

Alban Morinière
dirigé par Anna Bernagozzi.

« Le biomimétisme pour un design durable »

Section Design Objet
ENSAD, 2009.

| | |
|---|-----------|
| Avant-Propos | 4 |
| Introduction : | |
| Plusieurs définitions, une méthodologie | 12 |
| Le biomorphisme : innovation esthétique | 13 |
| Le design organique : innovation poétique | 14 |
| La bionique : innovation technologique | 18 |
| Le biomimétisme : innovation durable | 20 |
| Première partie : | |
| le biomimétisme depuis son origine, un biomimétisme de surface | 24 |
| Historique | 25 |
| Applications | 47 |

| | |
|--|----------------|
| Seconde partie : | |
| biomimétisme et prospective, | |
| un biomimétisme de fond | 77 |
| Contexte | 78 |
| Théories et principes | 103 |
| Premières application, et celles à venir | 114 |
| Conclusion | 138 |
| Bibliographie | 140 |
| Remerciements | 143 |

Qui je suis, où j'en suis aujourd'hui

On me demande souvent quelles études je fais quand je rencontre quelqu'un. La réponse est simple : j'étudie le « design d'objet ». Cette appellation correspond à la section dans laquelle je me trouve parmi celle de l'école mais d'un point de vue plus personnel j'aime plutôt dire que j'étudie le « design ». Le design est une pratique qui prend des formes extrêmement complexes et variées, et qui adapte sa méthodologie à la résolution de chaque problème. Le réduire à un champ d'application plus précis : le « design d'objet », permet dans un premier temps de clarifier les choses. Mais je trouve que cela tend surtout à affaiblir la discipline en orientant le « designer d'objet » vers la simple réflexion autour de choses palpables. Or, le design est partout, bien au-delà des biens matériels qui nous entourent, et toute sa richesse s'explique par sa pluridisciplinarité. On traite à la fois de produit, d'espace, de communication, de technologie, de sciences humaines, de sémiologie, d'économie, etc. Selon moi, il représente surtout la démarche et la réflexion inhérente à chaque chose.

Nous sommes environ une quinzaine d'étudiants en quatrième année et nous savons déjà que nous aurons tous des métiers différents à la sortie de l'école. Bien sûr, nous serons tous des « designers d'objet » d'après le diplôme, mais nos intérêts personnels et la richesse de la profession nous pousseront vers des métiers variés. Etudier le design me donne donc l'opportunité et la chance de pouvoir choisir les voies qui m'intéressent dans la création contemporaine. Mes études sont là pour m'apprendre une méthodologie et des connaissances théoriques et pratiques, mais la particularité de ce cursus est bel et bien la liberté d'expression de mon savoir. A chaque fois, je suis libre d'aborder le projet à ma manière, selon ma personnalité, et je peux le faire tendre vers des problématiques auxquelles je suis particulièrement attentif. Cette liberté qu'est la mienne s'applique jusqu'au choix de mon sujet de mémoire.

Cette quatrième année marque un tournant important dans mon cursus scolaire car elle doit montrer clairement une direction et des centres d'intérêts. Le choix du thème de mémoire en est la preuve. Avec cet exercice, je dois exprimer une réflexion globale sur un sujet et démontrer un point de vue personnel cohérent. Ainsi, ce mémoire pose par écrit un premier positionnement quant à la profession de designer et marque pour moi une entrée en matière significative. Toutefois, il n'est pas évident de choisir un thème d'étude pour lequel on devra se passionner tout le long d'une année. Pour ma part, ce choix s'est imposé par lui-même et s'est dessiné au fur et à mesure de mon parcours personnel.

Une question de priorité

Bien avant d'entamer des études de design, j'ai toujours eu un intérêt envers l'écologie, très sûrement initié par mon éducation. J'ai grandi dans une crise écologique croissante qui est devenue visible pour la majorité des gens autour des années 2000. Avec le passage dans un nouveau millénaire, l'homme moderne a commencé à prendre conscience des problèmes majeurs de sa planète. Les enjeux écologiques font partie de notre paysage médiatique, et personne ne démentira aujourd'hui le fait que nous traversons une crise environnementale grave. Pourtant, ce problème ne semble pas affecter toute la population comme une priorité, quand d'autres s'inquiètent plus particulièrement des problèmes économiques ou sociaux, par exemple. Pour ma part, l'urgence est bien de protéger notre environnement pour tendre vers des lendemains sereins et pérennes. La définition même du développement durable résume assez bien la situation dans laquelle nous sommes aujourd'hui : « le développement durable c'est savoir répondre aux besoins des générations actuelles sans compromettre ceux des générations futures. ». Or, nous savons désormais qu'en suivant notre système de production et de consommation actuel, nous ne garantissons pas un avenir stable pour les prochaines décennies. Qu'en est-il alors ? Que peut-on faire ?

Puisque le développement durable s'exprime à travers trois facteurs liés les uns aux autres : facteur social, facteur économique et facteur écologique, cet état d'urgence conjoncturel nécessite une réponse globale. En ce qui me concerne, je considère que nous sommes à un tournant de l'histoire qui impose une remise en question de notre manière de créer et consommer des biens. Je porte un intérêt spécifique à une démarche durable dans le design parce que j'ai le sentiment profond qu'il est temps d'agir et surtout parce que je perçois la profession de designer comme celle d'un chercheur et d'un entrepreneur.

Thème, sujet, problématique, plan

Mon mémoire s'oriente donc tout naturellement vers une étude reliant le développement durable à la création design. L'association de ces deux idées peut prendre des formes très variées mais se résume généralement sous le nom d'éco-conception. Par éco-conception (ou éco-design), on comprend la création de produits qui limitent leur impact sur l'environnement par une réflexion globale autour du cycle de vie de l'objet. Cette pratique très large à aussi pour intérêt d'introduire de nouvelles méthodes de réflexion, de nouvelles manières de penser.

Une nouvelle voie qui émerge a alors attiré mon attention depuis que j'ai commencé à regarder de plus près le design durable. C'est celle du biomimétisme. En latin, « bio » signifie la vie, et « mimesis » imiter. Le biomimétisme est donc le fait de regarder et de s'inspirer de la nature pour créer. Plus précisément, c'est une démarche qui consiste à reproduire artificiellement des propriétés naturelles issues de systèmes biologiques. Cette idée finalement vieille comme le monde n'a pas toujours débouché sur des créations élégantes selon moi mais mérite un regard particulier notamment lorsqu'elle devient un outil du développement durable. En effet, on peut regarder une infinité de choses dans la nature, mais ce qui compte pour moi c'est le fait d'en extraire quelque chose d'intelligent. C'est pourquoi, tout le long de cette étude, je garderai à l'esprit les concepts de design et développement durable qui m'ont permis d'aboutir à ce nouveau thème.

Le thème du biomimétisme étant posé, il reste à trouver un sujet de mémoire. Comme exprimé précédemment, le biomimétisme prend du sens quand il est porteur de création durable. En effet, bons nombres d'espèces vivantes ont su se créer des conditions de vie pérennes et se développer sainement depuis des millions d'années. Ainsi, le sujet propose une réflexion autour du biomimétisme comme outil de durabilité. L'étude porte alors sur la relation entre l'Homme et la Nature et sur le fait que celui-ci puisse apprendre de son environnement pour répondre à ses propres besoins.

Comment puiser alors dans la nature des principes et systèmes durables à ré-exploiter ? Depuis quand la nature a-t-elle été source d'inspiration pour le designer ? En quoi cela lui a-t-il été utile ? Comment pourra-t-il le faire de nouveau ? Peut-il le faire différemment ? Autant de questions qui alimenteront ce mémoire porté finalement par la problématique majeure suivante : « Comment le designer peut-il s'inspirer de la Nature pour créer des produits ou services durables ? »

Dans ce mémoire, je répondrai à la question précédente à travers deux axes d'étude, après qu'une introduction ait clairement défini le thème. En première partie, il s'agira d'évoquer le biomimétisme depuis son origine à travers l'évolution d'un contexte et les applications qui sont apparues. Ce « biomimétisme de surface » posera les bases de la pratique afin de faire un premier point sur les idées à retenir. En seconde partie, il sera question d'un nouveau biomimétisme, le « biomimétisme de fond ». Celui-ci apparaît dans un contexte prospectif et se veut plus ambitieux, remettant en cause tout un système. Je démontrerai qu'un contexte propice à cette idée se développe et qu'il existe déjà des solutions concrètes. En conclusion, il faudra alors faire le point sur la réelle pertinence et crédibilité de cette pratique en y abordant les points positifs et négatifs retenus.





Initiation au biomimétisme par un trekking en
pleine nature en Inde,
proposée par le *Biomimicry Guild*.

Quand on parle de création, on parle d'inspiration. Tout designer est en permanence confronté à cette question de l'inspiration. Pour qu'un concept naisse, il doit être extrait d'un autre puis modifié pour qu'il acquière son originalité. La source d'inspiration qui sera évoquée ici est unique : la Nature. Toutefois, nombreuses sont les créations qui peuvent en découler, et nombreux sont les domaines auxquels elles appartiennent. Ainsi, une œuvre musicale, une peinture, une chaise, un matériau ou une technologie bio-inspirés ne correspondent pas exactement aux mêmes disciplines. Arrive alors la question des définitions où on parlera selon les cas de biomorphisme, design organique, bionique, biomimétisme, etc.

1. Le biomorphisme : innovation esthétique

Le terme biomorphisme a été utilisé par des historiens d'art pour qualifier un certain nombre d'œuvres produites dans les années 1920-30-40, présentant des formes aux contours souples, plus ou moins complexes et évoquant la sphère biologique. Concernant les arts plastiques, ce mouvement pictural n'a jamais été proprement envisagé comme un style mais seulement comme un vocabulaire formel spécifique. Souvent associé au surréalisme, il prend inspiration directe de la Nature. Les processus propres à la Nature guident l'œuvre biomorphique : naissance, croissance, génération, etc. Le processus y est plus important que le résultat. Le biomorphisme est morphologiquement dominé par la ligne courbe, libre, sinueuse et souvent refermée pour créer des formes irrégulières. La ligne courbe symbolise l'évolution du temps, l'aléatoire, la contingence, la matière s'opposant à la ligne droite atemporelle et absolue.

Cette tendance se place donc à mi chemin entre le monde réel, les lois qui le régissent et l'imagination. On a donc recours à des formes issues de la Nature, mais simplifiées et choisies pour des raisons structurelles et plastiques fortes. C'est un moyen de montrer le monde vivant dans toute sa vivacité. Plus encore, il a pour vocation de reconstituer les liens rompus entre le monde et l'Homme. Les artistes associés à ce courant sont Kandinsky, Miro, Giacometti ou encore Picasso pour n'en citer que quelques-uns.

2. Le design organique : innovation poétique

Le terme « organique » signifie littéralement « qui a rapport aux organes, à la constitution même d'un être vivant ». En opposition à ce qui est artificiel, une forme organique serait donc une forme vivante. Parler de design organique renvoie donc directement à un vocabulaire formel précis, celui de la Nature. Le design organique désigne alors l'utilisation des formes naturelles pour la création contemporaine. Il s'agit le plus souvent de formes rondes et asymétriques, formes ludiques parfois.

Par définition, beaucoup de designers ont pratiqué le design organique ponctuellement à travers tous types d'objets. En revanche, certains se spécialisent dans cette voie du design et en font un point de départ pour chaque projet. C'est le cas du britannique Ross Lovegrove, surnommé « Captain Organic ». Ce designer renommé a travaillé dans cette voie, faisant de la Nature son terrain de recherche, y puisant toujours de nouvelles formes. Un concept qu'il a inventé le suit tout le temps, il l'appelle DNA : Design, Nature, Art. Son désir est de donner de l'émotion à l'utilisateur par la reprise de ces formes qui le fascinent. Il travaille instinctivement, avec sa sensibilité, pour adapter au design industriel souvent austère une part de poésie et de lyrisme. Son grand challenge est aussi de faire coïncider ses désirs formels avec les technologies du moment. Tout comme Carlo Mollino, Arne Jacobsen ou plus récemment Zaha Hadid, Lovegrove fait vivre la forme dans la création. Tous s'inspirent du vivant parce qu'il y existe une force non palpable qu'ils retranscrivent dans le design. Par l'organicité, une présence est donnée à l'objet qui semble vivre à son tour.

Toutefois, en ce qui concerne l'architecture, le terme « organique » a une connotation bien différente. L'architecture organique désigne une philosophie qui s'intéresse à l'harmonie entre l'habitat humain et le monde naturel. Par une approche conceptuelle qui se veut à l'écoute du site d'intégration, l'architecture et son mobilier d'intérieur doivent s'unifier pour mieux s'intégrer à l'environnement. Le concept d'architecture organique a été développé par les recherches de Frank Lloyd Wright qui considérait qu'une maison naissait de la rencontre et des besoins des gens avec l'esprit du lieu, à la manière d'un organisme vivant. Sa conviction était que l'architecture influence les personnes y habitant, agissant comme une extension humaine. Pour cette raison, l'architecte avait la capacité de « modeler les hommes ».

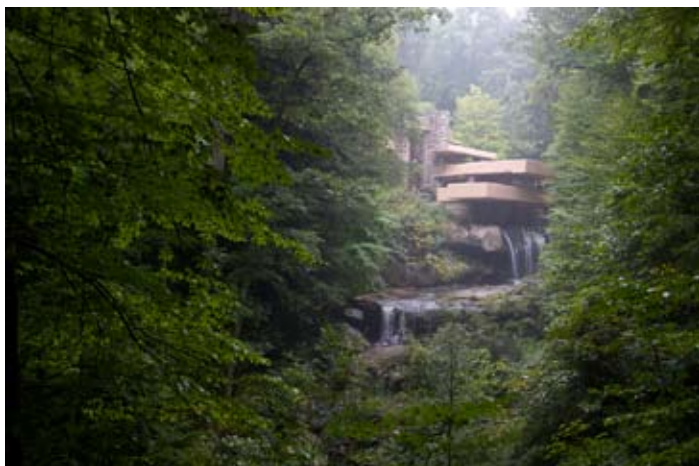
Cette nouvelle vision humaniste de l'architecture repose sur un ensemble de règles que le théoricien David Pearson décrit ainsi :

« Laissons l'architecture :

- être inspirée par la nature et être durable, bonne pour la santé, protectrice et diverse.
- dépliée, comme un organisme se déploierait depuis l'intérieur d'une graine.
- exister à l'instant présent et renaissant toujours et encore.
- suivre le mouvement et rester flexible et adaptable.
- satisfaire des besoins sociaux physiques et spirituels.
- se développer à partir du site et être unique.
- célébrer l'esprit de la jeunesse, du jeu et de la surprise.
- exprimer le rythme de la musique et la puissance de la danse. »

Le plus célèbre exemple de ce mouvement est « La maison de la cascade » de Frank Lloyd Wright, construite en 1939 en Pennsylvanie aux Etats-Unis. L'architecte a choisi de construire la maison au dessus d'une cascade et d'un torrent, créant un dialogue étroit (d'un point de vue visuel et sonore) entre les habitants et leur environnement. La roche est omniprésente dans la maison et les terrasses offrent une vue frontale sur la végétation, laissant en même temps entrer toute la lumière naturelle. Un sentiment de plénitude et d'évasion est permis et l'Homme se sent en fusion avec la Nature.

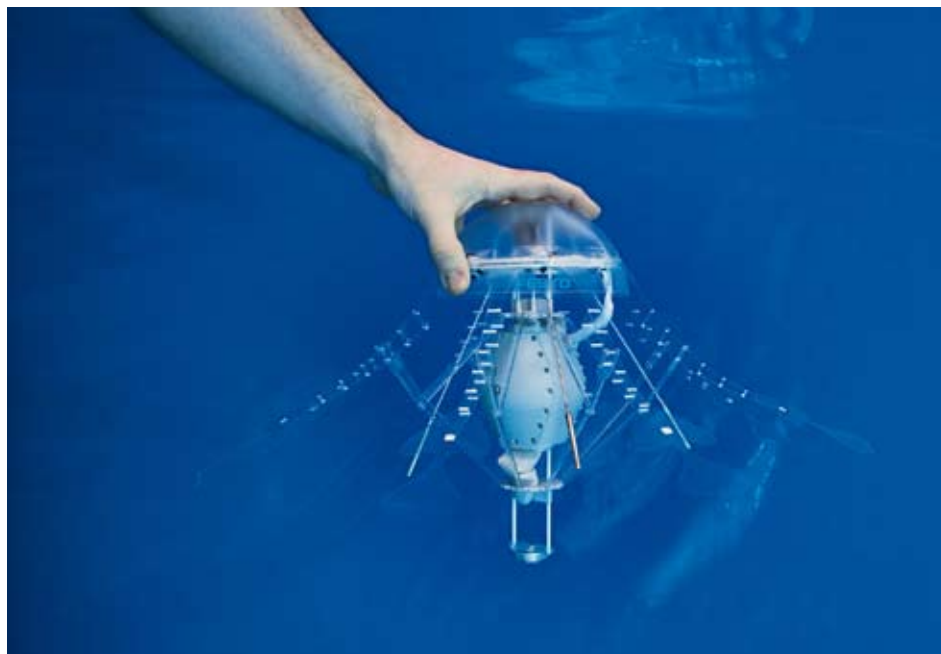
J'apprécie particulièrement cette vision très moderne qui me semble toujours d'actualité. Le modèle d'architecture organique se révèle aussi intéressant lorsqu'il s'applique au design, visant à intégrer au mieux les produits dans leur contexte selon une démarche naturelle et posée. Nous suivrons par la suite quelques exemples allant dans cette voie.



Maison de la Cascade, par Franck Lloyd Wright, Pennsylvanie USA, 1939

3. La bionique : innovation technologique

De tout temps, l'intelligence humaine a sondé l'intelligence de la Nature pour perfectionner ses inventions même si, parfois, les moyens techniques nécessaires pour les réaliser ne suivaient pas. Les machines volantes inspirées des oiseaux ou des chauves-souris que dessinait Léonard de Vinci ne pouvaient pas décoller, faute de matériaux assez légers ou de moteurs assez puissants. En revanche, depuis le XIX^{ème} siècle, les progrès technologiques ont été impressionnants notamment grâce à la révolution industrielle. L'homme a commencé à maîtriser de nouveaux outils de fabrication et a su techniquement répondre à de nombreux besoins.



Robot *AquaJelly* inspiré des mouvements d'une pieuvre, par Festo, 2008

De nos jours, une autre révolution est en route, celle de l'exploration de l'infiniment petit. On cherche alors à comprendre la Nature à travers ses modes de fonctionnement, de construction. Les nanotechnologies laissent alors apercevoir un champ d'applications complètement nouveau pour les chercheurs. Cette pratique initiée dans les années soixante porte le nom de bionique. Etant la contraction de « biologie » et « électronique », c'est la science dont l'objectif est de comprendre les mécanismes de fonctionnement des organismes vivants et évolutifs afin de pouvoir les appliquer aux créations humaines. Elle concerne directement les domaines de l'intelligence artificielle, la robotique et l'aéronautique.

Bien qu'existant précédemment sous une forme artisanale, la bionique prend de plus en plus de sens aujourd'hui grâce aux progrès technologiques grandissants. La Nature peut se révéler alors très instructive pour tout chercheur déterminé.

La bionique est donc une forme de biomimétisme qui s'applique surtout à l'ingénierie et concerne les technologies avancées. Bien que le designer travaille en permanence aux frontières de ces domaines, il ne sera pas proprement question de bionique dans cet écrit, même si j'y ferai tout de même référence ponctuellement.

4. Le biomimétisme : innovation durable

Le biomimétisme est une discipline qui étudie les meilleures idées de la Nature pour ensuite les imiter et appliquer leurs concepts et processus aux problèmes humains. Le processus de l'imitation est à la base de tout apprentissage, et imiter les autres espèces est un phénomène que l'on retrouve dans la plupart des cultures en contact étroit avec le monde vivant. Pour faire simple, on peut dire que le biomimétisme est une démarche en trois temps qui consiste à : observer et découvrir dans les systèmes naturels des comportements intéressants, puis rechercher l'explication de ces comportements, et enfin essayer de les reproduire en utilisant les technologies que nous maîtrisons.

Son fil conducteur est que la Nature a de tout temps dû imaginer des solutions permettant de résoudre des problèmes auxquels nous-mêmes sommes confrontés. Les animaux, les plantes et les microorganismes sont alors considérés comme des designers qui ont trouvé ce qui marche, ce qui est approprié, et surtout ce qui résiste sur Terre. En effet, depuis que la vie est apparue sur cette planète il y a 3.8 milliards d'années, les espèces vivantes ont réussi à se créer des conditions de vie durables, et tout ce qui nous entoure aujourd'hui possède le secret de la survie. Agissant comme un véritable laboratoire de recherche et de développement, chaque organisme s'est formé naturellement et en relation avec les autres, pour s'assurer un avenir équilibré et pérenne.

Une démarche de respect

Ainsi, d'un point de vue théorique, le biomimétisme peut aider l'espèce humaine à prolonger son passage sur la planète en permettant à l'Homme d'observer ce qui fonctionne autour de lui et de chercher à l'adapter à son propre mode de vie.

Mais le biomimétisme nous permet aussi de changer notre manière d'évaluer la Nature qui nous entoure. Il nous encourage à la considérer comme une source de sagesse et un guide plutôt que comme seule source de bien. Une grande leçon de vie est ici à tirer de cette approche : le fait que nous vivons sur Terre en cohabitation avec d'autres espèces vivantes que nous ne pouvons dominer. Bien au contraire, le biomimétisme propose une véritable symbiose entre les espèces, plaçant l'Homme au même niveau que tout autre organisme vivant.

Janine Benyus, biologiste initiatrice de cette grande philosophie considère que nous sommes une espèce parmi d'autres et que tout ce que nous faisons et fabriquons est naturel. Elle explique que lorsque l'Homme construit un gratte-ciel, c'est analogue au rouge-gorge qui fait son nid : c'est une extension de notre corps soumise ainsi à la sélection naturelle. Les questions à se poser sont donc :

- *Cette extension est-elle bien adaptée à son environnement et à une vie prolongée sur Terre ?*
- *Répond-elle à des besoins vitaux de manière durable ?*

Tout ce que nous concevons (produit, procédé ou protocole) doit en définitive s'accorder avec le règne biologique. Il doit nous aider à prospérer mais tout en gardant notre habitat intact pour nos successeurs. Par définition, le biomimétisme s'inscrit dans le développement durable et c'est pour cette raison qu'il m'intéresse.

Qu'importe ces définitions, tous ces termes représentent une méthodologie commune qui est fermement acquise aujourd'hui. Le plus important pour moi est de créer des biens fonctionnels et justes car c'est bien là la définition du design que j'entends.

Bien que j'y sois sensible, j'avoue trouver peu d'intérêt à la copie dite « poétique » qu'apporte le biomorphisme ou le design organique. Je ne me sens pas directement concerné par la copie technologique que représente la bionique. Toutefois, je me sais passionné par la démarche globale que propose le nouveau biomimétisme car je suis quelqu'un de rationnel et de pragmatique, optimiste aussi. Extraire des principes intelligents de la Nature pour les adapter dignement à nos besoins quotidiens est pour moi la raison d'être du biomimétisme. Voyons maintenant comment cela est possible.

*« La Nature est un professeur universel et
sûr pour celui qui l'observe. »*
Carlo Goldoni

Mise au point

Comme expliqué précédemment, le biomimétisme permet en quelque sorte d'allier l'Homme à la Nature. Cette relation n'est pas nouvelle car depuis son apparition, l'Homme a évolué sur Terre en lien avec son milieu, en cohabitation avec la Nature. Ce lien s'est tissé différemment selon les peuples, mais tous ont en commun d'avoir été un jour inspirés par leur biotope, leur environnement. Une première démarche de biomimétisme naissait alors, permettant par exemple aux populations indigènes d'Alaska de chasser le phoque à la manière de l'ours polaire, ou à d'autres d'inventer les premiers engins volants inspirés du mouvement des oiseaux. On imitait alors des comportements, des gestes et des formes, sans vraiment le savoir, naturellement. Ce biomimétisme qui consiste à reprendre un fait naturel de manière isolée porte le nom de « biomimétisme de surface ». Toute cette relation Homme-Nature et le biomimétisme qui en découle ont alors rendu à l'humanité une multitude de services dont nous découvrirons par la suite certains exemples. Voyons dans un premier temps comment sont apparus nos premiers apprentissages du vivant.

L'Homme et la Nature, un binôme éternel ?

La Nature, avec un N majuscule représente la grande diversité de notre univers. Elle est autour de nous, elle est en nous. Elle définit ce panel de choses naturelles environnantes qui est là depuis toujours, et qui le reste. Pour ces raisons, elle marque selon moi le plus vaste domaine exploitable en termes d'inspiration.

Au sens premier, on définit la Nature comme tout ce qui est présent dans la faune, la flore, les minéraux, les éléments, etc. On la perçoit alors comme notre environnement, ce qui vit autour de nous, ce qui peut être en nous, aussi. Cette vision installe dès lors un constat simple : l'Homme, parce que doté de l'intelligence, a conscience de sa place sur Terre et sait qu'il n'est pas seul. Il comprend que des phénomènes évoluent autour de lui. Du haut de son mètre quatre-vingt, il a alors l'ambition de comprendre son environnement et ses règles. Il se place en observateur et se contente de tout analyser, mesurer, calculer. Et ceci depuis des siècles.

Il existe en moi une certaine fascination envers la Nature. Le monde est d'une diversité et d'une complexité exaltante, et réaliser ceci impose une certaine admiration, ajoutée d'une part de respect. En outre, savoir que des millions de choses si proches nous échappent peut représenter un challenge : comprendre la Nature. Relevé maintes fois par certains mathématiciens, physiciens, biologistes et chercheurs depuis de nombreuses années, il reste encore d'actualité.

Mais ce challenge qui concerne à priori les scientifiques peut se révéler particulièrement intéressant lorsqu'il touche les créatifs. En effet, pour un designer, même à un bien moindre degré de complexité, savoir lire la Nature peut entraîner des créations originales fascinantes. S'inspirer de la Nature peut déboucher sur une infinité de choses qui ne sont pas toutes à garder. Ce qui compte pour moi c'est comment le précieux travail de ces analystes mathématiciens a pu ensuite servir les designers. *Qu'ont-ils alors retenu des lois de la Nature ? Qu'en ont-ils fait pour l'Homme ?*



La Terre, planète bleue, milieu commun d'évolution.

Apprendre à regarder

Regardez attentivement la forme d'un arbre, le delta d'un fleuve ou un flocon de neige, vous y trouverez un point commun : une hiérarchie naturelle appelée arborescence. Quand on regarde à présent les courbes d'un reptile ou d'un cours d'eau, on constate la même forme ondulée, le même méandre. Enfin, quelle similitude y a-t-il entre une forêt de pins, la pluie et les rayons du soleil ? Là encore, une forme répétée, la ligne droite.

Mais alors, existe-il une géométrie des formes naturelles ? La nature est-elle diversité ou unité ? Pour répondre à ces questions, il faut s'en poser d'abord une autre : les formes existent-elles ou sont-elles le produit de notre vision ?

L'Homme perçoit et conçoit

A l'aube des civilisations, le regard humain a su s'extraire du fouillis et trouver ses propres règles à travers sa vision du monde. Au début, l'australopithèque ne pouvait reconnaître de géométrie que la Lune, ronde et parfaite. La ligne, elle aussi, était déjà visible à l'horizon et à la surface d'un lac. S'est imposée ensuite la droite, fabriquée par la main. Le tronc rectiligne se trouve être le meilleur soutien pour un toit, et la tige a servi de flèche, étant puissance et directe. L'Homme s'outille alors, et son regard sur la Nature varie pour le placer en géomètre. Il évalue, mesure, partage, reconnaît une forme. La similitude entre la corne du bouc et la coquille d'escargot lui devient évidente. Il s'amuse à la dessiner, invente un bijou qui copie ce mouvement, et lui donne un nom : la spirale. Nommer et utiliser sont alors une manière pour lui de découvrir l'invisible.

Les formes que l'Homme a extraites du monde vont alors devenir un outil de compréhension, un moyen d'aborder l'abstraction. Il crée un cadran solaire simplement en plantant un bâton dans le sol et en observant l'ombre circuler. Il s'en sert aussi pour viser et marquer sur le sol la trace des étoiles. Cet outil simplissime issu de l'intelligence de l'Homme est la racine de notre représentation du cosmos, et ainsi, de la géométrie. On commence à prendre conscience de notre place sur Terre, on appréhende peu à peu la Nature. On met de l'ordre dans le chaos.



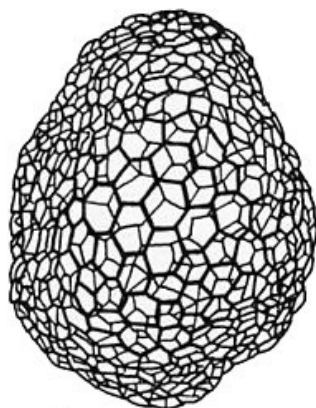
Le cadran solaire, l'une des premières invention marquant notre attachement et notre compréhension à la Nature, vers IIIème siècle avant J.C., Grèce.

Des philosophies divergentes

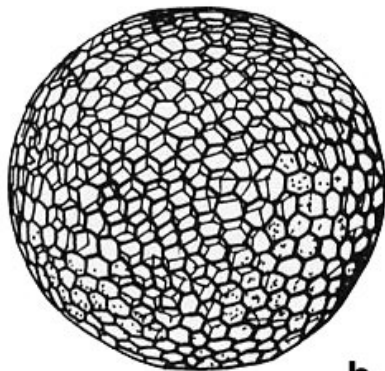
Dès le VII^{ème} siècle avant J.C., en Asie Mineure où la philosophie de la nature bat son plein, l'apparente diversité des choses est perçue comme une illusion. Certains philosophes privilégient le « monisme », thèse de l'élément unique. C'est ainsi que l'eau, chez Thalès, est source universelle. La vie, la matière et les autres éléments en découlent. Notre univers est selon lui une bulle d'air flottant dans un infini liquide. Anaximène, à son tour, se distingue en faisant de l'air l'élément central de son propre système. Un demi-siècle plus tard, vers 400 avant J.C., Démocrite explique avec une vision plus proche de la nôtre aujourd'hui que la matière se compose naturellement par l'association chimique d'éléments divers et est responsable de la taille, de la forme et du mouvement des choses. C'est la première physique matérialiste. Il n'est plus question de dieux. Par la science, l'Homme questionne le monde et ses lois, et trouve alors des réponses à ses questions existentielles.

Mais Platon, gêné par le mécanisme d'un monde sans créateur, refusera cette voie, et proposera un idéalisme encore différent. Plus mystique, sa vision du monde est surtout mathématique. Suivi globalement par Aristote, cette théorie où la matière est informe et guidée par des principes physiques et mathématiques permettra plus tard de classer la Nature, en y extrayant des familles de formes.

On saisit alors les premières astuces de la Nature. Elle devient notre alliée. On en tire les premières conclusions pour nos propres activités. Pour contourner les lois de la pesanteur par exemple, la Nature adopte pour l'os et les squelettes des structures creuses et légères. C'est grâce à D'Arcy Thompson, premier « biomathématicien », qui s'intéressa à la notion de croissance structurale en faisant des ponts entre les espèces vivantes et les mathématiques, que l'on découvrira de tels phénomènes. En étudiant de près les radiolaires, ces squelettes d'algues marines, nous avons alors pu tirer de véritables leçons de géométrie de la Nature. D'autres physiciens viendront nous aider et le siècle des Lumières ne fera qu'ouvrir nos yeux davantage.



a



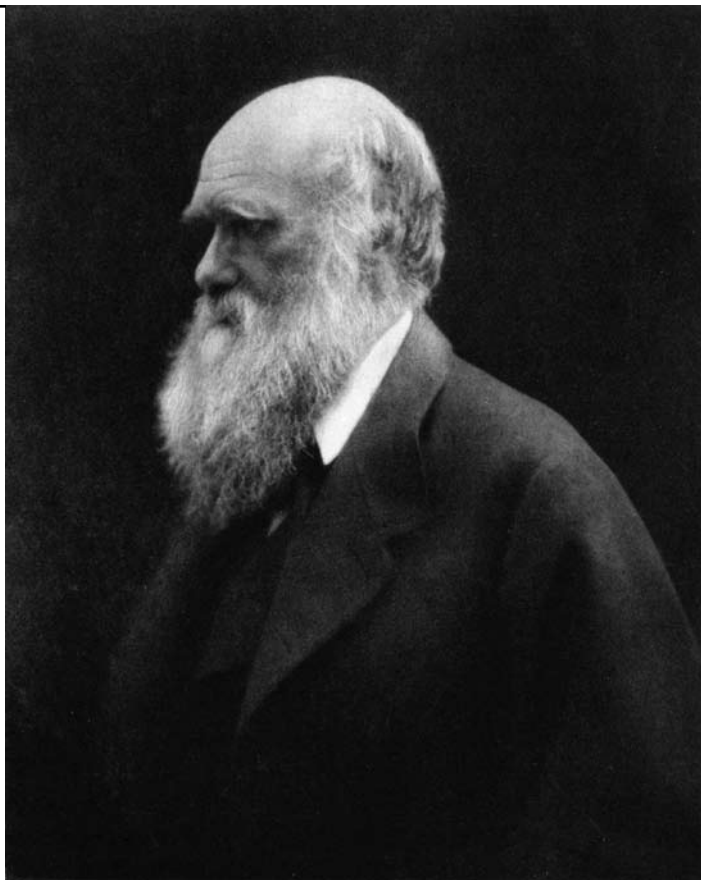
b

*Modèles physiques de la structure squelettique de Radiolaires,
d'après D'Arcy Thompson, 1942*

L'évolution du monde

Que l'on ne rêve pas, la matière inerte ou vivante ne dispose que de solutions définies, avec des contraintes qui le sont tout autant. Un animal, pour ébaucher la forme d'une coquille, d'une dent, d'un piquant, va suivre un parcours évolutif qui le conduit à sélectionner la solution la plus simple et la plus économique en énergie. Et cela sous la double contrainte de son environnement et de l'histoire de son espèce. S'il use de son potentiel et de son temps pour bâtir une carapace ou un squelette, ses concurrents vont augmenter d'autant leur compétitivité. Sa survie dépend alors de sa capacité d'adaptation, et sa qualité d'innovation. De ce simple fait résulte une grande idée, la théorie de l'évolution apportée par Charles Darwin. Cette théorie défend la transformation des espèces vivantes au cours des générations, elle démontre la formation de nouvelles espèces et une diversification des formes de vie. Notre biodiversité actuelle découlerait de ce précepte à l'inverse du créationnisme qui prétend que l'Univers ait été créé par Dieu au commencement, conformément au récit Biblique.

Ces deux théories ont leur raisons d'exister et chacun peut prendre librement part envers l'une ou l'autre. Le biomimétisme quant à lui a plutôt choisi le camp de Darwin qui encourage selon moi plus favorablement à la découverte. En effet, c'est l'évolution constante de notre monde naturel qui permet des explorations nouvelles, siècle après siècle. Je pense alors que le designer qui pratique le biomimétisme doit comprendre comment la Nature fonctionne avec l'aide de la science, de la biologie, de l'astrologie, etc. Par cette pluridisciplinarité, l'Homme a déjà été capable de répertorier des principes, des phénomènes, des lois à ré-exploiter pour ses propres créations. Quels sont alors ces principes fondamentaux ?



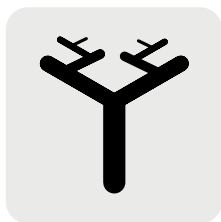
Charles Darwin (1809-1882),
naturaliste anglais initiateur de la Théorie de l'Evolution.

«Le génie de l'Homme peut reproduire de nombreuses inventions grâce à la mise en œuvre de divers instruments contribuant au même but. Cependant, il n'en fera jamais de plus belles, de plus simples ou de plus adaptées que celles de la Nature car, dans ses inventions à elle, rien ne manque et rien n'est superflu.»

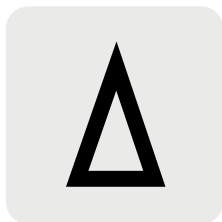
Léonard de Vinci

La Nature a ses formes

Il existe dans la Nature quelques grandes familles de formes, fondées sur les potentialités du microscopique et les contraintes du macroscopique. C'est ainsi que l'explosion géométrique en étoile se retrouve chez l'oursin, les châtaignes où les hérissons quand cette forme est la meilleure solution pour les protéger, tandis que les escargots et certains coquillages trouvaient dans un volume en spirale la solution d'une maison grandissant avec eux. Les acacias et les rosiers sont dotés d'épines asymétriques dont toute la force est exercée en leur pointe, et les bulles de savon en grappes adoptent des raccords à 120 degrés, ce qui leur permet d'occuper l'espace maximum compte tenu dans la quantité d'énergie mise en jeu. D'autres exemples de ces formes d'optimisation dans la nature pourraient continuer encore. Voici pour résumer un répertoire de formes extrait du vivant :



L'arborescence est une structure géométrique où chaque sommet est relié à tous les autres par un seul chemin, permettant de s'étendre de manière rentable et fonctionnelle. C'est un processus de croissance hiérarchisé.



L'angle pénètre et concentre l'énergie en sa pointe.



Les hexagones se structurent entre eux et permettent de recouvrir un plan avec des cellules de surfaces identiques en minimisant la surface des frontières. C'est une auto-organisation évidente.

La fractale remplit l'espace avec continuité, sans interruptions et dans une complexité infinie.

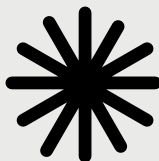




La ligne droite marque le plus court chemin d'un point à un autre. C'est la solution la plus simple, la plus économique, la plus efficace.



Le méandre est une ligne dont les courbes ont les plus faibles changements de direction. Il exprime une répartition stable avec un minimum de torsion.



Le rayonnement concentre de manière centrifuge et régulière.



La sphère est ce volume d'excellence : impeccable figure géométrique dont tous les points à la surface sont à la même distance du centre. C'est une forme d'équilibre qui minimise l'énergie globale.

La spirale est le résultat de deux courbes s'enroulant autour d'un point central mais grandissant à des vitesses différentes.



L'idée à retenir de tout ceci est simple. A contempler de près toutes ces formes naturelles, on ne peut pas rester aveugle devant les coïncidences mathématiques exprimées et l'intelligence qui en résulte. Il y aurait donc un plan, un schéma enfoui dans le monde vivant, susceptible de donner leurs formes aux plantes, aux animaux, aux minéraux. De multiples analystes se sont exprimés sur le sujet chacun à leur manière, dans la langue et selon les avancées scientifiques de leurs époques. De Pythagore à Léonard de Vinci et d'Einstein à Charles et Ray Eames, mathématiciens et artistes semblent être enfin tombés d'accord : la Nature est gouvernée par le nombre, et elle permet ainsi de minimiser son énergie de manière remarquable. Toutes ces solutions garantissent alors aux espèces vivantes une durabilité. Elles sont la raison de leur pérennité. Les connaître et les adapter à l'homme peut alors résoudre les enjeux du développement durable.

D'un point de vue personnel, je reste toujours admirateur face à toute cette sagesse. L'intelligence existe bel et bien derrière la beauté de ce monde. Bien que l'on réussisse parfois à la pénétrer, la Nature aura toujours ses mystères. Tenter d'aller de plus en plus loin dans son décryptage est pour moi un défi continuels saisissant.

Nous avons ainsi vu que la relation entretenue entre l'Homme et la Nature nous apporte des réponses en permanence. La grande richesse de ce monde a su nous nourrir de savoirs et d'idées au fil du temps. Bien que certaines civilisations se soient éloignées de la Nature en se modernisant ou ont parfois pu la combattre plutôt que de vivre avec elle, il existe toujours des peuples qui ont soif de connaissance et qui font preuve d'un profond respect envers la Nature. C'est ce qui distingue aujourd'hui dans nos sociétés occidentales les mentalités « indifférentes » des mentalités « écologistes ». Quand les premières oublient la Nature pour progresser par elles-mêmes, les autres ont saisi l'importance d'un développement bilatéral et encouragent constamment la protection des deux parties.

Une expérience de vie

Parmi les pays européens accueillant des étudiants en échange Erasmus, l'un d'entre eux a attiré mon attention tout naturellement : la Finlande. J'ai toujours été attiré par les pays scandinaves, par leur design, leur culture, leur mode de vie. Au moment de postuler pour passer un semestre d'étude à l'étranger, mon choix vers la ville de Lahti en Finlande m'a semblé évident. Je ne connaissais pas vraiment le pays vers lequel je me dirigeais, mais je savais qu'il était en avance sur les questions écologiques. J'ai donc choisi de passer cinq mois dans un contexte différent aussi pour faire progresser mon mémoire tout comme mes propres questionnements.

Le thème du biomimétisme n'est évidemment pas étranger à la culture finlandaise. Ce peuple nordique au climat rude est connu pour son rapport particulier avec la Nature. Durant cette expérience, j'ai notamment découvert que les finlandais respectent énormément l'environnement aussi parce qu'ils dépendent de lui. Les conditions météorologiques extrêmes ont favorisé une entente parfaite entre les habitants et leur milieu. C'est pourquoi notamment dans le nord du pays, en Laponie, les peuples présents depuis des siècles survivent. Ils sont à l'écoute, ils observent, agissent et s'adaptent en fonction de la Nature. Plus encore, les Indigènes du cercle polaire se considèrent comme faisant partie de la Nature, se plaçant au même niveau que les animaux, les végétaux et les minéraux. Ils sont de croyance animiste, c'est-à-dire qu'ils envisagent chaque élément de la Nature comme ayant une âme, un esprit. Décréter cela implique un profond respect et une attitude de paix envers les autres. Cette population, infime soit-elle, joue donc un rôle primordial. C'est en visitant cette partie du pays et en m'intéressant à ces populations que j'ai pu faire le constat suivant : la civilisation moderne actuelle majoritaire en Finlande a un raisonnement et une pensée écologique aussi parce qu'elle cohabite avec des peuples ancestraux qui ressentent au quotidien les échos de la Nature. Vivant près du pôle, là où les dérèglements climatiques sont les plus visibles, ils agissent alors comme témoins.



*Vers le cercle polaire en Laponie, Finlande,
photographie personnelle, février 2009.*

De ce fait, parce qu'ils la comprennent, nombreux sont dans ce pays les artistes qui interprètent la Nature. Comme pour lui rendre hommage, ils s'expriment en l'imitant. Aussi, la volonté de rendre visibles des phénomènes naturels qu'ils jugent beaux est bien réelle.

C'est le cas par exemple de Janne Gröning, photographe engagé. Cet homme consacre son temps à la photographie d'une nature relaxante mais saisissante. Ses images percutent et nous font nous rendre compte de cette beauté enviro-
n-
nante. Par la sérénité que dégagent ses photographies, Janne Gröning encourage à la lenteur pour la réflexion. Il nous propose un premier temps du regard, pour un second de l'action. Conscient des problèmes environnementaux de notre époque, il choisit aussi de nous montrer une nature non polluée, celle qui perdure, celle qui tient. En optimiste, cet artiste pense qu'on améliore ce qui est rendu visible, c'est pourquoi il s'attache à rendre hommage à la Nature, en la photographiant sous son plus bel aspect, au fil des saisons...



*Photographie, par Janne Gröning,
Finlande, 2008.*



*Photographie (détail), par Janne Gröning,
Finlande, 2008.*

Dans le domaine des arts appliqués, c'est Alvar Aalto qui me vient à l'esprit. Figure omniprésente d'un design épuré, il tire aussi son travail du grand catalogue naturel. Tout au long de sa vie, ce designer et architecte finlandais a accompli un travail remarquable au nom du design scandinave. Il est surtout considéré comme le « père fondateur du design organique ». Cette notion de design organique peut être perçue de deux manières, dont Aalto correspond aux deux. La première reflète l'idée de s'inspirer des formes naturelles dans la création architecturale ou dans la création d'objet. Privilégiant les courbes plutôt que les formes géométriques rigides qu'il juge trop éloignées de la Nature, c'est ainsi qu'Alvar Aalto crée la série des vases Savoy aux formes calmes inspirées de l'eau. Son travail se caractérise aussi par l'utilisation de matériaux naturels comme le bois cintré, par exemple. Précurseur dans cette technique, Aalto développe du mobilier fonctionnel aux formes pures, avec des références plus ou moins subtiles aux formes de la Nature. Le cintrage du bois est sa marque de fabrique, permettant de produire plus écologiquement des meubles en série. Les pièces se répètent et s'assemblent facilement. Il persuadera par la suite de nombreux designers comme Charles et Ray Eames à créer une rupture avec les matériaux dits lourds comme les métaux ou d'autres matériaux artificiels.



*Tabouret n°60, par Alvar Aalto,
Finlande, 1933.*



Vase Savoy (et détail), par Alvar Aalto
Finlande, 1936.

L'œuvre d'Aalto correspond également à la définition plus théoricienne du design organique déjà évoquée en introduction. En humaniste, il a accordé beaucoup d'importance à l'utilisateur et à ses sentiments face à son travail notamment dans ses projets architecturaux, et c'est essentiellement pour cette raison qu'il est reconnu aujourd'hui.

En vivant en Finlande, je me suis donc rendu compte à quel point le design et la nature étaient des valeurs fortement imprégnées à la culture. Alvar Aalto est connu de tous, et il est la fierté du pays. Ces créations sont jugées justes parce qu'elles entretiennent un lien entre l'Homme et son environnement. Partout où il est passé, il a laissé une trace indélébile, un témoignage de l'importance de la Nature pour cette population. Là-bas, cette philosophie d'un regard vers le réel ne date pas d'hier, elle est surtout toujours d'actualité. Nombreux sont les designers finlandais qui intègrent le biomimétisme comme une démarche logique et évidente, en faisant un fil conducteur pour l'ensemble de leur travail.

Eero Hyrkäs est un designer contemporain qui puise son inspiration dans les paysages arctiques du nord de la Finlande. Il crée des objets aussi purs que possibles avec des techniques de métallurgies avancées. Inspirés du miroir de l'eau en surface, ses objets reflètent calmement leur environnement.



Vases, par Eero Hyrkäs,
Finlande, 2006.

Ce passage en Finlande m'a ouvert les yeux. Le biomimétisme n'est pas une discipline marginale ou anecdotique. Elle est une manière de penser que je trouve sensible et lucide. Son principal avantage est bien de rendre visible la Nature permettant alors une prise de conscience générale. Parce qu'elle témoigne aussi d'un certain malaise de l'Homme envers son environnement, je crois qu'elle a toute sa place aujourd'hui.

« *La Nature agit, l'Homme fait.* »
Emmanuel Kant

L'Homme et la Nature étant connectés, les créations peuvent maintenant foisonner. Comme vu auparavant, l'Homme ne peut se détacher de son environnement, il a compris qu'il doit vivre avec lui, et il cherche encore à le comprendre pour mieux cohabiter. Cette relation particulière a été porteuse de projets, quand des designers très différents ont abordé le projet avec la même approche biomimétique. Puisant des solutions durables des diverses formes de la Nature, tous ont aboutis à des créations admirablement fondées, équilibrées, et économes aussi. Elles sont les applications durables qui vont suivre.

Guidé par la simple forme

Quand il s'agit de produire un objet inspiré de la Nature, une des manières la plus évidente est de copier la forme. Comme je l'ai évoqué précédemment, il existe dans la Nature un répertoire de formes évidentes, qui est fermement acquis aujourd'hui. Les reprendre en toute simplicité sans les déformer, mais en leur donnant une fonction juste confèrera alors à l'objet une forte identité.

C'est alors qu'on retrouve dans la fabrication d'un ballon de foot les principes de géométrie dans l'espace et la forme régulière de l'hexagone, omniprésente dans la Nature. La structure en facette tient l'objet et lui donne une forme finale complètement ronde, elle aussi pure. J'aime cet exemple parce qu'il est évident et simple, et parce qu'on a tendance à oublier que même un ballon de foot répond à des règles tirées du vivant.



Répondant des mêmes principes de formes répétées, il existe le projet « Clouds » de Ronan et Erwan Bouroullec. Dans ce nouveau système de cloison d'intérieur, ces designers proposent un principe simple de modules répétés qui s'assemblent en connectant des facettes. Permettant une infinité de propositions, les formes polygonales fondamentales apportent un design organique à l'ensemble. Comme un sol desséché du désert, les lignes brisées et le réseau qui se forme donne un caractère vivant à chaque composition. Bien que je les juge très superficielles et non indispensables, ces cloisons murales ont l'avantage d'avoir une esthétique unique très riche.



*Clouds, séparation murale modulaire,
par Ronan & Erwan Bouroullec,
Vitra, 2009.*



Clouds, séparation murale modulaire,
par Ronan & Erwan Bouroullec,
Vitra, 2009.

La fractale propose un répertoire formel se déployant à l'infini mais encore plus complexe. Elle crée un volume, un espace qui croît en permanence donnant une force visuelle à l'objet. Arik Levy, designer privilégiant les formes naturelles dans ses créations a ainsi dessiné en 2005 la lampe « Fractal Cloud », composée d'une multitude de tubes fluorescents droits connectés les uns aux autres. Se répartissant dans l'espace dans un chaos total, ils forment des jeux d'échelle remarquables. L'objet est installation, œuvre artistique aussi, et s'inspire visuellement du catalogue de formes naturelles.



Fractal Cloud, lampe,
par Arik Lévy, 2005.

Ross Lovegrove quand à lui, dans la conception très industrielle d'une bouteille d'eau, est allé puiser son design dans les formes douces produites par l'écoulement d'eau. Tout comme Léonard de Vinci, s'intéressant à l'hydrodynamique il y a presque cinq siècles en faisant des croquis d'étude impressionnants, Lovegrove tout aussi fasciné a repris cette analyse de formes en spirales en dessinant sa bouteille selon des courbes douces qui se révèlent quand le liquide bouge à l'intérieur du contenant. Une poésie certes, mais qui permet également à chaque bouteille d'avoir un design unique, selon le remplissage d'eau et les multiples reflets engendrés. Les formes irrégulières permettent aussi une bonne prise en main. Cet exemple m'intéresse car il prouve que l'on peut concilier une démarche biomimétique avec les réalités techniques du design industriel. Le biomimétisme permettrait alors de donner une valeur d'estime indispensable à l'objet produit en série.



*Croquis d'étude de l'écoulement de l'eau,
par Léonard de Vinci, vers 1500.*



Water bottle, croquis d'intention et objet fini
par Ross Lovegrove, 2001.

Régi par le nombre

La Nature a aussi ses règles mathématiques bien établies dont le nombre d'or fait partie. Il s'agit d'une proportion fondée sur un rapport mathématique entre deux longueurs correspondant au nombre 1,61803399. Cette juste valeur de proportions qui donne à la forme une esthétique équilibrée se trouve dans la Nature dans des exemples divers comme les proportions du corps humain, la forme de coquillages ou celle de la fleur de tournesol. Parce qu'il existe une fascination envers cette règle mathématique, les architectes comme Le Corbusier par exemple ont été nombreux à la reprendre dans leurs projets. En design d'objets aussi, beaucoup de créateurs ont intégré le rectangle d'or, la spirale d'or ou l'ellipse d'or à leur dessin initial. Sans vraiment s'en rendre compte, on obtient alors des objets harmonieux.

Charles Eames, designer américain aurait donc construit sa chaise mythique DCW en contre plaquée selon le nombre d'or. Le dossier s'inscrit en effet parfaitement dans un rectangle d'or tout comme les proportions de la chaise entière. Chaque rayon a aussi été construit dans un rapport mathématique stable : 1/4/6/8. Il est impossible d'affirmer catégoriquement que le rapport entre les proportions de la chaise et le nombre d'or ait été pleinement voulu, mais la formation traditionnelle du dessin qu'a reçu Charles Eames aux Beaux Arts et sa collaboration avec Saarinen rendent cette hypothèse très probable.

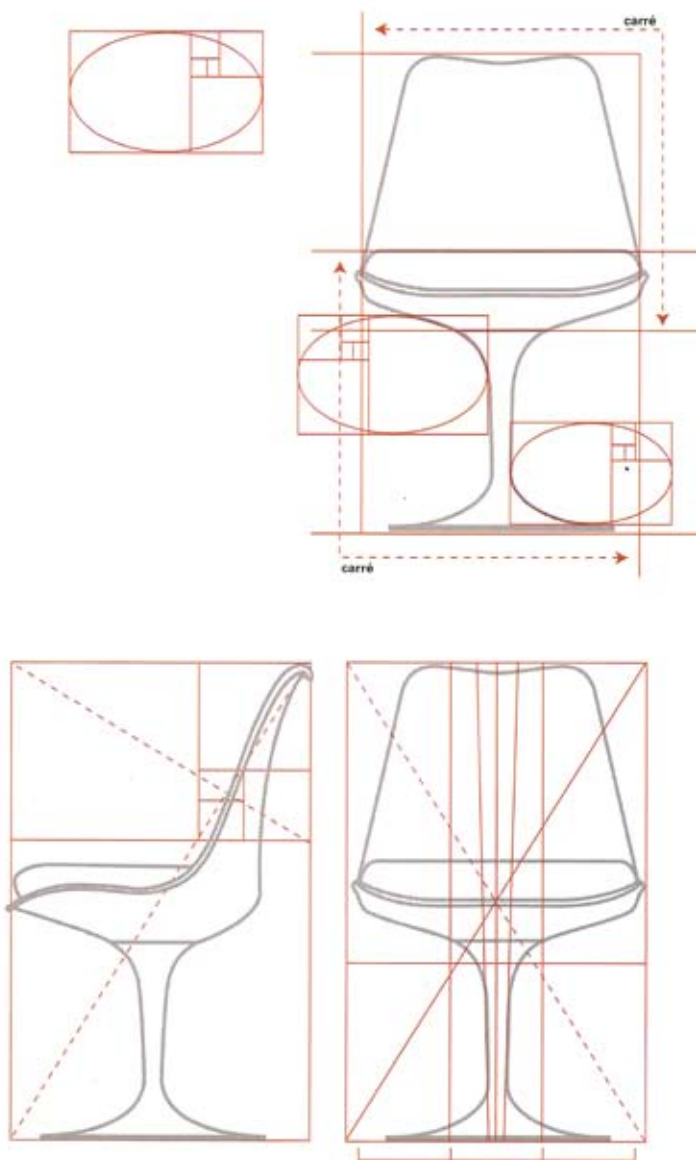


Chaise DCW, et étude des proportions,
par Charles Eames,
Vitra, 1940.

Car Eero Saarinen, designer finlandais sensible aux formes naturelles à dessiné la chaise Tulipe en 1956, elle aussi selon le rectangle d'or et l'ellipse d'or. Des telles cohérences dans les proportions de cette chaise nous prouvent que ce designer a eu la volonté de créer une chaise selon des lignes justes et pondérées. Je trouve que l'ensemble est effectivement très harmonieux et le design final relève d'un modernisme remarquable pour l'époque.

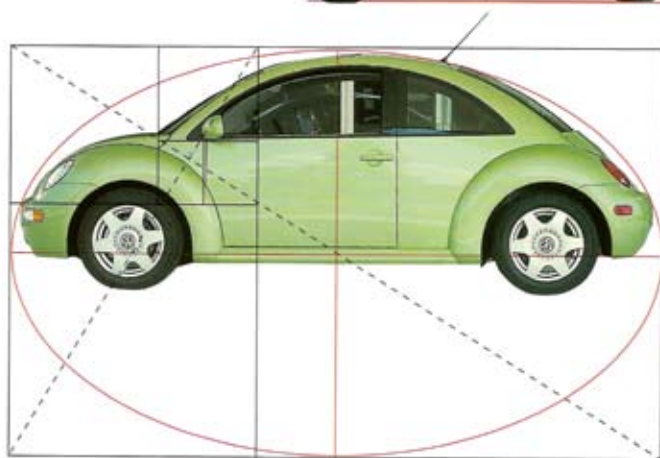
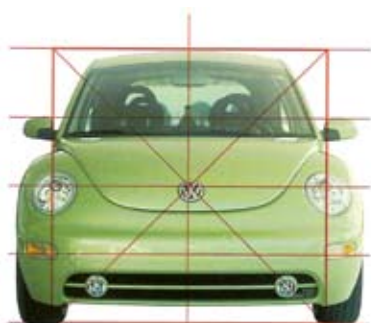


Chaise Tulipe,
par Eero Saarinen,
Knoll, 1956.



Etude des proportions de la *Chaise Tulipe*.

Plus récemment, des produits comme l'Ipod d'Apple ou la New Beetle de Volkswagen démontrent qu'un design mathématique pur fondé sur des proportions naturelles est toujours en vogue. J'apprécie cette méthode de dessin car elle est une manière de justifier chaque ligne en correspondance avec une autre, et avec le tout.



New Beetle,
par Volkswagen, 1994.



Balladeur mp3 Ipod,
par Apple, 2002.

Une « esthétique durable » ?

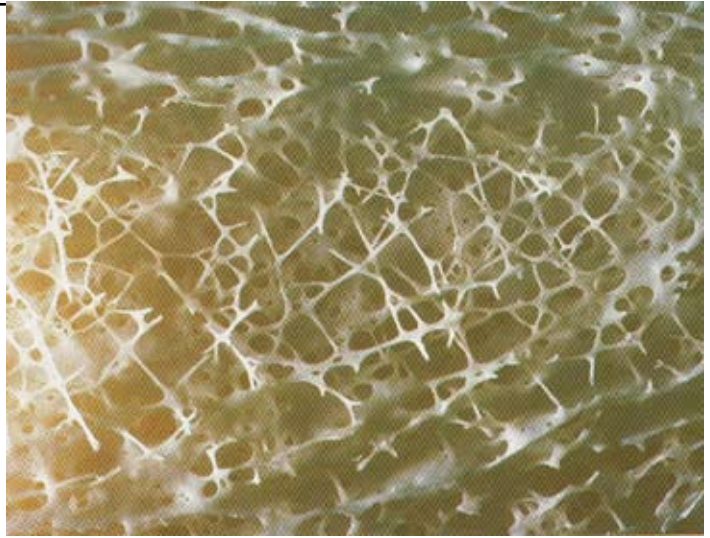
Ces formes et proportions fondamentales retenues ici sont efficaces car elles imitent des fondamentaux, des archétypes repérés dans la Nature. Elles sont aussi durables d'un autre point de vue : tellement élémentaires, tellement pures, elles ont fait leur preuve dans la Nature de part leur justesse visuelle. Leur simplicité leur confère un caractère universel indémodable. Appliquées au design, elles offrent à l'œil une certaine sérénité. Elles seront toujours synonymes d'harmonie, visuellement et conceptuellement. En ce sens, ces formes naturelles garantissent ce que j'appelle une « esthétique durable ».

Inspiré par la structure

Pour des constructions qui tiennent, les designers peuvent aussi s'inspirer de structures repérées dans la Nature à des échelles variables. Quelles soient issues de l'étude de squelettes d'espèces vivantes ou inspirées des microstructures des toiles d'araignées, les architectures bio-inspirées sont dynamiques et vivantes, comme toujours sous tension.

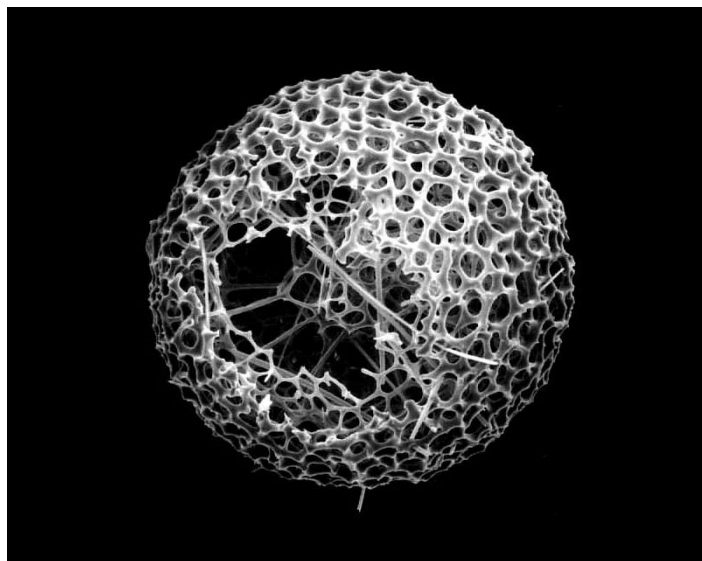
L'exemple le plus marquant est celui de la Tour Eiffel. Architecture bio-inspirée ? Au premier abord, on en douterait. Rares sont ceux qui le savent aujourd'hui, mais cette architecture mythique serait le résultat de longues analyses d'un spécialiste en anatomie, Hermann von Meyer, qui s'est intéressé à la structure des os, notamment du fémur, capable de résister à une masse d'une tonne en position verticale. En regardant de près la structure interne de l'os et ses principes de tenue, on aurait ensuite été capable de les reproduire à grande échelle après qu'un ingénieur suisse, Karl Cullman ait su théoriser ces lois naturelles. Gustave Eiffel aurait donc repris une partie de ce travail pour donner à son architecture une résistance au vent remarquable.

Il est difficile d'affirmer catégoriquement cette thèse aujourd'hui, mais certains voient en effet des échos de la Nature dans cette construction emblématique, et je suis l'un d'entre eux. Je pense qu'une telle œuvre d'ingénierie repose très probablement sur des principes de structures existants dans la Nature.



*La Tour Eiffel (et son inspiration structurelle : une poutrelle osseuse)
par Gustave Eiffel, 1889.*

Un autre exemple connu est le pavillon américain de l'exposition universelle de 1976 à Montréal, créé par l'architecte visionnaire Buckminster Fuller. Cet américain est l'inventeur du concept de dôme géodésique, cette figure géométrique à facettes qui a la forme d'une sphère. Ponctuellement utilisée en architecture, cette forme est bel et bien née de l'étude des radiolaires, initiée par D'Arcy Thompson mais reprise par l'architecte ensuite. En effet, en regardant de près ces créatures marines jusqu'alors méconnues, on a mieux compris comment ces structures géométriques complexes peuvent allier légèreté et efficacité. Fasciné par ces concepts naturels qu'il trouve merveilleux, Buckminster Fuller s'attachera à théoriser ces structures mathématiques pour l'architecture ou d'autres domaines tout au long de sa vie, et restera une figure majeure d'une démarche biomimétique très ciblée.



Photographie d'une radiolaire



*Dôme géodésique, pavillon américain de l'exposition universelle de Montréal
par Buckminster Fuller, 1976.*

Frei Otto est un architecte allemand considéré comme un des pionniers de l'architecture bionique. Il a consacré sa carrière à réfléchir à cette question complexe : comment en architecture parvenir à un résultat maximum en utilisant le moins de matériaux et d'efforts ? Ses études pour les structures tendues inspirées des toiles d'araignées ou des ailes des libellules lui ont permis la construction d'architectures importantes comme le pavillon de l'Allemagne de l'Ouest à l'Expo 67 de Montréal ou le plus célèbre stade olympique de Munich. En amoureux de la Nature, ce professionnel obstiné ne nie absolument pas la qualité esthétique de son œuvre mais il soutient que les formes qu'il utilise ne sont rien d'autre que la manifestation physique des lois qui gouvernent la Nature. La Nature l'a toujours guidé dans sa quête de durabilité.



Photographie d'une toile d'araignée.



*Complexe architectural du stade de Munich,
par Frei Otto, 1972.*

Influencé par le volume

Enfin, le biomimétisme apporte aussi des solutions durables en permettant de s'inspirer des volumes. Savoir comprendre les forces appliquées aux surfaces et aux volumes a été une préoccupation constante depuis des siècles. Grâce aux outils d'étude et aux techniques actuelles d'industrialisation, on sait aujourd'hui reproduire des formes organiques complexes afin d'optimiser des produits.

Luigi Colani est un des pionniers d'un design aérodynamique inspiré de la Nature. Il s'est très tôt intéressé aux formes organiques dans le but de comprendre leur fonctionnement, leur résistance, leur capacité à adapter la forme à l'environnement. En inventeur du bio-design, il conçoit ainsi de nombreux véhicules aux formes spectaculaires, proposant des volumes aérodynamiques qui réduisent la consommation d'énergie tout en battant des records de vitesse. La notion d'efficacité est permanente dans son travail, où pour le moindre objet, il cherche à trouver la forme la plus adaptée à l'homme, qui fera corps avec l'utilisateur, et qui saura s'intégrer dans l'espace le plus naturellement possible. Cette approche biomimétique du volume que Colani maîtrise se retrouve aussi dans de petits objets quand l'aérodynamisme est synonyme d'ergonomie. C'est alors qu'il travaille au Japon pour des marques comme Minolta, Yamaha ou Canon. Il y développe des modèles uniques d'appareils photo qui remettent en cause le rapport utilisateur-objet. Son travail est pour moi marquant car il fait preuve d'une détermination et intelligence impressionnante. Il a su et sait encore que la Nature peut tout apporter au design, surtout quand il doit traverser le temps.



Street-Ray Roadster,
par Luigi Colani, vers 1980.



*Projet pour Minolta,
par Luigi Colani, 1975.*



*Canon Hy-Pro,
par Luigi Colani, 1984.*



*Canon Super C-Bio,
par Luigi Colani, 1984.*

Dans cette course à la performance, l'aérodynamisme bio-inspiré est récurrent, et particulièrement dans le domaine du design de transport. Colani est une figure majeure qui a travaillé autant pour Fiat, Volkswagen et Ferrari que pour Boeing ou la Nasa, mais d'autres constructeurs ont développé une approche similaire.

C'est le cas de Mercedes-Benz et leur concept car nommé Bionic Car. Cette voiture a été étudiée selon les comportements et la forme d'un poisson tropical appelé le poisson-coffre. Celui-ci possède une ossature cubique mais reste pourtant très rapide et hydrodynamique. Ses propriétés ont tout de suite intéressé les designers et ingénieurs de la firme allemande car on y a vu un potentiel intéressant pour un habitacle mobile tel qu'un monospace. Le volume et les forces appliquées ont été soigneusement étudiés et interprétés dans un design élancé très novateur. La consommation est réduite de 20% par rapport à un modèle équivalent, simplement par la copie d'un volume existant. C'est donc parfois dans des micro-organismes bien cachés qu'il faut aller chercher des solutions durables à nos problèmes...



*Bionic Car (et son inspiration : le poisson-coffre),
par Mercedes-Benz, 2005.*

Enfin, un autre exemple d'application du biomimétisme liée à l'énergie serait les projets d'hydrodynamiques de la jeune compagnie australienne BioPower Systems. Le but est de capter l'énergie des vagues et des fonds marins pour la transformer en électricité. Deux systèmes ont été mis au point. Pour ce faire, il a fallu analyser les mouvements fluides et comprendre comment certaines espèces sous-marines, animales ou végétales, résistent avec un minimum d'énergie à de telles forces. La première hydrolienne appelée Biowave imite alors les mouvements de certaines algues sous-marines quand la seconde, Biostream, reprend la forme de la queue du requin. S'inspirant de la faune et de la flore locale, ces machines ne sont en aucun cas nuisibles pour l'environnement car elles s'adaptent à celui-ci. Elles sont silencieuses, ne perturbent pas l'intensité des courants et ont un impact visuel nul, fonctionnant au fond des océans. Ces projets sont toujours en développement, mais ils apparaissent pour moi comme des solutions soutenables idéales.



Hydrolienne Biostream,
par BioPower Systems, 2007.

Les projets s'inspirant de la Nature sont indénombrables et il est clair que j'ai opéré une sélection aussi en fonction de mon thème : la durabilité. On l'a vu, la Nature sait donc économiser l'énergie par la forme, la structure, le volume aussi. Parce qu'elles s'inspirent des solutions les plus efficaces et qui perdurent dans la Nature, les applications précédentes sont des solutions durables pour l'Homme.

Chaque designer a proposé son interprétation, selon sa sensibilité et ses compétences. Ces exemples représentent un biomimétisme appliqué de manière parfois arbitraire : bien qu'elles soient justes, ces interprétations peuvent paraître anecdotiques quand elles débouchent sur des projets seuls s'inscrivant dans un contexte vierge. Elles correspondent alors au « biomimétisme de surface » défini en tête de chapitre. On peut en effet aboutir à une réponse pragmatique simple dans un premier temps, mais on peut dans un second temps parvenir à une réalisation plus complexe, plus conceptuelle, plus globalisante. Cette idée attire mon attention parce qu'elle est plus réformatrice et propose des solutions encore plus durables. Il s'agit là d'aller encore plus loin, vers un « biomimétisme de fond », développé en seconde partie.

*« Jamais la Nature ne se trompe ;
c'est toujours nous qui nous trompons. »*
Jean-Jacques Rousseau

Un autre regard

Au-delà de ses formes visibles, la Nature peut montrer beaucoup plus au designer. On a pu en effet dans un premier temps regarder en surface la manière dont les choses nous apparaissaient, les classer par catégories de formes, puis les ré exploiter.

Mais il s'agit maintenant de ne plus se contenter du résultat, mais d'analyser la source de celui-ci, son fonctionnement, son processus intégré en lui-même, et relatif à son environnement. Ce biomimétisme d'un degré plus élevé nécessite alors un œil aiguisé pour le fond des choses, et l'intelligence de transposer ses observations pour répondre aux besoins humains. On n'en vient à se poser la question : comment fonctionnent en interne les solutions durables provenant de la Nature ? Comment se développent-elles jours après jours ? Selon quels systèmes ?

Contexte

Pour qu'on en soit aujourd'hui arrivé à se poser de telles questions sur la Nature et à chercher des solutions à nos problèmes autour de nous, c'est bien que notre relation à la Nature a changé, et que nous sommes aujourd'hui à un point fort de l'histoire. Mais comment les liaisons entre l'Homme et la Nature ont-elles pu évoluer ainsi ? Quel contexte historique s'est construit ces deux derniers siècles pour que l'on se soit mis à regarder différemment ? Où en sommes-nous aujourd'hui et qu'est-il envisageable pour demain ?

Dominant / Dominé

Comme je l'ai expliqué précédemment, pendant des siècles, l'Homme a toujours voulu comprendre son milieu d'évolution. Cet intérêt s'est développé au fil des siècles et n'a cessé de grandir jusqu'à un moment clé de l'histoire qui a provoqué un basculement du regard. Avant 1600, l'Homme était en effet dominé par la Nature, il vivait de près les tempêtes, inondations et autres catastrophes naturelles, et continuait son propre développement parallèlement à celle-ci. Cette longue période marque le premier temps de la relation Homme / Nature.

Un retournement de situation est apparu alors rapidement dans les siècles qui ont suivi, où chacun a voulu dominer la Nature. Descartes annonçait alors : « Nous sommes maîtres et possesseurs de la Nature ». Les mentalités avaient changé. On voulait désormais contrôler l'environnement, le battre, être plus fort que lui. La révolution industrielle du XIX^{ème} siècle ne fera qu'accentuer ce climat, où la course à la production de masse engendrera des dégâts considérables sur l'environnement. On a puisé dans les ressources, on a trouvé de nouvelles sources d'énergie en croyant qu'elles étaient inépuisables. C'est le second temps de la relation Homme Nature où dominant et dominé ont permuté.

Enfin, depuis la fin du XX^{ème} siècle, un troisième temps est apparu. Après le temps de la compétition, il semblerait qu'il faille laisser de côté ce terme pour proposer quelque chose de nouveau : une alliance entre l'Homme et la Nature. Pour certains spécialistes, ce troisième temps pourraient croître dès demain, et serait même doucement en voie de développement. Plus encore, cette solution d'un climat futur plus respectueux semble même la seule issue possible pour l'Homme, le chemin de notre survie.

Mais de quoi parle-t-on précisément ? Quels événements du passé ont engendré cette pensée nouvelle ? Pourquoi et comment un contexte porteur pour le biomimétisme est-il demain pleinement concevable ?

Un déclic

L'analyse contextuelle qui va suivre n'est pas dénuée de sens pour moi. Elle provient de nombreuses lectures qui m'ont marquées et ont fait évoluer ma vision des choses. Je suis en effet très intéressé par les changements de société et l'évolution des contextes, d'abord parce que je considère le designer comme un décideur actif de changement mais aussi parce que je suis conscient que notre société actuelle n'a jamais été autant en mutation. J'observe le métier de designer depuis quelques années avec mon œil amateur, et j'ai remarqué que cette profession pourtant très récente n'avait cessé de changer depuis son apparition, guidée par des conjonctures diverses.

Ce qui a provoqué un déclic chez moi, c'est la lecture d'un livre majeur du design et développement durable : *Il y aura l'âge des choses légères*, de Thierry Kazazian. Ce titre m'a tout de suite intrigué pour deux raisons : la première est qu'il parle au futur et annonce clairement la description d'un contexte prospectif et invite alors à l'évasion. La seconde raison est qu'il parle de « choses légères » avec optimisme et enthousiasme et semble vouloir rompre avec un passé lourd. Je me suis donc très vite reconnu dans les propos de cet ouvrage parce qu'il place le développement durable comme une stratégie globale. Il explique qu'un contexte futur plus propre est possible après un temps révolu de l'économie lourde et consommatrice. Parce qu'il analyse très finement l'évolution de notre société occidentale depuis près de deux siècles en se posant la question du développement durable, il constitue une base significative pour l'historique suivant.

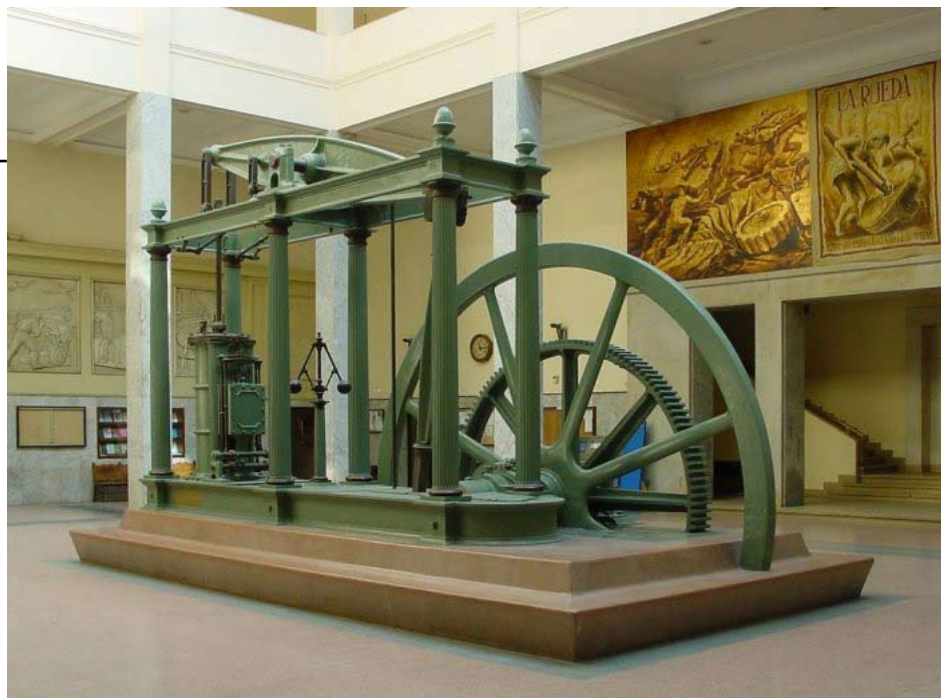


Il y aura l'âge des choses légères,
par Thierry Kazazian et O2 France, 2003.

La révolution industrielle

La révolution industrielle est un des faits les plus importants pour la profession de designer car elle marque sa création. C'est en effet à partir de 1850 environ que les choses vont changer pour celui qui pense les objets, mais aussi celui qui les fabrique et celui qui les consomme. C'est précisément en 1851 que débute cette période lors de la première Exposition Universelle à Londres, réunissant les plus belles avancées techniques et culturelles du monde entier. Cet événement est un symbole fort de modernité, car on montre au public les machines industrielles qui formeront la transformation radicale de son quotidien. Une nouvelle ère de prospérité est née par la technologie, c'est la révolution industrielle. On va produire plus, grâce aux nouveaux moyens de mise en œuvre.

Mais déjà on semble rompre le lien qui nous attache à la Nature. En effet, les nombreuses inventions qui arrivent dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle vont dégager un énorme besoin de main d'œuvre. Les populations rurales migrent vers la ville et travaillent d'arrache pied en usines, loin de la terre. C'est la course au progrès et on entre dans l'ère de la vitesse. Le concepteur d'objet n'est plus alors un artisan qui maîtrise une technique locale et développe seul ses objets uniques, il devient designer industriel qui pense les objets en série, en équipe, selon les réalités de production. L'Homme crée une rupture avec le vivant, et commence à se servir sans compter dans les ressources naturelles.



*Première machine à vapeur,
par James Watt, 1769.*

Ces changements majeurs sur notre manière de concevoir des objets forment une révolution à tous niveaux. La révolution industrielle a pu apporter beaucoup à l'utilisateur puisqu'on produit désormais en grande série, donnant à chacun le même produit fini, mettant tout le monde au même rang. On crée de l'emploi, on améliore très clairement les conditions de vie de chacun en installant toujours plus de technologies. Mais la production suit désormais un modèle linéaire, c'est-à-dire qu'il n'existe aucune prise en compte du cycle de vie de l'objet. On extrait de la matière première minérale ou végétale, on la traite et la travaille pour donner naissance à un produit qui sera ensuite vendu et utilisé. Ici s'arrête alors la pensée de l'époque, on ne prend en compte ni le traitement a posteriori de l'objet ni même les pollutions engendrées par sa fabrication. Parce qu'elle va durer et ne cesser de s'amplifier, cette période deviendra fatale pour l'Homme et la vie prolongée sur Terre.

La société de consommation

Dès la fin de la première guerre mondiale, la production industrielle bat son plein. La reconstruction du pays qui favorise l'économie, l'arrivée de nouveaux biens d'équipements comme les premiers produits d'électroménager et les automobiles, et surtout la montée du taylorisme développent des marchés inimaginables auparavant. Le design prend de l'envergure, et des écoles comme le Bauhaus allemand apporte une fraîcheur indispensable à la création contemporaine. Mais très vite la crise financière de 1929 entraîne l'économie mondiale dans une période déflationniste grave et engendre un fléchissement industriel qui dure. Il faudra attendre le début de la seconde guerre mondiale pour retrouver le niveau de production des années 20, mais cette fois selon une philosophie différente. Les stratégies d'entreprises se définissent alors en fonction des attentes du marché.

La reconstruction de cette seconde guerre favorise la consommation, et le marketing devient un outil de vente incontournable. Du point de vue du design, la rupture se fait à travers le style. Raymond Loewy, créateur du mouvement streamline, propose un aérodynamisme qui magnifie l'objet, lui donne un sentiment de vitesse et de modernité. Comme un outil de diversion faisant oublier la crise, ce nouveau style formel sera très exploité dans les objets. Le streamline est donc bien loin d'une quelconque inspiration de la Nature, lorsque son but est de faire vendre en proposant un objet de vitesse. Détaché de la lenteur des formes du début du siècle introduites par l'art Nouveau, ce nouveau style ne fait que creuser l'écart entre l'Homme et la Nature.



Raymond Loewy (1893, 1986),
Figure du mouvement *streamline*.

La pensée écologique apparaît

Pendant que la population de masse consomme et surconsomme, bercée par l'« *American Way of Life* » et ses valeurs matérialistes et consuméristes, les premières sensibilités écologistes voient le jour. C'est dans les années soixante, après des accidents industriels à répétition dont on commence à voir les dégâts, que les écologistes arrivent sur la scène publique. Maladroitement introduite, la pensée écologiste est au début perçue comme un frein à la croissance, dont le discours est jugé culpabilisateur et inutile. Mais le mouvement hippie et les événements de mai 68 permettront de populariser cette idée de protection de la Nature. Parce qu'on commence à l'analyser, on découvre alors une Nature meurtrie. Petit à petit, la question de la responsabilité de l'homme face à son environnement est enfin posée.

La prise de conscience évoluera aussi grâce à la conquête de l'espace. Depuis longtemps, l'Homme entretenait une relation mystique avec le cosmos, étant conscient que d'autres formes de vie étaient présentes dans l'univers, et qu'il pouvait ne pas être seul. Le premier homme sur la Lune en 1969 va créer un tout autre regard sur les choses. C'est dans un premier temps une prouesse incroyable que d'accomplir un tel exploit, et les domaines de la technologie et de la science connaissent leur période de gloire. La civilisation moderne triomphe, et l'Homme se voit grandir avec elle. Parti dans le ciel pour confirmer l'image de sa puissance, c'est une tout autre vérité qui lui sera révélée : la contemplation de la Terre qui devient de loin l'icône du vivant, renvoie à l'Homme le reflet de son origine, mais aussi de sa condition et de ses limites. La planète bleue vue de l'espace lui donne une profonde leçon d'humilité.





Décollage d'une fusée Ariane à Kourou, Guyanne Française.
lieu symbolique de la conquête spatiale.

En parallèle, dans le domaine des arts appliqués, une vision humaniste se fait sentir, mais toujours ponctuellement. Victor Papanek, designer mais surtout enseignant, annonce alors : « La seule importance dans le design, c'est sa relation avec les gens ». Il défend un design recentré sur l'Homme, l'écologie et l'éthique dans son livre « *Design pour un monde réel* » paru en 1971. Dans cet ouvrage justement, Papanek aborde la notion de bionique comme approche multidisciplinaire indispensable. Il part du principe que la solution idéale à tout problème de design est de réaliser « le maximum avec le minimum ». La bionique, étudiant les principes fondamentaux de la Nature pour les appliquer aux besoins de l'humanité lui semble alors un outil adapté. Le designer est selon lui capable de créer le monde dans lequel il vit, son biotype, et de déterminer le type d'organisme qui sera le sien. Sa description de la profession mérite d'être relevée car je la trouve aussi ambitieuse que juste : le design devrait selon lui se construire selon les trois principes résumés ici :

1. Le design des produits et des environnements destinés à la Terre ou à l'espace doit être réalisé par des équipes interdisciplinaires.
2. La biologie, la bionique et les disciplines qui s'y rattachent offrent au designer un potentiel très important pour parvenir à une nouvelle vision créatrice du monde.
3. Il n'est ni possible ni souhaitable de créer des objets sans tenir compte de son contexte sociologique, psychologique et urbain. Le designer doit donc s'intéresser à l'écologie et à l'éthologie pour trouver des équivalents dans la nature ou les systèmes biologiques.

Cette grande vision, datant d'il y a presque quarante ans, est pour moi d'autant plus valable aujourd'hui. Le premier point sur l'interdisciplinarité marque le fonctionnement même du biomimétisme : c'est en travaillant par équipe et en mixant les compétences que l'on trouve des solutions durables dans la Nature hautement réexploitables. Le deuxième point prouve qu'il existe un réel potentiel, une force d'inspiration dans la Nature qu'il faut savoir utiliser. Enfin, le troisième point forme le paroxysme de sa pensée visionnaire. Le designer doit selon lui créer un objet en fonction de son contexte, et l'installer en adéquation avec son environnement, à la manière des écosystèmes naturels. L'écologie est mise ici au premier plan, et on pousse au maximum la démarche biomimétique, proposant une approche de fond nouvelle. Il est agréable et rassurant de voir que déjà, à l'aube de la pensée écologiste, certains ont repéré une pratique au potentiel intéressant, et on su très tôt en faire la promotion. J'en reste admirateur.

Une prise de conscience générale

Mais tous n'ont pas les yeux aussi ouverts, et la prise de conscience débutera véritablement à partir de 1973. Cette date est marquée par le premier choc pétrolier, arrivant à la fin des Trente Glorieuses. La consommation humaine des ressources naturelles commence alors à dépasser les capacités biologiques de la Terre. « L'empreinte écologique », outil de comparaison entre ces deux dimensions mis au point par le WWF en 1999 constatera ce basculement un peu plus tard. On remarque cependant déjà une disparition de certaines espèces vivant dans les forêts, l'eau douce et la mer. La croissante démographique est elle aussi rendue visible et on met enfin toutes ces constatations sur le même plan. La catastrophe nucléaire de Tchernobyl a un double effet. Non seulement on réalise les dégâts causés sur l'environnement par un tel accident industriel, mais on envisage un regard vers d'autres types d'énergies qui pourraient être plus propres. Car la situation devient sérieusement grave : surabondance de déchets divers, déclin de la biodiversité, réchauffement de la planète par un renforcement de l'effet de serre, etc.



Logotype de la WWF (World Wide Fund),
à l'image du panda, espèce menacée.

Les mentalités évoluent alors peu à peu depuis les années 1970 jusqu'aux années 2000, période critique où chacun ressent au quotidien les effets néfastes de la consommation. C'est le pétrole qui symbolise la partie visible de l'iceberg. Traversant une crise lourde depuis trente ans, passant d'une période prospère à une période de récession, l'industrie pétrolière arrive à un point critique aux alentours de l'année 2002. Une hausse des prix se fait sentir, soudainement, ne correspondant à aucun événement politique majeur. Les raisons sont pourtant simples : une hausse de la demande en particulier en Chine et dans d'autres pays émergents, l'épuisement rapide de certaines réserves mondiales jusqu'alors très exploitées, des investissements trop faibles dans les décennies précédentes, et bien d'autres raisons encore. Malgré l'augmentation de la production russe jusqu'à 2004, les prix s'envoleront jusqu'en 2008. Pendant ces quelques années, le consommateur moyen a clairement ressenti les effets de sa surconsommation. Le pétrole est une denrée rare car désormais, chaque jour, nous brûlons 80 millions de barils qui ont mis 27 années à se former. Cette disproportion évidente entre la durée d'usage et la durée de fabrication est effrayante et correspond bien à la définition de la non-durabilité.

Le pétrole cher n'est qu'une des nombreuses conséquences négative de l'exploitation exagérée de la Nature par l'Homme durant ce précédent siècle, mais il a l'avantage d'avoir sensibilisé les populations riches aux problèmes environnementaux, en touchant de près leur mode de vie et leur pouvoir d'achat. D'une certaine manière, il est déroutant de constater qu'il faut un impact économique fort pour une prise de conscience écologique. Pourtant, écologie et économie ne sont pas des termes si antinomiques...

Vers un design écologique, économique et social

Les idées véhiculées depuis les années soixante-dix en Europe ont donc fini par coaguler. L'écologie est maintenant une science intégrée et comprise par tous. La notion de développement durable qui y est rattachée a elle aussi eu du succès. Mais attention, ce terme est parfois tombé dans un phénomène de mode. Il faut alors bien savoir de quoi en parle. En 1987, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement publie un décret qui statue sur l'état de la planète et expose le devenir de probable de nos sociétés. Ce rapport, commandé à l'époque par l'ONU, introduit pour la première fois le concept de développement durable : « une croissance pour tous, tout en assurant la préservation des ressources pour les générations futures... ». Cette belle idée, en rupture avec les anciens modèles économiques, est la première à faire cohabiter environnement et facteur économique, social et culturel des sociétés humaines.

Le développement durable mène alors son chemin dans certaines initiatives de tous bords et se révèle être la stratégie première de l'écologie. Présent principalement en amont des stratégies d'entreprise, le développement durable est aussi une philosophie de travail que certains designers s'appliquent à eux-mêmes. John Thackara, journaliste et philosophe intéressé par un design collaboratif, en fait régulièrement la promotion.

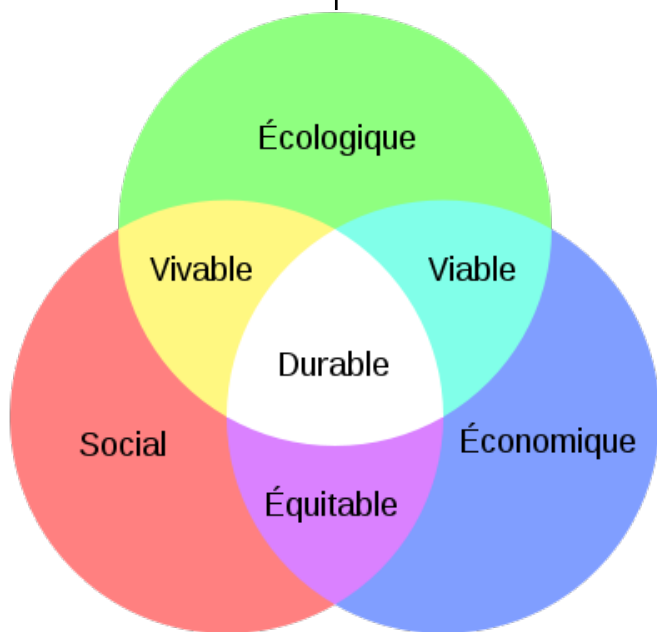


Schéma en triade du Développement Durable.

Face à ces années de gâchi où l'Homme a beaucoup progressé et appris sur lui-même, il serait temps maintenant de basculer vers autre une relation. Produire sans détruire et concevoir un objet du quotidien, du plus élémentaire au plus subtil, en rendant son usage durable et sa fin de vie maîtrisée, doit être l'aboutissement d'une réflexion globale qui prenne en compte les constats du passé.

Quelle en serait alors la philosophie directrice ? Le biomimétisme. On sait désormais tirer quelques conclusions de la Nature et Thierry Kazazian dans son ouvrage aime à les classer en quatre catégories. La première est la notion d'interdépendance : chaque élément existe par la somme de ses relations avec les autres, et dans une géométrie temporelle ou une durée qui est propre : le temps, la seconde catégorie. Il s'en dégage alors l'idée de cycle. Apparaître, procréer, changer d'état, disparaître, c'est ainsi que se compose et se recompose la vie, indéfiniment. Enfin, l'ensemble des éléments se développe en fonction de l'énergie qu'ils reçoivent et qu'ils dégagent, et ce selon un phénomène appelé « optimum ». Un développement plus sain de l'espèce humaine passerait donc par ces quatre valeurs qui dictent le passage vers un avenir plus durable.

Le nouveau biomimétisme

Les concepts précédents sont aussi ceux annoncés par la figure majeure du biomimétisme, celle qui a fait naître la discipline dans les années 1990, l'américaine Janine Benyus. Cette biologiste aussi consultante et écrivaine, a en quelque sorte populariser le terme de biomimétisme. Elle l'a aussi actualisé et conceptualisé. A travers des exemples simples tirés de son ouvrage « *Biomimicry, innovation inspired by Nature* », elle prouve en regardant la Nature que nous avons encore beaucoup à apprendre :

- Le colibri traverse le Golfe du Mexique avec moins de 3 grammes de carburant.
- Les systèmes de climatisation et de chauffage dans les termitières sont supérieurs à ceux des hommes en termes d'équipement et de consommation énergétique.
- L'émetteur haute fréquence d'une chauve-souris est plus efficace et sensible que nos propres systèmes radar.
- L'algue fluorescente combine dans son organisme différentes substances chimiques qui éclairent son corps.
- Le poisson arctique et la grenouille gèlent puis reprennent vie, protégeant ainsi leurs organes des dommages provoqués par la glace.
- Le caméléon et la seiche changent l'aspect de leur peau pour se fondre instantanément dans leur environnement.
- Abeilles, tortues et oiseaux se déplacent sans se perdre d'années en années.
- Baleines et pingouins plongent sans effort sans le moindre équipement.
- ...

Comment tout cela est-il possible ? Comment l'Homme peut-il parvenir lui aussi à un tel niveau de compétence ? Ces mécanismes extraordinaires que la Nature s'applique à elle-même ont le potentiel de faire progresser la technologie de façon spectaculaire dans de nombreux domaines. Ce potentiel devient de plus en plus évident au moment où la somme de nos connaissances et nos moyens technologiques augmentent. C'est la notion de potentiel qui me passionne. Savoir qu'il y aura toujours des choses à regarder autour de nous pour espérer résoudre nos problèmes est un défi humain ambitieux et beau.

Quelle nouvelle méthode est alors à adopter ?

De nos jours, malgré l'évolution des mentalités exposée préalablement, la Nature est trop considérée comme un simple réservoir de ressources mis à notre disposition. Loin de cette vision héritée de la révolution industrielle, le nouveau biomimétisme de Janine Benyus propose de considérer la Nature à la fois comme modèle, mesure et mentor.

Modèle, mesure, mentor

Comme modèle, en mettant tout d'abord l'ingéniosité humaine en sourdine, ne serait-ce qu'un instant. Puis dans un second temps en redevenant capables d'écouter la Nature, de la regarder avec des yeux neufs, les yeux d'une espèce finalement jeune interrogeant les experts en durabilité présents autour de nous. Enfin, lui faire écho, en tentant d'imiter ce que nous découvrons, selon la définition même du biomimétisme. Ce processus demandera un échange constant d'idées et de concepts entre les différents protagonistes et requiert une pluridisciplinarité exemplaire. La Nature devient donc un modèle pour l'Homme pour répondre à la question :

« Dans ce cas-ci, que ferait-elle ? »

Mais aussi la Nature comme mesure, en tant que moyen d'évaluation de nos inventions, et comme outil de comparaison avec ce qui les a précédées. C'est utiliser l'expérience du vivant pour éviter de reproduire des erreurs qui pourraient nous coûter cher. Car ce qui ne se trouve pas dans la Nature a peut-être une raison de ne pas y être, déjà éliminé selon les principes de la sélection naturelle. La nature comme mesure, pour répondre à la question :

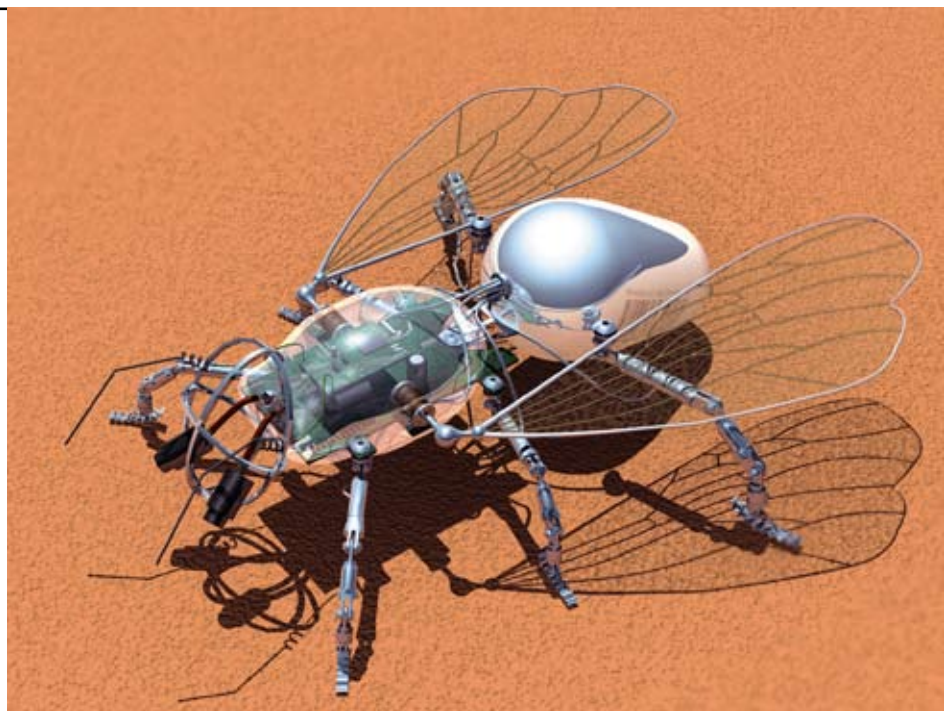
« Dans ce cas-ci, que ne ferait-elle pas ? »

Enfin la Nature comme mentor. Parce la relation avec le monde doit changer. Et dès lors que la Nature devient source d'émerveillements et d'idées nouvelles, la protection de la biodiversité s'impose alors comme une évidence. Une fois que la scission entre l'espèce humaine et le reste des vivants est dépassée, il ne reste qu'une grande famille d'espèces vivant sur un territoire commun. La Nature comme mentor, pour répondre à cette dernière question :

« Que ferait-elle avec nous ? »



Le biomimétisme : du naturel...



... à l'artificiel.

2009 : la crise financière comme opportunité de changement

Il est donc temps de commencer. Faisons la promotion de ce nouveau biomimétisme, encourageons son développement et soyons un temps soit peu enthousiastes ! Car ces nouveaux concepts, à première vue abstraits, peuvent très vite trouver leur place si de profonds changements politiques et sociaux les portent.

Nous traversons depuis quelques mois une crise financière sans précédents qui n'en serait qu'à son commencement, d'après certains analystes. Cette crise économique révèle en même temps une urgence alimentaire et climatique. Ces crises sont mondiales. Elles symbolisent un niveau d'épuisement et de saturation du capitalisme et du système de gestion des pays industrialisés. Ayant de fortes répercussions autant chez les décideurs que pour les citoyens, l'état de crise a pourtant l'avantage de marquer un temps d'arrêt et de réflexion cruciaux. Il permet de nouvelles opportunités, quand chacun est invité à réfléchir et à proposer, démocratiquement.

Surgissent alors les personnalités les plus réformatrices, celles qui ont soif de transformation. Biologistes, consultants en écologie, économistes, designers... tous soumettent alors leurs théories, élaborées depuis plusieurs années. Ces nouveaux principes d'organisation formeront une base solide qui aidera le designer biomimétique à créer. Janine Benyus et son *Biomimicry Institute*, Gunter Pauli et William McDonough en passant par les plus européens Gauthier Chapelle ou Emmanuel Delannoy pour l'association *Inspire*, tous mettent en avant aujourd'hui cette expérience du biomimétisme pour un design durable.

Les temps changent. Ces idées neuves ont besoins de faire leur preuve et il n'est plus question d'attendre car le biomimétisme est selon Janine Benyus « le chemin de la survie ». Je crois qu'il faut prendre cette expression avec des précautions et rester toujours lucide car bien qu'étant une approche à la fois efficace et pragmatique, le biomimétisme pourrait paraître très utopique.

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »
Anaxagore de Clazomènes

Des théories relatives au biomimétisme naissent depuis quelques années, et proposent un contexte organisationnel différent pour l'Homme. Le concept de capitalisme naturel est arrivé et a amené avec lui de nombreux autres concepts tels que l'économie circulaire et l'économie de fonctionnalité. Ces systèmes de gestion proposent une nouvelle manière de penser qui remet en cause notre production d'objet, tout comme notre consommation et notre logistique. Une politique plus globale est mise en œuvre, reprenant certaines lois évidentes de la Nature qu'il convient d'abord d'évoquer.

La Nature a ses lois

Les observations des biologistes ont fait naître une longue liste de leçons de durabilité qu'il nous faudra appliquer si nous voulons rester en équilibre avec notre planète. Une liste qui s'appuie sur des premiers constats du biomimétisme de surface. Après avoir vu les espèces fonctionner indépendamment, il s'agissait ensuite de les comprendre dans leur contexte. Voici les quelques leçons retenues :

1. Utiliser les déchets comme ressource.

Comme dans la Nature où chaque déchet produit par un organisme servira de ressource pour un autre, cela implique des nouveaux mécanismes de pensée, en concevant par exemple dès le départ nos biens dans des matériaux qui peuvent être facilement biodégradés ou simplement recyclés d'une utilisation à l'autre.

2. Se diversifier et tisser au maximum des liens de coopération.

Cette leçon découle de la première. En effet, pour parvenir à une organisation cyclique, il est indispensable de développer les coopérations et synergies nécessaires pour que les déchets puissent être utilisés comme ressources pour les suivants. On construit alors un réseau selon le principe d'arborescence omniprésent dans la Nature.

3. Récolter et utiliser l'énergie de façon optimale.

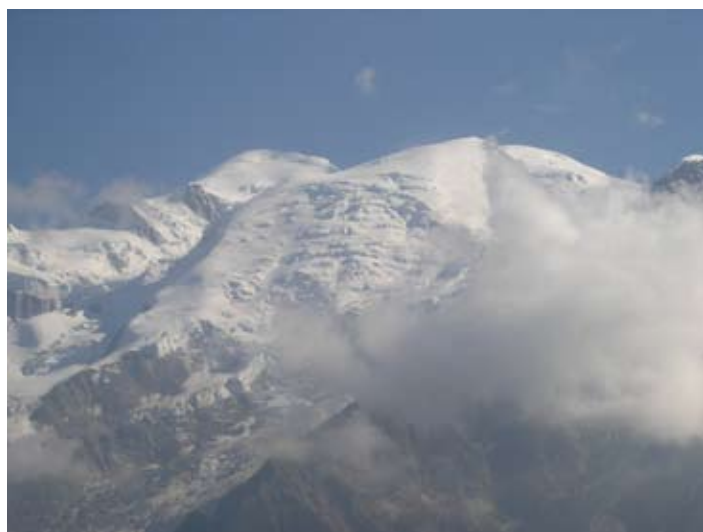
Pratiquement toute l'énergie qui circule dans le monde vivant provient de la fusion nucléaire du soleil, énergie inépuisable. En attendant de mieux maîtriser celle-ci, il nous faut être le plus économe possible. Comment ? En diminuant notre consommation d'énergie dans les transports et les habitations, par exemple. Mais aussi du côté de la fabrication des matériaux, car la Nature elle n'utilise pas les procédés de chauffage et de haute pression si énergivores que nous connaissons.

4. Optimiser plutôt que maximiser.

La production des biens et services peut être calquée sur le modèle des écosystèmes matures, et tend d'abord vers la qualité plutôt que la quantité. Les produits peuvent être conçus pour durer le plus longtemps possible et pour pouvoir être réparables facilement.

5. Utiliser nos ressources de façon économe.

Faire le plus avec le moins. Comme dans les exemples précédents, certains organismes vivants travaillent la structure pour obtenir une résistance élevée plutôt que par la quantité de matière utilisée. Ce modèle simple pourrait être plus souvent exploité.



L'eau, ressource naturelle la plus abondante s'organise en cycle continu : évaporation, condensation, précipitations.

6. Ne pas épuiser ses ressources.

Ce qui revient à ne pas utiliser de ressources non renouvelables plus vite qu'elles ne se fabriquent, et à ne pas utiliser les renouvelables plus vite qu'elles ne se renouvellent, tout simplement. Cela implique alors un nouveau rapport au temps.

7. Ne pas souiller son nid.

Les êtres vivants mangent, respirent, se reproduisent et dorment sur leur « lieu de production ». Ils ne peuvent se permettre d'empoisonner leur habitat, bien à l'opposé de l'« *Homo Industrialis* ». La chimie verte et les énergies renouvelables offrent alors de solides alternatives.

8. Acheter local.

Parce que les organismes vivants ne peuvent pas se permettre de dépendre de ressources lointaines, ils sont devenus des experts du commerce de proximité. Cette priorité donnée aux ressources locales permet de réduire les flux d'énergie nécessaires en minimisant les distances. Elle s'obtient chez l'Homme notamment à travers un éco-aménagement du territoire, où habitations, espaces naturels, et surfaces cultivées s'imbriquent étroitement.

De toutes ces leçons sort une seule et même idée : l'économie passe par la coopération. Les systèmes naturels ne fonctionnent pas seuls, ils ont l'intelligence de se développer en symbiose. Ce modèle général inspire et en suscite de nouveaux qui seront les bienvenus, s'ils sont adaptables pour l'Homme.

Un nouveau capital... naturel ?

Le capital naturel fait référence aux ressources telles que minéraux, plantes, animaux, air, pétrole, etc. de notre biosphère, vus comme les éléments centraux d'une chaîne de production industrielle. Il permet de réparer un grand oubli, qui date du milieu du XIX^{ème} siècle pour les économistes, où l'on considérait à l'époque que la richesse des entreprises étaient faites de capital financier, de capital matériel productif et de capital immatériel humain, autrement dit le savoir-faire. Mais un quatrième type de capital a été mis en suspend pendant toutes ces années : c'est le capital naturel. Il représente nos ressources initiales, les biens que l'on prélève gratuitement dans la Nature et qui rendent un service non négligeable aux entreprises. Le problème majeur de cet oubli est que nous avons depuis des années puisé dans ce capital qui nous était offert, sans l'entretenir et anticiper son renouvellement. A l'aube de la révolution industrielle, les ressources naturelles étaient présentes en abondance mais les savoir-faire étaient cependant rares. On assiste aujourd'hui à une inversion de ce principe. Les ressources autant fossiles que renouvelables manquent sévèrement pour répondre à nos besoins malgré l'accroissement de nos compétences techniques et scientifiques.

Suite à ce constat, le capitalisme naturel propose une nouvelle émergence, un nouveau regain, dans le but de lancer la prochaine révolution industrielle. Celle-ci passerait donc dans un premier temps par la revalorisation de la planète pour une plus grande prise de conscience des ressources naturelles environnantes. Favoriser les énergies renouvelables, et faire de la matière première l'élément clé du système de production en prenant en compte son extraction jusqu'à son élimination permettra alors non seulement un respect plus important de l'environnement, mais également des gains économiques considérables à long terme.



La forêt amazonienne : un capital naturel à protéger,
car indispensable à notre survie.

Production circulaire plutôt que linéaire

Pour ce faire, une économie dite circulaire doit être mise en place. Elle s'oppose par nature à l'économie linéaire qui guide notre organisation actuelle. En effet, depuis la production en série, un schéma très simple est resté le même : on prélève de la matière, on la transforme, on l'utilise, et on l'élimine en décharge ou en centre d'incinération. Mais quand on observe globalement les écosystèmes naturels, on remarque que le modèle est tout à fait différent. Il fonctionne en cycle. Dans la Nature, le déchet n'existe pas et chaque rejet sert de nutriment pour un autre organisme. Ce système perdure depuis 3,8 milliards d'années où la vie s'est développée sur Terre de manière économe et sereine.

Une économie circulaire est donc une économie où la notion de déchet tend à être abolie. En plaçant le recyclage au cœur du système et en fonctionnant en cycle fermé, on favorise un contexte d'éco-conception. En amont de chaque produit, le design doit être tel que tous les composants seront recyclés et valorisés en fin de vie. Cette mise en valeur finale peut se faire au sein du même secteur industriel, mais peut aussi servir au fonctionnement d'un autre. C'est en ce sens où ce modèle économique est biomimétique et durable. A la manière des écosystèmes matures de notre monde, le développement humain passe de l'individuel au collectif, toujours dans un but écologique. Cette large perspective de remaniement des usines de production rejoint le domaine de l'écologie industrielle.

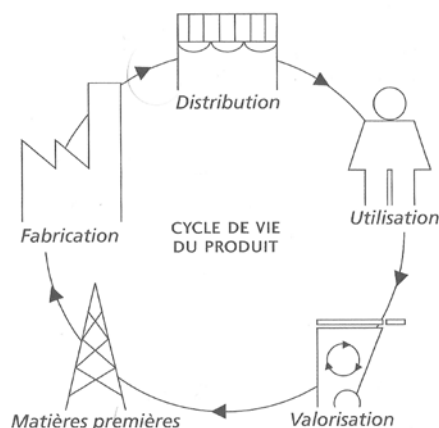
Les déchets des uns peuvent alors devenir les ressources des autres, comme c'est le cas à Kalundborg au Danemark. Là-bas, depuis quelques années, une raffinerie travaille aux cotés d'une usine qui fabrique des panneaux de plâtre. Dans les rejets de fumées de cette raffinerie existe un sous-produit appelé le gypse, principale composante du plâtre. En entretenant une collaboration, la première entreprise valorise ses rejets en matière première pour la seconde entreprise qui réduit alors son importation habituelle de matière depuis l'Espagne, dégageant des économies de transport. Les eaux chaudes rejetées sont également récupérées pour assurer le chauffage d'autres modules, et ce sont ainsi des quantités de déchets qui sont en mouvement continu sur le site. Les bienfaits ne sont pas qu'environnementaux, ils sont donc aussi financiers. Ce type de coopération permet de donner l'exemple et invite aux initiatives locales. Ce modèle peut s'appliquer en Europe occidentale et aux Etats-Unis en modifiant les stratégies existantes, mais peut aussi émerger dans un contexte organisationnel neuf où les sites de production se regroupent en éco-parcs, comme c'est déjà beaucoup le cas en Chine.



Site industriel écologique de Kalundborg, Danemark,
Exemplaire en terme d'économie circulaire.

Economie de fonctionnalité et design de service

Le biomimétisme de fond propose un remaniement radical de nos acquis en termes de production, de distribution, mais aussi de consommation. Revoir la manière dont nous utilisons nos produits permet de créer plus de changements dans toute la chaîne industrielle car les consommateurs sont finalement au cœur du système. De nouvelles stratégies visant à modifier nos modes de consommation se profilent alors, dans la continuité des concepts évoqués précédemment. C'est le cas de l'économie de fonctionnalité qui vise à optimiser l'utilisation (ou la fonction) des biens et des services. Le but est de créer une valeur d'usage la plus élevée qui soit et sur la durée, tout en consommant le moins de ressources matérielles et d'énergie possible. L'idée sous-jacente à ce concept est que la valeur d'un produit pour le consommateur réside dans les bénéfices qu'il tire de son utilisation, et non de l'objet lui-même. Le produit n'est en effet que le support d'un service rendu. Ainsi, dans une économie de fonctionnalité, les consommateurs achètent de la mobilité plutôt qu'un véhicule, un service de nettoyage plutôt qu'un lave-linge, un accès à internet plutôt qu'un ordinateur, etc.



Le Cycle de Vie d'un produit

Ce type de modèle correspondant à un design de service est déjà mis en place dans plusieurs secteurs d'activité. Le principe est que les producteurs restent propriétaires d'un bien qui est le support d'un usage, en y assurant la maintenance, la reprise en fin de vie, le recyclage, etc. Sur ce modèle, la relation client est beaucoup plus pérenne car on le fidélise en répondant à ses besoins sur la durée. De grands groupes industriels pratiquent déjà une économie de fonctionnalité car contrairement à ce que l'on pourrait croire, elle représente un intérêt financier important. Les économies se font sur les matières premières et l'énergie car on produit moins, mais aussi concernant les frais de mise en gestion des déchets car ceux-ci sont réduits. Puisqu'une relation s'installe à long terme entre prestataires et utilisateurs, l'appartenance à un marché en assure dès lors son maintien. C'est ainsi que Xerox loue des photocopieurs aux entreprises depuis de nombreuses années et organise ses transports pour la maintenance et le renouvellement de ses machines mais aussi la collecte des encres usagées et le papier pour le recyclage, et assure par la même occasion un suivi consommation régulier. Michelin, quant à lui, a mis en place une stratégie équivalente en louant ses pneus aux flottes de poids lourds. Les bienfaits sont aussi environnementaux car les pneus sont toujours de bonne qualité et changés régulièrement. On permet, entre autre, une consommation moindre de carburant.

Ce modèle de changement valorise aussi le capital humain en plaçant le professionnel en conseiller et en agent de maintenance, plutôt qu'en simple exécutant. Les qualifications évoluent et on recrée une relation de proximité entre l'entreprise et ses clients. Il me semble en ce sens intéressant car il fait progresser de nombreux domaines en même temps. Les bénéfices sont larges et conséquents. Evidemment, ce modèle ne fonctionne pas pour tous les types de produits. Il faut rester vigilant et l'appliquer avec parcimonie et intelligence là où il sera rentable, car bien qu'écologistes, les consommateurs restent très matérialistes. L'évolution des mentalités est lente mais plausible.

Premières applications, et celles à venir

Le biomimétisme apporte donc une fraîcheur intellectuelle et génère les théories politiques nouvelles commentées jusqu'alors. Lorsqu'elles se mettent en place efficacement, les premières applications bio-inspirées voient le jour. Là encore, les tentatives sont variées.

Copier le procédé...

Copier un procédé de fabrication suit une méthode complexe qui peut déboucher sur deux types d'applications. On peut ainsi produire un objet selon des principes de croissance et de développement bio-inspirés, tout comme on peut à une échelle plus petite fabriquer un nouveau matériau.

... pour créer un produit

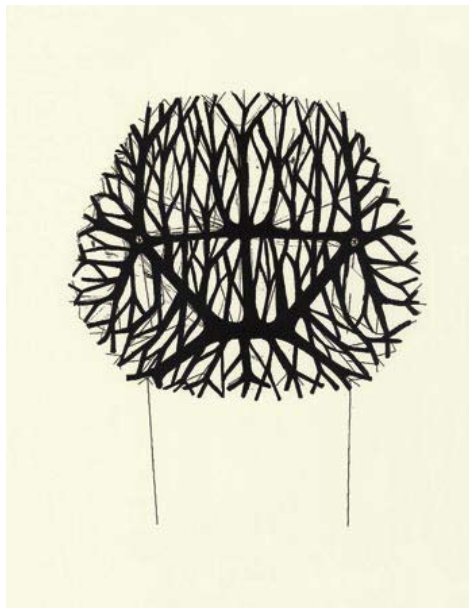
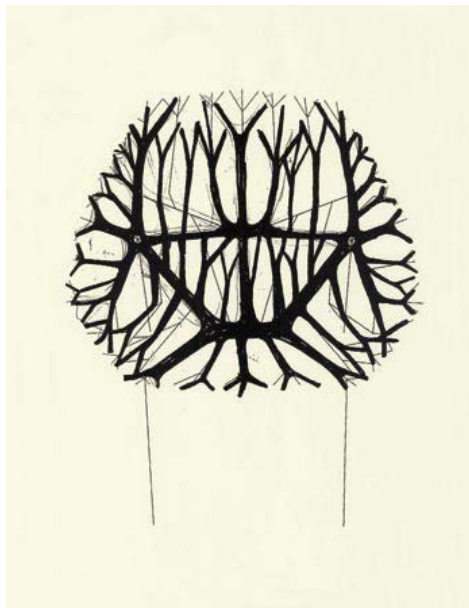
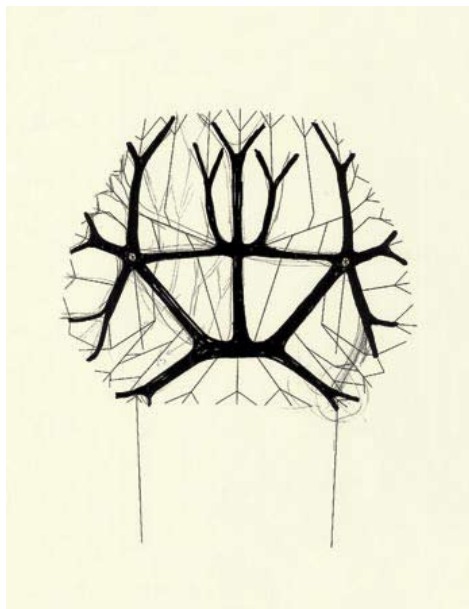
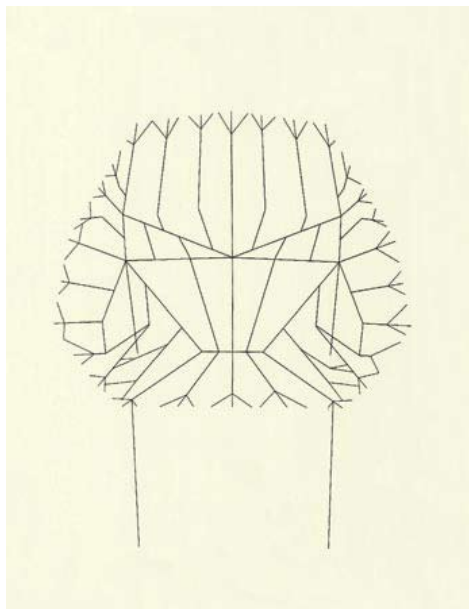
La chaise est un objet manifeste pour le designer. C'est un objet qui a été étudié à maintes reprises et a connu des approches de création très vastes. C'est presque devenu l'objet prétexte pour démarrer quelque chose de nouveau et communiquer, l'objet le plus évident pour tout exercice. Des démarches expérimentales aboutissent alors parfois à des productions industrielles, quand le biomimétisme et ses résultats coïncident correctement avec les exigences industrielles.

C'est le cas de la chaise *Vegetal* dessinée par les frères Bouroullec cette année et éditée par Vitra. Pour ce projet, les designers s'expliquent ainsi : « *En tant que designers, nous avons pour mission de trouver de nouvelles structures et de nouvelles formes de construction. Cette chaise est bien plus qu'un simple motif, c'est avant tout une structure* ». L'inspiration de la Nature n'est pas nouvelle chez ces deux créateurs mais pour la première fois ici, la démarche est différente. L'inspiration leur est venue entre autre du travail d'Axel Erlandson, botaniste américain. En « arborosculpteur », ce dernier avait consacré son travail à la fusion des végétaux entre eux pour créer des formes atypiques vivantes. Il créa ce qu'il appelle un « cirque des arbres » où il présente le résultat de ses recherches sur les principes de croissance des végétaux. Ronan et Erwan Bouroullec y voient un potentiel intéressant pour le dessin d'une chaise qui semblerait pousser par elle-même.

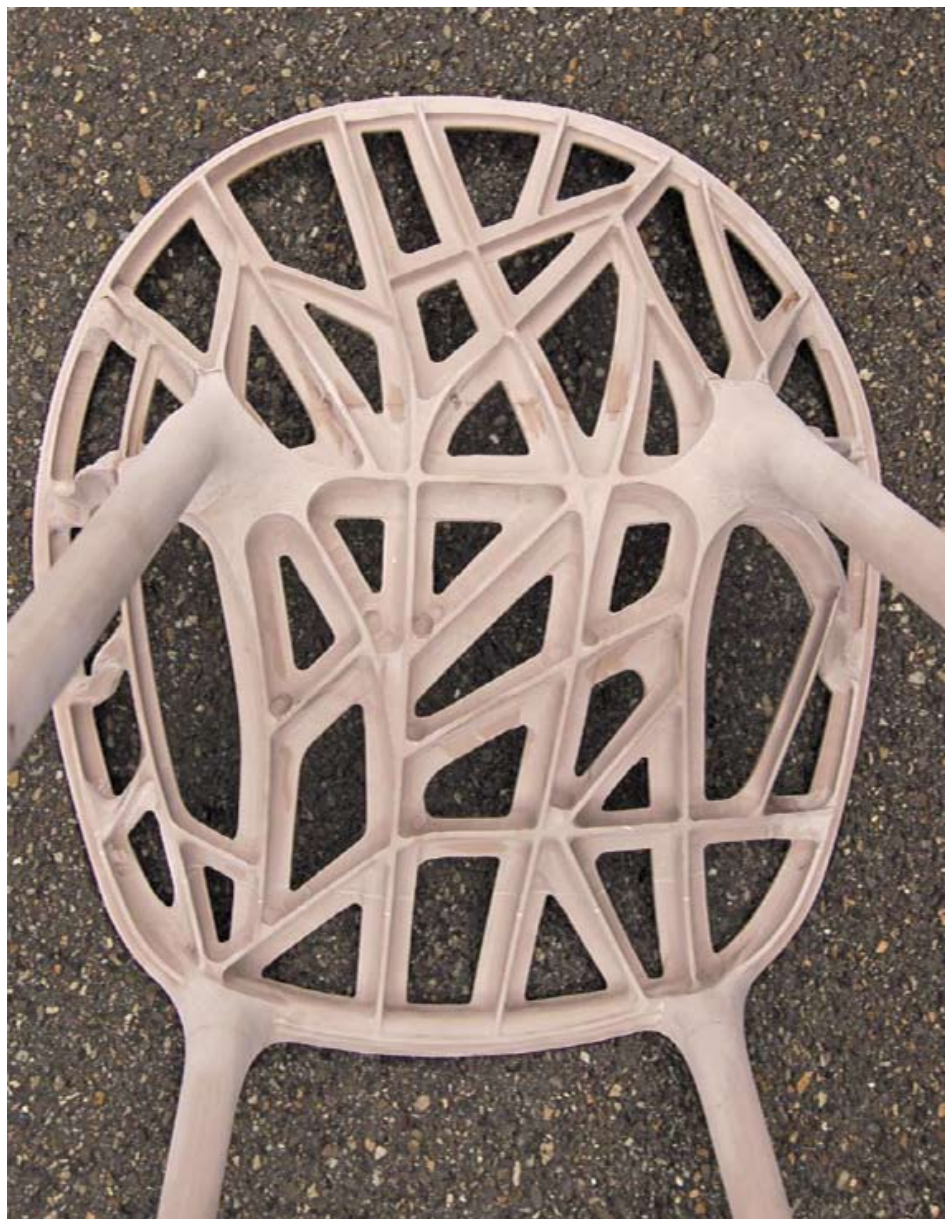
Ils étudient alors de près les formes engendrées par la croissance des végétaux et se rattachent également au travail de l'artiste Terry Winters dont les réalisations graphiques évoquent le même registre. Après de nombreuses années de recherche et de collaboration avec les industriels, la chaise *Vegetal* voit le jour. Aussi simple que possible, elle dégage tout de même un caractère organique et vivant de part le tressage de l'assise et les jonctions entre les pieds et celle-ci. Je trouve cette chaise très harmonieuse visuellement et on sent très clairement l'inspiration graphique et structurelle en amont du projet. Elle est pour moi un exemple de biomimétisme intéressant à exposer car elle prouve qu'un procédé de croissance naturel peut aboutir à la réalisation d'un objet en série. La démarche biomimétique n'a pas été poussée à son plus haut degré mais j'estime qu'elle marque une entrée en matière remarquable qu'il convenait de mettre en avant.



Tree Circus ou Cirque des Arbres,
par Axel Erlandson, USA, 1945.



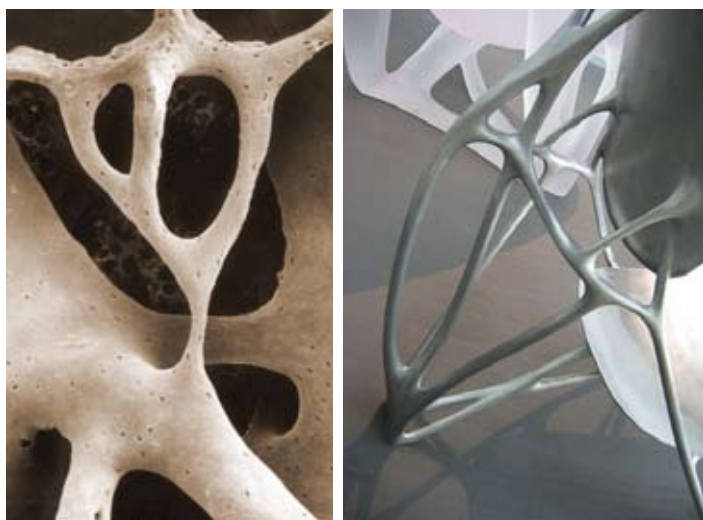
Croquis évolutifs par photocopie,
par Ronan & Erwan Bouroullec, 2005.



Chaise Vegetal,
par Ronan & Erwan Bouroullec,
Vitra 2009.
(ci-contre et page suivante)



Une autre chaise tirée de la Nature est maintenant celle de Joris Laarman, jeune designer hollandais. Celui-ci s'est passionné pour la croissance des arbres et leur capacité à créer de la matière seulement aux endroits nécessaires, quand l'équilibre de l'arbre entier est en jeu. En parallèle, il constata que le principe était le même pour la constitution des squelettes dont les os réduisent la matière en misant sur la forme. C'est ainsi qu'il travaille avec l'*International Development Centre Adam Opel AG*, un centre d'ingénierie appartenant au groupement *General Motors Europe*, qui possède déjà un outil de reproduction artificielle des procédés de croissance naturel. Utilisé dans l'industrie automobile pour les effets d'aérodynamisme, ce logiciel est exploité par le designer pour développer sa chaise dans le but de générer une forme dite naturelle, bien qu'issue de l'informatique. En paramétrant un minimum l'outil et en y associant quelques contraintes, on obtient un squelette hybride mais optimum.



*Structure interne de l'os, photographie au microscope.
Bone Chair (détail), par Joris Laarman, 2006.*



Dans ce projet, Laarman applique avec brio la méthode du biomimétisme. Avec sa sensibilité conceptuelle, il s'intéresse dans un premier temps à un processus de fabrication naturelle qu'il repère pour son intérêt à la fois esthétique et fonctionnel, puis il trouve la technologie qui permet de le reproduire artificiellement et l'utilise pour un projet de design communicant.

Le projet final est pour moi intéressant s'il stimule d'autres recherches du même type. La chaise proposée en fin d'étude a des qualités visuelles indéniables. En revanche, elle peut présenter encore trop de contraintes de fabrication, d'entretien, d'ergonomie... Mais je crois qu'il faut retenir là encore la démarche qui a mené le projet. D'autres solutions sont possibles désormais. Laarman n'est pas un designer industriel, il veut en permanence provoquer de la surprise chez l'utilisateur et aboutit très souvent à des projets atypiques.

... ou produire un matériau

Quand on regarde au microscope un organisme vivant de la Nature on constate des régularités géométriques surprenantes. Une fois reproduites artificiellement notamment grâce aux nanotechnologies, on est à même de recréer un processus, un effet désiré. C'est de cette manière qu'on été industrialisés un bon nombre de matériaux comme le Velcro, connu de tous. Celui-ci est en effet directement issu d'un organisme vivant, la bardane, une plante aux capacités d'accroche surprenantes. La forme en spirale à l'extrémité de ses ramifications a été soigneusement étudiée et on y a très vite vu une application pour le textile. Ce matériau omniprésent est aujourd'hui une des références majeures du biomimétisme.



*Fleur de bardane, inspiratrice du
Velcro, breveté par Georges de Mestral, 1948.*

Une autre plante, le lotus, a elle aussi provoqué la conception d'un matériau. Celle-ci est connue pour le caractère hydrophobe de ses feuilles que l'on nomme effet lotus. C'est connu, n'importe quel liquide en contact avec la feuille de lotus perle et roule automatiquement sur celle-ci, emportant la poussière à la même occasion. Des chercheurs ont eu l'idée de copier la nanostructure en surface de cette feuille pour la conception d'un agent nettoyant. Le produit final est une peinture autonettoyante qui possède strictement les mêmes capacités que le végétal initial. Elle est aujourd'hui utilisée en architecture pour protéger des façades des dégradations naturelles, pour qu'à chaque pluie toutes les particules s'évacuent naturellement.



*Feuille de Lotus, inspiratrice de la
Peinture Lotusan, brevetée en 2005.*

La chimie verte

Plutôt que de reproduire artificiellement des propriétés repérées dans la Nature avec nos moyens actuels, la chimie verte propose une toute autre alternative. Elle suggère d'examiner la manière dont les matériaux se créent dans la Nature, utilisant en abondance quatre composants de base : le carbone, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène. En revanche, d'autres éléments utilisés par l'Homme ne le sont plus dans la Nature, comme le mercure ou le plomb, jugés par l'évolution naturelle trop toxiques. Cette grille de lecture a conduit certains chimistes verts à un vaste programme de substitution avec pour objectif un remplacement progressif des nombreuses molécules issues de la pétrochimie par d'autres remplissant les fonctions recherchées mais déjà passées au crible de la durabilité dans l'histoire de la vie. A côté du maïs et du colza déjà utilisés, de nombreuses plantes sont à l'étude comme le bambou, le chanvre ou certaines algues pour la création de ces nouveaux biomatériaux ou agro-matériaux. Le but à long terme est ainsi d'éviter les pollutions engendrées par la chimie actuelle qui fabrique la matière sous haute pression, en revenant à un schéma naturel plus propre. La chimie verte est une alternative écologique qui a un fort potentiel de développement dans les années à venir, si le secteur de la recherche ose y investir.

Reproduire les écosystèmes

La Nature fonctionne en écosystèmes. Quand les scientifiques analysent leur fonctionnement, il en résulte un classement qui en dit long sur les différents degrés de complexité de l'organisation collective naturelle. Certains écosystèmes sont donc matures et dits de « Type III ». Ce sont les plus intéressants. Ils représentent les forêts primaires ou les récifs coralliens, ces grands espaces délimités peuplés d'espèces variées mais connectées entre-elles. Celles-ci s'auto-organisent en communauté, avec le but commun de se maintenir en un endroit donné, utiliser le mieux possible les ressources disponibles, et surtout pouvoir le faire sur le long terme. C'est en écosystèmes matures que la Nature est la mieux réglée et qu'elle perdure.

En revanche, vue à travers les lunettes d'un spécialiste en biologie, notre civilisation industrielle actuelle se comporte exactement à l'opposé, à savoir comme un écosystème pionnier, dit de « Type I ». Dans la Nature, ces écosystèmes pionniers sont normalement minoritaires et éphémères. Ils apparaissent généralement après des événements ponctuels créant de nouvelles surfaces à envahir ou réenvahir, tel qu'après la naissance d'un îlot volcanique, un incendie de forêt ou un glissement de terrain. Mais surtout, ils se caractérisent par une faible diversité, une utilisation gourmande de l'eau et des ressources nutritives, favorisant une croissance rapide, préférant la quantité à la qualité, extrêmement consommateurs d'énergie et producteurs de déchets.

Ce constat nous rappelle alors une chose : notre espèce humaine est extrêmement jeune en comparaison aux espèces vivantes voisines. La vie sur Terre nous dirige et nous porte depuis peu. Et notre intelligence devrait nous permettre de nous intégrer harmonieusement à notre environnement, plutôt que de prétendre à son contrôle.

S'inspirer des écosystèmes naturels permet donc de dégager des principes de management qui sont d'office reconnus viables. Des notions comme le mutualisme ou la symbiose nous remettent alors dans le chemin du développement durable, quand un libéralisme trop individualiste nous divise, petit à petit les uns les autres. Cette vision manichéenne (avec d'un côté le libéralisme, et de l'autre le marxisme) est née des néodarwinistes. Après la parution de son œuvre, deux constats d'organisation pouvaient s'extraire des observations du naturaliste anglais. On percevait alors la Nature comme « la loi de la jungle » où la compétition était directrice, privilégiant les plus forts au détriment des plus faibles, ou on résumait le fonctionnement vivant à un équilibre trouvé entre les espèces, selon les valeurs de symbiose et de coopération. La première vision a de facto été très vite porteuse d'une politique toujours en place aujourd'hui. Mais à l'heure du bilan et en pleine crise du capitalisme, il semblerait que le second modèle puisse nous permettre de sortir la tête de l'eau, un temps soit peu. C'est en tout cas ce que pensent bon nombres de penseurs écologistes aujourd'hui, dont le botaniste français Jean-Marie Pelt fait partie.



La sécurité sociale,
un exemple d'économie solidaire et de mutualisme.

Et le bioprocessing ?

L'imitation de la Nature peut pousser plus loin l'alliance avec le vivant. C'est le cas du bioprocessing. Cette pratique consiste à créer des produits en utilisant directement le potentiel des organismes vivants. Cette science a souvent recours aux biotechnologies pour effectuer les changements biologiques sur les éléments naturels étudiés. Elle n'est en rien une modification génétique néfaste d'organismes vivants mais s'attache à une protection exemplaire des systèmes étudiés en laboratoire. Le constat est logique : la Nature est peuplée d'espèces qui ont développé des qualités inégalées chez l'Homme. Quand la copie devient impossible, l'alliance entre ces espèces et l'Homme peut devenir très bénéfique.

Les applications correspondant à cette démarche restent rares mais méritent d'être soulevées tant elles offrent des résultats passionnants. Le premier exemple concerne les abeilles. On le sait, ces animaux ont des sens très développés qui leur permettent de se repérer précisément, mais aussi d'analyser en permanence leur environnement. Cette intelligence innée a guidé plusieurs projets. Le premier est une démarche purement artistique mais suscite un intérêt parce qu'elle met en valeur l'animal qui est au cœur du projet créatif. Le second est du domaine médical, très différent mais tout aussi captivant.

« *With a little help of the bees* » est un vase du designer Tomáš Gabzdil Libertíny. En réalité le vase n'a pas été complètement dessiné par l'artiste qui a choisi de laisser les abeilles s'en occuper. En une semaine, plus de 40 000 abeilles ont construit leur propre ruche autour d'une structure conçue par le designer au préalable. Le processus appelé « prototypage lent » est une réponse aux techniques industrielles de prototypage rapide. Ici, l'objet est confectionné naturellement selon le rythme des abeilles. Le résultat final n'était pas complètement anticipé et c'est ce qui crée la richesse du concept, ajoutée à la poésie évidente de la démarche.



With a little help of the bees, (en conception)
par Tomáš Gabzdil Libertíny, 2007.



With a little help of the bees, (trois vases)
par Tomáš Gabzdil Libertíny, 2007.



With a little help of the bees, (détail)
par Tomáš Gabzdil Libertíny, 2007.

Mais les abeilles peuvent aussi jouer un rôle actif dans la vie humaine. Le projet « *Bee's* » issu de Susana Soares du Royal College of Art de Londres en est la preuve. Après avoir étudié de près la perception olfactive des abeilles, on a remarqué qu'on pouvait leur apprendre en quelques minutes à reconnaître une odeur à laquelle elles sont entraînées. Selon le célèbre réflexe de Pavlov, les abeilles peuvent s'agiter et avoir un comportement différent quand elles ciblent et détectent un parfum spécifique. Le projet consiste donc en une série d'outils de diagnostic qui utilisent les abeilles pour réaliser un contrôle médical. Leur potentiel de détection inclut les phéromones, les toxines et le diagnostic de maladies comme le cancer du poumon, la tuberculose et le diabète. Des objets en verre comportent deux sous parties : une petite chambre qui sert d'espace de diagnostic elle-même incluse dans une plus grande où les abeilles sont conservées le temps de réaliser l'expérience. Le patient souffle dans la plus petite chambre et les abeilles n'y pénètrent que si elles ont détecté dans l'haleine l'odeur pour laquelle elles sont entraînées.



Face Object, verre soufflé à la main,
par Susana Soares, 2007.

Le but premier est de développer des relations de collaboration entre la recherche scientifique et le design, en traduisant les résultats en objets performants et faciles à utiliser. Ce projet est fascinant. Il résoud avec de grandes qualités sémantiques et esthétiques la question délicate de la détection de maladies. Il prouve aussi que nous avons beaucoup à apprendre de certaines espèces dont nous devons en retour être redevables.



Precise Object,
par Susana Soares, 2007.



Fertility Object,
par Susana Soares, 2007.

Enfin, une symbiose entre les espèces vivantes et l'espèce humaine peut aussi passer par les végétaux. L'arabette des dames est une plante de petite taille très commune qui pousse facilement et rapidement autant sur des terrains vagues que des sols cultivés. Mais son grand avantage scientifique est qu'elle possède un génome entièrement décrypté. Elle réagit donc très facilement à toute expérience de recherche génétique.



Fleur Arabettes des Dames, photographie.

Des biologistes danois ont alors eu l'idée de transformer deux de ses gènes pour lui faire détecter des traces d'explosifs enterrés lui permettant alors d'attester de la présence de mines anti-personnelles. Mais comment cela fonctionne-t-il ? Là encore, les recherches en laboratoire sont longues mais l'utilisation finale est simplissime : plantée par hélicoptère, et au bout de quelques semaines, la plante grandit et passera du rouge au vert en cas de détection de mines. Deux propriétés de la plante ont donc été nécessairement modifiées pour cela : la perception du dioxyde d'azote présent dans le TNT des mines anti-personnelles et la production de pigments appelés anthocyanines qui permettent de rendre visible la détection. Cet exemple-ci est donc tout aussi frappant. Les espèces naturelles fonctionnant d'elles-mêmes ou façonnées par l'homme peuvent nous rendre des services incroyables. Cela prouve aussi que les Organismes Génétiquement Modifiés ne sont pas à rejeter catégoriquement. Ils peuvent parfois servir une cause juste.



Modification génétique d'une Arabette des Dames en laboratoire.

En définitive, le biomimétisme de fond apparaît clairement plus transversal et réformateur que le biomimétisme de surface. Il n'est cependant pas à détacher que son prédécesseur, car les deux fonctionnent ensemble et répondent bien de la même démarche. Imiter la Nature peut déboucher sur des solutions qui touchent donc tous les domaines. Réunies ensemble dans un contexte nouveau, ces solutions garantissent clairement un avenir plus stable pour nos générations futures.

Conclusion

Ce mémoire rend visible l'émergence d'une discipline nouvelle que j'estime pertinente aujourd'hui. Par son thème large et porteur d'idées, il fait réfléchir sur notre condition et ouvre au débat.

On l'a vu, le biomimétisme n'est pas une pratique neuve. Les designers ont su apporter des solutions fiables au fil du temps, en copiant ponctuellement ce qui marche dans la Nature. Mais cette discipline peut aussi apparaître comme un guide prospectif de changement de mentalités, lançant les nouvelles manières de penser les objets de demain. L'étude de cette approche de conception design m'a permis de comprendre ce panel de possibilités infinies.

Albert Camus disait :

« Chaque génération sans doute se croît vouée à refaire le monde. La mienne sait qu'elle ne le refera pas. Mais sa tâche est peut-être plus grande, elle consiste à empêcher que le monde ne se défasse ».

Je sens en cette citation une force d'esprit, celle qui m'a porté tout au long de l'écriture de ce mémoire. Puisse celle-ci vous donner soif d'entrepreneuriat et d'optimisme, qualités nécessaires à la construction de la société durable de demain.

Bibliographie

Ouvrages et Magazines

- *Biomimicry*, Janine Benyus, Edition Perennial, 2002.
- *Il y aura l'âge des choses légères*, Thierry Kazazian, Victoires éditions, 2003.
- *Design pour un monde réel*, Victor Papanek, Editions Mercure de France, 1974.
- *Nature Design*, Catalogue d'exposition par le Museum für Gestaltung de Zürich, Edition Lars Müller, 2007.
- *Le principe responsabilité*, Hans Jonas, Edition Flammarion, 1979.
- *Géométrie du design*, Kimberly Elam, Edition Eyrolles, 2006.
- *Le Biomorphisme, Le cercle et l'Amibe, Le biomorphisme dans l'art des années 30*, Guitemie Maldonado, Edition INHA, 2006.
- *La Bionique, quand la science imite la Nature*, Agnès Guillot et Jean-Arcady Meyer, Edition DUNOD, 2008.
- *Structure in Nature is a strategy for design*, Peter Pearce, Edition the MIT Press, 1980.
- *Universal Principles of Design*, William Lidwell, Kitrina Holden & Jil Butler, Edition Rockport Publishers, 2003.
- *Cradle to Cradle, Remaking the way we make things*, William McDonough & Michael Braungart, Edition North Point Press, 2002.
- *In the Bubble : De la complexité au design durable*, John Thackara, Edition IRDD Cité du design, 2008.
- *Invisibles : Images de l'inaccessible*, Patrice Lanoy, Edition Somogy, 1998.
- *La Solidarité : chez les plantes, les animaux, les humains*, Jean-Marie Pel et Franck Steffan, Edition Fayard, 2006.
- *Magazine Azimuts 31*, Edition Cité du design, 2008.

Emissions de radio et conférences

- *CO2 mon amour*, Denis Cheissoux, France Inter.
- *Rue des entrepreneurs*, Didier Adès & Dominique Dambert, France Inter.
- TEDTalks (www.ted.com), *12 sustainable design ideas from nature*, Janine Benyus, 2005.
- TEDTalks (www.ted.com), *New thinking on the climate crisis*, Al Gore, 2008.
- TEDTalks (www.ted.com), *The power and beauty of organic design*, Ross Lovegrove, 2005.
- TEDTalks (www.ted.com), *Design and an elastic mind*, Paola Antonelli, 2008.

Sites Internet

www.biomimicry.net
www.inspire-institut.org
<http://evolutionindustrielle.blogspot.com>
www.futura-sciences.com/fr
www.uicn.fr

Remerciements

Je remercie Anna Bernagozzi, ma directrice de mémoire pour son suivi, ses références artistiques indénombrables et son enthousiasme permanent. Mes parents, également, pour m'avoir initié à l'écologie et sans le savoir provoqué ce thème. Je remercie mon père, cet amoureux des plantes, ma mère pour ses corrections et son soutien, mon frère pour m'avoir poussé toujours plus loin dans l'analyse et la réflexion, et enfin mes amis de l'Ensad et d'Olivier de Serres pour leurs précieux conseils.

Achevé d'imprimer à Paris,
Mai 2009.