



Imiter la nature pour plus de durabilité

Le biomimétisme ouvre la voie à une nouvelle révolution industrielle. Il s'agit de s'inspirer du vivant et de tirer parti des solutions inventées par la nature. Au menu : innovations et économies d'énergie ainsi que de ressources.

La nature n'a pas attendu l'avènement de l'humanité pour se lancer dans la recherche et le développement. En 3,8 milliards d'années et autant d'inventions sophistiquées, elle a appris à nager, à voler, à voir dans la nuit ou encore à fabriquer des matériaux résistants, le tout en utilisant exclusivement la lumière du soleil comme carburant et sans générer ni agents toxiques ni déchets. Si bien qu'aux multiples problèmes que l'humanité rencontre aujourd'hui, cela fait belle lurette que la nature y a trouvé solution.

Partant de ce postulat, des chercheurs en biomimétisme ont abandonné le projet de réinventer la roue pour ouvrir grand les yeux et se pencher sur les adaptations évolutives du vivant.

C'est ainsi qu'à Harvard, les crevettes sont devenues les muses des concepteurs de plastiques biodégradables. Outre la chitine, leur carapace contient du chitosan. Ce polysaccharide mêlé à une protéine de soie produit un matériau doté de capacités mécaniques similaires à celles du plastique. La ressemblance est telle que le matériau bioinspiré pourrait remplacer le plastique d'origine pétrochimique dans de nombreuses applications industrielles. Outre une empreinte écologique moindre liée à l'utilisation de déchets de carapaces de crevettes, il est totalement biodégradable. « Ce matériau bioinspiré ne résoudra pas tous les problèmes, mais c'est une étape pour arrêter de polluer les océans et la vie marine », indique l'auteur de cette étude. Sachant que la production mondiale de plastiques s'est élevée à 299 millions de tonnes en 2013, dont 39,6 % en emballages, l'inspiration est d'autant plus séduisante.

Le biomimétisme permet de concilier économie et biodiversité. Créée en juin 2013, la PME liégeoise Symbiose Biomaterials s'inspire de la nature à l'échelle génétique pour créer de nouveaux matériaux. « Quand une fonction intéressante est repérée chez un animal ou un végétal, le gène responsable est copié et retravaillé par ingénierie protéique. Un exemple ? Pour remédier aux traces de doigts sur les faces de four et de frigo, on a mis au point un revêtement spécial : sur une couche poreuse de sol-gel, sont déposées des enzymes capables de détruire les triglycérides (qui forment le sébum déposé sur la face du four). Ces lipases sont sélectionnées chez des organismes extrémophiles résistants à de très hautes températures, expliquent le Dr Cécile Van De Weerd (ULg) et le Dr Christophe Detrembleur, chercheur qualifié FNRS au centre d'études sur les macromolécules (ULg). Dans le futur, il y aura des écrans tactiles chez le médecin. En nous inspirant de la nature, nous pourrions proposer un revêtement à la fois anti-trace de doigts mais également anti-odeur et antimicrobien. » D'autres demandes d'innovations industrielles laissent présager un bel avenir pour la recherche bioinspirée.

LAETITIA THEUNIS



UNE COLLE DÉNUÉE DE SOLVANT ET ADHÉSIVE DANS L'EAU

Une fois le tube de colle ouvert, les solvants qui s'en échappent agressent le nez et tout notre organisme par la suite. Pas moyen de faire autrement ? Détrompez-vous. La nature est parvenue à créer différents adhésifs dépourvus de tout solvant toxique et qui, en plus, collent sous l'eau. Au laboratoire de biologie des organismes marins et du biomimétisme de l'université de Mons, on étudie la composition des colles permettant aux invertébrés marins de se maintenir sur leur support. « Alors que les moules en ont créée une avec une très forte adhérence (elles collent même au téflon, NDLR) afin de se fixer à un endroit pour ne plus en bouger, l'étoile de mer quant à elle se meut. Dès lors, elle a développé un mécanisme lui permettant de se coller et de se détacher d'un substrat plongé dans l'eau. Alors que la composition de la colle lors de la fixation des étoiles de mer est bien comprise, on doit encore découvrir les molécules qui permettent son détachement du support », explique Pr Patrick Flammang, directeur de recherches FNRS. Une telle colle permettrait de recoller des tissus lors d'une chirurgie au lieu de les recoudre et d'en favoriser la régénération.

DES SCARABÉES AU SECOURS DE L'ÉLECTRONIQUE

Dans le laboratoire de microrobotique du Professeur Tristan Gilet (ULg), on observe les insectes marcher au plafond. Grâce à une savante succession de détachement et d'attachement de leurs pattes sur le support, les scarabées étudiés parviennent à défier les lois de la pesanteur pour évoluer la tête en bas sans tomber. Cette particularité, lorsqu'elle sera comprise, permettra à l'électronique de faire un grand bond en avant. En effet, « la production miniaturisée de composants électroniques, comme des petites résistances ou des petits condensateurs, est limitée par la capacité de la pince des robots assembleurs qui les prend et les dépose sur le support. Lorsque la taille de

ces pièces est inférieure à un dixième de millimètre, elles collent sur le bras robotisé. Or si se fait que les extrémités des pattes des scarabées sont bien plus fines que 0,1 mm : ces insectes ont donc trouvé la solution technique à notre problème de cohésion robotique. » C'est ainsi que depuis 2 ans, et avec le concours de biologistes, les ingénieurs étudient la mécanique sous-jacente aux mouvements des pattes des scarabées ainsi que les forces qui permettent leur adhésion au plafond.

REMPLENER LES INSECTICIDES PAR DES ŒUFS DE PAPILLONS

Dans le cadre de l'agriculture intégrée, des chercheurs du laboratoire d'entomologie de l'UCL mettent au point un œuf artificiel de papillon. D'un diamètre de 1,2 millimètre, la conception de la bille de polymères se déroule sous microscope. Dans la nature, cet œuf de papillon sert d'incubateur aux larves d'un insecte (sa taille n'excède pas 0,8 mm) prédateur de parasites des cultures de maïs. « Créer un œuf semblable à celui des papillons est une chose ; convaincre les insectes utiles qu'il s'agit bel et bien d'un œuf de papillon en est une autre. En travaillant par essai-erreur, on a réussi à rendre ce milieu artificiel suffisamment attractif pour qu'ils décident d'y pondre. C'est une première étape. Désormais, les travaux se concentrent sur la caractérisation des composés chimiques présents dans l'œuf naturel, lesquels permettent de nourrir la larve durant tout son cycle de développement jusqu'au stade adulte », explique le Pr Thierry Hance, entomologiste à l'UCL. Une production industrielle d'œufs synthétiques de papillon permettrait d'éliminer spécifiquement la pyrale du maïs, le principal ravageur de cette culture. Autre bienfait de cette méthode biomimétique : aucune rémanence chimique n'est à craindre.

L.T.



Le grand saut, Elisabeth Simon l'a osé. Sacrée femme entrepreneur de l'année en 2013, elle a abandonné l'agriculture intensive pour la permaculture. Cette technique vise à créer un véritable écosystème dont la productivité découle de la biodiversité mise en œuvre.

La permaculture est souvent dévolue aux petites parcelles, mais pas dans votre cas...

Le domaine de Graux, à quelques kilomètres de Tournai, c'est désormais 120 hectares entièrement dévolus

« Prendre naturellement soin du sol améliore la production »

à l'agroécologie. Chez nous, pas de monoculture à perte de vue : chaque champ a été divisé en petites parcelles de 2 hectares, et des variétés différentes de grandes cultures prennent place sur les unités voisines. Vu du ciel, c'est une mosaïque de couleurs. Les sols réellement cultivés comptent pour 85 hectares.

Et le reste ?

Ce sont des éléments de paysage qui entourent les champs pour assurer naturellement une bonne santé aux cultures. Il y a 14 étangs ceinturés de bosquets, 11 km de haies, des kilomètres de bandes herbeuses : la faune et la flore sauvage foisonnent. Nos efforts de restauration de la nature ont d'ailleurs été récompensés par le prix environnemental européen Bell Europa 2014.

Au sein de cet écosystème, vous cultivez sans pesticide, sans engrais synthétique et en plus sans labour. Êtes-vous optimiste quant aux rendements futurs ?

J'ai opté pour une agriculture sans labour car labourer fait chuter la fertilité du sol. Grâce aux soins

apportés à la terre, on peut espérer produire autant qu'en conventionnel, voire plus. Certains permaculteurs évoquent des rendements de 5 à 30 % supérieurs, qui s'expliquent par des coûts bien plus bas. L'astuce ? Pour nourrir la terre et ses habitants, on a recours à du mulch vivant, appelé « biomax ». C'est-à-dire que l'on fait pousser durant une saison, ou une demi-saison, des variétés de végétaux choisies selon les besoins de la culture suivante : par exemple, moutarde, tournesols, plantes fixant d'azote ou structurant la terre grâce à leurs racines profondes ; ensuite, on les aplatit avec un rouleau pour que ces plantes servent de lit de germination aux graines de culture qui sont semées en même temps. Et puis on laisse faire la nature.

Pour créer les différents maillons de l'écosystème, vous développez un projet de microfermes...

On veut permettre à des agriculteurs sans terre, et partageant notre vision de l'agriculture de demain, de réaliser leurs activités sur de petites parcelles au sein du domaine de Graux, où nous, nous cultivons

des céréales. Des éleveurs de chèvres viennent de s'installer, et le premier maraîcher est attendu pour bientôt. Dans un souci de faire des déchets des uns, les matières premières des autres, le fumier d'élevage servira d'engrais pour les légumes. Nous venons aussi de planter un verger de 320 fruitiers. Et pour faciliter la pollinisation des pommiers, poiriers ainsi que des cultures tant céréalières que maraîchères, des apiculteurs viendront placer des ruches supplémentaires. Il n'y a qu'un hic, c'est le cadre juridique actuel du bail à ferme. Il est en inadéquation avec cette nouvelle façon de faire basée sur l'interconnexion d'activités agricoles complémentaires. Nous travaillons dès lors à en créer un adéquat.

PROPOS RECUEILLIS PAR L.T.

