



DURABILITÉ DES MATÉRIAUX :

QUELS ENJEUX POUR LES INDUSTRIELS ?

septembre / 2016

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	3
PENSER LA DURABILITÉ EN AMONT	4
▪ DES SÉDIMENTS COMME SOURCE ALTERNATIVE À L'ARGILE DES CARRIÈRES	4
▪ MICRO-ALGUES : TOUJOURS DANS LA COURSE AUX BIOCARBURANTS ?	6
▪ VOITURES ÉLECTRIQUES : UNE NOUVELLE BATTERIE AU LITHIUM ATTEINT 200 000 CYCLES	8
LA RECYCLABILITÉ PIERRE ANGULAIRE DES MATÉRIAUX INNOVANTS	10
▪ PHBOTTLE : DU JUS DEVIENT BOUTEILLE !	10
▪ AGROALIMENTAIRE : LA PEAU DE TOMATE TRANSFORMÉE EN BIOPLASTIQUE	11
▪ TEXTILES : ECONYL, DES DÉCHETS TRANSFORMÉS EN NYLON	12
POUR ALLER PLUS LOIN	14
▪ L'ADN ET LE QUARTZ POUR STOCKER NOS DONNÉES POUR L'ÉTERNITÉ	14
▪ DU BOIS TRANSPARENT POUR LA MAISON DU FUTUR ?	16
▪ LE GRAPHÈNE : MATÉRIAU DU XXIÈME SIÈCLE ?	18

INTRODUCTION

Les enjeux autour de la durabilité des matériaux ont évolué. Si les premiers matériaux durables s'inscrivaient avant tout dans une tendance écologique, on attachait encore peu d'importance à leur cycle de vie. Désormais, la durabilité dans son ensemble - recyclabilité, cycle de vie, performances - est au cœur des préoccupations des industriels, et la demande émane aujourd'hui de l'ensemble des secteurs. Zoom sur un marché ultra-concurrentiel.

PENSER LA DURABILITÉ EN AMONT

DES SÉDIMENTS COMME SOURCE ALTERNATIVE À L'ARGILE DES CARRIÈRES



Pour diminuer l'impact environnemental lié à l'extraction des argiles de carrières, la filière de fabrication de tuiles et briques envisage de recourir aux sédiments fins naturels qui se déposent dans les ports ou les barrages.

Comme toutes les filières qui s'appuient sur l'exploitation des ressources naturelles, l'industrie de la terre cuite planche depuis des années pour réduire son impact environnemental et diminuer le prélèvement des ressources. Le centre technique des matériaux naturels de construction (CTMNC) a ainsi soutenu la [thèse de Frédéric Haurine](#) qui montre qu'il est envisageable d'utiliser les argiles qui se déposent dans les cours d'eau associés aux ouvrages hydrauliques tels que les ports, les barrages ou les écluses pour remplacer une partie des argiles extraites des car-

rières.

Une ressource abondante

La consommation annuelle de matières premières argileuses par l'industrie de la terre cuite française pour la fabrication de tuiles, de briques ou de parements est de l'ordre de 7 Mt/an. Or, on évalue à quelques 40Mt les sédiments qui se déposent chaque année en France, dont 80% liés aux activités humaines. Bien sûr, tous ces sédiments ne conviennent pas une utilisation industrielle. Et comme il n'est pas envisageable de modifier les outils de production, l'objectif était de réussir à quantifier et caractériser les gisements de sédiments utilisables.

Avis favorable pour 25% de la ressource

Pour caractériser rapidement les sites de sédiments poten-

tiellement intéressants pour les industriels de la terre cuite, le chercheur a eu l'idée de développer un cadre minéralogique de référence (CMR) à partir des mélanges de production actuels. C'est grâce à la comparaison avec ce CMR que les sites potentiels ont pu être identifiés rapidement. Au final, 5Mm3 de sédiments qui remplissent les critères d'utilisation par l'industrie de la terre cuite se déposent chaque année. La consommation ne dépassant pas les 3,5 Mm3/an, cette ressource représente une alternative durable à l'argile des carrières. Même s'il reste encore à tester les différents gisements sur des installations industrielles pour ajuster les mélanges.

Des mélanges permettant des utilisations partielles

En outre, Frédéric Haurine, a aussi montré la possibilité d'utiliser des sédiments *a priori* non conformes. Par exemple, dans une [étude sur le bassin de la Durance](#), des sédiments ne remplissant pas forcément tous les critères ont été mélangés avec succès avec d'autres sédiments, dégraissants (chamotte, sables schisteux), ou aux propriétés complémentaires ou encore en les incorporant à un mélange avec des argiles de carrière. Démontrant ainsi que d'autres sites peuvent être utiles à limiter l'extraction des argiles dans des formations géologiques fossiles.

Par **Sophie Huguin**

25/05/2016

MICRO-ALGUES : TOUJOURS DANS LA COURSE AUX BIOCARBURANTS ?

Après le grand enthousiasme du début des années 2010, il a fallu se résigner. Les micro-algues comme solution miracle aux biocarburants de 3ème génération, ce n'était pas demain. Pour autant, les recherches avancent désormais à grand pas pour lever les derniers verrous technologiques ou économiques.

Au début des années 2010 beaucoup y ont cru. Les micro-algues seraient LA solution pour les biocarburants de 3ème génération. Avec un rendement à l'hectare incomparable par rapport aux plantes terrestres (au moins 5 fois plus que le blé par exemple), il n'y avait pas de doute, ça allait marcher. Oui, mais... c'était sans compter sur la baisse des prix du pétrole et les nombreux défis technologiques qu'il fallait passer pour rendre la filière économiquement viable.

Sélectionner les bonnes souches

On estime qu'il existe entre 200 000 et un million de souches de micro-algues, mais seules 30 000 sont décrites et une dizaine couramment utilisées pour la recherche. A l'instar des cultures terrestres, la sélection est essentielle pour atteindre une productivité maximale et devenir rentable. C'est donc l'un des axes majeurs de la recherche aujourd'hui. Que ce soit en France, sur la plateforme [Hélio-Biotec](#) par exemple ou d'autres centres scientifiques mondiaux, on cherche quelles sont les souches qui se reproduisent le plus vite, synthétisent le plus de biomasse ou comment les booster pour qu'elles le fassent.

Valoriser les sous-produits d'autres industries

Pour renforcer sa rentabilité, les pilotes et démonstrateurs semi-industriels de la filière micro-algues parient sur l'intégration dans des chaînes d'économie circulaire : utiliser les sous-produits, les déchets ou les rejets d'autres industries



pour alimenter les micro-algues ou leur environnement de culture. En France, par exemple, le projet [Trans'alg](#), à Libourne porté par la société Fermentalg, doit utiliser les sous-produits de la vinification ou d'autres cultures riches en carbone pour nourrir les algues. Quant au démonstrateur Cimentalgue, porté par Ciments Calcia et [Algosource Technologie](#), à St-Nazaire, il doit utiliser les effluents gazeux d'une cimenterie.

Que d'eau, que d'eau !

L'un des défis technico-économiques le plus important de l'exploitation des micro-algues est celui de l'eau. Car pour extraire efficacement leur production il faut s'en débarrasser. Et cela revient cher. Plusieurs voies de recherche sont actuellement testées : des techniques d'extraction par voie humide ([projet BioFat](#)), la liquéfaction hydrothermale (CEA) ou la culture à l'air libre avec très peu d'eau dans des photobioréacteurs. Les premiers résultats probants commencent à voir le jour.

Développer l'aval de la filière

Même si il faudra encore quelques années pour les algo-carburants soient utilisés de manière massive, il y a tout lieu de penser qu'une filière industrielle verra vraiment le jour, dès lors que la production présente un avantage environnemental. D'autant que la culture des micro-algues tend à se développer grâce à l'impulsion donnée par d'autres marchés à plus grande valeur ajoutée : cosmétiques, chimie verte, nutrition comme l'illustre la plateforme [Algo-solis](#) qui met en relation industriels et chercheurs autour de la culture et l'exploitation des micro-algues.

Par **Sophie Huguin**

25/05/2016

VOITURES ÉLECTRIQUES : UNE NOUVELLE BATTERIE AU LITHIUM ATTEINT 200 000 CYCLES

Par hasard, une étudiante californienne a découvert une méthode révolutionnaire pour allonger la durée de vie des batteries au lithium. La batterie d'un nouveau genre obtenue pourrait profiter à nos appareils, à commencer par les voitures électriques.

C'est totalement par hasard que [Mya Le Thai](#), étudiante en chimie à l'université de Californie d'Irvine (UCI), a découvert une méthode révolutionnaire pour [allonger la durée de vie des batteries au lithium](#). Elle réalisait alors une expérience, destinée à améliorer la résistance de ces batteries, qui sont utilisées par les objets de notre quotidien (smartphones, ordinateurs, tablettes), et dont la durée de vie oscille entre 5000 et 7000 cycles en moyenne.

Un gel pour "refaire le cycle des centaines de milliers de fois"

Alors que les chercheurs de son université, financés par le Département de l'Énergie américain, planchaient sur l'implantation de nano-fils d'or sur les batteries en lithium pour améliorer leur résistance - en vain, car ces fils, très conducteurs, sont aussi très fragiles et se détériorent trop vite pour allonger durablement les cycles de charge -, Mya Le Thai a "enduit ces nano-fils d'une couche de gel très mince", [explique le président du département de chimie de l'UCI](#), Reginald Penner. Hasard total, puisque c'est par inadvertance que l'étudiante a en réalité laissé ce gel de plexiglas, qu'elle avait sur les mains suite à une précédente opération d'électrolyse, sur les nanofils d'or.

Suite à cet instant de grâce, Mya Le Thai a alors "découvert qu'en utilisant ce gel (qui protégeait la batterie), elle pouvait refaire le cycle des centaines de milliers de fois sans perdre

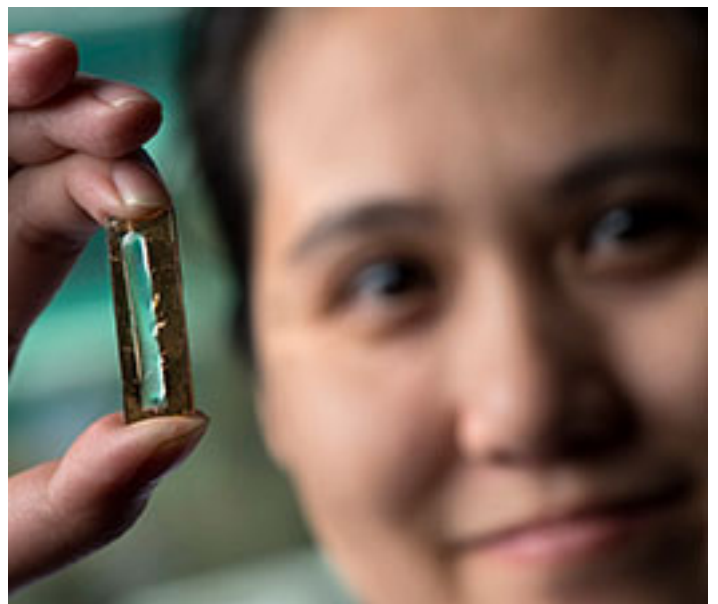
de capacité", indique Reginald Penner.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=IzFzBpwl8aU>

Une batterie qui tient 30 fois plus longtemps

Les chercheurs de l'UCI ont renouvelé l'expérience. Ils ont ainsi entouré des électrodes de nano-fils en or, qu'ils ont placé dans une gaine de dioxyde de manganèse, avant de remplacer le lithium par un gel électrolyte, similaire à du Plexiglas gélatineux. Selon les scientifiques, ces électrodes renforcées ne sont plus sujettes aux fissures rencontrées sur les électrodes classiques : ainsi, le gel "plastifie" l'oxyde de métal, le rendant plus souple, et permettant aux nano-fils de résister davantage.

La batterie obtenue tient près de 30 fois plus longtemps que



les batteries au lithium classiques, tenant 200 000 cycles, avec une dégradation de seulement 5 % de ses capacités. Les chercheurs de l'université de Californie effectuent des tests pour tenter de comprendre les causes de cette durée de vie prodigieuse, qu'ils n'arrivent pas encore à expliquer.

Alors qu'une batterie Li-Ion classique atteint difficilement 5000 à 7000 recharges, cette batterie révolutionnaire a supporté 200 000 recharges sur 3 mois. Commercialisée, généralisée, elle pourrait être utilisée dans nos appareils du quotidien, mais aussi dans les voitures électriques, qui réclament plus que jamais des batteries toujours plus résistantes.

Par **Fabien Soyez**

25/05/2016

LA RECYCLABILITÉ PIERRE ANGULAIRE DES MATÉRIAUX INNOVANTS

PHBOTTLE : DU JUS DEVIENT BOUTEILLE !

Le projet européen PHBOTTLE a permis de mettre au point un prototype d'emballage en bioplastique PHB, obtenu à partir des eaux usées de l'industrie des jus de fruits. Après plus de 4 années de recherche et développement, voici une bouteille, sans plastique d'origine fossile, qui servira à emballer... des jus de fruits !

Le consortium international du projet PHBOTTLE, coordonné par le Centre de technologie AINIA (Espagne), a dévoilé fin avril le premier prototype d'emballage obtenu grâce aux eaux usées de l'industrie des jus de fruits. Concrètement, il s'agit d'une bouteille en PolyHydroxyButyrate (PHB), un **polymère biodégradable** obtenu ici par fermentation microbienne de la matière organique contenue dans ces eaux usées. Cette matière organique contient jusqu'à 70 % de sucres – glucose, fructose et maltose –, soit 20 g/L. Par ailleurs, les chercheurs ont incorporé au PHB produit des microcapsules d'antioxydants par le procédé de micro-encapsulation. Ces microcapsules agissent en tant que matériau de paroi et permettent la libération lente d'antioxydants, ce qui retarde l'oxydation du jus et prolonge sa durée de conservation. Ces capsules renforcent aussi la résistance mécanique de l'emballage. « Dans PHBOTTLE, les capsules sont faites en cyclodextrines et l'antioxydant encapsulé est du limonène » précise Ana Valera, coordinatrice du projet au département des nouveaux produits du centre de technologie AINIA. Pour améliorer la rigidité de la bouteille, les chercheurs ont également ajouté des microfibrilles de cellulose produites à partir de cosse de riz.

Un produit biodégradable vers le « zéro déchet »

Le produit est biodégradable. Les tests ont montré que 60 % de la PHBOTTLE est dégradée au cours d'une période de 9 semaines, selon la norme de compostage et de biodégradabilité des emballages NF EN 13432. Cette bouteille peut également être décomposée dans les usines de compostage, pour produire du compost et du CO₂.

Le potentiel de ce nouveau matériau est important : 155 mil-

liards de litres d'eaux usées sont générés par l'industrie des jus de fruits. Et le projet a permis de convertir jusqu'à 30 % des sucres contenus dans l'effluent de l'industrie en PHB. Le prototype a été produit à partir des effluents de Citresa, un producteur de jus espagnol, membre du Groupe Suntory. Il a été utilisé pour emballer le jus produit par ce même industriel. À l'avenir, ce procédé pourrait procurer à Citresa une solution innovante, basée sur l'économie circulaire, pour réduire sa production de déchets et tendre vers le « zéro déchet » et le « zéro rejet liquide industriel ».

Une commercialisation prochaine ?

« PHBOTTLE est un prototype obtenu après 4 années de recherche et n'est pas encore disponible à l'échelle industrielle, ou sur le marché. Avant d'être industrialisé, il est nécessaire de résoudre certaines contraintes que nous avons trouvées au cours du développement du projet, comme l'optimisation et le passage à grande échelle de certains procédés, ou encore la réduction des coûts », prévient Ana Valera. Grâce à l'optimisation des procédés de production, les chercheurs estiment que les coûts de la PHBOTTLE et des bouteilles en plastique conventionnelles pourraient prochainement être comparables. Les premières études suggèrent que la PHBOTTLE pourrait être recyclée comme les autres bouteilles en plastique avec l'infrastructure existante en Europe. Néanmoins, d'autres recherches sont nécessaires pour voir si la matière recyclée répond aux exigences européennes pour les matières plastiques recyclées. Le PHB obtenu à partir de jus de fruits pourrait aussi être utilisé pour d'autres emballages, non alimentaires, et dans d'autres secteurs industriels tels que les cosmétiques, l'ophtalmologie, la pharmaceutique ou encore l'automobile.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=0mGkACE6usM>

Par **Matthieu Combe**, journaliste scientifique

17/05/2016

AGROALIMENTAIRE : LA PEAU DE TOMATE TRANSFORMÉE EN BIOPLASTIQUE

La peau de tomate est riche en cutine. Et avec la cutine on peut faire des bio-plastiques, notamment des laques. Plusieurs travaux de recherches et les premiers essais à l'échelle industrielle sont en cours pour exploiter ce gisement alternatif aux produits pétroliers.

Le problème des bio-plastiques, c'est qu'il faut trouver des gisements qui n'empiètent pas sur les terres agricoles et qui n'entrent pas en compétition avec la production alimentaire. Les recherches s'orientent donc sur la récupération des déchets verts issus de l'agriculture ou des industries agro-alimentaires. En Europe, l'industrie de la tomate produit 200 000 tonnes de déchets solides qui pourraient ainsi être mieux valorisés.

Retour à la case conserve

Sans surprise, en Europe, les deux projets en cours de pré-industrialisation sont menés en Italie et en Espagne, les deux principaux producteurs de l'Union. Très similaires, ils visent tous deux à utiliser la cutine de la peau de tomate pour en faire un bio-plastique. Plus exactement, une laque biologique qui pourrait remplacer celles utilisées actuellement pour recouvrir l'intérieur des boîtes de conserves et qui contiennent généralement du bisphénol A.

Les atouts de la bio-laque

La bio-laque issue de la cutine des peaux de tomates possède des caractéristiques très intéressantes pour l'industrie de l'emballage : non toxique, biodégradable, elle préserve de la déshydratation et elle a la particularité d'adhérer de manière très efficace au métal, sans besoin d'autres composants. Elle peut être appliquée tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des boîtes métalliques et surtout elle répond à

une problématique sanitaire récente : la migration de substances synthétiques potentiellement toxiques des emballages vers les aliments, comme c'est le cas avec le Bisphénol A. En outre, d'un point de vue environnemental, l'utilisation des sous-produits des industries de la tomate permettrait de limiter les déchets de cette industrie et de rendre les industries européennes de l'emballage métallique plus compétitives.

Les premiers essais industriels

Après plusieurs années de mise au point en laboratoire les process et les formulations sont à peu près établis. Deux projets pilotes sont en cours. L'un en Espagne, conduit par le centre technologique du plastique ([Andaltec](#)) et l'institut des sciences des matériaux de Séville (CSIC) qui construisent une usine pilote de production en s'appuyant sur le brevet du CSIC et de l'université de Malaga concernant le process d'extraction de la cutine et sa transformation en plastique. L'autre projet, [Biocopac Plus](#), subventionné dans le cadre des projets Life+ de l'Union est chapeauté par l'Italie. Après la phase de recherche du projet Biocopac, les tests sur des pilotes semi-industriels sont en cours afin de définir des process industriels fiables, économiquement compétitifs et ainsi pouvoir valider toute l'analyse du cycle de vie de cette nouvelle filière.

Par **Sophie Huguin**

25/05/2016

TEXTILES : ECONYL, DES DÉCHETS TRANSFORMÉS EN NYLON

Econyl présente une qualité similaire au nylon « vierge », entrant dans la fabrication des moquettes, des vêtements de sport, des maillots de bain... Ce fil affiche un cycle de vie circulaire « infini » et vise le zéro-déchet. Chaque objet à base d'Econyl peut être recyclé en fin de vie, de façon illimitée, sans perdre ses qualités d'origine, selon Aquafil.

Grâce à l'utilisation de déchets comme matière première, la fabrication du polymère Econyl permet une réduction de 55 % des émissions de CO₂, par rapport à un polymère vierge. En effet, le recyclage permet de s'affranchir de l'utilisation du processus de fabrication du caprolactam, monomère utilisé dans la synthèse du nylon-6 « vierge ». Une fois le monomère obtenu, les étapes de production suivantes restent les mêmes que processus traditionnel. Ainsi, Ecofil permettrait d'économiser environ 7 barils de pétrole par tonne de polymères régénérés produite.

Créer un réseau mondial de collecte de déchets

Pour obtenir la matière nécessaire à la production de son fil Econyl, Aquafil collecte les déchets industriels générés par la production de nylon-6, des produits en fin de vie faits de nylon (tapis, moquettes, filets de pêche...) et les vêtements à base d'Econyl.

L'entreprise a déjà noué plusieurs partenariats dans le monde. Par exemple, elle récupère des tapis usagés aux Etats-Unis grâce au consortium Carpet America Recovery Effort (CARE). Elle y a aussi lancé le premier programme de reprise de bouts de tissus laissés par le processus de fabrication de maillots de bain, avec Speedo USA. Par ailleurs, Aquafil met particulièrement l'accent sur la récupération des filets de pêche abandonnés dans la mer. Et ils sont nombreux ! Selon un [rapport de Greenpeace](#), chaque bateau de pêche rejetterait jusqu'à 30 km de filets à chaque voyage. Pour réduire les impacts causés par ces abandons

sur la vie marine, Aquafil participe à l'initiative [Healthy Seas](#). Celle-ci a récupéré 109 tonnes de filets de pêche abandonnés près des côtes européennes en 2015. L'entreprise est aussi partenaire de l'initiative [Net-Works](#) qui récupère des filets de pêche abandonnés aux Philippines et au Cameroun, en coopération avec les villages de pêcheurs locaux.

Entre 2011 et 2013, l'entreprise a transformé 30 000 tonnes de déchets, et 26 000 tonnes rien qu'en 2014. A terme, Aquafil souhaite élargir son action, en multipliant les partenariats locaux et les filières de récupération de déchets. Pour le moment, l'ensemble des déchets récupérés dans le monde sont acheminés vers sa première usine de fabrication d'Econyl, inaugurée en 2011 à Lubiana, capitale de la Slovénie.

Plusieurs marques de vêtements ont déjà utilisé le fil Econyl dans la confection de leurs produits. Dernière grande nouvelle : fin mars 2016, la marque de jeans Levi's a annoncé le lancement d'une version de son modèle 522 en Econyl.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

25/05/2016

POUR ALLER PLUS LOIN

L'ADN ET LE QUARTZ POUR STOCKER NOS DONNÉES POUR L'ÉTERNITÉ

Oubliez les DVD, les clés USB, les disques durs et même Internet, dont les durées de vie restent limitées : pour stocker nos données sur le long terme, rien ne vaut l'ADN et le quartz.

Autrefois, vous aviez l'habitude de **stocker vos données** sur des CD-R. Désormais, vous préférez utiliser des DVD-R ou -RW, des clés USB, ou des disques durs externes. Mais un problème, de taille, se pose : selon les recherches du **Laboratoire national d'essais**, la durée de vie de ces supports de stockage **ne dépassent pas 5 à 10 ans**, en moyenne - 20 ans grand maximum. Ces dispositifs sur silicium à la durée de vie limitée finissent inéluctablement par ne plus fonctionner. Et avant cela, sur le long terme, les informations stockées s'altèrent.

Alors, comment faire pour préserver vos données ? Bien sûr, vous pouvez sauvegarder vos fichiers sur plusieurs supports, puis changer de support tous les 5 ans, voire plus tôt. Mais cette solution demeure assez périlleuse - il suffit que votre disque dur "crashe", ou que la surface de CD/DVD ne se raye par accident, pour que toute tentative de récupération ne soit vaine.

Une autre solution pourrait être le Cloud, les "nuages" d'Internet. Il est ainsi possible de stocker vos documents en ligne, sur Google Drive, par exemple. Mais cet archivage 2.0 "à un coût", relève 01 Net : "à l'échelle de la France, la préservation du patrimoine s'élèverait entre 2 et 20 milliards par an".

En outre, tout comme les disques durs, les "data centers", ces sites physiques sur lesquels se trouvent regroupés des ordinateurs, des systèmes de stockage et des équipements de télécommunications, ne sont pas éternels. Nous ne sommes même pas certains que le Web existera toujours dans un futur lointain. Ou que nos données seront toujours lisibles par les "équipements du futur".

L'usage du Cloud et des supports de stockage physiques actuels est donc limité dans le temps. Heureusement, des projets sont actuellement menés, partout sur le globe, pour trouver une technologie capable de conserver nos données numériques pour l'éternité.

Nos données, stockées dans l'ADN

Des chercheurs se sont tournés vers l'ADN. A l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, des scientifiques ont "encodé" 83 Ko de données provenant de manuscrits du Moyen-ge, sur un fragment d'ADN, et l'ont inséré dans une minuscule capsule de silice (de 150 nanomètres de diamètre). En l'exposant à des conditions extrêmes, ils ont simulé un vieillissement accéléré. Résultat : au bout de 2000 ans de stockage, les données numériques étaient toujours intactes, non altérées.

Stockées suivant ce procédé, à une température de -18 °C, les informations pourraient être préservées pendant des centaines de milliers d'années. Avec l'ADN, les capacités de stockage sont en outre démultipliées : les disques durs actuels permettent de stocker jusqu'à 5 To, quand une molécule d'ADN permettrait de stocker 300 000 To.

Mais ce procédé reste pour le moment très coûteux et difficile à généraliser - même si selon le Dr Nick Goldman, du laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL), le coût pourrait "baisser suffisamment" pour que cette technologie soit accessible d'ici 10 ans.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=a4PiGWNsIEU>

De leur côté, des chercheurs de l'ICS (CNRS) de Strasbourg travaillent, non pas sur l'ADN naturel, mais sur des polymères synthétiques. Ainsi, grâce à la biologie de synthèse, il serait possible d'aboutir à un système moins coûteux et davantage adapté à l'usage d'interfaces élec-

troniques.

Concrètement, les scientifiques de l'ICS ont inscrit un code binaire sur un polymère synthétique, en se basant sur les méthodes de séquençage du génome. "Plutôt que de se servir des 4 bases azotées de l'ADN, les chercheurs ont utilisé 3 monomères. Deux de ces monomères représentent les chiffres 0 et 1 du langage binaire. Un troisième monomère est intercalé entre les bits afin de faciliter l'écriture et la lecture de la séquence codée", expliquent les chercheurs sur le site du CNRS.

En outre, cette technique permet le développement de "codes-barres moléculaires". Les séquences fourniraient ainsi "un étiquetage extrêmement complexe à falsifier. L'utilisation de monomères et de codes secrets, connus seulement par le laboratoire et l'industriel, rendrait les contrefaçons extrêmement difficiles", indique l'équipe de recherche. D'ici une vingtaine d'années, les chercheurs n'excluent pas l'utilisation de "disques durs moléculaires" pour stocker nos données.

Des informations gravées dans le quartz pour l'éternité

Autrefois, nous gravions nos textes dans le marbre. Pourquoi ne pas continuer à graver nos informations dans la pierre, afin de les conserver presque éternellement ? Des scientifiques du laboratoire de Hitachi et des chercheurs de l'Université de Kyoto ont conçu un support de stockage à base de quartz.

Le procédé consiste à graver des informations sur un bloc de quartz, avec un laser, et de lire les données au moyen d'un microscope optique. Le support final : une plaque de quartz carrée, de 2 centimètres de large et de 2 millimètres d'épaisseur, étanche, "résistant à l'eau, aux produits chimiques et aux intempéries". Selon Hitachi, ce support dure résiste aussi à "2h d'exposition à une température de 2 000 degré celsius". Grâce à une technique de vieillissement accéléré, les chercheurs indiquent que la durée de stockage peut atteindre "des centaines de millions d'années".

Quand il sera commercialisé, ce support de "stockage perpétuel" sera d'abord réservé aux entreprises ayant de grandes quantités de données à sauvegarder, indique Hitachi. Mais à terme, le constructeur nippon espère qu'il permettra de conserver (quasiment pour l'éternité) des informations "historiques" - des documents administratifs, des données culturelles, voire des informations personnelles, que tout un chacun désirera céder à la postérité.

Par **Fabien Soyez**

29/04/2016

DU BOIS TRANSPARENT POUR LA MAISON DU FUTUR ?

Presque 50 % du bois produit par les forêts françaises ne serait pas exploité dans le secteur de la construction selon Timothée Boitouzet, co-fondateur de la start-up Woodoo. Pour que le bois français retrouve le chemin des chantiers, l'entreprise cherche à l'« augmenter » et à le rendre transparent.

Découpez une fine lamelle de bois de moins d'un millimètre d'épaisseur et vous pourrez observer une légère transparence. Joli, mais peu pratique pour le gros œuvre.

Heureusement, une jeune entreprise a décidé de proposer des planches en bois transparent. Dans la boîte à malice de **Woodoo** : des polymères biosourcés qui, une fois injectés dans le bois, lui permettent de laisser passer 10 à 20 % de la lumière. Un bois aggloméré de plus ? Non, selon **Timothée Boitouzet**, co-fondateur de la Start-up.

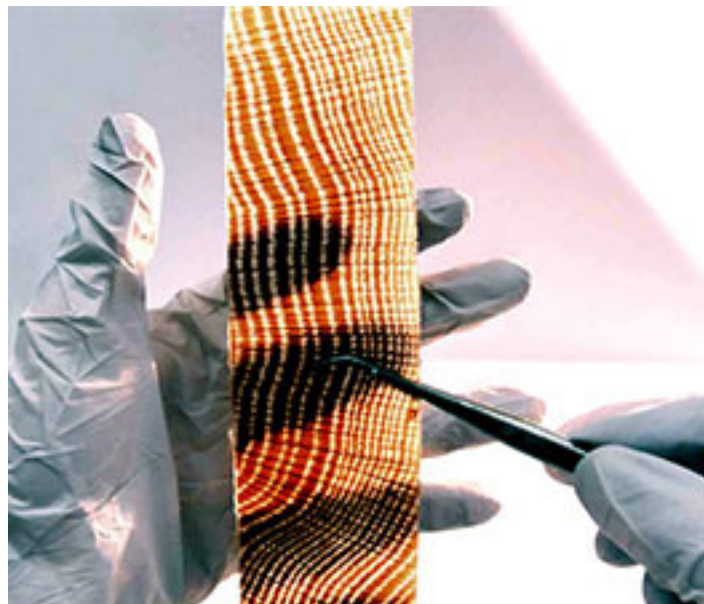
« Avec ce matériau, on garde la structure du bois et on l'améliore en remplaçant l'air et la lignine par un plastique transparent et biosourcé. »

Le bois est alors plus dense, il gagne en résistance ce qu'il perd en légèreté et souplesse. Cette perte de propriétés n'est pas un problème, d'après le chercheur :

« Le but est de rendre compétitifs et intéressants les arbres français qui sont généralement laissés pour compte »

Il est vrai que le bois de nos forêts ne fait pas recette dans le bâtiment. Le hêtre des Vosges, le peuplier du nord ou le chêne de l'ouest sont cantonnés à des utilisations secondaires comme la production d'aggloméré ou sont destinés à être brûlés dans des centrales biomasses. Selon le co-fondateur de l'entreprise Woodoo, Timothée Boitouzet :

« La France est la première puissance européenne en matière de volume de bois sur pied (2.4 milliards de m³ dis-



ponibles). Elle est également l'une des dernières à l'utiliser dans le secteur du bâtiment (48% de ces ressources sont inexploitées) » explique l'ingénieur. « Le développement du matériau constituerait un renouveau de la filière bois qui manque aujourd'hui d'innovation pour être compétitive. »

Encore au stade de la recherche, les polymères utilisés permettent aujourd'hui de fabriquer des planches d'un centimètre d'épaisseur. Pour les professionnels du secteur, l'idée est intéressante et s'inscrit dans l'effervescence de la recherche sur les bois composites.

« L'imagination n'a pas de limite dans ce secteur, indique le professeur **Denys Breyse**, de l'**Institut de mécanique et d'ingénierie de Bordeaux**. Mais on perd les gros avantages du bois : sa légèreté et son cycle de vie. »

Cet avis est partagé par **Olivier Bertin**, Ingénieur de l'École nationale supérieure des technologies et industries du bois (**Enstib**).

« Le bois est très intéressant car biodégradable. Lorsque le bois est augmenté par d'autres matériaux, il perd cet intérêt et doit être enfoui ou brûlé en incinérateur. Mais si le plastique diffusé dans le bois est biosourcé et biodégradable, comme l'annonce l'entreprise, ce matériau pourrait être visionnaire ! »

Par Baptiste Cessieux

06/04/2016

LE GRAPHÈNE : MATÉRIAU DU XXIÈME SIÈCLE ?

Le graphène est un matériau composé d'un seul atome d'épaisseur découvert récemment. Ses caractéristiques intéressent fortement l'industrie qui commence à développer des technologies de rupture dans de nombreux secteurs. Les applications potentielles sont très nombreuses.

Isolé en 2004 par Andre Geim, le graphène est un matériau cristallin dont l'empilement forme le graphite de nos mines de crayon. Cette découverte lui a valu de gagner le prix Nobel de Physique six ans plus tard, aux côtés de Konstantin Novoselov. Ce matériau présente des propriétés fascinantes. Il a une résistance à la rupture 200 fois supérieure à l'acier, bien que 6 fois plus léger. Cela a naturellement attiré l'attention d'acteurs de l'aéronautique, comme Airbus. Il est également un meilleur conducteur que le silicium, matériau utilisé notamment pour fabriquer les microprocesseurs des ordinateurs, et pourrait révolutionner les technologies de stockage d'énergie.

Batteries au graphène

L'industrie énergétique fait face depuis toujours à la problématique du stockage de l'électricité. Les solutions qui existent sont généralement coûteuses et/ou peu efficaces. Les batteries lithium-ion se sont imposées ces dernières années, mais leurs performances restent encore insuffisantes, notamment dans le secteur des transports. Elles pourraient prochainement être détrônées par des batteries au graphène. Début février, une jeune compagnie espagnole, Graphenano, a présenté, lors d'un salon à Madrid, une batterie automobile d'une autonomie de 800 kilomètres pour un poids de 100 kilogrammes. L'entreprise espère rapidement s'imposer sur ce marché porteur, la plupart des marques automobiles déployant des modèles de voitures électriques. Mais l'entreprise développe également des

technologies pour des applications aussi diverses que la construction, la santé, et l'électronique.

Feuille de route

L'Union européenne appuie l'industrie dans ses efforts de recherche et développement (R&D). La Commission a ainsi mis en place l'année dernière le « Projet Graphene », doté d'un milliard d'euros sur dix ans. Il réunit 142 acteurs industriels, académiques et groupes de recherche répartis dans 23 pays de l'Union. À noter notamment la présence de grands acteurs français comme le CNRS, Thales ou encore le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. Ce dernier mène le groupe de travail sur les applications énergétiques en la personne d'Etienne Quesnel. L'ambition des recherches menées est de supprimer les limites imposées par les matériaux existants, en réalisant de nouveaux systèmes à l'échelle atomique.

Si les promoteurs du graphène promettent de révolutionner de nombreux secteurs et de le propulser matériau du XXI^e siècle, sa découverte ouvre le champ des possibles car sa combinaison avec d'autres matériaux semble prometteuse. *“Le graphène est le premier matériau découvert que l'on peut contrôler à l'échelle atomique. Cela dit, de nombreux autres matériaux, avec des propriétés complémentaires, ont été découverts ces dernières années. Ils ont aussi un grand potentiel technologique”*, conclut Alberto Morpurgo, professeur à la Faculté des sciences de l'Unige et représentant suisse du projet Graphene.

Par **Romain Chicheportiche**

16/02/2016