

Biomimétisme

POURQUOI LA NATURE EST PLUS FORTE QUE NOUS ?

LE BIOMIMÉTISME, C'EST QUOI ?

Biomimétisme bio = vie mimesis = imiter

Le biomimétisme c'est l'art d'observer, de comprendre, d'apprendre du vivant, et de s'en inspirer ou de l'imiter pour concevoir des produits, des procédés ou des **systèmes humains innovants et compatibles avec la biosphère**.

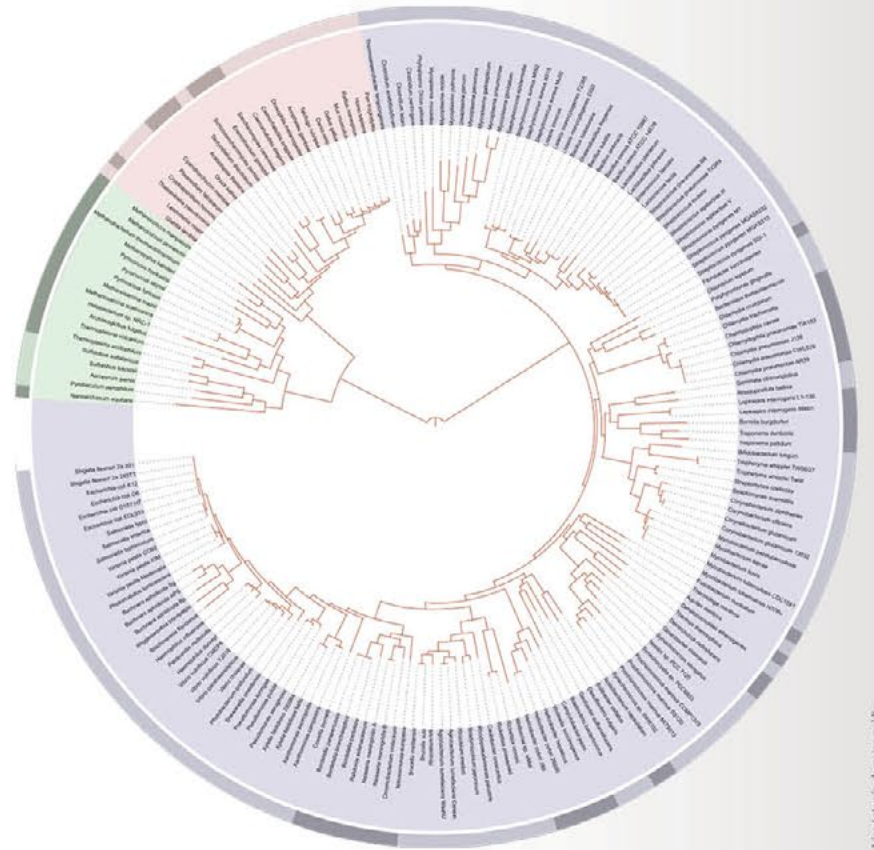
Voilà 3.8 milliards d'années **que la Vie se diversifie et évolue en suivant et contribuant aux changements de notre planète**. Depuis la première bactérie, les organismes vivants ont su développer des caractéristiques, des stratégies, des procédés divers et variés pour s'adapter aux conditions **environnantes** sur Terre.

C'est en s'inspirant d'eux que les ingénieurs, biologistes, architectes, designers apprennent à travailler ensemble en utilisant la nature comme modèle et comme système de référence.

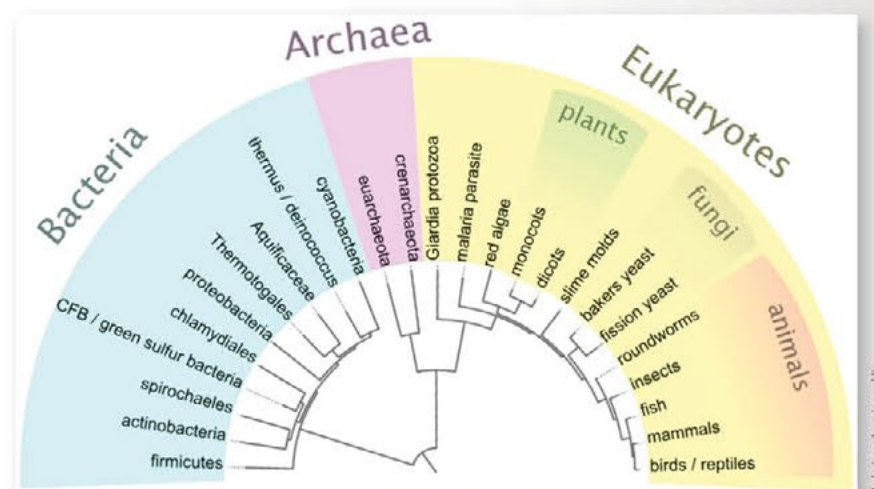
En effet, la nature est une extraordinaire machine qui produit à moindre coût énergétique des matériaux efficaces et non polluants.

OBJECTIF : donner aux industriels les recettes «vertes» pour produire autrement du béton, du verre, de la colle... Et ça marche !

On estime aujourd'hui à 10 millions le nombre d'espèces (hors bactéries) qui occupent aujourd'hui tous les milieux de la planète. L'espèce humaine est une espèce parmi celles-ci, et une très jeune, puisqu'elle n'est apparue qu'il y a 200 000 ans.



Arbre phylogénétique, représentation des différents règnes du vivant



La démarche biomimétique s'effectue en **3 étapes**

1. Identification

Repérage d'une caractéristique du vivant présentant une propriété intéressante ou d'un problème scientifique, technologique, écologique à résoudre.

2. Compréhension

Etudes des mécanismes à l'œuvre et sélection de la meilleure solution naturelle.

3. Imitation

Reproduction et adaptation des techniques ou procédés utilisés dans le milieu naturel.



CEEBIOS
Centre Européen d'Excellence
en Biomimétisme de Senlis



Mythologie grecque «Le rêve d'Icare»

XV^{ème} siècle

Léonard de Vinci

Observe le vol des oiseaux et s'en inspire pour réaliser les plans de l'hélicoptère, du deltaplane et du parachute.



Leonard da Vinci, domaine public

XVI^{ème} siècle

Matthew Baker

En 1598 construit une coque de bateau d'après le modèle d'une tête de morue et d'une queue de maquereau.

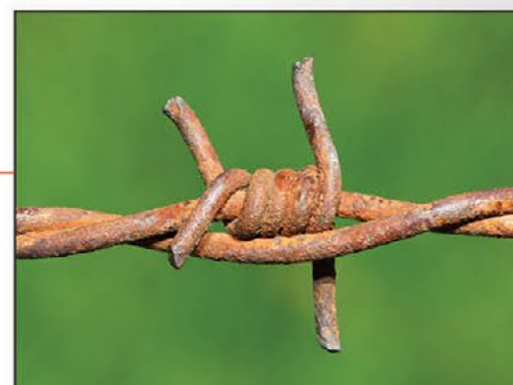


domaine public

XIX^{ème} siècle

Michaël Kelly

Invente le fil de fer barbelé en 1868 après avoir observé un buisson épineux repoussant le bétail.



Wuqiang, creative commons

XIX^{ème} siècle

Otto Lilienthal

Etudie le vol des cigognes et s'en inspire pour inventer entre 1891 et 1896 les premiers appareils de vol plané réussis.



Carl Neusser, domaine public

XX^{ème} siècle

Georges de Mestral

Invente en 1948 le Velcro après avoir observé la bardane, plante aux fruits «accrocheurs».



Jean-Hollinger, creative commons

XX^{ème} siècle

Janine Benyus

Vulgarise et renouvelle le concept du biomimétisme en 1997.



Couverture de livre de Janine Benyus «Biomimétisme, quand la nature inspire des innovations durables», éd. Point de l'Écluse

De nos jours, nos sociétés humaines puisent l'énergie et les matières premières de la nature sans se soucier de savoir s'il y en aura encore demain pour les générations futures. Ainsi, un nombre croissant d'endroits sur Terre sont déjà vidés de leurs richesses naturelles. Il y a donc urgence à s'inspirer des écosystèmes naturels durables qui ont su s'adapter à l'environnement terrestre en économisant les ressources.

Les 9 stratégies de la nature, autant de principes de durabilité

- | | |
|---|---|
| 1. Elle fonctionne à l'énergie solaire. | 6. Elle développe la diversité. |
| 2. Elle est économe en énergie. | 7. Elle utilise les richesses locales. |
| 3. Elle adapte la forme à la fonction. | 8. Elle ne fait pas d'excès. |
| 4. Elle recycle tout. | 9. Elle puise sa créativité |
| 5. Elle récompense la coopération. | dans les limites qui lui sont imposées. |

1- La nature fonctionne à l'énergie solaire :

Les organismes vivants ont depuis toujours capté et utilisé le soleil, comme énergie stable et durable. Les plantes capables de photosynthèse en sont les championnes toutes catégories, transformant l'énergie du soleil en sucres pour leur développement.

2- La nature utilise uniquement les ressources nécessaires :

Les organismes vivants optimisent leur consommation d'énergie et de matière. Ainsi l'hibernation permet à certains animaux de passer l'hiver en limitant leur consommation de graisse, leur principale réserve d'énergie.

3- La nature adapte la forme à la fonction :

Les organismes vivants s'adaptent aux contraintes de leurs fonctions : par exemple, construire un abri adapté aux conditions climatiques comme certaines termitières. Grâce à un ingénieux système de ventilation, celles-ci gardent une température constante, quel que soit la température extérieure. S'inspirant de cette prouesse, de nouveaux bâtiments ont pu réaliser des économies de chauffage et de climatisation de l'ordre de 50 à 90%.

4- La nature recycle tout :

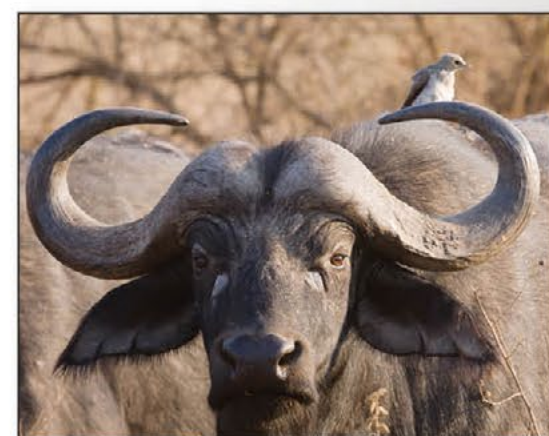
Les matériaux produits par un organisme servent de ressources à un autre organisme, comme les plantes mortes qui nourrissent les champignons et les moisissures, et ces derniers les redistribuant ensuite sous forme de nutriments aux autres êtres vivants. La notion de déchet n'existe pas dans le vivant.

5- La nature récompense la coopération :

Toutes les espèces vivantes ont besoin du voisinage de plusieurs communautés d'organismes différents pour vivre. Pas une seule plante ne peut, à elle seule, soutirer de la roche ou du sol tout ce dont elle a besoin. Citons le buffle africain, qui coopère étroitement avec le héron «garde-boeuf». En cas de danger le héron prévient le boeuf grâce à sa surveillance aérienne. Le héron quant à lui profite de la protection du buffle et picorent ses parasites, ce qui fournit au boeuf un service de nettoyage gratuit !

6- La nature développe la diversité

Coopérer implique de pouvoir compter sur plusieurs espèces. Darwin avait déjà mis en évidence que plus le nombre d'espèces est élevé dans un écosystème donné, plus la coopération est efficace. C'est aujourd'hui une donnée confirmée par la recherche actuelle.



7- La nature utilise les richesses locales

Les organismes vivants ne pratiquent pas le luxe de se nourrir de denrées venues du bout du monde, mais puisent plutôt ce dont ils ont besoin dans leur environnement immédiat, en préférant souvent les ressources abondantes et d'accès faciles.

8- La nature ne fait pas d'excès

Les organismes vivants produisent sans avoir recours à de hautes pressions, des températures élevées, ou des produits chimiques agressifs, comme nous le faisons. Ils ne pratiquent que ce que leur organisme leur permet aux conditions dans lesquelles ils évoluent.

9- La nature puise sa créativité dans les limites qui lui sont imposées

Des multiples contraintes auxquelles doit faire face la nature, naît une forme d'inventivité, stimulée par les limites géographiques et naturelles. Il en va ainsi de la forêt tropicale où se sont



Les scientifiques orientent leurs recherches selon 3 niveaux d'inspiration :

1. Les formes | 2. Les procédés | 3. Les systèmes

1. LES FORMES



Le TGV et le martin-pêcheur

L'aérodynamisme doit beaucoup à l'étude du vivant : au Japon, une des lignes du train à grande vitesse «Shinkansen», qui relie Osaka et Hakata, traverse de nombreux tunnels étroits dont l'air est brutalement comprimé lorsque le train y pénètre à grande vitesse. Cela cause des vibrations, du bruit et augmente la consommation d'énergie du train.

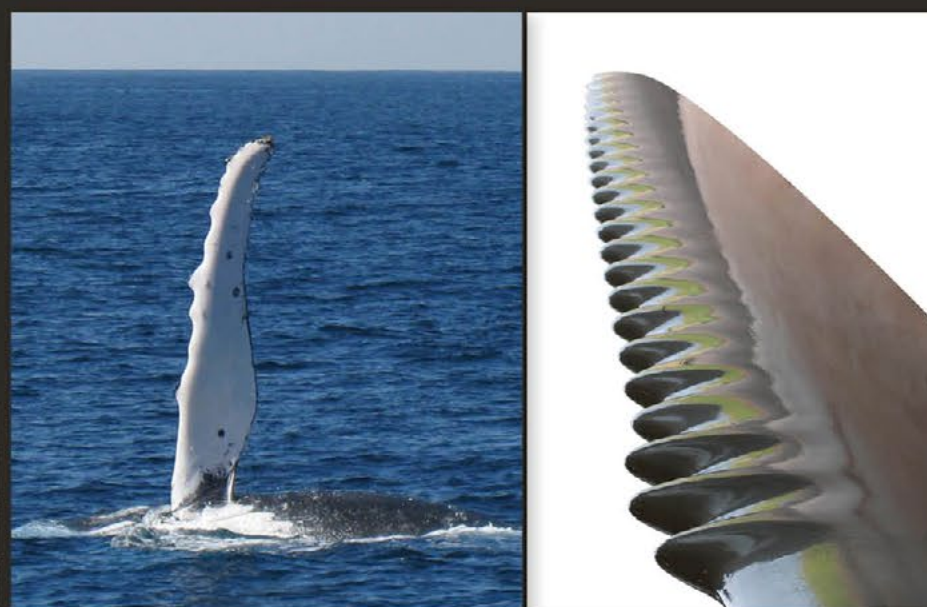
Comment perdre le moins d'énergie possible ?

Les ingénieurs se sont tournés vers un champion de la transition entre deux milieux différents (l'air et l'eau) : le martin-pêcheur. Celui-ci est connu pour sa formidable capacité à plonger à grande vitesse dans l'eau sans ralentir et avec un minimum de turbulences. Les ingénieurs ont ainsi imité la forme de son bec et de sa tête pour un résultat étonnant : la consommation électrique du TGV a diminué de 15%, et il a gagné 10 % en vitesse !

L'éolienne et la baleine à bosse

La baleine à bosse possède les plus grandes nageoires pectorales de toutes les espèces actuelles de baleines. C'est la combinaison de leurs longueurs de 5 mètres, soit un tiers de l'animal, et de leur forme très particulière qui explique l'exceptionnelle manœuvrabilité de cette espèce.

Les pales d'éoliennes de la société Canadienne WhalePower ont une forme inspirée directement de celles des nageoires pectorales des baleines à bosses. Grâce à cette innovation, elles sont capables de démarrer à des vitesses de vent nettement inférieures aux éoliennes plus classiques. Grâce à une technologie testée sur le terrain pendant des millions d'années, WhalePower donne un magnifique exemple des bénéfices que l'humanité peut retirer du biomimétisme.



La tour Eiffel et le fémur

La Tour Eiffel fut construite avec une structure similaire à celle de l'extrémité du fémur. Grâce à cet agencement, la tour possède une structure légère mais très résistante. Tout comme dans le fémur, les courbes métalliques de la Tour Eiffel forment un treillage fait de barres et d'attaches métalliques. Grâce à cette structure, la tour peut facilement résister au vent. En effet, le fémur présente une structure optimale : un minimum de matériaux réparti le long des lignes de forces permet de maximiser sa résistance. De nombreux architectes et ingénieurs en bâtiments s'inspirent de la structure interne des os, ce qui permet d'augmenter les capacités de

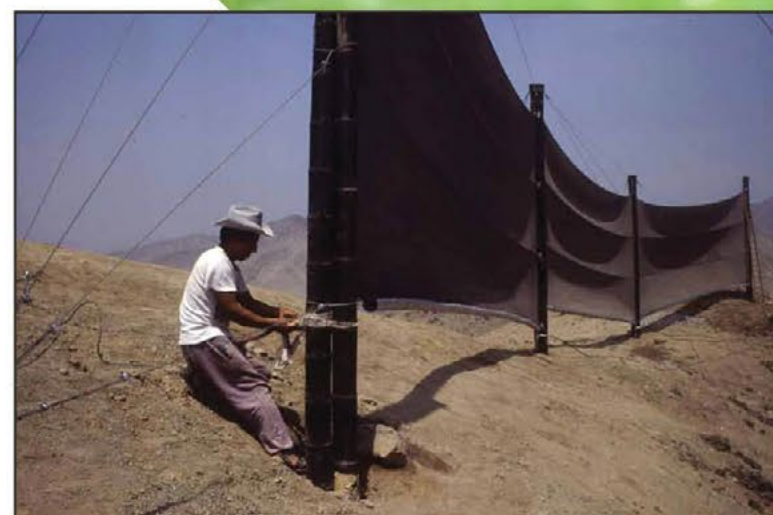
support de charge et d'offrir une résistance considérable. Les toits peuvent être construits pour couvrir de vastes superficies en prenant modèle sur la structure striée des os.

Les surfaces constituent un domaine majeur de la bio-inspiration de formes, la structure microscopique de celles-ci pouvant conduire à des propriétés remarquables.



Le scarabée namibien collecteur d'eau

Andrew Parker, un biologiste anglais, a observé l'étonnant procédé utilisé par des scarabées pour réussir à boire à partir des brumes côtières du désert du Namib, en Afrique du Sud. Tout est dans la forme de la carapace du scarabée. Celle-ci est constituée d'une succession de micro-bosses et de rainures cireuses qui retiennent l'eau et la conduisent directement jusqu'à la bouche du scarabée. Ce procédé a été copié avec succès pour améliorer les capteurs de brouillards côtiers des zones sèches.



La feuille de Lotus et les tissus autonettoyants ou imperméables

Les feuilles de Lotus ont la particularité de ne pas retenir l'eau.



En effet, elles sont recouvertes d'une multitude de structures nanométriques, sortes de «bosses» munies de cristaux de cire «en poil» qui les rendent super-hydrophobes. Les gouttelettes d'eau ne peuvent pas entrer en contact avec les surfaces de la feuille, elle «flottent» sur les bosses et les poils, tout comme les poussières.

L'eau s'écoule ainsi facilement et emporte avec elle tous les débris à sa surface. C'est le célèbre « effet lotus » qui a valu à ce végétal son caractère de pureté. De nombreux industriels s'en inspirent, dans la réalisation de matériaux super hydrophobes, autonettoyants et imperméables : vitrages, textiles, peintures insalissables ou plutôt autonettoyants ! Il existe aussi des crèmes solaires qui résistent à l'eau car en séchant, elles forment des réseaux de petits plots imitant la surface de la feuille de lotus, ce qui rend la peau «imperméable».



Inspiration par les formes

C'est le premier niveau du biomimétisme : mimer les formes ou les structures. Les développements innovants issus de ce niveau d'inspiration sont une première étape et permettent d'aboutir à des réalisations durables en améliorant l'aérodynamisme, la construction, la captation de l'eau et bien d'autres.

2. LES PROCÉDÉS

Depuis la révolution industrielle nos matériaux sont produits à l'aide de combinaisons variées de traitement à haute température, à haute pression, et avec des solvants toxiques rémanents. Or les organismes vivants ont mis au point des voies de synthèse bien différentes pour parvenir à des matériaux de performances comparables voir supérieures. La chimie du Vivant est majoritairement basée sur l'utilisation d'eau comme solvant, et est effectuée à température et pression ambiantes.



La photosynthèse artificielle

Tout végétal utilisant la fonction chlorophyllienne, inventée il y a deux milliards d'années par les algues bleues, capte l'énergie solaire, la transforme en électricité via des voies chimiques très complexes, pour la stocker sous forme de nutriment comme le sucre. C'est la photosynthèse.

Actuellement, plusieurs laboratoires dans le monde travaillent sur ce qui sera une industrie photovoltaïque organique. Cela devrait donner non plus des capteurs à base de silicium, mais des films organiques très fins, biodégradables et fabriqués à bas coût. En outre, plusieurs équipes, à l'instar de celle du Pr Fontecave au CEA développent ce que seront

peut-être les futures piles à combustibles et qui se basent sur l'imitation de la photosynthèse.

Les bio-verres

Trois groupes d'organismes marins produisant des squelettes de silice, appelle «bio-verre», ont été décrits : des organismes planctoniques microscopiques tels que les diatomées et les radiolaires, et certaines éponges, précisément nommées «éponges de verre». Elles secrètent leur squelette directement sous forme de fibres de verre. Celles-ci sont parfaitement comparables à celles fabriquées par l'Homme, sauf que celles-ci sont produites à faible température, alors que nos industries les obtiennent à des températures de plusieurs centaines de degrés.

Plusieurs équipes dans le monde tentent d'imiter les diatomées et les éponges. Des premiers échantillons de composites ont déjà vu le jour, notamment en France dans le laboratoire français du Pr Sanchez. Les chercheurs précisent que produire, comme une diatomée, un pare brise de la même densité que les nôtres est sans doute impossible : la synthèse à froid a quand même ses limites thermodynamiques.

Les bioluminescences

La bioluminescence désigne la propriété de certains organismes à produire de la lumière pour attirer un partenaire ou une proie, ou au contraire repousser un prédateur ou encore pour se camoufler. Le ver luisant en est un exemple parmi d'autres (méduses, étoile de mer, calmars...). Comparativement à nos méthodes humaines d'éclairage, la bioluminescence est une lumière relativement froide, donc économe en énergie, issue de réactifs non-toxiques. Si les LEDS actuels consomment elles aussi très peu d'énergie et ont l'avantage de ne pas contenir de mercure, elles ont encore des progrès à faire au niveau de la toxicité. La bioluminescence reste donc encore à imiter pour concilier basse consommation énergétique et absence de toxiques.



La terre crue

La terre est un autre matériau, produit par le Vivant, qui a fait ses preuves dans la nature. Production locale et donc peu onéreuse par définition, elle est utilisée avec succès par un grand nombre de mammifères, comme le castor, et par les oiseaux, dont les hirondelles. Cependant, les champions en la matière restent les termites, qui l'emploient depuis des millions d'années. Il a été montré récemment que pour augmenter encore la durée de vie des structures qu'elles construisent, elles mêlent à la terre des sucres très particuliers contenus dans leur salive.



Un emballage biodégradable qui pousse !

EcoCradle® est un substitut au polystyrène expansé (mousse PSE) pour l'emballage. Il s'agit d'un matériau fabriqué à partir de la « croissance moulée » de mycélium de champignons sur des déchets organiques. Le matériau a les mêmes caractéristiques techniques que le PSE, mais est produit à partir de déchets organiques et entièrement compostable.



Les coquilles et le bio-ciment

L'industrie des ciments est fortement émettrice de CO², gaz responsable de l'effet de serre. Or, on peut imaginer concevoir des bio-ciments fixateur de CO².

Les ciments naturels sont le plus souvent à base de calcaire (carbonate de calcium), constituant principal des squelettes, carapaces et coquilles très résistants produits par une grande diversité de coraux et coquillages. Ainsi, les grandes falaises de craie observables notamment le long des

rivages, sont le résultat de la lente accumulation des débris de ces matériaux. Dans le domaine des céramiques, les meilleures productions actuelles sont celles réalisées par des mollusques : les ormeaux.

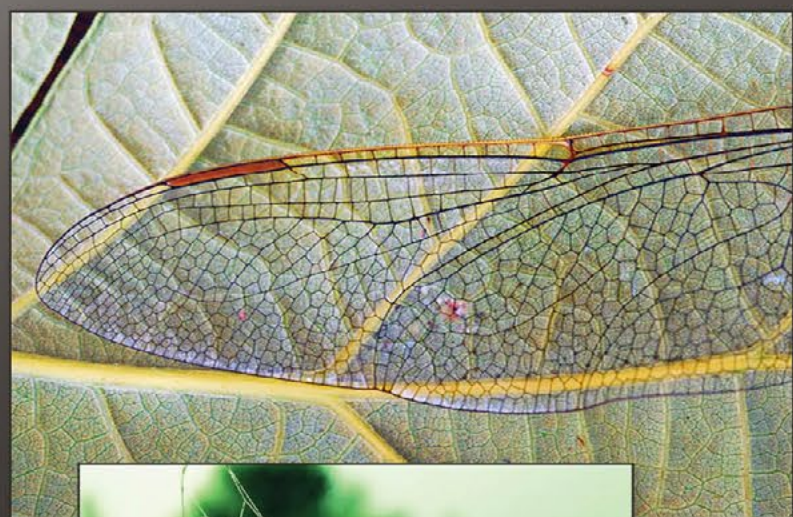
Nos céramiques classiques, cuites à hautes températures pendant plusieurs jours, sont plus cassantes que les structures que l'on retrouve dans les coquilles des mollusques. Etudier les procédés par lesquels la multitude de structures en calcaire sont synthétisées par le Vivant, pourra donc nous aider à concevoir les bio-ciments et les céramiques de demain.



Les bio-textiles et la chitine

Pour créer des tissus transparents ou innovateurs, les chercheurs se sont inspirés du modèle des bio-textiles. Il s'agit de matériaux naturels créés par des animaux, comme la soie des toiles de l'araignée ou la chitine des ailes des libellules.

La chitine est un matériau remarquable qui, plus ou moins imprégnée de sels minéraux, peut-être à la fois solide, élastique, transparente et biodégradable ! Elle est testée depuis des millions d'années par l'immense famille des arthropodes (des invertébrés) : les crabes, les papillons, les libellules, les scorpions, etc... Mais aussi des champignons. Des chercheurs de l'Institut de Wyss (Harvard) s'en sont inspirés pour créer un premier matériau : le Shrilk. Peu cher à produire et écologique, il pourrait bien remplacer le plastique dans nos produits de consommation courante.

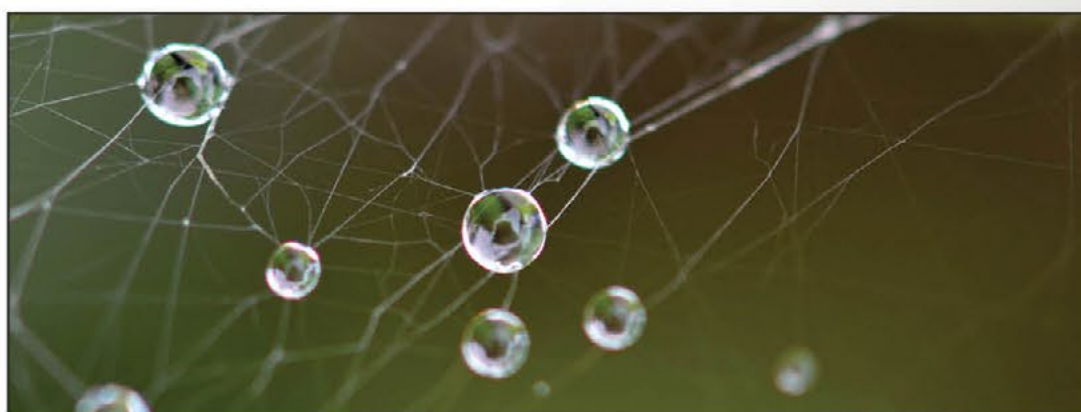


Le fil d'araignée

Le fil d'araignée est un fil très fin doté d'une résistance remarquable.

À diamètre égal, il est 5 fois plus résistant que l'acier et 3 fois plus résistant que les meilleures fibres synthétiques.

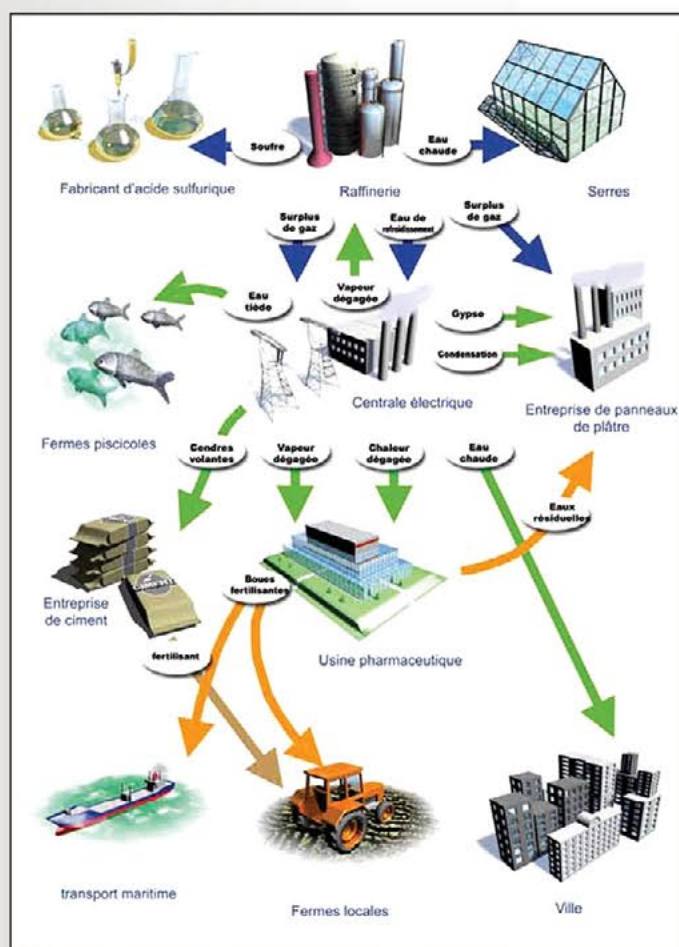
Il possède de plus une très grande élasticité : il peut s'allonger de 40% sans se rompre. Si produire un large textile en fil d'araignée synthétique reste aujourd'hui utopique, sa grande biocompatibilité lui réserve un avenir prometteur dans la production d'implants biomédicaux.



Lemiot, creative commons

3. LES SYSTEMES

A. COPIER LES ÉCOSYSTÈMES



Au lieu de copier des stratégies mises en place par une espèce en particulier comme dans le cas du biomimétisme de formes ou de procédés, le biomimétisme des écosystèmes vise à s'inspirer des relations entre espèces qui permettent à l'écosystème entier d'être stable ou dynamiquement stable et donc durable.

Les écosystèmes dits matures, comme les récifs coralliens ou les forêts primaires, se caractérisent par un très fort recyclage des ressources, une grande diversité d'espèces, de nombreuses interactions entre elles, essentiellement de la coopération.

Ces systèmes s'auto-organisent en une communauté intégrée et diversifiée d'organismes optimisant ainsi sur le long terme l'utilisation des ressources locales disponibles.

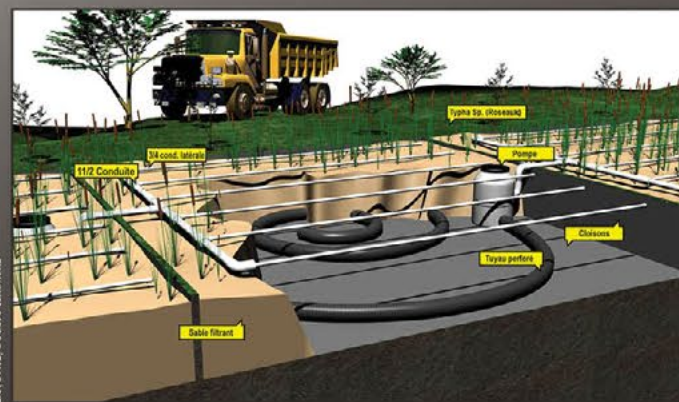
Ecologie industrielle

Le concept d'écologie industrielle et d'économie circulaire qui est apparu au cours des deux dernières décennies, s'inspire des mêmes principes : circularité des flux de matériaux et d'énergie, relocalisation, etc.

Les industries créent des connexions pour que chaque déchet d'une industrie forme une ressource pour un autre.

Kalundborg, petite ville industrielle située à une centaine de kilomètres à l'ouest de Copenhague au Danemark, est souvent citée en exemple depuis les années 90. On dénombre dix-neuf flux d'échanges entre les partenaires.

Citons, qu'en France Dunkerque est la première ville à avoir mis en place en 2001 cette démarche d'écologie industrielle.



Phyto-épuration

Les écosystèmes naturels, via les interrelations entre plantes, champignons et microorganismes, ont la capacité de filtrer et épurier l'eau, protégeant l'ensemble des organismes des impuretés et bactéries nuisibles.

C'est en s'inspirant de cette capacité que Suez-Environnement a conçu le projet «Zone Libellule», un système mis en place afin d'améliorer le traitement des eaux usées de la station d'épuration de Saint-Just, dans le département de l'Hérault (France). Ce site de 1,5 Ha est constitué de différentes zones humides abritant plus de 7000 plantes poussant naturellement dans la région, choisies pour leur capacité à éliminer certains micropolluants (pesticides, métaux, résidus médicamenteux...) présents dans l'eau. Ce projet est un bon exemple d'observation des écosystèmes, porteurs de solutions rentables et écologiquement viables.



Le modèle des bancs de poissons

L'étude du comportement collectif des bancs de poissons et de leur communication par les ultrasons a inspiré aux ingénieurs de chez Nissan des robots capables de réactions d'évitement rapide face à des obstacles.

Face à une portion de route plus étroite ou un obstacle au milieu de la route, les véhicules s'arrangent en un « embouteillage fluide » qui permet de gagner du temps minimisant ainsi les pertes d'énergie.



Permaculture

C'est en observant les cultures aborigènes et les écosystèmes forestiers que les australiens David Holmgren et Bill Mollison ont développé, dans les années soixante-dix, le concept de permaculture.

Selon leur postulat il est possible de concevoir un système agricole productif basé sur des écosystèmes qui ont su rester stables et durables grâce aux interactions naturelles entre espèces (animaux, végétaux, champignons...) qui maintiennent un équilibre permanent pour la survie de tous.

De fait, comme ces écosystèmes, la permaculture ne fait donc pas appel aux pesticides et autres engrais pour produire, évitant même le labourage. Certaines espèces repoussent les nuisibles tandis que d'autres nourrissent le sol, l'homme n'intervenant que pour organiser ces cultures, afin de faciliter

la récolte des plantes qui l'intéresse. La permaculture se pratique sous tous les climats et à différentes échelles, depuis des balcons jusqu'à des villages entiers, et intègre autant l'agriculture que les interactions sociales et économiques.

La Ferme du Bec Hellouin en France est un exemple local connu, mais d'autres exploitations de plus grande envergure se développent à l'international, que ce soit en Chine ou aux Etats-Unis.

B. COPIER L'INTELLIGENCE COLLECTIVE



Intelligence des essaims

L'étude des essaims d'insectes et notamment des fourmis, servent de modèle de programmation informatique depuis plus de deux décennies.

En effet, les chercheurs ont prouvé qu'il est possible de générer une réponse complexe en donnant des ordres simples à la manière des fourmis.

Les informaticiens ont réussi à générer un comportement intelligent chez des robots en donnant des ordres simples : « Promène-toi jusqu'à ce que tu aies trois petites bougies dans tes griffes. Pose-les. Ensuite retourne en chercher trois autres ».

Les robots ramènent alors progressivement les bougies vers un même point, résultat qu'il aurait été beaucoup plus laborieux de programmer directement.



Inspiration par les systèmes

C'est le troisième niveau du Biomimétisme : s'inspirer des principes de fonctionnement et d'organisation des systèmes biologiques pour optimiser l'utilisation des flux de ressources et ainsi améliorer nos propres systèmes économiques, industriels, informatiques, énergétiques, ...

S'inspirer des systèmes est donc le niveau le plus intégré du biomimétisme et le plus prometteur pour construire des sociétés humaines économes, résilientes et à nouveau compatibles avec le reste du Vivant.

Suivre l'exemple de la nature peut considérablement modifier notre agriculture, nos modes de productions, notre approvisionnement en énergie, notre manière de nous soigner, de conserver l'information et de gérer les affaires. Dans chaque cas, la nature peut être un modèle, une référence et un guide.



Extrait traduit de « Biomimicry, innovation inspired by nature »
de Janine Benyus :



La nature comme modèle : Les plantes, les animaux et les écosystèmes recèlent de formidables sources d'ingéniosités et de savoir-faire : capteur solaire, céramiques incassables, économie en circuit court, médicaments, etc.

La nature comme référence : La nature n'est pas seulement un modèle mais aussi une référence auquel les innovations humaines peuvent être comparées.

La nature comme guide : la nature ne doit plus être vue comme une source de matières premières, mais comme une source d'idées, non plus basée sur ce que l'on peut extraire mais de ce que l'on peut en apprendre.

La protection rationnelle des espèces sauvages et de leurs habitats s'imposera alors comme une évidence.

La démarche du biomimétisme peut dépasser de loin la mise au point d'une fibre plus solide ou d'un nouveau médicament. Elle permet de réorienter notre développement industriel, économique... vers la durabilité.

Elle encourage l'Homme à considérer la nature comme un modèle plutôt que comme seule source de biens.

Notre avenir et la biodiversité sont liés :



Nous dépendons de la biodiversité dans notre quotidien de manière cruciale, pour notre alimentation, notre santé ainsi que de nombreux autres besoins vitaux.

Dans son célèbre rapport intitulé « Évaluation des écosystèmes pour le millénaire », l'ONU invoque **deux argumentaires** pour la protection de la biodiversité :

- **Pour des raisons éthiques ou morales :** toutes les espèces semblent issues d'un même processus évolutif, permanent.

Toutes ces espèces ont droit à la vie, elles sont des ressources potentiellement utiles pour les générations futures.

Certains services fournis par la biodiversité sont vitaux (l'oxygène, l'air, les équilibres écologiques...).

- **Pour des raisons plus utilitaires :** les services matériels, économiques, esthétiques, culturels rendus par le vivant.

La biodiversité est un bien commun dont la conservation est d'intérêt public et général ; la perte d'espèces-clé ou d'une grande part de la diversité génétique a des conséquences non prévisibles et souvent irréversibles.

Comme le disait Jean Rostand :

« Il faut protéger l'inconnu pour des raisons inconnues ».



Sénèque 4 av.J.C - 65 ap J.C

Philosophe –dramaturge – Homme d'Etat romain au 1^{er} siècle de l'ère chrétienne

«*Tout art est une imitation de la nature.*»

Léonard di Vinci 1452 – 1519

Peintre italien, scientifique, ingénieur, inventeur, botaniste, écrivain

«*Dans la nature, tout a toujours une raison.*

Si tu comprends cette raison, tu n'as plus besoin de l'expérience.»

Michel de Montaigne 1533 -1592

Ecrivain, philosophe, homme politique français

«*La nature peut tout et fait tout.*»

Victor Hugo 1802 - 1885

Ecrivain, poète, dramaturge, homme politique français et intellectuel engagé

«*C'est une triste chose de songer que la nature parle
et que le genre humain n'écoute pas.*»

Antonio Gaudi 1852 – 1926

Architecte espagnol

«*L'architecte du futur construira en imitant la nature, parce que c'est
la plus rationnelle, durable et économique des méthodes.*»

Pablo Picasso 1881 – 1973

Peintre, dessinateur et sculpteur espagnol

«*La peinture, ce n'est pas copier la nature
mais c'est apprendre à travailler comme elle.*»

Marcel Aymé 1902 – 1967

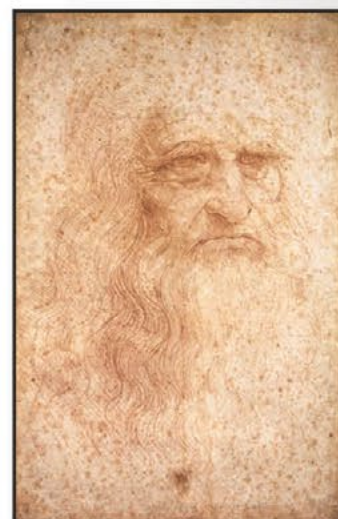
Ecrivain, dramaturge et nouvelliste français

«*La nature ne se perd pas.
Ce qui se défait d'un côté se refait d'un autre.*»

Nicolas Hulot

Reporter, écrivain, écologiste français

«*La nature dit toujours quelque chose.*»



POUR EN SAVOIR PLUS

Littérature

- « Biomimétisme », Janine Benyus - 2011
- « Cradle to Cradle », M. Braungart et W.McDonough - 2009
- "Biomimicry in Architecture", Michael Pawlyn - 2011
- « La vie, quelle entreprise », R. Barbault et J. Weber – 2010
- « The Nature of Business », Giles Hutchins – 2012
- "Les systèmes complexes- mathématiques et biologie", Hervé Zwirn – 2006
- « Formes et croissance » D'Arcy Thompson – 1994
- « Exploring the way Life works » M. Hoagland, B. Dodson et J. Hauck-2001
- "the Way Life Works" M. Hoagland et B. Dodson -1998
- "Vers une écologie industrielle" S. Erkman -2004
- « Industry of Nature » MateriO -2012
- « Quand la Nature Inspire la Science » Mat Fournier – 2011
- « Vive la corévolution » A.S. Novel et S. Riot -2012

Revues

- Zygote Quarterly
- CNRS le journal - N°268 - septembre-octobre 2012 - La nature pour modèle

Rapports

- « Étude sur la contribution du biomimétisme à la transition vers une économie verte », Commissariat Général du Développement Durable, 2012

Sites internet

- www.biomimicryeuropa.org ;
- www.inspire-institut.org
- www.biomimicry.net
- www.asknature.org une base de données pour s'inspirer du Vivant.
- www.businessinspiredbynature.com
- Facebook – Pages Biomimicry Europa et Biomimicry 3.8