

BIOMIMÉTISME

Quand la nature inspire l'industrie

LE BIOMIMÉTISME EST UNE STRATÉGIE D'INNOVATION OÙ LES PROPRIÉTÉS REMARQUABLES DU VIVANT SONT TRANSPOSÉES DANS LA TECHNIQUE. AMPHENOL SOCAPEX TRAVAILLE SUR UN PROJET BIO-INSPIRÉ.

Par Sandra Molloy

« **L**a nature, ce sont des dizaines de millions d'années d'ingénierie », observe Olivier Gavard, directeur de la recherche technologique chez Amphenol Socapex, fabricant de connecteurs sur mesure pour les marchés de la défense et de l'aéronautique, à Thyez. Avec son équipe, il mène un projet de recherche en collaboration avec l'entreprise Manutech USD (Saint-Étienne), spécialisée dans l'ingénierie de surface par gravure laser, afin de développer un produit dont la structuration empêcherait à la lumière du jour de se réfléchir, en utilisant les propriétés des ailes de papillon.

C'est un concours de circonstances qui a conduit Olivier Gavard sur le chemin de la bio-inspiration. Alors qu'il visite une école d'ingénieurs à Besançon, il découvre en exposition un papillon gravé sur un substrat métallique. « On voyait un kaléidoscope directement sur la surface, sans pigmentation de la matière, qui témoignait de la possibilité de polariser la lumière du jour au moyen d'une structuration de surface. » Immédiatement, il a l'intuition que cette propriété peut servir les besoins de recherches et de technologies innovantes d'Amphenol. « Cette histoire de papillon m'a fait penser à quelques applications possibles », se remémore Olivier Gavard. « Par recoupement avec ce que l'on recherche dans nos connecteurs, on s'est aperçu qu'une couleur sombre et non réfléchissante pouvait être obtenue par une structuration de surface. Le papillon Morpho est l'exemple type d'un insecte qui n'a pas de pigment sur ses ailes, mais renvoie une certaine fréquence de couleur selon son espèce et son environnement immédiat » (voir document

page ci-contre). Dans son laboratoire, il a réussi à prouver ces propriétés via la recherche fondamentale : en utilisant de la chimie pour structurer les surfaces métalliques, des réseaux de fissures de surface à l'échelle nanométrique apparaissent et absorbent la lumière du jour. Mais ces fissures se forment de façon aléatoire et facilitent l'oxydation du métal quand elles sont trop profondes. Il faut donc trouver un moyen de contrôler ce phénomène et la structuration par laser apparaît comme la solution la plus fiable.

UN BATTEMENT D'AILES DE PAPILLON

Après quelques tâtonnements pour trouver le bon partenaire, l'intervention de Manutech USD lors d'un webinar apparaît comme un révélateur. « Avec un laser Femto seconde, ils avaient déjà fait de la couleur sans pigment, juste en structurant la surface », retrace Olivier Gavard. Contactée, l'entreprise stéphanoise est partante pour ce projet et propose même de combiner les propriétés des ailes de papillon pour la lumière et celles du lotus dont les feuilles sont hydrophobes et déperlantes. « Deux propriétés associées dans une structuration multi-échelle où l'on crée des motifs d'échelle micrométrique et, sur ces motifs, d'autres motifs d'échelle nanométrique », décrit le directeur de la recherche technologique.

Le projet en est au stade du prototype, avec l'espoir d'une industrialisation dans quelques années. « La nature a mis des milliers d'années à parvenir à ce genre de raffinement, donc soyons humbles et patients », résume le chercheur. « Le délai

« LA NATURE A MIS DES MILLIERS D'ANNÉES À PARVENIR À CE GENRE DE RAFFINEMENT, DONC SOYONS HUMBLES ET PATIENTS. »

Olivier Gavard (Amphenol Socapex)

dépendra des avancées sur la technique de structuration des surfaces, le procédé... et le coût associé à tout ça. »

Au-delà de l'intérêt scientifique et technique, cette recherche permet de répondre aux contraintes réglementaires qui proscrirent l'usage de produits toxiques, de traitements de surface par ajout de substances chimiques nocives pour la santé et l'environnement. Le biomimétisme a pour but de trouver une solution de substitution à des métaux lourds de la galvanoplastie (l'un des savoir-faire d'Amphenol), dans le collimateur de la Commission européenne, pour la défense, l'aéronautique. Sans oublier les avantages en termes de coûts, de durabilité des produits et de recyclage. C'est aussi la possibilité de créer des fonctionnalités combinées que l'on n'aurait jamais espérées : collages techniques, améliorations du coefficient de frottement... C'est tout le marché de la connectique traditionnelle qui est concerné. Au-delà, l'ingénierie de surface peut aussi se déployer dans d'autres filières comme la plasturgie. En fabriquant par exemple des moules en injection avec des impressions négatives « où les cavités des moules sont déjà structurées pour que les pièces injectées aient nativement des motifs avec des propriétés », indique Olivier Gavard.

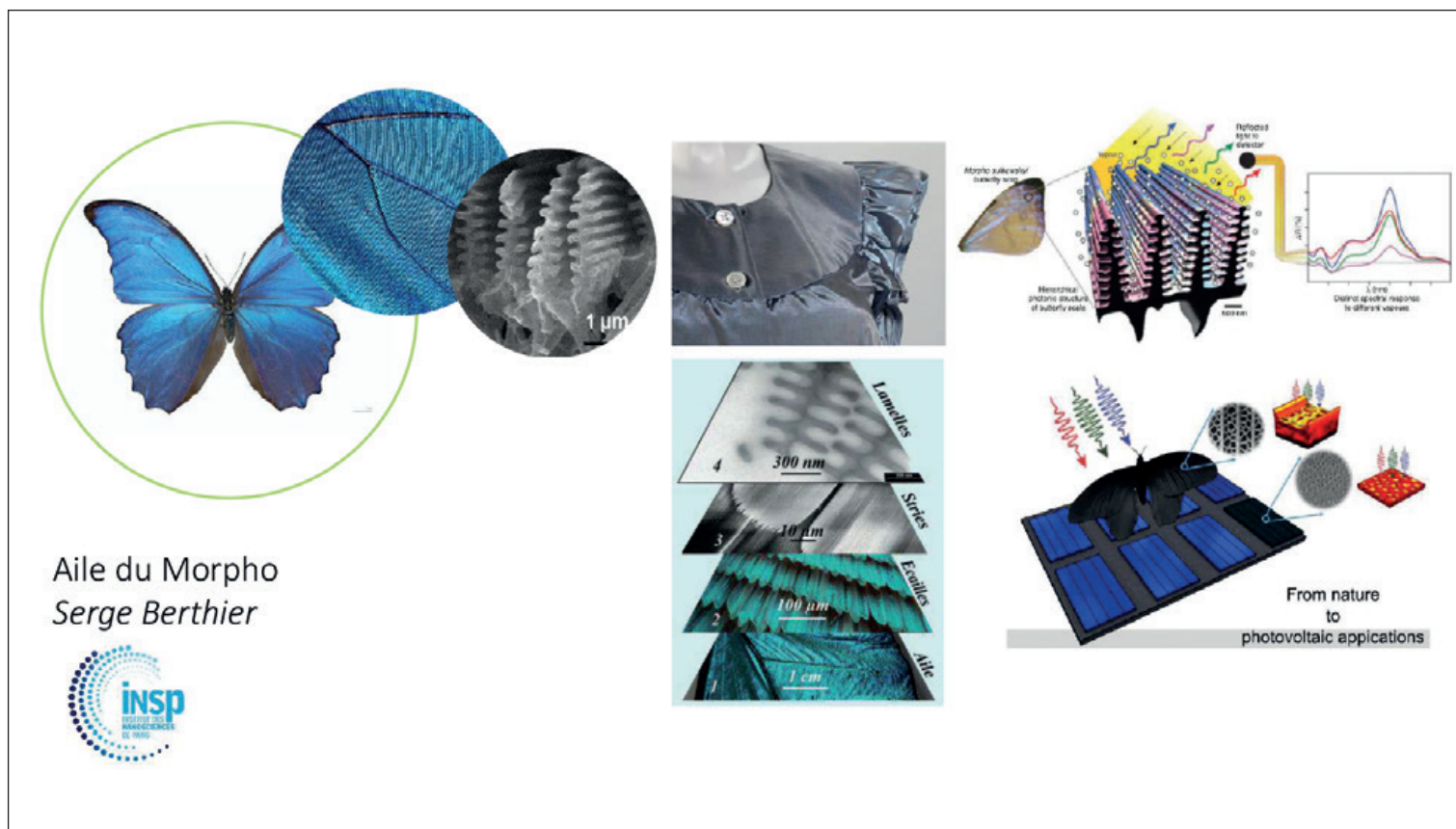
LA RECHERCHE, DANS L'ADN D'AMPHENOL

L'équipe de recherche technologique dirigée par Olivier Gavard chez Amphenol Socapex compte 14 personnes. « Chacun pilote des projets de recherche avec des partenaires académiques ou privés dans les thématiques qui nous concernent », décrit Olivier Gavard. Ensuite, le fruit de ce travail est transmis au bureau d'études, en lien avec le service marketing, qui juge de la pertinence à développer ou non un produit utilisant ces technologies.



OPPORTUNITÉS BIOLOGIQUES

Pas facile pour autant, pour des indus-



tries de la filière mécanique, de faire des recherches bio-inspirées. C'est là que le CEEBIOS (Centre d'études et d'expertises en biomimétisme, cf. encadré) intervient. « En général, ce sont des entreprises qui l'ont déjà identifié comme intéressant pour elles, mais qui ne savent pas comment se lancer dans la démarche », décrit Dounia Dems, cheffe de projet "matériaux". « Nous les accompagnons. Nous les formons. Nous faisons des études pour eux. »

Le centre part d'une problématique technique et établit « une revue d'opportunités, en dressant un panorama de

tous les modèles biologiques d'intérêt », afin de définir comment le vivant répond à la problématique. Une fois l'organisme biologique ciblé, le CEEBIOS peut, suivant les cas, mettre en relation l'entreprise avec des expertises identifiées.

Le biomimétisme offre, en plus, l'avantage d'aller dans une démarche plus écoconçue. « Le vivant va toujours utiliser le moins d'énergie possible, le moins de matériaux possible », souligne Dounia Dems. « Il partage les mêmes problématiques au quotidien que nous, sur la gestion de l'eau par exemple. Et doit faire

▲ La structure des ailes du papillon Morpho peut avoir des applications intéressantes pour l'industrie photovoltaïque, comme l'explique ce document de l'Institut des nanosciences de Paris.

face dans des conditions beaucoup plus durables. » C'est la sélection des stratégies les plus payantes qui caractérise l'évolution, « mais on ne connaît pas toujours l'historique de ces évolutions », prévient la cheffe de projet. En clair, le chemin le plus court n'est pas toujours la ligne droite. « Il faut comparer les mécanismes biologiques, explique-t-elle, comparer quelles sont les stratégies majoritaires ou les convergences évolutives qui indiquent que c'est probablement une bonne solution. » Comme, par exemple, le mode de propulsion marin qui se fait par ondulation quelle que soit la créature qui se déplace. On peut aussi cibler un organisme biologique avec des propriétés remarquables qui présente un intérêt particulier pour la R&D.

« Utiliser les matériaux bio-inspirés pousse à repenser tout ça en cycle, matière et énergie », observe Dounia Dems. « Peut-être faut-il travailler avec d'autres filières en amont et en aval pour favoriser la circularité et agir comme un écosystème vivant. » La nature n'a pas fini de nous surprendre et de nous inspirer à tous les niveaux. ■



UN CENTRE D'ÉTUDES ET D'EXPERTISES EN BIOMIMÉTISME

Le CEEBIOS met son expertise au service des industriels qui souhaitent développer des produits bio-inspirés.

Ingénieur-docteur de formation, Dounia Dems (photo) a intégré le centre depuis deux ans en tant que cheffe de projet "matériaux". Ses recherches de doctorat portaient sur la fonctionnalisation de surface et la nanostructuration de matériaux composites à base

de collagène et nanoparticules de silice pour la régénération tissulaire. Elle travaille aujourd'hui à l'interface entre recherche académique et industrielle pour aider à développer une démarche bio-inspirée à tous les domaines d'innovation, pour accélérer la transition écologique.

Plus d'infos sur ceebios.com