIQUÉ	31
▪ UN NOUVEAU MATÉRIAU SIMULE LA CAPE D'INVISIBILITÉ	32
▪ LES NANOFIBRES ET LA NOUVELLE GÉNÉRATION DE PANSEMENTS	33
▪ L'UPSALITE, DE LA MAGNÉSIE DE SYNTHÈSE ULTRA-ABSORBANTE	35
▪ UN NOUVEAU MATÉRIAU DIRECTEMENT INSPIRÉ DES... ROSES	36



AVANT-PROPOS

Une opale polymère qui change de couleur quand on l'étire, un matériau encore plus léger que l'aérogel, un disque qui se refroidit en plein soleil, un gel contractile qui stocke l'énergie lumineuse, une cape d'invisibilité, ou encore un polymère qui se ressoude tout seul... Ces matériaux auraient toute leur place dans une superproduction Marvel, incrustés dans l'armure d'Iron Man ou placés sur le toit du vaisseau des Avengers ! Et pourtant, ils existent bel et bien, cachés dans des laboratoires ou des usines futuristes.

BIENTÔT DANS LES USINES

LE PREMIER HAUT-PARLEUR ALIMENTÉ PAR DES IONS

Des chercheurs ont mis au point un nouveau matériau fonctionnant par conduction ionique.



Le transport d'électrons sera-t-il bientôt has been ? Possible, car la découverte des scientifiques de Harvard prouve que l'on peut déplacer des charges électriques en utilisant des ions à la place des électrons. L'équipe a réussi à fabriquer un prototype de haut-parleur très original. Une fine couche de caoutchouc est emprisonnée entre deux couches d'un gel à base d'eau salée. Dès qu'un courant électrique traverse le gel, le caoutchouc se contracte et vibre, reproduisant le fonctionnement d'un haut parleur classique. Les sons émis vont de 20 Hz à 20 000 Hz, soit le spectre auditif humain. Et ça marche, les ingénieurs ayant diffusé de la musique classique avec leur haut-parleur ionique.

Pari gagné, donc, pour l'équipe de Jeong-Yun Sun et ses confrères du SEAS (Harvard school of Engineering and applied sciences). Le bon fonctionnement de ce qui n'est encore qu'un prototype montre que la technologie de conduction ionique a de l'avenir. Bien que plus lourds et donc plus lents à conduire le courant, les ions se présentent comme une alternative prometteuse. Le conducteur ionique présenté dans la prestigieuse revue Science est transpa-

rent et étirable, sans que sa résistance électrique n'en soit altérée. Deux avantages précieux auxquels s'ajoute le fait d'être un matériau biocompatible.

Les applications sont nombreuses. On peut imaginer un tel haut-parleur collée sur la surface d'un téléviseur ou d'un Smartphone, le son serait alors émis directement par l'écran. Il serait aussi possible d'utiliser un tel système sur les vitres d'un logement pour annuler les sons extérieurs.

Mais les ingénieurs de Harvard visent surtout des applications médicales. « Construire des systèmes ioniques peut permettre de recréer de nombreuses fonctions corporelles : sensibilité, transport de signal, mouvement. Nous nous approchons réellement des machines souples qui existent en biologie » précise Christoph Keplinger, co-auteur de l'étude.

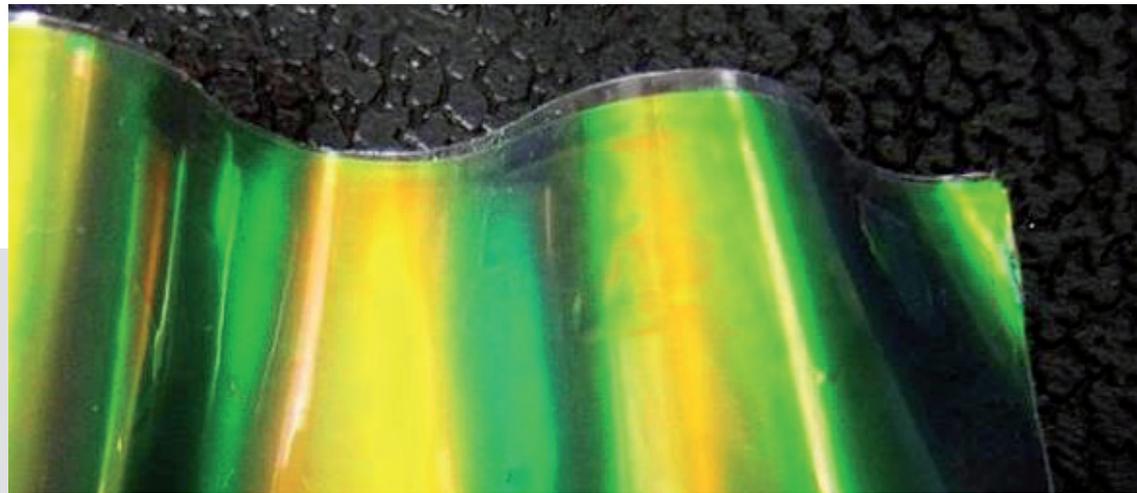
En effet, grâce à la biocompatibilité des gels, il devient possible d'imaginer des organismes vivants comme par exemple des muscles ou de la peau artificiels.

Par Audrey Loubens

BIENTÔT DANS LES USINES

UNE OPALE POLYMÈRE

Des chercheurs ont fabriqué un plastique dont la couleur change s'il est étiré.



Prenez une imprimante. Choisissez-en une avec l'option : modulation du voltage. Utilisez une encre à base de cristaux photoniques d'environ 200nm de diamètre. C'est bon, vous pouvez fabriquer un polymère capable de prendre n'importe quelle couleur. C'est en tout cas la technique utilisée par des scientifiques de l'université de Cambridge.

Aidés de leurs collègues allemands, ils ont réussi à aligner des particules en suspension dans un liquide grâce à un champ électrique, puis à polymériser ce liquide de façon à piéger les particules dans la géométrie voulue. Varier le champ faisant varier l'espacement entre les lignes, et donc la couleur visible du polymère.

Avec ce procédé, le polymère créé change de couleur suivant l'éclairage. Autrement dit, étirer le plastique change la façon dont la lumière est réfléchi, et donc sa couleur. Un comportement mimant celui des opales, ces pierres précieuses à la brillance multicolore. Ces dernières présentent de multiples teintes du fait de la présence de sphères de silice dans la pierre. En laboratoire, l'équipe de Cambridge

a utilisé des sphères avec un cœur de polystyrène recouvert d'une coque souple. D'où le surnom d'opale polymère.

Les chercheurs du NanoPhotonic center mettent en avant la simplicité de mise en œuvre et le faible coût de cette technique qui permet d'obtenir en une seule impression toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. De quoi supplanter l'utilisation d'encre et de pigments. Ce matériau pourrait servir de témoin, changeant de couleur en signe d'alerte. Il est aussi possible de dessiner des motifs particuliers, qui s'illumineraient différemment de leur support.

Par Audrey Loubens

BIENTÔT DANS LES USINES

SURPRENANTE SOIE D'ARAIGNÉE



La soie d'araignée pourrait bien servir de base à une nouvelle gamme de matériaux aux qualités étonnantes et révolutionner le monde de l'électronique, une fois combinée avec des nanotubes de carbone.

La soie filée par les araignées – oui, la base de nos « vulgaires » toiles d'araignée – pourrait bien tenir le haut du pavé dans un futur très proche... On lui connaissait déjà certaines propriétés, telles que la résistance, l'élasticité, la légèreté, et les chiffres sont éloquentes : sa fibre présenterait une solidité équivalente à celle de l'acier tout en restant six fois plus légère, ainsi qu'une énergie de rupture six fois supérieure à celle du kevlar. Nous vous évoquions d'ailleurs ici, il y a près de deux ans, les travaux d'une équipe de scientifiques néerlandais explorant les moyens de développer une peau à l'épreuve des balles, en se tournant vers le lait de chèvres naines transgéniques, chèvres ayant reçu au préalable une séquence génétique provenant d'araignées codant pour la conception de leur soie.

Eden Steven, physicien de l'université de Florida State et membre du MagLab, a décidé d'étudier d'autres pistes sans pour autant faire table rase de nos connaissances en la matière : enrober la soie de l'araignée d'une fine épaisseur de nanotubes de carbone, connus pour leur résistance et leur dureté, mais également pour leur grande conductivité à la fois électrique et thermique. Ses travaux, publiés dans la revue scientifique à comité de lecture Nature Communications, pourraient bien faire souffler un vent nouveau sur le monde de l'électronique.

Dans un souci de simplicité assumée, le physicien est parti comme un grand à la recherche de la soie sous forme de... toiles d'araignées, disséminées ici et là au sein même du MagLab et dans un arbre situé près du laboratoire, à l'aide d'une tige en métal. Après quelques essais infructueux dans le but d'agglomérer les nanotubes de carbone à la précieuse soie d'araignée, Eden Steven parvint à ses fins avec l'aide de molécules d'eau.

Plutôt que d'ajouter un nouvel élément toxique, complexe, non-biodégradable et polluant à nos appareils modernes, le physicien s'est mis en tête d'explorer la piste d'un matériau vert, réagissant bien à l'humidité sans devoir passer par un traitement lourd ou des adjuvants chimiques. Il se trouve que la soie d'araignée est capable de supercontraction – allant jusqu'à 140 MPa de tension – lorsqu'elle s'humidifie, propriété permettant notamment aux toiles d'araignée de résister à la pluie ou encore au poids de la rosée.

Une fois la pelote de soie déroulée, « les nanotubes adhèrent uniformément à la surface de la soie d'araignée pour produire, après séchage et contraction, une fibre non seulement excellente conductrice, mais aussi plus résistante, flexible et sur-mesure », explique Eden Steven. La fibre obtenue peut alors servir de capteur d'humidité, de capteur de pression, d'actionneur ou tout simplement... de fil électrique. L'équipe de chercheurs a d'ores et déjà réussi à mettre au point un prototype d'électrode capable d'effectuer des mesures du rythme cardiaque. Affaire à suivre..

Par Moonzur Rahman

BIENTÔT DANS LES USINES

LES NANO-VENTOUSES DES CALMARS

Les ventouses des calmars sont composées d'un matériau unique à la fois souple et extrêmement dur. Il s'agit en fait d'une nanostructure formée uniquement de protéines, dont la découverte pourrait ouvrir la voie à une nouvelle génération de matériaux commercialisables à grande échelle.



Les ventouses des calmars sont composées d'un matériau unique à la fois souple et extrêmement dur. Une étude menée par le professeur Henrik Birkedal du centre interdisciplinaire INano de l'Université d'Aarhus en collaboration avec l'Université de Californie à Riverside révèle qu'il s'agit en fait d'une nanostructure formée uniquement de protéines. Cette découverte pourrait ouvrir la voie à une nouvelle génération de matériaux commercialisables à grande échelle. Les résultats de cette étude ont fait la couverture de la prestigieuse revue *Advanced Materials*.

C'est au large de la Californie qu'est apparue à James Weaver (Université de Californie) l'idée d'étudier les structures architecturales et mécaniques des ventouses. Celui-ci participait à une expédition de capture de calmars lorsque les tentacules de l'un d'eux se sont enroulées autour de ses bras. Les dégâts

causés par les ventouses du céphalopode fermement agrippé ont conduit le jeune chercheur à s'interroger sur les pouvoirs de cette structure si rigide.

UN NANOMATÉRIAU PROTÉINAIRE AUX PROPRIÉTÉS ÉTONNANTES

Chacune des ventouses des calmars se compose d'un disque rigide surmonté de dents triangulaires dont le pouvoir agrippant augmente considérablement pendant la chasse. L'étude qui a révélé leur composition a réservé aux chercheurs de nombreuses surprises. Jusqu'à présent, les biologistes pensaient en effet que les structures les plus dures du règne animal étaient soit minérales, comme nos propres dents, soit composées de chitine, que l'on retrouve notamment dans la carapace des invertébrés. Mais à la

place de ce qu'ils s'attendaient à trouver, les chercheurs ont découvert un nanomatériau protéinaire aux propriétés étonnantes, maintenu grâce à des liaisons hydrogène et hydrophobes.

La structure tridimensionnelle est composée d'un réseau de nanotubes poreux qui confère aux ventouses leurs propriétés de résistance et de souplesse. Plus étonnant encore, les nanotubes situés parallèlement à l'axe principal des dents sont coniques et leur diamètre diminue de 250 à 150 nanomètres le long de la dent. Ils prennent cette forme grâce à une simple altération locale de leur porosité, sans modification du matériau qui compose le reste de la ventouse. Si les chercheurs parvenaient à reproduire industriellement ce matériau, il pourrait trouver des applications dans de nombreux secteurs.

Mais la route est encore longue car il reste aux chercheurs à identifier la composition des protéines nanoscopiques et à comprendre la manière dont les tubes deviennent poreux. Ils pourraient alors développer des matériaux beaucoup plus légers, souples et résistants, que par exemple ceux qui composent aujourd'hui les ailes des avions, les mains des premiers robots androïdes ou les carcasses de nos voitures. La découverte du premier matériau solide uniquement composé de matière organique pourrait ainsi ouvrir la voie à de nombreuses innovations.

Contact : P. Henrok Birkedal, Service de chimie, centre interdisciplinaire INano, Université d'Aarhus - Tél: 8942 3887 - Email : hbirkedal (a) chem.au.dk

Source : Université d'Aarhus, Volume 21 Issue 4, Page NA, Published Online: 14/01/2009 - <http://www3.interscience.wiley.com/journal/121638168/abstract>

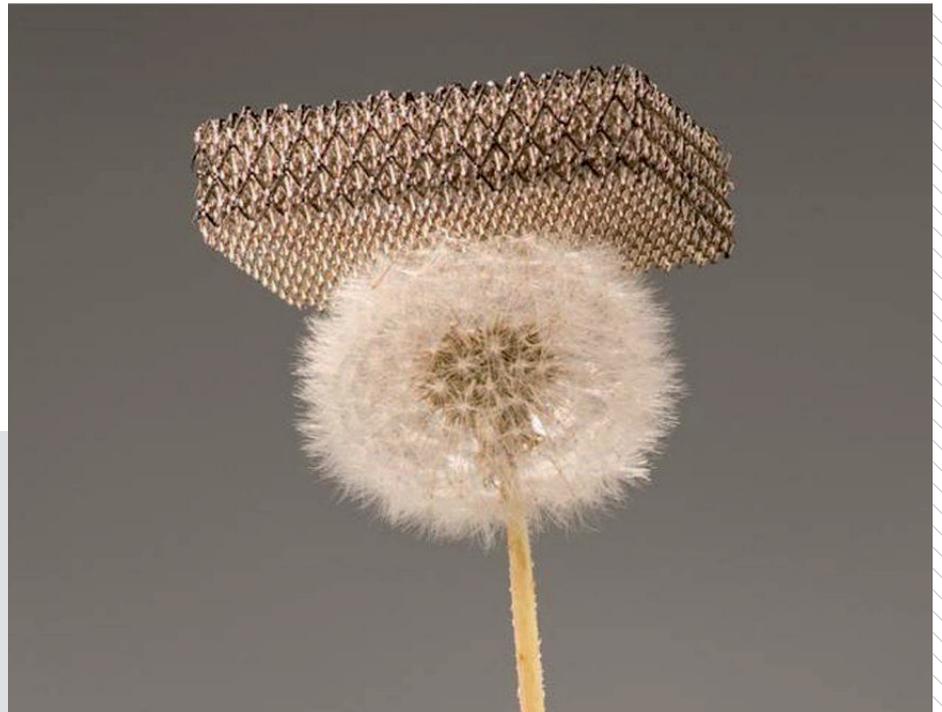
Rédacteur : Jean-Baptiste Paquel

Origine : BE Danemark numéro 23 (28/07/2009) - Ambassade de France au Danemark / ADIT - <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/60137.htm>

BIENTÔT DANS LES USINES

LE MATÉRIAU LE PLUS LÉGER AU MONDE

Des chercheurs américains des laboratoires HRL (Hughes Research Laboratories), du CalTech (California Institute of Technology) et de l'UC Irvine (University of California, Irvine) ont mis au point le matériau le plus léger au monde, combinant solidité et résistance aux chocs. Tant et si bien qu'il est même plus léger que l'aérogel...



Une collaboration entre les chercheurs des laboratoires HRL, de CalTech et de l'Université de Californie, à Irvine, a permis de réaliser le matériau le plus léger au monde. Tellement léger qu'il détrônerait même les plus légers aérogels, matériaux semblables à un gel où le gaz remplace le composant liquide, et remarquables pour leur capacité isolante.

Ce matériau miracle est une structure de micro-treillage, dont seulement 0,01 % est à proprement parler solide, se composant de tubes creux d'une centaine de nanomètres d'épaisseur. Il posséderait une densité de 0,9 milligrammes par centimètre cube (mg/cc), le plaçant devant l'aérogel le plus léger, atteignant 1,1 mg/cc. Et il n'a pas que sa légèreté pour lui : il est également extraordinairement solide et amortit les chocs à la perfection, notamment grâce à tout l'air dont il est composé : il peut se compresser à un taux de 50 %, et retrouver complètement sa forme initiale, ce qui est très inhabituel pour un matériau qui est en partie métallique.

L'équipe de chercheurs explique que ce matériau innovant est « d'inspiration architecturale », regardant du côté du Golden Gate Bridge de San-Francisco ou de la Tour Eiffel, structures extrêmement légères pour leur taille. Le projet a été réalisé, sans surprise, sous la houlette de la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), agence affiliée au Département de la Défense américain, et chargée de la recherche et du développement des nouvelles technologies destinées à des fins militaires.

Les utilisations de ce matériau pourraient être très nombreuses, dans le même champ d'action que l'aérogel, allant de la composition des électrodes de batteries à celui d'amortisseurs énergétiques en tous genres, en passant par l'isolation.

Par Moonzur Rahman

BIENTÔT DANS LES USINES

DES MATÉRIAUX PIÉZOÉLECTRIQUES POUR AMORTIR LES VIBRATIONS DANS LES PALES DE TURBINES

Pour atténuer ce phénomène, des chercheurs de l'université Leibniz de Hanovre ont utilisé les propriétés physiques des matériaux piézocéramiques, qui se dilatent et se rétractent lorsqu'ils sont soumis à un champ électrique. Explications.

Les pales des turbines, employées par exemple dans les avions, sont soumises à des contraintes très intenses du fait de leur grande vitesse de rotation et à des vibrations dangereuses pouvant entraîner leur casse, et donc, une défaillance de la turbine.

Pour atténuer ce phénomène de vibration, un groupe de chercheurs et d'étudiants de l'Institut de dynamique et de vibrations (IDS) de l'université Leibniz de Hanovre se sont intéressés à l'emploi de matériaux piézoélectriques. En l'occurrence, ils ont mis en application les propriétés physiques assez particulières des matériaux piézocéramiques, qui se dilatent et se rétractent lorsqu'ils sont soumis à un champ électrique.

Ainsi, ils ont appliqué une fine lamelle d'un matériau piézocéramique sur des pales, ayant ainsi la possibilité de contrôler les modes vibratoires de celles-ci en jouant sur le champ électrique ; la fréquence du matériau piézoélectrique est alors alignée sur celle de la pale, et de cette manière les amplitudes peuvent se compenser. Il est également envisageable d'intégrer ces lamelles à l'intérieur des pales.

A côté de l'utilisation en aéronautique, cette solution pourrait être appliquée dans les centrales électriques ou les usines



par exemple. Cependant, afin d'en examiner l'efficacité, les scientifiques sont encore à la recherche d'un partenaire industriel, qui leur permettrait de faire des analyses plus poussées sur la durée de vie des turbines. Les premières discussions sont en cours.

Par Moonzur Rahman

Pour en savoir plus : schwarzendahl@ids.uni-hannover.de - tél : +49 511 762 4171

Source : Wissenschaft - Wirtschaft - Politik - Janvier 2010

Rédacteur : Sebastian Ritter, sebastian.ritter@diplomatie.gouv.fr - <http://www.science-allemande.fr>

Origine : BE Allemagne numéro 467 (20/01/2010) - Ambassade de France en Allemagne / ADIT - <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/61960.htm>

BIENTÔT DANS LES USINES

LA PÉROVSKITE DOPE LE RENDEMENT DES CELLULES SOLAIRES EN SILICIUM

Depuis son utilisation dans le photovoltaïque en 2009, la pérovskite a vu son rendement quadrupler. Lorsqu'une équipe de Stanford combine ce minéral à une cellule en silicium, elle obtient comme résultat d'en améliorer le rendement de 50%.



17%. C'est le rendement d'une cellule solaire obtenu par l'équipe de Michael McGehee. Nettement mieux que les 11,4% de rendement de la cellule en silicium d'origine. Leurs travaux publiés dans *Energy & Environmental Sciences* révèlent l'utilisation d'un deuxième matériau, la pérovskite. Seule, la pérovskite n'offre pas de performances spectaculaires.

Lors de sa première utilisation en tant que cellule solaire, le minéral n'affichait qu'un petit 3,8% de rendement. Mais en seulement 5 ans, les acteurs du monde de la recherche ont nettement amélioré sa performance qui atteint désormais environ 12%. Un gain rapide qui fait de la pérovskite un matériau prometteur et attractif, d'autant qu'il ne coûte pas cher : une cellule en pérovskite est 5 fois moins chère que son homologue en silicium. Mais la cellule solaire en silicium conserve une avance notable avec un rendement moyen de 15%, et un maximum en laboratoire de près de 25%.

Si des scientifiques coréens ont réussi à obtenir un rendement record de 20% pour une cellule en pérovskite, cela

reste très inférieur aux performances obtenues avec le silicium.

Habités par l'adage « L'union fait la force », les chercheurs de l'université de Stanford ont décidé d'empiler une cellule en silicium avec une cellule en pérovskite. Bingo ! La cellule en silicium avait un rendement de 11,4%, celle en pérovskite de 12,7%, mais l'ensemble permet un rendement de 17%. Pour comprendre d'où vient l'amélioration, il faut regarder du côté du spectre d'absorption. Le silicium capte les photons des domaines du visible et de l'infrarouge, tandis que la pérovskite absorbe uniquement ceux du visible, mais dans la partie haute énergie. Une complémentarité exploitée avec succès par les chercheurs de Stanford.

Si l'évolution du rendement des cellules solaires à base du couple silicium/pérovskite suit celle des cellules en pérovskite, les panneaux solaires vont devenir ultra-rentables !

Par Audrey Loubens

BIENTÔT DANS LES USINES

CE MATÉRIAU EST CAPABLE DE SE REFROIDIR EN PLEIN SOLEIL



Des chercheurs de l'université de Stanford ont utilisé de l'oxyde d'hafnium pour créer un nouveau matériau. Grâce au refroidissement radiatif, ce dernier peut maintenir une température inférieure d'environ 5°C par rapport à l'air ambiant.

La problématique du réchauffement climatique pourrait bien avoir trouvé sa solution. Un nouveau matériau vient d'être créé par les chercheurs de l'Université de Stanford. Sa propriété ? Evacuer de la chaleur directement dans l'espace !

Pour réussir une telle prouesse, les scientifiques ont empilés 7 couches de dioxyde de silicium et d'oxydes d'hafnium sur du silicium. Ils ont ainsi façonné un disque de 20 cm de diamètre et de 1,8 mm d'épaisseur.

Cet empilement procure au matériau la propriété de réfléchir 97 % de la lumière provenant du soleil mais aussi de se refroidir naturellement en émettant des ondes capables de traverser le ciel jusqu'à atteindre l'espace, c'est le refroidissement radiatif.

Aussi appelé effet de serre inversé, il s'agit de la propriété de rayonner certaines longueurs d'onde dans l'espace, au-delà de l'atmosphère. Cela permet d'évacuer de la chaleur, et donc de se refroidir. Mais pour que cela marche, il faut que l'atmosphère soit transparente aux ondes de chaleur. Cette fenêtre de transparence concerne des longueurs d'onde comprises entre 8 et 13 m. Le matériau fabriqué émet exactement à l'intérieur de cette fenêtre thermique, ce qui lui permet d'abaisser sa température naturellement, sans recourir à aucune source d'énergie extérieure.

Parus dans Nature, ces travaux décrivent comment ce nouveau matériau exploite ses propriétés originales même en pleine journée, exposé au soleil. Les expériences menées par les auteurs de l'étude montrent que le matériau possède une puissance de refroidissement de 40,1 W et peut se refroidir de 4,9°C par rapport à la température ambiante lors d'une exposition directe au soleil.

Ce matériau pourrait avoir plusieurs applications, de la climatisation de bâtiments à la lutte contre le réchauffement climatique. Toutefois, cela implique que le coût de fabrication en grande série est acceptable, d'un point de vue économique mais aussi en terme d'empreinte CO2.

Par Audrey Loubens

BIENTÔT DANS LES USINES

DU BÉTON PHOTOVOLTAÏQUE

Une équipe de l'Université de Kassel (Hesse) a développé un prototype de béton capable de convertir le rayonnement solaire en courant électrique. Pour ce faire, les chercheurs ont utilisé le principe des cellules photovoltaïques à colorant (aussi nommées cellules Gratzel du nom de son inventeur) qui imitent la photosynthèse végétale à l'aide de pigments photosensibles artificiels (équivalents de la chlorophylle).



Ce nouveau matériau, appelé "DysCrete", est constitué d'un béton conducteur, d'une couche d'oxyde de titane capturant l'énergie solaire, d'un colorant (actuellement du jus de groseille) jouant le rôle d'électrolyte de la réaction, et d'une fine couche de graphite remplissant la fonction de seconde électrode. Enfin, l'intégralité du système est protégée par une couche supérieure transparente. L'innovation des chercheurs Hessois se situe dans leur capacité à intégrer le béton comme électrode (les systèmes existants disposent d'une couche supplémentaire jouant le rôle d'électrode).

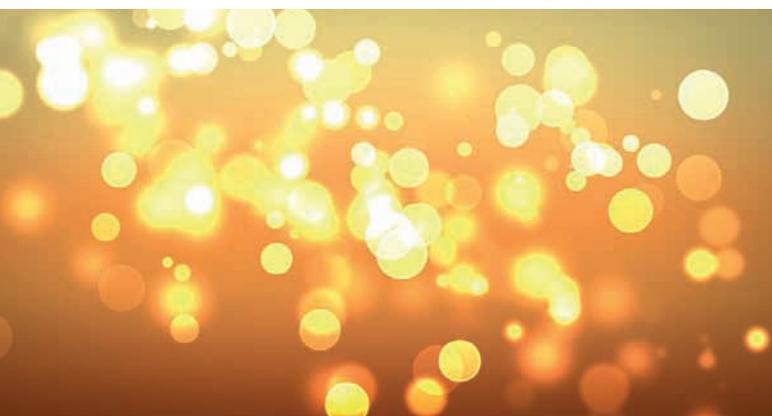
L'objectif à terme est d'atteindre un rendement énergie électrique produite / énergie solaire reçue de 2%. Chiffre faible en apparence, mais à relativiser en prenant en compte les surfaces en jeu, bien plus importantes que dans le cas de panneaux photovoltaïques en silicium. D'autant que le système réagit aussi avec de la lumière diffusée, ce qui signifie qu'il aurait un rendement correct sur des façades orientées vers le nord (ou sud pour l'hémisphère sud).

Si un prototype a déjà été réalisé, le système doit encore faire ses preuves avant de passer à la phase industrielle : le Ministère fédéral pour l'environnement (BMUB) soutient ainsi le projet à hauteur de 150.000 euros jusqu'à mi-2015. Si le principe est posé, des évolutions sont donc encore à attendre quant à la composition des différentes couches du système.

Source : bulletins-electroniques

BIENTÔT DANS LES USINES

UN GEL CONTRACTILE QUI STOCKE L'ÉNERGIE LUMINEUSE



Afin de reproduire ce phénomène, une équipe de l'Institut Charles Sadron du CNRS menée par Nicolas Giuseppone, professeur à l'université de Strasbourg, a créé un gel de polymères capable de se contracter grâce à des moteurs moléculaires artificiels. Activés par la lumière, ces moteurs nanométriques enroulent les chaînes de polymères du gel qui se contracte alors sur plusieurs centimètres. Autre atout : ce nouveau matériau parvient à stocker l'énergie lumineuse absorbée. Cette étude est publiée dans Nature Nanotechnology le 19 janvier 2015.

En biologie, les moteurs moléculaires sont des assemblages protéiques très complexes capables de fournir un travail en consommant de l'énergie : ils participent aux fonctions essentielles du vivant comme la copie de l'ADN, la synthèse des protéines, et sont à l'origine de tous les processus de mouvement. Pris individuellement, ces moteurs ne fonctionnent que sur des distances de l'ordre du nanomètre. Mais en s'associant par millions, ils peuvent travailler de manière parfaitement coordonnée et leur action peut se répercuter à l'échelle macroscopique.

Depuis des dizaines d'années, les chimistes cherchent à produire ce type de mouvements à partir de moteurs artificiels.

Les systèmes vivants ont la capacité de générer des mouvements moléculaires collectifs qui se transfèrent jusqu'à l'échelle macroscopique, comme un muscle qui se contracte par l'action concertée de moteurs protéiques.

Pour y parvenir, les chercheurs de l'Institut Charles Sadron ont remplacé les points de réticulation d'un gel, qui raccordent les chaînes de polymères entre elles, par des moteurs moléculaires rotatifs, constitués de deux parties qui peuvent tourner l'une par rapport à l'autre si on leur fournit de l'énergie. Pour la première fois, ils ont réussi à faire fonctionner ces moteurs de façon coordonnée et pérenne dans le temps, jusqu'à l'échelle macroscopique : dès que les moteurs sont activés par la lumière, ils enroulent les chaînes de polymères du gel sur elles-mêmes ce qui a pour effet de le contracter.

De la même façon que les systèmes vivants, ces moteurs consomment de l'énergie pour produire un mouvement continu. Cette énergie lumineuse n'est cependant pas totalement dissipée : elle est transformée en énergie mécanique, par l'intermédiaire de l'enroulement des chaînes de polymères, et stockée dans le gel. Si le matériau est exposé de manière prolongée à la lumière, la quantité d'énergie contenue dans la contraction des chaînes de polymères devient très importante, allant jusqu'à provoquer une violente rupture du gel. Les chercheurs de l'Institut Charles Sadron cherchent donc, désormais, à tirer parti de cette nouvelle forme de stockage de l'énergie lumineuse, et à la réutiliser de façon contrôlée.

Source : CNRS

BIENTÔT DANS LES USINES

LES QUASI-CRISTAUX, AU SERVICE DE L'IMPRESSION 3D

Le développement de composites à base de quasi-cristaux pourraient permettre de fournir aux industriels des pièces imprimées en 3D moins denses, à propriétés égales ou supérieures.

Rangez trompettes et tocsins, ce n'est plus une surprise pour personne : la révolution initiée par les imprimantes 3D est bien en marche, avec une nette accélération depuis le début du XXI^e siècle. Elle connaît une expansion telle que sa croissance mondiale est à deux chiffres depuis plus de dix ans.

Ses nombreuses applications – notamment dans l'industrie – et sa rapide démocratisation laisse penser que l'impression tridimensionnelle pourrait être l'un des éléments essentiels de ce que l'essayiste américain Jeremy Rifkin appelle « la troisième révolution industrielle ».

L'un des freins à l'avènement de cette nouvelle ère réside pourtant dans le choix des matériaux à disposition. Les industries automobile, aérospatiale et aéronautique ont, à titre d'exemple, de plus en plus recours à l'impression 3D pour fabriquer certains de leurs composants, mais le choix actuel des matériaux utilisés satisfait de moins en moins les exigences des géants de ces secteurs. Ils réclament avec insistance de nouveaux composites pour produire des pièces plus solides, encore plus légères, et dont les propriétés fonctionnelles seraient plus adaptées à leurs besoins.

Et si la solution venait... des quasi-cristaux ? Découverts en 1982 par le scientifique israélien Dan Shechtman – découverte qui lui valut le prix Nobel de chimie en 2011 – les quasi-cristaux sont en tout cas l'une des pistes étudiées par les chercheurs de l'institut Jean Lamour (université de Lorraine / CNRS), qui travaillent depuis plusieurs années sur la possible

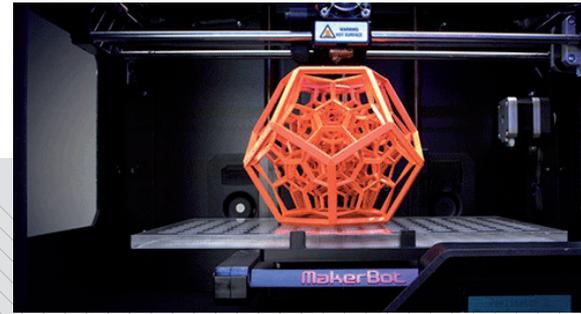
utilisation de matériaux composites à base de ces alliages métalliques dans les processus de fabrication additive.

Les quasi-cristaux sont des alliages métalliques complexes possédant certaines propriétés des cristaux – un spectre de diffraction essentiellement discret – mais dont la structure n'est pas périodique.

Le faible coefficient de friction (pour un alliage métallique) de ces composites, combiné à une assez bonne résistance à la corrosion ainsi qu'à l'usure font que ces matériaux semblent très prometteurs, notamment dans le domaine de l'impression 3D. Ils resteraient néanmoins intrinsèquement cassants, ce qui éliminerait d'emblée leur utilisation comme matériaux de base. Deux alternatives subsistent : utiliser ces alliages dans des composites à renfort particulière, ou les utiliser comme revêtement.

Les composites en question, combinant alliages métalliques complexes et métaux, ont des propriétés mécaniques équivalentes à l'acier cuivré, mais... en moins dense.

Des pièces moins denses représentent du pain béni pour les industriels du transport, car elles permettent de diminuer la consommation de carburant en diminuant le poids d'un véhicule. L'un des coauteurs, Samuel Kenzari, rappelle qu'il est également possible de renforcer les composites à matrice polymère avec ces quasi-cristaux, et que des pièces utilisant ces technologies sont déjà disponibles dans le commerce.



Par Rahman Moonzur

BIENTÔT DANS LES USINES

BIOMIMÉTISME, LORSQUE LES SCIENTIFIQUES S'INSPIRENT DE LA NATURE

Les matériaux bio-inspirés ne sont plus une simple tendance. Ils offrent des performances surprenantes. Exemples.



DU VERRE RENDU PLUS RÉSISTANT PAR DES MICRO-FISSURES

La nature est bien faite et son observation peut se révéler très enrichissante comme le montre l'étude menée par des chercheurs de l'Université McGill à Montréal et publiée dans la revue *Nature Communications* dans laquelle les travaux relatés spécifient qu'en s'inspirant des micro-fissures présentes dans la nacre ils ont pu obtenir un verre bio-inspiré 200 fois plus tenace qu'un verre classique.

Le verre est par nature fragile et il ne supporte pas bien les chocs. Pour remédier à ce fait, le chercheur François Barthelat explique avoir tracé des micro-fissures avec un laser dans des lamelles de verre; comme celles observées à l'intérieur de la nacre. Ainsi, en cas d'impact, l'énergie est davantage absorbée. Les fissures se déforment sous la pression mais ne se propagent pas, ce qui se traduit par une ténacité 200 fois plus importante que le verre de départ.

Cette technique devrait bientôt être vérifiée sur d'autres matériaux.

QUAND LES FENÊTRES FONT OFFICE DE RÉGULATEUR THERMIQUE

En hiver les déperditions de chaleur sont inévitables. Du coup, on chauffe plus que nécessaire. À l'inverse, l'été, on aimerait souvent que la température soit plus douce afin d'éviter de ressortir le ventilateur ou d'activer la climatisation quand on en dispose. Le professeur Ben Hatton de l'Université de Toronto a peut-être trouvé une solution à ce problème en créant un matériau bio-inspiré qui rendrait nos fenêtres moins coûteuses en énergie en les transformant en régulateur thermique.

Comme il l'explique dans un article écrit pour le journal scientifique *Solar Energy Material and Solar Cells*, le professeur Ben Hatton a utilisé une pellicule d'élastomère flexible et transparent, un polymère à base de polydiméthylsiloxane (PDMS), qu'il a intégré aux fenêtres classiques. Or, les PDMS possèdent des vaisseaux à l'intérieur desquels circule de l'eau à température ambiante. À l'instar du réseau vasculaire interne de certains organismes, ces derniers

peuvent agir comme un mécanisme de refroidissement. Le professeur prend d'ailleurs en exemple les « vaisseaux sanguins qui se dilatent pour augmenter le flux sanguin au contact de la peau afin d'augmenter le transfert de chaleur par convection, tandis que la vasoconstriction (diminution du calibre des vaisseaux sanguins) limite le flux lorsque la peau est exposée au froid. »

Quand on sait que pour un bâtiment lambda, la facture est accaparée à 40% par ce problème de fenêtres, son idée s'avère des plus intéressantes. Mais cela en fera-t-il l'outil de contrôle thermique du futur ?

LE MATÉRIAU CÉRAMIQUE INSPIRÉ DE LA NACRE

La résistance ne fait pas partie des avantages naturels des céramiques. Aussi il est fréquent de leur adjoindre des matériaux plus tenaces, d'origine métallique ou polymère, pour les renforcer. Malheureusement ce système a ses limites. C'est pourquoi une équipe de chercheurs français s'est inspiré du revêtement intérieur des ormeaux, composé à 95% de carbonate (l'aragonite), pour créer un matériau dix fois plus solide qu'une céramique, qu'elle ait été réalisée traditionnellement ou d'après une méthode plus sophistiquée.

Parue dans la revue *Nature Materials*, une étude réalisée par les équipes du Laboratoire de synthèse et fonctionnalisation des céramiques (CNRS/Saint Gobain) en collaboration avec le Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement (CNRS/ENS de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1) et le Laboratoire Matériaux : ingénierie et science (CNRS/INSA Lyon Université Claude Bernard Lyon 1) montre en effet comment ils s'y sont pris pour obtenir ce résultat.

Les chercheurs ont mis de l'alumine, une poudre céramique, en suspension dans de l'eau puis l'ont « congelé » progressivement jusqu'à obtenir des cristaux de glace. Cela a entraîné un auto-assemblage de l'alumine sous forme d'un empilement de plaquettes. En phase finale, le matériau a été densifié à haute température.

Voilà, il « suffisait » finalement d'inclure une étape de congélation dans le processus de création pour obtenir une céramique dix fois plus tenace que la moyenne. En bonus, cette méthode est applicable à d'autres poudres céramiques et son industrialisation ne semble pas poser de problèmes.

DES MATÉRIAUX HYDROPHOBE À L'EFFET LOTUS

Les feuilles de lotus ont la particularité de ne pas retenir les gouttes d'eau qui glissent sur leur surface. Des chercheurs de l'Institut de recherche et d'ingénierie des matériaux de Singapour se sont inspirés de cette capacité pour créer un matériau capable de faire la même chose avec de l'huile.

Il leur a fallu reproduire la surface de la feuille de lotus, faite de micro-rugosités, pour obtenir un revêtement superhydrophobe.

L'idée est de produire un matériau qui résiste à la pollution ou plutôt qui serait autonettoyant. Dans le cas d'un pare-brise par exemple, le passage de la pluie entraînerait les particules sales grâce à l'effet lotus. Cette faculté d'auto-nettoyage des surfaces hydrophobes a été observée dans les années 1970 bien que les premières utilisations dans le champ biomimétique n'aient eu lieu que vingt ans plus tard. Aujourd'hui, ces recherches intéressent toujours les industriels qui tentent toujours de découvrir de nouveaux matériaux aptes à rester propres.

LIGHT COCOON, LA VOITURE BIO-IMPRIMÉE EN 3D ET BIO-INSPIRÉE

Conçu par la firme allemande EDAG, ce nouveau bijou de technologie s'inspire ici, aussi surprenant que cela puisse paraître, d'un squelette recouvert de peau. Le prototype baptisé Cocoon reprend la structure de l'édition précédente « Genesis » présentée au salon de Genève. Il s'agissait d'un squelette « bionic body structure » imprimé en 3D mais dépourvu de « peau ». Or, c'est précisément à ce niveau que se distingue Light Cocoon puisque le châssis 3D est ici recouvert d'une fine membrane textile imperméable qui le protège des intempéries.

EDAG s'est adjoint les services de Jack Wolfskin, marque allemande de vêtements d'extérieur, pour fabriquer ce matériau ultra-léger et résistant surnommé « Texapore SoftShell 02+ » que l'on pourrait comparer à un K-Way. Environ 25 % du poids normal d'une voiture de cet acabit pourrait être économisé de cette manière. En outre, le tissu laisse la lumière le transpercer, ce qui permet de voir la structure, y compris la nuit avec les leds internes et confère à la Light Cocoon un design forcément original. Ce nouveau concept sera dévoilé au prochain salon de Genève en mars.

Par Sébastien tribot

BIENTÔT DANS LES USINES

CHIMIE VERTE : UN PLASTIQUE ENTièrement BIODEGRADABLE MIS AU POINT PAR CARBIOS



Carbios, société innovante de chimie verte développant des technologies de pointe pour la valorisation des déchets plastiques et la production de bio-polymères, franchit une nouvelle étape significative dans le développement de son procédé de biodégradation contrôlée des plastiques souples à usage unique.

Carbios a obtenu, grâce à son procédé innovant, un matériau plastique entièrement biodégradable dans des conditions domestiques. Ce matériau produit à partir d'un polymère industriel d'origine fossile et d'une enzyme se caractérise par une perte de masse de 50% en 15 jours et une biodégradation complète en moins de 3 mois. Avec ce résultat, Carbios démontre que sa technologie est une réponse industrielle pertinente aux évolutions réglementaires relatives à la maîtrise de la fin de vie des matières plastiques à usage unique et courte durée de vie.

Avec son partenaire historique VALAGRO, titulaire avec le CNRS de la demande de brevet WO 2013/093355

A1 intitulée « Procédé de préparation d'alliage polymère/entités biologiques » concédée à Carbios sous forme de licence exclusive mondiale, Carbios continue avec succès le développement de son procédé de biodégradation contrôlée des plastiques souples à usage unique.

Rappelons que fin 2013, Carbios avait réussi à préserver l'activité catalytique des enzymes après les avoir incluses dans un matériau plastique et soumises à des températures d'extrusion de 170°C.

Ce nouveau franchissement d'étape permet à Carbios d'envisager d'avoir accès, au niveau mondial, à des applications commerciales de ce matériau, en particulier dans

le domaine de l'agriculture avec les films de paillage mais aussi des marchés de l'emballage et notamment de l'emballage alimentaire à usage unique, autre marché stratégique visé par Carbios.

« Nous sommes fiers de cette nouvelle étape franchie qui souligne la synergie avec nos partenaires académiques ainsi que l'efficacité de notre approche et va aussi permettre à Carbios d'initier sa montée en puissance vers l'industrialisation. Cette avancée significative souligne que l'on peut ambitionner un élargissement de l'amendement Royal sans compromettre les ambitions de la France en matière d'environnement ni celles des industriels de la plasturgie », dit Jean Claude Lumaret, Directeur Général de Carbios.

INTRODUIRE DES TECHNOLOGIES DE RUPTURE POUR CONJUGUER CHIMIE VERTE ET RÉALITÉ INDUSTRIELLE

Carbios, Jeune Entreprise Innovante (JEI), a pour mission de concevoir et développer des bioprocédés industriels performants et compétitifs visant à améliorer le cycle de vie des polymères. Grâce à l'expertise de la société sur les enzymes - catalyseurs biologiques -, les bioprocédés développés par Carbios offriront une véritable technologie de rupture permettant de produire, transformer et recycler un très grand nombre de polymères (plastiques, textiles, alimentaires, etc.) tout en améliorant les propriétés techniques requises en fonction de l'usage.

L'ambition de Carbios est d'accélérer la révolution de la chimie mondiale vers une industrie verte en associant les trois grands défis de performance à l'Innovation :

- Performance environnementale, en valorisant la biomasse en amont et en améliorant le cycle de vie des produits ;
- Performance technique, en garantissant une haute technicité industrielle ;
- Performance économique, en rendant les polymères bio-sourcés compétitifs pour accélérer leur pénétration sur le marché et apporter une alternative durable aux polymères fossiles.

CARBIOs s'appuie sur des équipes internes expérimentées et construit progressivement un réseau de compétences regroupant deux pôles complémentaires de partenaires : un réseau académique de très haut niveau permettant de démultiplier la capacité d'innovation et un réseau d'industriels offrant une proximité directe avec le marché. Cette démarche originale d'associer des industriels dès le stade de la recherche permet de maximiser le potentiel de création de valeur industrielle.

Carbios vise des marchés hautement stratégiques et a choisi l'industrie de la plasturgie pour conduire son premier segment applicatif. D'autres secteurs sont déjà à l'étude.

UN PREMIER MARCHÉ HAUTEMENT STRATÉGIQUE : LA PLASTURGIE

On compte dans le monde plus de 280 millions de tonnes de plastiques produites. Le premier marché cible de Carbios, l'emballage, en représente près de 40% pour une valeur estimée à 196 Milliards \$ (2), ce qui ouvre des perspectives considérables pour valoriser le cycle de vie des polymères, par des bioprocédés compétitifs, liés à la biodégradabilité et au recyclage des déchets. On estime pour l'heure que la biodégradabilité concerne plus de 10% des volumes d'emballages plastiques produits et que, par ailleurs, moins de 10% des déchets plastiques collectés sont effectivement recyclés dans le monde.

Ces enjeux de valorisation des déchets plastiques constituent les premières orientations de la recherche de Carbios, et ce dans trois domaines d'applications :

- Une nouvelle génération de plastiques biodégradables, compétitifs et à durée de vie contrôlée pour l'usage ;
- Des polymères compétitifs issus du recyclage : pouvoir recycler un très grand nombre de plastiques sans nécessiter un tri sophistiqué ;
- Une nouvelle technologie de production de bio-polymères : valoriser la biomasse pour accroître la compétitivité des procédés de production de polymères bio-sourcés.

Source : Carbios

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

LE POLYMÈRE « TERMINATOR » SE RESSOUDE TOUT SEUL !

A l'instar du robot T-1000, interprété par Robert Patrick dans Terminator 2, des scientifiques espagnols du CIDETEC ont développé un nouveau polymère qui est capable de se ressouder, lorsqu'il est coupé ! Ils l'ont simplement nommé « polymère Terminator » en hommage au film...

Les scientifiques espagnols du CIDETEC ont réussi là où beaucoup ont échoué : ils sont parvenus à créer un polymère capable de se réparer seul, sans catalyseur et sans aucune intervention extérieure ! Ils avaient déjà créé un matériau à base de silicone et de particules d'argent capable de se régénérer, mais il demandait une certaine pression pour ce faire. Trop onéreux, le procédé ne pouvait pas être utilisé dans des applications commerciales. Mais ce nouveau projet utilisant le polyuréthane, un polymère commun, change totalement la donne !

Lorsque leur polymère en question est coupé, il est capable de se ressouder de lui-même, en quelques heures dans une pièce à température normale. En deux heures, la soudure se fait à 97 % et il est possible d'étirer le morceau de polymère sans qu'il ne se déchire à l'endroit de la coupure qui n'existe plus. Leurs travaux sont publiés dans le journal *Materials Horizons* de la Royal Society of Chemistry.

« Le fait que des poly(urea-urethane)s avec une composition chimique et des propriétés mécaniques similaires soient déjà utilisés dans une large gamme de produits commerciaux rend ce polymère très attractif pour une mise en œuvre rapide et facile à destination d'applications industrielles concrètes. » expliquent les auteurs dans un communiqué. Les applications potentielles sont très prometteuses, puisque cette fois-ci, ce polymère peut être produit rapidement et en très grande quantité pour un prix dérisoire.



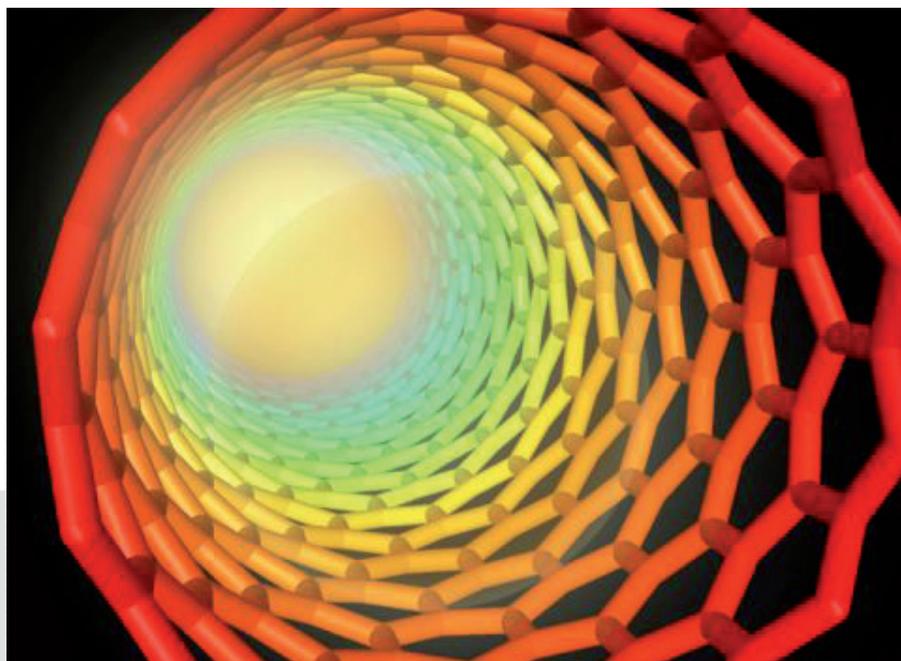
Le polymère Terminator permettrait d'obtenir des composés plastiques beaucoup plus robustes et durables, pour tous les objets du quotidien dans les voitures, les composants électriques ou dans les maisons. Il permettrait aussi de réparer les plastiques anciens par simple injection. On peut imaginer qu'il sera, par exemple, beaucoup plus facile de réparer de vieux pare-chocs de voiture à l'aide d'une simple injection de polymère ! Les applications sont donc cette fois-ci, beaucoup plus louables que celles de Skynet dans Terminator. Ces robots tueurs seront donc plutôt pour un peu plus tard !

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

PROGRÈS RÉCENTS CONCERNANT LES MATÉRIAUX THERMOÉLECTRIQUES AUX ÉTATS-UNIS

Les matériaux thermoélectriques, matériaux capables de transformer un flux de chaleur directement en électricité ou de déplacer des calories par application d'un courant électrique, intéressent les scientifiques depuis le 19e siècle du fait de leurs nombreuses applications potentielles. Au cours des 12 derniers mois, certains centres de recherche américains ont réalisé des avancées significatives.



Des dispositifs thermoélectriques sont commercialisés depuis les années 1950 principalement pour la thermométrie et la réfrigération, et, depuis les années 2000, pour la réfrigération d'appareillages portatifs. Cependant, le faible rendement de conversion de ces derniers, dû aux limitations des propriétés des matériaux thermoélectriques courants, ne permet pas une utilisation commerciale à grande échelle de ces propriétés. C'est le cas aussi des premières thermopiles réalisées en 2005, dont le coût élevé et le faible rendement les limitent pour l'instant à des utilisations très ciblées. Depuis les années 1990, les préoccupations énergétiques de la planète ont engendré un nouvel intérêt pour la thermoélectricité dans le cadre du développement des

énergies renouvelables. En effet, la thermoélectricité pourrait permettre de recycler la chaleur perdue par de nombreux systèmes. Par exemple, le recyclage de la chaleur accumulée dans les tuyaux d'échappement des voitures ou les cheminées industrielles pourrait permettre la production d'une électricité propre et peu chère. Dans le cas des véhicules motorisés, il suffirait simplement de doubler l'efficacité des modules thermoélectriques pour produire suffisamment d'énergie pour remplacer l'alternateur, ce qui par conséquent augmenterait la durée de vie du véhicule.

Sur les 15 dernières années, la recrudescence des recherches pour les matériaux thermoélectriques a ainsi permis des avancées scientifiques significatives telles que la découverte de

nouveaux matériaux, l'utilisation de la nano-structuration afin de maîtriser les propriétés électroniques et thermiques de ces matériaux, une meilleure connaissance de ces matériaux et une meilleure compréhension des différents mécanismes responsables des propriétés thermoélectriques.

RECORD DE PERFORMANCE

Afin d'évaluer la performance thermoélectrique d'un matériau, les scientifiques utilisent une grandeur appelée facteur de mérite ou "ZT". Ce nombre représente le rapport de la conductivité électrique et de la puissance thermoélectrique du matériau sur sa conductivité thermique. Ainsi, pour améliorer la performance du matériau, il est nécessaire de maximiser sa conductivité électrique et sa puissance thermoélectrique, tout en minimisant sa conductivité thermique. Or, il est difficile d'agir sur l'un de ses paramètres sans en compromettre un autre. A cause de ces exigences contradictoires, le facteur de mérite a stagné à une valeur située autour de l'unité pendant des années.

En septembre 2012, des chimistes, physiciens, spécialistes des matériaux et ingénieurs en mécanique de l'Université Northwestern et de l'Université de l'Etat de Michigan, ont travaillé en étroite collaboration pour développer un nouveau matériau thermoélectrique détenant le record mondial d'efficacité de conversion chaleur-électricité, avec un facteur de mérite de 2,2. L'équipe avait déjà commencé à progresser régulièrement depuis quelques mois, avec des valeurs de ZT de plus en plus hautes, grâce à l'introduction de nanostructures au sein de leurs alliages. Ainsi en janvier 2011, ils avaient déjà atteint une valeur de 1,7 avec leur première utilisation de nanostructures au sein d'une matrice de tellure de plomb, permettant de réduire la diffusion des électrons au sein du matériau et d'en augmenter la performance thermoélectrique. Le nouveau matériau qu'ils ont réalisé, toujours à base de tellure de plomb, devrait convertir en électricité utile, de 15 à 20% de la chaleur perdue. La découverte a été publiée dans le journal Nature.

Ce record a été réalisé en diffusant un spectre plus large de phonons (quanta d'énergie vibrationnelle), balayant toutes les longueurs d'onde, ce qui permet de réduire signi-

ficativement la conductivité thermique. L'équipe est la première à proposer une telle approche dite "panoscopique". L'approche panoscopique combine trois techniques afin de diffuser simultanément les phonons de petites, moyennes et grandes longueurs d'onde. En particulier, ils ont su améliorer la diffusion des phonons de grandes longueurs d'onde en contrôlant et en adaptant l'architecture du matériau à l'échelle mésoscopique, une approche qui va bien au-delà de la simple nanostructuration.

Selon les auteurs de l'étude, un intérêt remarquable de l'approche panoscopique est qu'elle est applicable à tout matériau thermoélectrique.

RECHERCHE DE MEILLEURS ALLIAGES

De nos jours, les matériaux thermoélectriques les plus efficaces sont réalisés à partir d'alliages comportant des matériaux semi-conducteurs relativement rares tels que le bismuth, le tellure et le sélénium. Les propriétés inhabituelles de thermoélectricité proviennent en effet des interactions complexes entre les nombreux électrons contenus dans les alliages de ces métaux lourds. Cependant ceux-ci sont chers, fragiles et souvent toxiques. Les scientifiques cherchent ainsi des alternatives, tout en s'efforçant d'optimiser le rendement de conversion thermoélectrique.

MÉTHODE DE RECHERCHE

En juin 2013, des chercheurs de l'Institut de Technologie de Californie (Caltech) et de l'Université de Tokyo ont publié un article dans le journal APL Materials, dans lequel ils démontrent l'efficacité d'une approche dite "approximation de bande rigide" pour prédire les propriétés thermoélectriques d'un matériau. Afin de créer de nouveaux matériaux avec un rendement de conversion thermoélectrique toujours plus élevé, plusieurs variables doivent être prises en compte : la composition des alliages évidemment, mais aussi la taille des cristaux ainsi que les dopants. Les combinaisons possibles étant extrêmement nombreuses, des calculs théoriques sont nécessaires pour guider les choix et, vu l'extrême complexité des matériaux thermoélectriques, des hypothèses de calcul sont nécessaires.

Aujourd'hui, les deux principales approches sont : "l'approximation de bande rigide", qui fournit un modèle relativement simple de la structure électronique du matériau, et "l'approche de supercellule", plus complexe mais permettant d'obtenir de façon plus détaillée l'arrangement atomique idéal et donc d'évaluer, pense-t-on, plus précisément les propriétés thermoélectriques du matériau. La découverte des chercheurs de Caltech et de l'Université de Tokyo, contredit ces affirmations : "l'approximation de bande rigide" est en fait la méthode la plus précise. Utilisant cette dernière méthode, ils ont en effet prédit plus précisément les propriétés de l'un des matériaux thermoélectriques les plus connus, le tellure de plomb dopé au sodium, potassium ou thallium. Ils expliquent que la méthode de supercellule décrit uniquement les matériaux thermoélectriques contenant certains types de dopants car elle ne prend pas en compte les différents défauts présents dans les matériaux réels.

Cette découverte est encourageante, car elle permettra aux chercheurs d'identifier plus rapidement les compositions des alliages ayant les propriétés thermoélectriques les plus prometteuses.

UN ALLIAGE NON TOXIQUE ET PARTICULIÈREMENT PERFORMANT

Un nouvel alliage thermoélectrique particulièrement performant, et composé de matériaux non toxiques, a récemment été réalisé par des physiciens de l'Université de Houston et du Centre pour la Superconductivité du Texas. Leur travail, menés en collaboration avec des chercheurs de l'Institut de Technologie du Massachusetts et du Collège de Boston, ont été publiés en juillet 2013 dans les comptes-rendus des Académies Nationales Scientifiques américaines.

Ce nouveau matériau, particulièrement performant pour la transformation chaleur-électricité, est un alliage de tellure d'étain, dopé à l'indium. Jusqu'ici le tellure a beaucoup été étudié pour ses excellentes propriétés thermoélectriques, mais peu utilisé commercialement car il avait toujours été associé à du plomb, lequel présente des risques pour la santé. L'équipe texane a réussi à réaliser un composé similaire mais plus sain en s'affranchissant du plomb. Après

plusieurs essais de dopants, ils ont trouvé que les propriétés thermoélectriques du tellure nanostructuré dopé à l'indium étaient les plus prometteuses. Les impuretés d'indium créent un phénomène de résonance permettant aux électrons de transporter en moyenne plus de chaleur, ce qui induit un "coefficient de Seebeck" plus élevé.

Les auteurs de l'étude travaillent maintenant à la réalisation d'un module thermoélectrique, dont l'intégration au sein de véhicules devrait permettre un gain de 5% sur le kilométrage, et l'intégration au sein de centrales électriques une augmentation de 10% du taux de conversion.

MATÉRIAUX THERMOÉLECTRIQUES ORGANIQUES UTILISATION DE SEMI-CONDUCTEURS ORGANIQUES

Des chercheurs de l'Université de Michigan (U-M) se sont intéressés à une classe spécifique de matériaux thermoélectriques, réalisés à partir de semiconducteurs organiques. Alors que ces composés n'étaient jusque là pas considérés comme de bons candidats pour la réalisation de modules thermoélectriques à cause de leur faible facteur de mérite, l'étude publiée en mai 2013 par l'équipe de l'U-M montre qu'ils sont parvenus à en doubler l'efficacité.

L'intérêt d'utiliser des semiconducteurs organiques provient de ce que ces composés riches en carbone sont relativement peu chers, abondants, légers et résistants. Jusqu'ici, leur facteur de mérite était cependant de l'ordre de 0,25, soit un quart de celui des semiconducteurs inorganiques couramment utilisés. Avec la nouvelle méthode proposée par les chercheurs de l'U-M, cette valeur vient de battre un record de 0,42, soit une amélioration de 70%. Pour cela, ils ont utilisé un mélange de deux polymères, "PEDOT-PSS" : le polymère conjugué PEDOT et le polyélectrolyte PSS. Ce composé a été précédemment utilisé en tant qu'électrode transparente pour des dispositifs tels que des LEDs et des cellules solaires organiques, ainsi qu'en tant qu'agent antistatique pour des matériaux tels que les films photographiques.

L'étude explique que lors du dopage du PEDOT par PSS, seule une petite fraction des molécules de PSS se lie au matériau hôte PEDOT. Alors que ces molécules de PSS

liées améliorent la conductivité électrique du matériau, le reste des molécules PSS non ionisées et inactives, produisent l'effet inverse : elles séparent les unes des autres les molécules de PEDOT, rendant le passage des électrons d'une molécule de PEDOT à l'autre plus difficile. Pour s'affranchir de cet inconvénient, les chercheurs ont restructuré le matériau à l'échelle nanométrique. Ils ont alors trouvé un moyen de retirer certaines des molécules de PSS non ionisées du mélange grâce à l'utilisation de solvants spécifiques, entraînant ainsi une grosse augmentation à la fois de la conductivité électrique et de l'efficacité de conversion énergétique par thermoélectricité.

Il est intéressant de noter qu'à l'inverse des matériaux thermoélectriques inorganiques, pour lesquels un compromis doit être établi pour décider lequel des paramètres du facteur de mérite sera optimisé au dépend des autres, l'approche présentée ici dans le cas de matériaux thermoélectriques organiques montre une méthode qui optimise l'ensemble des paramètres à la fois.

Des applications intéressantes à cette nouvelle technologie pourraient voir le jour à moyen terme ; en particulier, la création d'une feuille flexible thermoélectrique qui pourrait se déployer ou s'enrouler autour d'objets chauds afin de générer de l'électricité ou de les refroidir.

L'INTÉRÊT D'UNE INTERFACE ORGANIQUE/INORGANIQUE

Une autre équipe, du Laboratoire Berkeley, s'est intéressée aux matériaux thermoélectriques fabriqués à partir de polymères et nanocristaux, qui présentent l'intérêt d'être significativement moins chers à fabriquer que les matériaux thermoélectriques traditionnels. Ils ont ainsi réalisé un matériau composite dont la performance thermoélectrique est meilleure que l'addition des performances de chacun de ses composants. Leur étude a été publiée en mars 2013 dans le journal *Advanced Materials*. Le matériau a été réalisé à partir de nanofils de tellure et du polymère conducteur PEDOT:PSS. Afin d'expliquer ce résultat, les chercheurs ont modélisé leurs films en les assimilant à un composite comportant trois matériaux : les nanofils, le volume du polymère

et une nouvelle phase interfaciale polymère/nanocristal présentant une conductivité électrique accrue.

Ainsi la découverte de cette nouvelle phase à l'interface, ayant un caractère hautement conducteur, ouvre la voie à de nouvelles méthodes pour l'amélioration des matériaux thermoélectriques hybrides. Il est intéressant de noter que ce résultat peut aussi être utilisé à d'autres matériaux composites polymère/nanocristal, notamment ceux utilisés dans le domaine du photovoltaïque, des batteries et du stockage de l'hydrogène.

INNOVATION REMARQUABLE : UNE NOUVELLE MÉTHODE D'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES

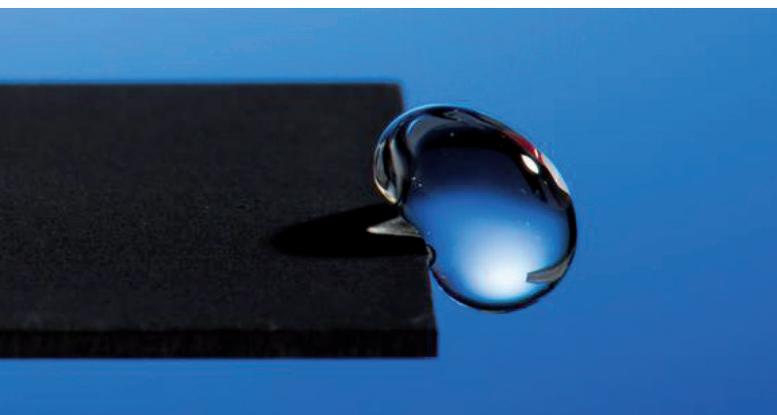
En mars 2013, des chercheurs du MIT et de l'Université Rutgers ont présenté dans le journal *Advanced Materials* une nouvelle méthode permettant d'augmenter les performances thermoélectriques des matériaux, grâce à l'utilisation de nanocomposites dont ils contrôlent la composition, les dimensions et la densité des nanoparticules incluses. L'étude est pour l'instant uniquement théorique, et présente la simulation numérique d'un tel matériau, montrant comment optimiser son facteur de mérite en jouant sur chacun des paramètres du facteur.

Un nouveau concept y est présenté, dans lequel les chercheurs profitent d'un phénomène d'antirésonance pour laisser passer les électrons de plus haute énergie dans le matériau tandis que les phonons (particules virtuelles transportant la chaleur) sont arrêtés par les nanoparticules car de moindre énergie. De plus, les nanoparticules qui "attrapent" les phonons s'avèrent même aider le passage des électrons. La prochaine étape du travail sera donc de réaliser de premiers dispositifs tests, pour lesquels de nombreux challenges expérimentaux demeurent.

Source : bulletins-electroniques

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

L'AVENIR DE LA SUPER-HYDROPHOBIE



Plutôt que d'imaginer un énième revêtement super-hydrophobe, une équipe américaine a décidé de s'attaquer au problème de l'hydrophobie sous un autre angle en gravant au laser la surface d'un matériau. Explications et vidéos.

Il y a quelques années, une équipe de chercheurs de l'**institut d'optique de l'université de Rochester**, dans l'État de New-York, est parvenue à développer un procédé permettant de rendre **super-hydrophile** différents matériaux. Leur succès fut si grand, et la super-hydrophilie si forte que, dans certains cas, l'eau pouvait jusqu'à défier la gravité en remontant doucement le long d'une surface traitée. Non-contents de leur découverte et conscients des parallèles à effectuer, les chercheurs se sont lancés un défi, en travaillant d'arrachepied... sur le pendant hydrophobe de cette technologie.

Et leur approche a le mérite d'être pour le moins innovante. En lieu et place des habituels revêtements chimiques (que l'on peut retrouver, par exemple, sous forme de spray), l'équipe menée par le professeur Chunlei Guo a décidé d'appuyer sur un autre levier, en modifiant la surface-même des matériaux à traiter via une technique particulière de micro-gravure au laser. Le motif, unique, change la structure de la surface à la fois à l'échelle micro et à l'échelle nano.

La technique présente quelques sérieux avantages si on la compare aux revêtements super-hydrophobes traditionnels : une hydrophobie maximale, sans plus avoir besoin de se soucier de la dégradation des couches sur la surface traitée. D'après

le professeur Chunlei Guo, il faudrait incliner la surface d'une poêle en Téflon de 70° pour qu'une goutte d'eau se mette à glisser, alors qu'il suffit d'une inclinaison presque négligeable pour se débarrasser des gouttelettes sur la nouvelle surface gravée au laser.

Pour rappel, l'hydrophobie se définit assez simplement : l'angle de contact d'une goutte d'eau, lorsqu'elle est sur une surface plane (localement), doit dépasser les 90 degrés. Au-delà de 150°, la surface est alors considérée comme étant super-hydrophobe. Un angle de contact égal à 180° signifie que la goutte d'eau est complètement sphérique, repoussant la zone de contact jusqu'à un simple point. À titre d'exemple, le Téflon d'une poêle n'est qu'hydrophobe, l'angle de contact moyen étant de 95°.

La super-hydrophobie présente de nombreux intérêts : outre ses évidentes qualités d'imperméabilisation, elle permet de lutter assez efficacement contre le gel, souvent fatal pour les isolants électriques, les lignes à haute-tension, ou le revêtement des ailes d'un avion. Elle est également efficace pour lutter contre la corrosion, et fournirait une option intéressante dans les domaines de la santé et de l'hygiène.

Par Rahman Moonzur

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

QUELS MATÉRIAUX POUR LES ROUTES DU FUTUR ?

La mobilité 2.0 émerge en France. L'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) s'intéresse à la route intelligente depuis quelques années et a lancé le projet "R5G" pour développer la route communicante de demain. Mais quels matériaux utilise-t-on pour rendre ces routes intelligentes ?

Les innovations sont importantes. Demain, la route sera sûrement composée de matériaux innovants lui permettant de s'auto-réparer et d'être autonome en énergie. La chaussée sera chauffante ou refroidissante en fonction des conditions météorologiques. Elle fera également la part belle aux matériaux bio-sourcés pour remplacer les matériaux d'origine pétrolière.

VERS UNE ROUTE DE L'AUTO-DIAGNOSTIC

Bientôt, la route pourra auto-diagnostiquer une déformation de la chaussée ou envoyer des informations sur le trafic. Pour ce faire, elle renfermera des capteurs de déformation interconnectés, des fibres optiques ou des nanomatériaux.

Incorporée au niveau de la bande de roulement, la fibre optique peut mesurer les déformations. Les changements de fréquence de la lumière à l'intérieur de la fibre témoignent en effet de déformations précoces et permettent d'agir pour éviter des dégradations plus importantes. L'auto-diagnostic pourrait aussi se faire grâce à des nanocomposites présentant des propriétés piézoélectriques. L'idée est alors de déposer une couche d'un nanocomposite à base d'argile, de



graphite et de nanotubes de carbone dans la couche de roulement. Ainsi, dès qu'une pression s'exerce sur la chaussée, le nanocomposite génère un courant électrique entre deux électrodes en aluminium. Une fois les signaux traités, cela permet d'avoir une image de l'état de la route ou du trafic.

LA ROUTE SERA-T-ELLE SOLAIRE ?

Demain, les routes seront peut-être transparentes ou semi-transparentes, enfermant des capteurs photovoltaïques sous la surface de chaussée. Le projet Solar roadways aux Etats-Unis et Solar road aux Pays-Bas sont les plus avancés. Les Pays-Bas viennent d'ailleurs d'inaugurer une piste cyclable solaire renfermant des panneaux photovoltaïques et une surface de chaussée en verre.

L'Ifsttar travaille également sur ce sujet depuis 2012. "On travaille sur des revêtements en verre pilé qui ressemblent à

du béton bitumineux classique, avec un aspect semi-transparent. Le liant entre le verre pilé est soit végétal soit une résine classique", confie Nicolas Hautière, Directeur de projet R5G à l'Ifsttar. L'électricité produite pourra être injectée dans le réseau électrique public, alimenter les éclairages de la route ou recharger les batteries des véhicules électriques en roulant.

LA CHAUSSÉE CHAUFFANTE OU REFROIDISSANTE

Pour refroidir une route en été ou la dégivrer en hiver, l'Ifsttar envisage de faire circuler sous la chaussée un fluide caloporteur. "On vient transformer la route en pompe à chaleur", présente Nicolas Hautière. "On vient faire un échangeur de chaleur entre la couche de chaussée et le sous-sol : en été, le fluide chauffe au contact du soleil et transporte la chaleur au sous-sol. L'hiver, c'est l'inverse, on fait monter la chaleur pour réchauffer la chaussée", résume Nicolas Hautière. L'Ifsttar mène actuellement un test sur ce procédé à Aigleton, sur le site de l'Ecole d'Application aux métiers des Travaux Publics (EATP).

Pour une meilleure adaptation au changement climatique, les chercheurs revisitent également le concept de "chaussée-réservoir" ou "chaussée-poreuse", technologie datant des années 1980. Ces chaussées permettent de stocker les eaux pluviales dans le corps de chaussée. Cela permet de réguler l'écoulement des eaux, afin de ne pas saturer le réseau d'eaux pluviales et éviter ainsi les risques d'inondations en cas de fortes pluies.

DES MATÉRIAUX DE PLUS EN PLUS BIO-SOURCÉS

Rappelons-le, le béton est un mélange de granulés (gravillons, sables...) et d'un liant permettant de les agglomérer. Ce liant est souvent du bitume, un mélange très visqueux d'hydrocarbures.

Le matériau de la route du future se doit donc d'être plus écologique. L'Ifsttar travaille sur des matériaux comprenant

des liants bio-sourcés, notamment à base de micro-algues, pour préparer l'ère post-pétrole. "Si la filière micro-algues se met en place pour produire des biocarburants, nous pourrions utiliser les déchets de production pour faire des liants pour les routes", assure Nicolas Hautière. "Cela permettra de remplacer les liants bitumineux issus du bas de la chaîne de raffinage du pétrole, par un liant naturel d'origine micro-algale", précise-t-il. Cet enjeu a été exploré dans le cadre du projet Algoroute.

C'EST POUR QUAND ET À QUEL PRIX ?

"Les technologies vont se déployer petit à petit", prévoit Nicolas Hautière. La rapidité de diffusion des innovations dépendra des industriels, des financements, des politiques et de l'acceptabilité de la société. "Si l'on veut passer à grande échelle sur des démonstrateurs sur des routes circulées, l'obstacle n'est plus le financement, mais le politique", défend-il.

Ces démonstrateurs devront intégrer plusieurs sous-ensembles de ces innovations. Il faudra évaluer la synergie entre les solutions techniques, mais également identifier les éventuels problèmes de mises en œuvre simultanées. Les premiers transferts industriels à grande échelle sont prévus d'ici 2020.

Quels en seront les coûts et comment les travaux seront-ils financés? C'est la grande inconnue pour le moment. Malheureusement, la mise au ban de l'écotaxe n'est pas actuellement une bonne nouvelle pour le financement de ces infrastructures. Il faudra donc rapidement concevoir de nouveaux outils de politiques publiques pour financer le déploiement des différentes combinaisons innovantes de la R5G à l'ensemble du territoire. Une chose est néanmoins sûre : "Si l'on arrive à faire des choses plus intégrées, préfabriquées et diffusées à grandes échelles, cela coûtera moins cher que d'avoir des technologies indépendantes les unes des autres qui se développent une à une", affirme Nicolas Hautière.

Plusieurs autres questions demeurent : Quelle sera la durée de vie de ces technologies par rapport à l'infrastructure ? Comment traiter les données (big data) lorsque ces routes

seront généralisées ? Faut-il privilégier le réseau autoroutier, les routes nationales ou les routes urbaines ? Comment prioriser les zones à installer ? Tout autant de défis à relever. Alors, la route de demain comprendra-t-elle une chaussée transparente, sous laquelle se trouveront des panneaux solaires, un fluide caloporteur, des capteurs et des matériaux bio-sourcés ? Réponse prochainement !

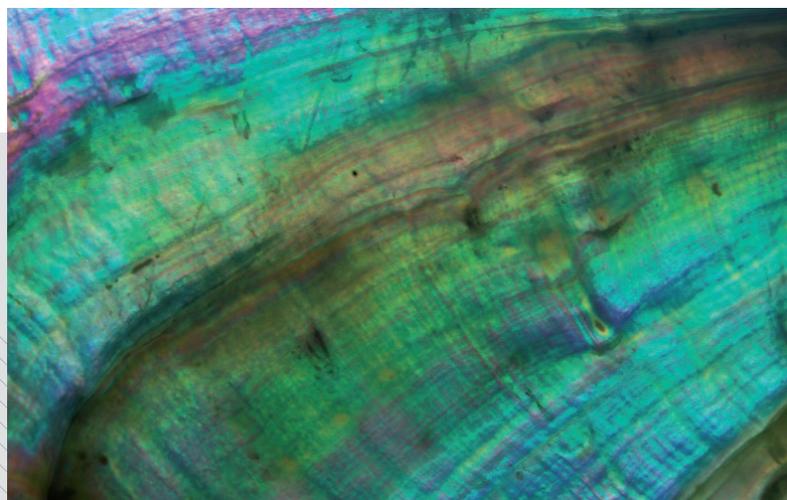
La route de 5^e génération permettra aussi de mieux gérer le trafic en faisant communiquer les véhicules entre eux et avec les infrastructures. Mais ceci est un autre défi que nous vous avons déjà raconté..

Par Matthieu Combe

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

UNE NACRE ARTIFICIELLE PARTICULIÈREMENT TENACE

En intégrant une étape de congélation au procédé, il est possible d'obtenir des céramiques dix fois plus tenaces.



Une fois encore, la nature inspire les chercheurs. Cette fois, il s'agit de la nacre des ormeaux. Celle-ci est composée à 95% de carbonate de calcium, matériau de nature fragile. Pourtant, la nacre possède une ténacité importante. C'est justement cette capacité à résister à la propagation d'une fissure qui a inspiré les auteurs de l'étude. Parus dans *Nature Materials*, les travaux des équipes du Laboratoire de synthèse et fonctionnalisation des céramiques (CNRS/Saint-Gobain), en collaboration avec le Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement (CNRS/ENS de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1) et le laboratoire Matériaux : ingénierie et science (CNRS/INSA Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1) révèlent comment obtenir de façon artificielle les mêmes caractéristiques que la nacre des bi-valves.

Le secret de fabrication ? Un passage au frigo ! Les chercheurs ont utilisé de l'alumine, une céramique standard, qu'ils ont placé en suspension dans de l'eau, puis refroidi. Ce faisant, la croissance a conduit à un auto-assemblage sous forme d'un empilement de plaquettes. Une dernière étape de densification à haute température a conclu la fabrication de cette nacre artificielle.

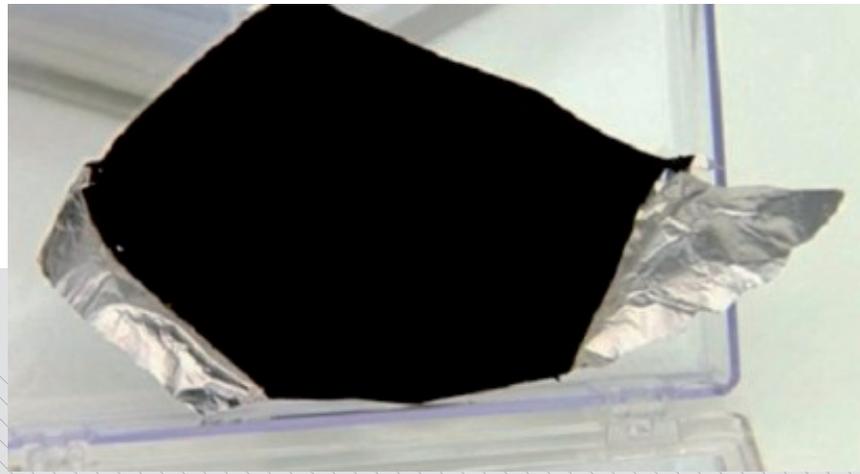
Grâce à ce procédé innovant, les scientifiques ont produit un matériau dix fois plus tenace qu'une céramique à base d'alumine. De plus, n'importe quelle poudre céramique sous forme de plaquettes peut se soumettre à ce processus d'auto-assemblage. L'obtention de céramiques libérées de leur fragilité pourrait conduire à la fabrication de pièces de plus petite taille et plus légères puisque plus tenaces à égale densité, et donc aboutir à une diminution des coûts de production pour les applications industrielles.

Par Audrey Loubens, journaliste scientifique

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

VANTABLACK, LE MATÉRIAU LE PLUS NOIR JAMAIS FABRIQUÉ

La Nasa est battue. Désormais c'est le Vantablack développé par Surrey Nanosystem qui est le matériau le plus noir sur Terre avec une absorption atteignant 99,965% de la lumière.



Encore mieux que le Super black de la Nasa qui absorbait déjà 99 % de la lumière. La société britannique dame le pion aux américains avec son produit lui aussi bâti à partir de nanotubes de carbone.

Comment atteindre un tel niveau de « noir » ? Toute la magie réside dans le traitement réservé aux particules de lumières qui ont l'imprudence de pénétrer dans le Vantablack. Car quand un photon frappe le Vantablack, il rebondi entre les nanotubes pour y être absorbé et converti en chaleur. Voilà comment la lumière pénètre le matériau pour ne plus jamais en ressortir.

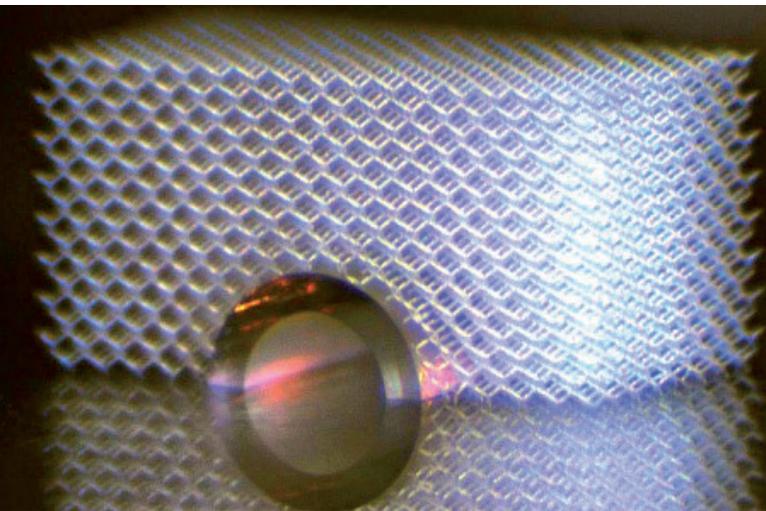
Il aura fallu deux années d'études pour mettre au point ce matériau noir et réussir à faire croître ces nanotubes sur des structures en aluminium et des capteurs pyroélectriques. Les applications visées sont liées à l'imagerie, comme par exemple améliorer la capacité des télescopes à voir des étoiles au signal particulièrement faible. Le Vantablack peut se retrouver à recouvrir des capteurs optiques ou des déflecteurs.

Mais le Vantablack possède d'autres atouts comme une conduction de la chaleur supérieure à celle du cuivre et une capacité de traction dix fois plus grande que celle de l'acier. En absorbant 99,965 % de la lumière, le Vantablack est perçu comme un trou, une absence de matière. Même si sa surface présente des courbes, un individu ne verra rien d'autre qu'un vide ou une surface noire en 2D. Des applications militaires seraient aussi à l'étude du fait de ses propriétés optiques hors norme, mais tout ceci reste top secret.

Par Audrey Loubens, journaliste scientifique

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

UN NOUVEAU MATÉRIAU SIMULE LA CAPE D'INVISIBILITÉ



Ces dernières années, différents types de matériaux agissant en tant que "cape d'invisibilité" ont été développés. Suivant les applications, ces matériaux peuvent être "transparents" à la lumière, à la chaleur ou au son. Une équipe du KIT vient de développer une "cape" qui, cette fois, dissimule un objet qui ne sera pas ressenti en surface du matériau et ne sera pas détectable par des appareils de mesure de force.

Cette sorte de cape d'invisibilité mécanique est constituée d'un méta-matériau polymère présentant une microstructure spéciale. La clé du développement a été la précision de la microstructure réalisée. Le matériau cristallin a été créé avec une précision inférieure au micromètre, de manière à atteindre les propriétés mécaniques souhaitées.

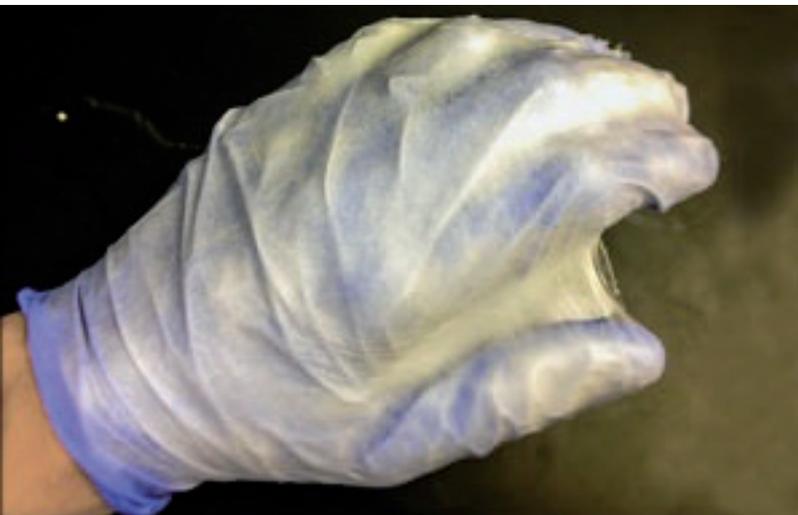
Lors des premiers tests effectués, un demi-cylindre dur a été inséré dans le matériau. La structure du méta-matériau redirige les forces exercées par le doigt ou l'instrument de mesure de manière à dissimuler le demi-cylindre. A l'inverse, si une mousse légère ou plusieurs couches de coton étaient placées au-dessus du demi-cylindre, celui-ci serait difficile à ressentir en surface mais toujours détectable.

Le développement de ce matériau, complexe, a été permis par une méthode d'écriture laser directe mise au point par une spin-off du KIT, Nanoscribe. Le polymère artificiel a été choisi pour ses caractéristiques mécaniques spécifiques : dur à la pression, élastique au cisaillement. Des applications seront possibles d'ici quelques années, afin de produire des matériaux dont on maîtrisera parfaitement les caractéristiques mécaniques.

Source : bulletins-electroniques

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

LES NANOFIBRES ET LA NOUVELLE GÉNÉRATION DE PANSEMENTS



Le rapide développement de la recherche dans le domaine des nanotechnologies a su amener son lot de progrès majeurs et de mini-révolutions. Pourtant, il reste encore un fossé entre l'engouement que les applications potentielles peuvent – légitimement – susciter et les applications actuellement « tangibles » pour tout un chacun, celles qui sont déjà ou qui se trouvent en passe d'être directement ou indirectement dans le commerce, mais qui se réduisent pour le moment à peau de chagrin.

Au nombre des applications tangibles, on retrouve par exemple l'utilisation de nanoparticules d'oxyde de cérium comme catalyseur de carburant, ou bien comme élément limitant la perméabilité de l'intestin à certains radionucléides. Plus proche de nous encore, l'émergence des pansements « liquides », favorisant la cicatrisation et agissant comme une seconde peau, est la preuve que le domaine médical est l'un des terrains de jeu les plus stimulants pour la recherche en nanotechnologie.

NANOFIBRES POLYMÉRIQUES BIODÉGRADABLES

Ces pansements liquides s'inscrivent dans la droite lignée de l'évolution des bandages et des sutures légères, se positionnant comme d'efficaces compléments mais ne permettant pas encore de remplacer les points traditionnels, lorsqu'il est nécessaire de recoudre une plaie plus ou moins profonde,

qu'elle soit due à une intervention chirurgicale ou en solution d'appoint sur une blessure.

Les chercheurs se sont rapidement orientés vers l'utilisation de nanofibres de polymère, d'abord sous la forme d'une pâte collante puis sous la forme d'une couche plus ou moins épaisse et biodégradable, à appliquer localement sur une incision immédiatement après l'intervention ou sur une blessure, afin de sceller la plaie tout en favorisant la guérison.

Pour autant, les moyens utilisés jusqu'à présent pour l'application de cette couche sont complexes, et ne seraient pas ou peu compatibles avec le bon fonctionnement de nos cellules et de nos tissus biologiques.

PULVÉRISER LES NANOFIBRES À L'AIDE D'UN AÉROGRAPHE

Une équipe de chercheurs de l'université du Maryland (College Park) aurait résolu ce problème de manière peu

orthodoxe, en parvenant à pulvériser les nanofibres polymériques directement sur les tissus, à l'aide d'un aérographe sorti tout droit... d'une quincaillerie. Pour les néophytes et les bricoleurs du dimanche, un aérographe est un pistolet à peinture de la taille d'un stylo permettant de peindre une surface sans contact avec celle-ci, grâce à un compresseur ou à une bombe d'air comprimé.

IMPLANTS BIODÉGRADABLES ET MATRICE DE SOUTIEN

Ces nanofibres polymériques auraient montré un fabuleux potentiel, non seulement dans le domaine chirurgical, mais elles constitueraient également le matériau idéal pour créer des implants biodégradables permettant de libérer des molécules et substances médicamenteuses, assurant une diffusion régulière sans nécessiter d'intervention supplémentaire pour s'en débarrasser.

Elles pourraient enfin avoir un rôle à jouer en ingénierie tissulaire, servant de matrice de soutien lors de la création de substituts de tissus fonctionnels avant d'être implantés, ou stimulant la régénération de tissus déficients.

LE FILAGE ÉLECTROSTATIQUE OU « ELECTROSPINNING »

La fabrication des nanofibres nécessite le recours à un procédé complexe, le filage électrostatique ou « electrospinning » – une technique consistant à dissoudre un polymère dans un solvant à concentration donnée et à intro-

duire cette solution dans un champ électrique intense *via* une aiguille métallique, d'après N. Khenoussi, de l'université de Mulhouse. Ce procédé ne serait pas sans conséquence et abîmerait très sérieusement les cellules vivantes si les nanofibres étaient fabriquées *in situ*. C'est en imaginant un moyen de créer ce matériau directement sur le tissu que Peter Kofinas, bio-ingénieur américain ayant dirigé l'équipe universitaire, a pensé à utiliser un aérographe.

« Utiliser un aérographe pour appliquer des bio-matériaux directement sur les tissus est une perspective alléchante », s'enthousiasme même Jeffrey M. Karp, une sommité de l'université de Harvard et du Massachusetts Institute of Technology (MIT).

PLGA ET ACÉTONE

Une fois arrêté le choix de Kofinas sur un polymère dérivé des acides lactiques et glycoliques (PLGA), l'équipe de chercheurs s'est échinée à concocter une préparation compatible avec l'aérographe, influant sur le poids moléculaire du polymère et sur la concentration en acétone (le solvant) pour aboutir à la production d'une fibre d'environ 370 nanomètres de diamètre. L'acétone aurait, selon Kofinas, la bonne idée de s'évaporer avant d'atteindre la peau, suggérant donc qu'il n'y aurait plus de problème de toxicité à craindre. Les nanofibres testées ont permis de refermer des entailles sur un poumon, le foie et l'intestin d'un cochon. Leur biodégradation serait complète sur une période de quarante-deux jours.

Par Rahman Moonzur

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

L'UPSALITE, DE LA MAGNÉSIE DE SYNTHÈSE ULTRA-ABSORBANTE

Ce nouveau matériau est plus absorbant que la magnésie naturelle.



Comme cela arrive parfois en sciences, cette découverte est due au hasard. Des chercheurs suédois un peu têtes en l'air n'ont pas rangé leur matériel expérimental avant de partir en week-end.

Quelle ne fut pas leur surprise le lundi matin de retrouver dans la chambre à réaction en lieu et place de résidus un gel rigide inconnu. Ils décident alors de le laisser sécher. En y regardant de plus près, les scientifiques de l'université d'Uppsala ont découvert qu'il s'agissait de carbonate de magnésium $MgCO_3$. Une première surprise puisqu'à ce jour, le carbonate de magnésium n'avait jamais été synthétisé sans eau et à température ambiante.

Mais cette première fabrication de magnésie anhydre s'accompagne d'une autre découverte : cette forme est bien plus absorbante que toute autre forme naturelle. La raison de cette très importante capacité d'absorption est due à l'existence de mesopores, qui procurent à l'Upsalite une très importante surface de $800m^2/g$.

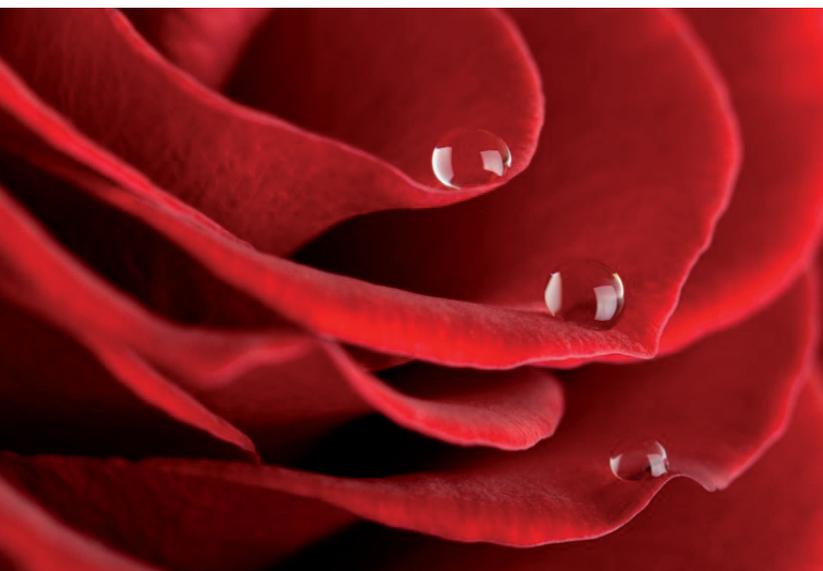
La synthèse de l'Upsalite est très simple et peu coûteuse : de l'oxyde de magnésium et du dioxyde de carbone dissous dans du méthanol. Une recette facile qui devrait contribuer à l'essor de ce tout nouveau matériau de synthèse, l'Upsalite, baptisé en référence à l'université suédoise hébergeant l'équipe à l'origine de la découverte.

Un tel pouvoir absorbant pourrait faire la joie de l'industrie électronique ou pharmaceutique, en perpétuelles recherche d'un meilleur contrôle de l'humidité. Cette poudre ultra-absorbante pourrait aussi servir à capturer des toxines ou d'autres produits toxiques.

Par Audrey Loubens, journaliste scientifique

ENCORE EN PHASE DE RECHERCHE

UN NOUVEAU MATÉRIAU DIRECTEMENT INSPIRÉ DES... ROSES



Des chercheurs australiens ont mis au point un nouveau matériau anti-condensation. Comme sur les pétales de roses, les gouttes restent immobiles.

Romantiques les scientifiques ? A en croire leur trouvaille, on pourrait le penser. En effet, pour mettre au point un matériau anti-condensation, ils se sont inspirés des roses, ces fleurs à la surface de laquelle les gouttelettes ne s'écoulent pas. Pour mimer cette propriété, les chercheurs de l'université de Sydney ont utilisé des particules de type « framboise ». Ces particules sont composées d'un cœur de polystyrène de 850nm de diamètre autour duquel sont disposés des nanoparticules de polymères de tailles différentes, elles-mêmes intercalées avec des amines chargées positivement. Les particules « framboise » sont ensuite agglomérées ensemble par couplage covalent.

Un tel procédé permet donc de synthétiser des particules hybrides de type « framboise », à l'origine d'un nouveau matériau particulièrement hydrophobe, à la surface duquel une goutte ne coulera pas mais restera immobile. Une reproduction fidèle des propriétés des pétales de rose. Grâce à ce protocole de fabrication, ce matériau anti-condensation pourrait donc servir dans les avions pour réduire la condensation, ou aider à prévenir la moisissure.

Par Audrey Loubens, journaliste scientifique

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

QUI SOMMES-NOUS ?

Fondées en 1946 et membres du groupe Weka depuis 1996, les Éditions T.I. sont un leader incontesté de l'information scientifique et technique. Intégrées depuis leur création au paysage mondial de la documentation francophone, elles se déclinent aujourd'hui en deux grandes activités :

- La publication de ressources documentaires de référence (Dossiers fondamentaux, Fiches et outils pratiques », Services associés, articles de Veille & Actualités, etc.)
- Un service de conseil en ingénierie technologique : « Conseil et Formation »

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR C'EST :

- La plus importante collection documentaire technique et scientifique en langue française,
- Un département dédié à la formation, externe et interne,
- Un acteur majeur du conseil pour l'industrie française et la recherche,
- Le partenaire de référence qui accompagne les industriels français dans leurs projets depuis 60 ans.

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR EN QUELQUES CHIFFRES :

- Une référence pour les ingénieurs depuis plus de 60 ans,
- Plus de 400 bases documentaires,
- Un réseau de 3 500 experts,
- Plus de 8 000 articles de base documentaire (ou scientifiques), dont 3 000 articles d'archives,
- Près de 2 000 articles d'actualité,
- Plus de 700 fiches de mise en application pratique,
- Un bouquet de 9 services,
- Plus de 300 000 utilisateurs,
- Plus d'un million de pages vues chaque mois sur www.techniques-ingenieur.fr.

LES THÉMATIQUES COUVERTES :

Sciences fondamentales | Génie industriel | Procédés Chimie Agro Bio | Mesures Analyse
Matériaux | Mécanique | Énergies | Électronique Photonique | Technologies de l'information
Construction | Innovation | Environnement

EDITIONS TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR (E.T.I.)

IMMEUBLE PLEYAD 1 – 39, BOULEVARD ORNANO 93200 SAINT-DENIS FRANCE

TÉLÉPHONE : 01 53 35 20 00

MAIL : ACTUS@TECHING.COM

WWW.TECHNIQUES-INGENIEUR.FR
