

L'invité

BIOMIMÉTISME,

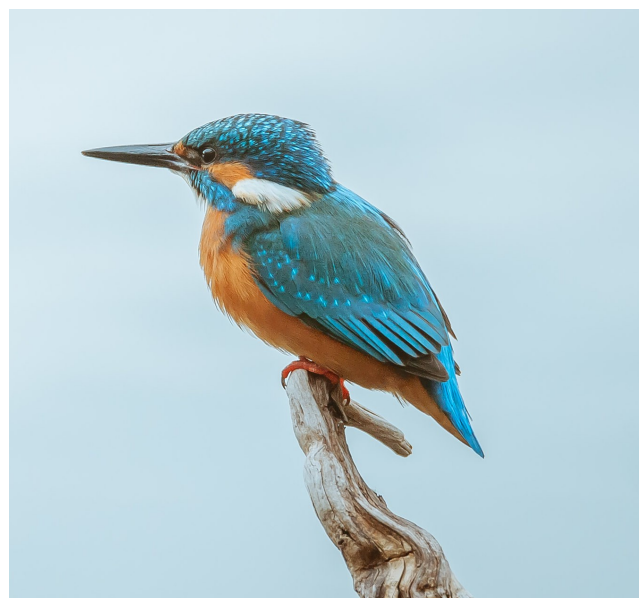
L'INNOVATION INSPIRÉE DU VIVANT

Par Cléa Beauvais & Guillian Graves, Big Bang Project | Laura Magro & Kalina Raskin, Ceebios

Au cours des millions d'années d'évolution, le vivant a développé une incroyable richesse de solutions qui inspirent aujourd'hui l'innovation dans les domaines les plus variés : la production d'énergie, les matériaux, l'architecture, l'informatique ou encore la ville durable, pour n'en citer que quelques-uns.

Petite introduction au biomimétisme : opportunités et défis d'une approche fortement interdisciplinaire.

Le biomimétisme est une démarche visant à considérer les stratégies d'adaptation du vivant à son environnement comme le fruit d'une recherche et développement de 3,8 milliards d'années, et à s'en inspirer pour innover de manière soutenable. Le caractère multidisciplinaire de la démarche, associant les sciences aux design, à l'architecture, à l'urbanisme ou encore aux arts, permet une exploration du vivant sous toutes ses formes (microorganismes, plantes, animaux, champignons) et à toutes ses échelles (nano- à macro- en passant par l'échelle écosystémique) pour y puiser des solutions applicables tant aux domaines technologiques (matériaux, procédés, produits, services, systèmes, etc.) et secteurs (énergie, aéronautique, santé, automobile, habitat, cosmétiques, etc.) qu'aux performances



La forme fuselée du martin-pêcheur lui permet de chasser en limitant les perturbations liées à la trainée aérodynamique et hydrodynamique, lui permettant de perdre moins de vitesse et de ne pas alerter sa proie lorsqu'il rentre dans l'eau. La forme de son bec à inspiré l'aérodynamique du train à grande vitesse Shinkansen, qui relie Osaka et Hakata au Japon. Credit : Newcorp conseil

collectives des organisations (villes, territoires, entreprises, etc.).

Dans le domaine de [l'énergie](#) par exemple les grands axes de développement futurs misent sur l'exploitation des énergies renouvelables et en particulier l'énergie solaire, la séquestration du carbone atmosphérique, ou encore l'optimisation de la consommation énergétique en fonction des cycles journaliers ou saisonniers. Or ce sont des stratégies largement éprouvées par le vivant. L'énergie solaire est l'entrée primaire d'énergie dans quasiment toute la biomasse. Nous avons la chance d'avoir en France parmi les meilleures équipes au monde à travailler sur la photosynthèse artificielle et notamment pour produire de l'hydrogène à partir de l'eau et du soleil. Des entreprises françaises comme Eel Energy ont par ailleurs su exploiter de façon originale l'énergie des courants marins en développant des hydroliennes reprenant le mouvement ondulant d'une grande majorité d'organismes aquatiques.

Les règnes du vivant affichent une profusion de [matériaux](#) biologiques (squelettes, tissus, carapaces, mucus, etc.) majoritairement autoassemblés et souvent réparables, produits à température et pression ambiantes, par voie

de chimie douce, à partir d'atomes abondants dans l'environnement immédiat (Carbone, Hydrogène, Azote, Oxygène, Phosphore, et Soufre, etc.) : aérien, aquatique ou à la surface de la croûte terrestre. Le vivant s'est ainsi adapté pour utiliser ce qui était le plus facilement accessible, et ainsi assurer la sobriété dans l'utilisation des ressources.

Misant sur l'usage de ces nouveaux matériaux comme des procédés biologiques inhérents à la structuration du vivant, les approches de conception des biens de consommation (produits et services) se renouvellent par le biomimétisme pour faire des enjeux écologiques un véritable levier d'innovation. Ainsi matériaux, procédés, formes, structures, fonctions biologiques ou encore principes d'organisation inspirent de nouveaux objets et services aux fonctionnalités nouvelles et à forte valeur ajoutée dans les usages, évolutifs, adaptables ou plus facilement revalorisables. Tous secteurs confondus, l'emballage se démarque tout particulièrement par son potentiel de réinvention par la bio-inspiration.

L'architecture est – avec les matériaux – un des domaines majeurs d'application du biomimétisme. Le secteur du bâtiment regroupe en effet



Une sélection des derniers rapports publiés par Ceebios et Myceco sur les applications du biomimétisme dans différents secteurs.

différents enjeux : structures légères, résistance des matériaux, origine des matières premières, enveloppe, régulation thermique, gestion de l'eau, fonctionnement en écosystème, etc. Une nouvelle vision des projets urbains est ainsi en train de se dessiner, celle de la ville régénérative. Il s'agit de penser les villes comme des écosystèmes, assurant les mêmes fonctions et donc a minima les mêmes services écosystémiques que les écosystèmes qu'elles ont remplacés. Le [cahier des charges](#) sera ainsi sensiblement différent : la ville devra purifier l'air et l'eau, séquestrer le carbone, produire de l'énergie et des nutriments, accueillir la biodiversité ou revaloriser ses déchets.

Tant par la typologie du signal capté (acoustique, optique, chimique) que par les capteurs associés et les processus d'analyse et d'intégration de signaux, le vivant excelle dans la gestion de l'information et la communication. La



Nautille, une bouilloire innovante dont la conception a été inspirée par le vivant, pour réduire son impact environnemental. Credit : Agence Big Bang Project

majorité des appareils intelligents que nous possédons reposent en partie sur une [informatique bio-inspirée](#). Les mathématiciens s'intéressent en effet de longue date aux automates cellulaires, aux réseaux de neurones et aux comportements collectifs des essaims de fourmis ou d'abeilles pour, par exemple, résoudre des problèmes de logistique : gestion du trafic, optimisation des trajets de collectes, etc...

Un champ d'application systémique déjà largement exploré est celui de l'agriculture. L'agriculture éco-mimétique, l'agroforesterie ou encore la permaculture sont de nouvelles approches de l'agriculture, et en particulier du maraichage, faisant converger pratiques et savoir-faire traditionnels avec les connaissances issues de l'agronomie moderne : réinstaller la vie dans les sols, diversifier les espèces végétales sur une même parcelle en associant aussi les arbres et favoriser la colonisation par d'autres espèces (insectes, oiseaux, etc.). Cette pratique éco-mimétique (biomimétisme des écosystèmes) permet une production dite écologiquement intensive.

Un nombre croissant de personnes s'intéresse au biomimétisme appliqué aux organisations humaines, pour penser de nouvelles formes de management mais se heurtent à la difficulté de trouver le bon modèle. Doit-on utiliser un modèle de primates ? un modèle de colonies d'insectes ? Les travaux académiques sont encore trop rares pour passer de la métaphore au modèle.

Le biomimétisme a connu un essor significatif ces dernières décennies à l'international, en particulier en Europe où l'Allemagne et la Suisse

se positionnent en chefs de file.

Pour le moment, relativement peu de ces initiatives aboutissent à un produit mis sur le marché. La filière est en train de se structurer et de travailler à la création d'outils experts (fouille de la donnée biologique, ontologie, etc.) et d'une méthodologie commune structurée, reproductible et adaptable au sein des organisations qui souhaitent la mettre en œuvre. Persistent encore la difficulté du travail interdisciplinaire, un temps de développement relativement long pour concrétiser des innovations de rupture telles que celles proposées par le biomimétisme.

La France dispose d'atouts remarquables pour exceller dans cette voie (compétences académiques, [start-ups de la DeepTech](#), [patrimoine naturel](#), [retombées économiques](#)) dont les politiques publiques nationales s'emparent ([France Stratégie](#), [ADEME](#), [CNRS](#), [France 2030](#), [GDR BIOMIM](#), [OPECST](#) dynamiques régionales : Nouvelle Aquitaine, Sud, Hauts de France, Guyane, etc.). Il est par ailleurs enthousiasmant d'observer la richesse des [programmes structurants](#), des [événements ambitieux](#) et des formations diplômantes ([Master of Science Nature-Inspired Design](#) à l'ENSCI – Les Ateliers, [Master Bio-Inspired Materials](#) à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour) qui se créent pour former des professionnels rompus à l'interdisciplinarité de la démarche.

Une mobilisation accrue de l'ensemble des moteurs gouvernementaux et une accélération de l'appropriation de la démarche par les grands acteurs scientifiques et industriels, publics comme privés, est aujourd'hui indispensable pour saisir l'opportunité du biomimétisme pour renforcer la souveraineté française dans

une perspective de réindustrialisation responsable du pays et de poursuite d'un cahier des charges de sobriété.

REPLAY DE LA RENCONTRE DE L'INNOVATION DÉDIÉE AU BIOMIMÉTISME

Le 23 Mai 2022, l'ANRT en partenariat avec onepoint, Agence Big Bang Project, Ceebios, ENSCI les Ateliers a organisé une rencontre dédiée au biomimétisme.

Lien du replay : <https://youtu.be/CYOKHW7Eqeg>

Programme : <https://bit.ly/3a7brUu>

Pour aller plus loin

- 1) Biomimétisme**, Janine Benyus, Rue de l'échiquier, 2011
- 2) Humanité bio-inspirée, une autre approche**, ouvrage collectif sous la direction de Kalina RASKIN et Gauthier CHAPELLE, Le Cherche Midi, 2020
- 3) La grande Biomim'Galerie**, biomim'expo - Newcorop conseil : <https://www.flickr.com/photos/biomimexpo/sets/72157679425780723/>
- 4) Biomimétisme, quels leviers de développement & quelles perspectives pour la France**, Myceco - Ceebios, Restitution de la journée de travail à France Stratégie, 2019 : <https://cdn.weweb.app/public/clients/myceco/RappFrStrat-200709.pdf>
- 5) Biomimétisme et énergie**, Rapport Ceebios, 2022 : <https://ceebios.com/wp-content/uploads/2022/02/Biomimetisme-Energie-Ceebios.pdf>
- 6) Synthèse de l'étude relative aux externalités positives du biomimétisme**, Rapport Myceco, 2021 : https://ceebios.com/wp-content/uploads/2022/01/Ademe-Myceco-Ceebios-Externalites_Positives_Biomimetisme-SyntheseComplete-200dpi-03.pdf
- 7) Conférence Biomimétisme**, Guillian Graves, 2021 : https://youtu.be/JXca-gW4pU8et_energie,
- 8) Biomim'expo 2022**, 25 et 26 octobre 2022 à la [Cité des sciences et de l'industrie](#)