

Quand l'homme s'inspire des

BIOMIMÉTISME Cette approche de l'innovation, fondée sur l'observation de la nature, se développe à grand pas. Alain Thiéry et Cécile Breton viennent de publier un ouvrage recensant des exemples et nous appelant à l'humilité

DOSSIER RÉALISÉ PAR
ISABELLE DE MONTVERT-CHAUSSEY

« Sud Ouest Dimanche » Le biomimétisme, c'est quoi ?

Alain Thiéry On regroupe sous le terme de biomimétisme toutes les ingénieries inspirées du vivant. D'où, également, la qualification de bio-inspiration. Il s'agit non pas de copier, mais bien de s'inspirer des solutions inventées par la nature et sélectionnées au cours de milliards d'années d'évolution, pour répondre à une problématique qui se pose à notre société humaine. Le tout avec des coûts environnementaux et énergétiques moindres par rapport à ceux générés par d'autres types d'ingénieries.

Icare, les légions de Jules César en formation de tortue, est-ce déjà du biomimétisme ?

A. T. Tout peut être le fruit de l'observation. Le sac hamais porte-bébé a été inspiré du pullus des araignées, mais peut-on parler de biomimétisme ?

Quels risques de dérive ?

A. T. La notion d'intelligence naturelle est récupérée par les fondamentalistes islamiques et les Témoins de Jéhovah pour justifier l'existence de Dieu - le leur. On assiste aussi à des récupérations d'ordre financier.

Cécile Breton Cependant, ces technologies ne représentent pas plus de danger, intrinsèquement, que les autres. Elles peuvent se révéler dangereuses pour ce que l'on en fait, mais pas en soi.

Cela nécessite l'étroite collaboration et complémentarité entre de multiples disciplines.

C. B. La recherche tend de plus en plus à la pluridisciplinarité, même si cela reste complexe à mettre en œuvre.

La bio-inspiration peut-elle refréner notre créativité ?

A. T. Non, au contraire, car la démarche biomimétique affine la curiosité donc hausse le niveau de culture et de créativité, normalement...

L'homme n'a-t-il pas toujours tenté de s'inspirer de la nature ? Quand a-t-on formulé cette démarche avec le vocabulaire de « biomimétisme » ?

C. B. Initialement nommé bionique, dans les années 1960, le terme a évolué en biomimétisme, la bionique étant plutôt réservée aux ingénieries robotiques et aux applications de médecine (organes artificiels, mains, bras...). Les molécules de synthèse reproduisant des molécules naturelles et qui sont utilisées dans les médica-

LES AUTEURS



CÉCILE BRETON a fondé et dirige « Espèces », revue d'histoire naturelle. **ALAIN THIÉRY** est professeur d'écologie et de biologie animale à l'université d'Aix-Marseille.

PHOTOS JEAN-ERIC FABRE ET DR

ments sont du biomimétisme. On fait du biomimétisme sans le savoir. Le fait qu'on lui a donné un nom aujourd'hui est déjà une prise de conscience. Est-ce qu'elle résulte du fait que nous nous rendons compte de l'urgence de préserver le vivant parce qu'il est source d'innovation ou bien est-ce que nous réalisons que nous n'inventons rien, je ne saurais le dire. Un peu des deux, sans doute.

Pourquoi cet engouement récent ?

C. B. La montée en puissance, la « mode » du biomimétisme, est en partie liée au début de prise de conscience sur l'érosion de la biodiversité mais aussi au développement de la connaissance sur le vivant (biologie, génétique). On comprend de mieux en mieux comment il fonctionne, donc les idées d'imitation se multiplient. C'est une façon concrète d'expliquer qu'il est important de préserver l'environnement.

Mais je trouve extrêmement gênant de dire qu'il faut préserver le vivant seulement en raison de ce à quoi il nous sert (ou ce que ça nous coûterait s'il disparaissait). Cela signifie que l'on ne doit pas protéger ce qui ne sert pas à l'homme et c'est absurde, car le vivant fonctionne comme un réseau imbriqué d'interactions extrêmement complexes que nous ne comprendrons sans doute jamais toutes. Il faut le protéger, en premier lieu parce qu'il est sous notre responsabilité et que nous sommes dépendants de lui.

Quelles sont les limites du biomimétisme ?

A. T. Croire que l'on va tout solutionner en copiant la nature.

« Biomimétisme: on n'a rien inventé ! Des animaux qui inspirent la science », éd. Le Cavalier bleu, 136p., 18€.



Ailes recourbées, train d'atterrissage rétractable, effet riblet... Autant de performances bio-inspirées par les

La Région explore les enjeux éc

ENJEUX Suivant la montée en puissance de la recherche, les retombées socio-économiques sont désormais quantifiables

Menée en partenariat avec le Ceebios (voir ci-contre), une étude socio-économique a été engagée, en 2016, par la Nouvelle-Aquitaine, pour déterminer comment accompagner économiquement la formidable croissance de la bio-inspiration dans de multiples domaines. Elle a sollicité l'expertise de Vertigo Lab, un bureau d'études bordelais spécialisé. Les résultats seront publiés début mai et disponibles sur Internet. Vertigo Lab a axé son évaluation autour de quatre grands domaines : la chimie des matériaux, l'agriculture, l'océan et le bâtiment.

Une trentaine d'experts ont été écoutés, afin de définir comment le biomimétisme peut influencer les stratégies d'entreprise, la recherche et le développement. Le but est de déterminer de nouveaux modèles économiques. « Si un quart des entreprises [NDLR: des quatre secteurs précités] adoptait une approche biomimétique, on augmenterait le PIB de 375 millions d'euros et on créerait 5 626 emplois », rapporte Amé-



Au Pays basque, les algues rouges se ramassent à la fin de l'été sur les récifs rocheux. ARCHIVES ARNAUD DEJEANS

lie Colle, consultante-chercheuse. Le secteur agricole arriverait « en première position des impacts générés ». Et l'analyse de la situation de l'habitat montre que la Nouvelle-Aquitaine est de loin leader en France, mais « a quinze ans de retard sur les Allemands ».

L'industrie chimique, plus de 800 établissements, de Lacq (64) à Ambès (33), représente un formidable potentiel, notamment dans le domaine du végétal (cosmétique, phar-

macie, agroalimentaire). Le chiffre d'affaires par effectif salarié est 4 % plus élevé dans les sociétés innovantes que pour l'ensemble des entreprises régionales de ce secteur. Et la part de l'exportation est 8 % plus importante.

Synergies

Plusieurs compagnies sont déjà engagées dans cette démarche. L'Oréal, LVMH, certes, mais aussi les Laboratoires de Biarritz, qui utilisent des al-

belles leçons de la nature



oiseaux. PHOTO ORLANDO SIERRA/AFP

onomiques

gues rouges pour la biotechnologie et les cosmétiques, Fermentalg, à Libourne (33), qui développe un processus unique de culture de microalgues (biocarburants, huiles alimentaires, etc.) ou les Vignerons de Buzet, qui mènent depuis dix ans une stratégie bio-inspirée (notamment en plantant des féveroles entre les rangs pour les aérer, les assainir et les nourrir naturellement). Le Grand Dax a, de son côté, mis en place un « projet de territoire bio-inspiré » portant sur quatre filières (forêt, énergies renouvelables, agroalimentaires, rénovation énergétique).

Entre chercheurs et industriels, les synergies se mettent en place. On peut citer, par exemple, les travaux de Laurent Billon, responsable du groupe Physique et chimie des polymères à l'Institut des sciences analytiques et de physico-chimie pour l'environnement et les matériaux (Iprem) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Le groupe développe des matériaux polymères présentant des caractéristiques iridescentes inspirées du papillon morpho ou de la carapace de certains coléoptères rapportées dans l'industrie cosmétique ou l'élaboration de peintures. Côté agriculture, M2i Life Sciences, leader européen dans le secteur des phéromones, travaille à la protection des cultures sans insecticides chimiques.

Le Ceebios, une exception française

Le Centre européen d'excellence en biomimétisme de Senlis (Ceebios), dirigé par Kalina Raskin, ingénieur physico-chimiste et docteur en biologie, a l'ambition de mettre en réseau toutes les initiatives françaises en matière de bio-inspiration. Actuellement ont été recensées 170 unités de recherche et une soixantaine d'entreprises, grands groupes et PME. Le centre étudie et accompagne les projets innovants, initie et inventorie des parcours de formation, propose des conférences et des études. La Nouvelle-Aquitaine lui a demandé d'établir un état des lieux afin de définir « comment le biomimétisme pouvait constituer un potentiel d'innovation responsable ». Sa création a, notamment, été pensée par Francis Pruche, ingénieur chez L'Oréal, et par le biologiste Gilles Boeuf, alors président du Muséum national d'histoire naturelle. Outre les multiples conférences et interventions et les deux premiers salons Biomim'expo, le Ceebios est partie prenante de la future technopole Ocean Start, à Biarritz (64), où il pourrait installer une antenne tournée vers les écoénergies issues de la mer.

La preuve par les exemples

Le biologiste Gilles Boeuf cite volontiers le livre de Janine Benyus, « Biomimicry, Innovation Inspired by Nature » (1) paru il y a vingt ans, aux États-Unis : « Ce livre aura permis de structurer des approches initiées depuis fort longtemps, sans être toutefois vraiment organisées. » Le biomimétisme, c'est observer la nature et s'en inspirer pour concevoir des dispositifs, des matériaux durables, moins polluants, moins énergivores, recyclables... La nature a fait ce travail en plus de 3,8 milliards d'années.

Yves Parlier prend la mouche. Ce darwiniste convaincu – en 1996, il a effectué le premier tour du monde sans énergie fossile sur son monocoque « Aquitaine Innovations » – affirme aller spontanément « observer ce qui se passe dans la nature » quand il a des projets. Le navigateur, devenu chef d'entreprise (Beyond the Sea), a donc scruté la technique de repliement des ailes des diptères sous leurs élytres rigides pour développer le processus de déploiement du grand kite. Il a aussi examiné le système de pilotage de la mouche qui sait faire pivoter ses ailes à des allures différentes grâce à un muscle absorbant l'énergie cinétique, un peu comme un amortisseur. L'insecte fait circuler son hémolymphe grâce à des organismes pulsatiles : « On a pu mettre en équation ce phénomène pour simuler le développement du kite à partir d'une structure gonflée sous pression. »

Yves Parlier rappelle que les architectes navals s'inspirent des formes hydrodynamiques de la queue du poisson ou de leurs ailerons pour développer des solutions sur les bateaux. « Il faut observer mais aussi avoir une grande capacité à imaginer. Par exemple, j'imagine comment vont réagir l'oiseau ou le poisson en rencontrant un obstacle. La problématique du kite a trouvé sa réponse dans la nature. »

Des chars de soie. Centre de recherche Paul-Pascal, campus de Bordeaux. Ici, on ne travaille pas sur le biomimétisme, mais sur les nouveaux matériaux composites. On parle, de fait, plutôt d'analogie que de biomimétisme. L'objectif est d'utiliser des particules de petite dimension présentant une très grande dureté. Résoudre la problématique des matériaux rigides mais cassants, légers mais qui se déforment, bref, mettre au point des nanomatériaux capables d'encaisser des chocs violents sans rupture. L'idée est donc de générer une résistance avec absorption de l'énergie.



Au regard de leur poids, les soies de l'araignée sont plus solides que l'acier. ARCHIVES AFP



La voile du kite développé par la société de Yves Parlier reproduit les mouvements de la mouche. PHOTO B. GERGAUD

gie, sans rupture. Comme la toile d'araignée ou la carapace de certains mollusques. Dans le cas de l'araignée, c'est la structure moléculaire du fil qui oppose son élasticité au choc et lui confère des propriétés mécaniques exceptionnelles. Par rapport à leur poids, les soies de l'araignée sont bien plus solides que l'acier ou le Kevlar, avec une densité moindre. Les applications potentielles ? Pales d'éolienne, pare-chocs de voiture, gilets pare-balles, blindage de chars, raquettes de tennis, planches de snowboard.

Aux États-Unis, le laboratoire Kraig Biocraft a mis au point un matériau retenu par la Défense américaine, plus léger que le Kevlar et l'acier pour une résistance trois fois supérieure au premier. Le modèle ? La soie d'araignée.

Les éoliennes battent la queue. Dans les années 1970, les Américains ont eu l'idée de s'inspirer du mouvement de la nage des poissons pour réaliser un nouveau genre de propulseur. Quarante ans plus tard, un Français parvient à réaliser pour la première fois ce genre de rotor biomimétique de manière efficace.



Les pales reproduisent la nage du poisson. PHOTO ARNAUD CURUTCHET

Arnaud Curutchet crée, en 2012, la start-up Adv-tech, hébergée à l'Ensam de Bordeaux-Talence, pour concevoir et réaliser des machines biomimétiques susceptibles d'intéresser de multiples domaines, qui vont des éoliennes urbaines à la propulsion de navires, en passant par les hydroliennes. Dans l'application éolienne, cette technologie permet une production d'énergie avec un meilleur rendement et une forte acceptabilité grâce à la faible vitesse de rotation, qui diminue les nuisances sonores et les risques pour les oiseaux. En 2014, Adv-tech est primé lors de l'appel à projets Intégration des énergies renouvelables dans la ville, lancé par le groupe Engie, pour la réalisation

d'une éolienne de 4 kW permettant de couvrir les besoins électriques usuels d'un ménage, hors chauffage. L'entreprise en a, depuis, développé une urbaine plus compacte de 500 W, la CityWind Mini.

Quant à la propulsion de bateaux, cette technologie permet d'économiser de l'énergie grâce à un haut niveau de rendement, même à vitesse élevée. De plus, la signature acoustique de ce nouveau système de propulsion est réduite car la cavitation est retardée, ce qui diminue l'impact de la navigation sur la faune aquatique. Pour Arnaud Curutchet, ces rotors biomimétiques « associent ainsi performance et acceptabilité » et pourraient bien, dans le futur, supplanter les hélices dupliquées dans différentes applications.

L'avion est une arche de Noé. L'aéronautique est l'exemple le plus puissant de bio-inspiration. Après tout, Clément Ader (successeur, il faut le rappeler, de Jean-Marie Le Bris, dont l'engin calquait les formes de l'albatros) a appelé son invention « avion », du latin « avis », oiseau, bien que son premier modèle soit la chauve-souris. La liste est longue. Le sol de l'A340, c'est le bréchet du canard. Le booster de lanceur et la coque d'oxygène : lever à soie. Le train d'atterrissage rétractable : l'aigle des steppes. Les volets déployés pour ajuster la portance : les oiseaux de mer. La plate-forme gyroscopique : le colibri. Airbus a également reproduit les microrainures de la peau de requins pour réduire les turbulences de l'A320 et améliorer sa portance (c'est l'effet riblet). Le mouvement des pales de l'hélicoptère reproduit, lui, la vis de descente de la samare de l'érable...

(1) Version française : « Biomimétisme. Quand la nature inspire des innovations durables », éd. Rue de l'échiquier, 408 p., 23 €. Sortien 2011.



L'avion s'inspire de la chauve-souris, entre autres. MARK BAKER