

CONGRÈS DE L'ACFAS
SCIENCES ET SOCIÉTÉ, partenaires pour l'avenir

Université du Québec à Chicoutimi et
Faculté de l'Aménagement / Université de Montréal

victor pinheiro, prof.

titre: **la méthodologie d'intuition Bionique appliquée au Design**

1/9

(synthèse de la communication / vp____.2000 ©)

Selon les chercheurs dans cette matière, «*la bionique est une science qui recherche chez les systèmes naturels, des modèles-références en vue de leur transposition dans des réalisations techniques*». Elle procède d'une approche analytique qui conduit souvent à des réalisations notoires dans le domaine des arts industriels. La conception de formes industrielles traduit un ensemble de difficultés d'ordre structurel et technologique parfois complexe qui imposent des stratégies de recherche riches en créativité. Il importe alors d'insuffler dans le processus créatif, des jalons et des références éprouvées à partir desquelles le concepteur pourra transcender des stéréotypes connus en réponse à la dimension heuristique du Design. Une de ces stratégies réfère la «*méthodologie d'intuition bionique*». L'objectif de cette communication est de proposer une réflexion à travers quelques exemples classiques identifiés à cette méthodologie.

Propos sur la méthodologie de projet et le «concept Bionique»

La méthodologie, ou science des méthodes, est règle générale considérée comme une démarche structurée qui a pour objectif spécifique la planification et l'organisation d'activités de recherche, et conséquemment, la conduite de ces activités. La démarche se veut objective et rationnelle dans le contrôle de ces activités. Néanmoins, quand cette démarche est vue également sous l'angle exigeant de la créativité, le simple contrôle de concepts méthodologiques nous paraît insuffisant dans la mesure où de tels concepts nous informent davantage sur la codification des actions d'investigation que sur la nature des résultats anticipés. Le double objectif de cette communication est donc de proposer un regard insistant sur la principale composante du Design - la créativité - dans la mesure où l'insertion du «concept Bionique» peut être utile à la pratique du projet.

Comment alors aborder la composante méthodologique d'un projet ayant pour finalité une démarche rationnelle, mais aussi le processus intuitif et créatif selon lesquels la solution de synthèse cherchera à se constituer ?

Comme discipline de projet, le Design est un des champs de la science dont l'activité est associée à la conception de systèmes artificiels (par opposition aux systèmes naturels) conçus par l'homme, de structures, objets, produits, et équipements utiles à l'être humain. À la base, cette activité est cartésienne. Mais pour explorer sa dimension créative, il lui est nécessaire d'outrepasser la démarche cartésienne et de distinguer entre rationalité et intuition, «*distinction qui conduit souvent à la découverte, la seule capable de pressentir la réalité profonde des choses*» (Henri Bergson, philosophe, 1851-1941)

Il conviendra par conséquent d'aborder et conduire tout projet de manière objective mais aussi de chercher dans le processus créatif des références à partir desquelles l'imagination arrive à transcender les stéréotypes et à les transformer en solutions radicalement nouvelles. La conception de formes industrielles présente alors, comme pour tout projet, des difficultés méthodologiques qui appellent des solutions originales au niveau des technologies, mais aussi au niveau de la créativité et des stratégies de recherche. La transposition de références éprouvées dans ce processus nous apparaît alors comme une voie d'enrichissement des idées et une réponse aux objectifs visés tant au niveau de l'abordage de la problématique que des méthodes pour la résoudre.

La structure du projet

La structure d'un projet repose règle générale sur un modèle d'association progressive de cinq composantes: l'information (théorie), l'analyse (processus inductif), la transposition (processus déductif) le développement (exécution) et la communication (ou le transfert des résultats). Ce modèle, dit conventionnel, est de structure linéaire; il paraît suffisamment intelligible dans sa formulation et dans son application; il peut, selon la nature du projet, situer la problématique dans une approche techniciste dite d'intégration du design à la technique - méthode IDT - ou la situer dans une perspective de recherche - IDR - méthode dite d'intégration du design à la recherche.

Ces modèles permettent l'application du design à des sujets parfois élémentaires comme la simple adaptation d'un matériau ou d'une technologie à une forme (ou vice-versa) ou alors, ils permettent une approche plus fondamentale appuyée sur la recherche de références utiles au processus créatif qui s'inscrit dans un questionnement plus profond des systèmes naturels, aussi appelée Bionique ou «biodesign».

L'approche dite d'intuition Bionique

L'approche Bionique est orientée vers le sens de l'observation et d'analyse d'éléments analogues au sujet à étudier. C'est avant tout une démarche prospective qui anime le concepteur et s'inscrit par défaut contre l'application de principes et de moyens techniques connus. Elle réfère à la méthode IDR, souvent à l'origine de la découverte... Or l'intérêt de la bionique réside peut-être (et ici je mesure mes mots parce que je fais souvent son application et son apologie) réside, dis-je, dans le fait que cette méthodologie n'est pas toujours comprise en termes scientifiques - et ne le sera peut-être jamais - ce qui lui assure finalement son originalité et peut-être aussi, son actualité. Sans être une science ou une méthode codifiée, la bionique est avant tout une source de références et une base de données stimulantes pour la créativité; elle est en somme un concept didactique qui découle de la compréhension du fonctionnement des mécanismes naturels, c'est-à-dire, de l'originalité et de la performance de leurs formes et de leurs structures.

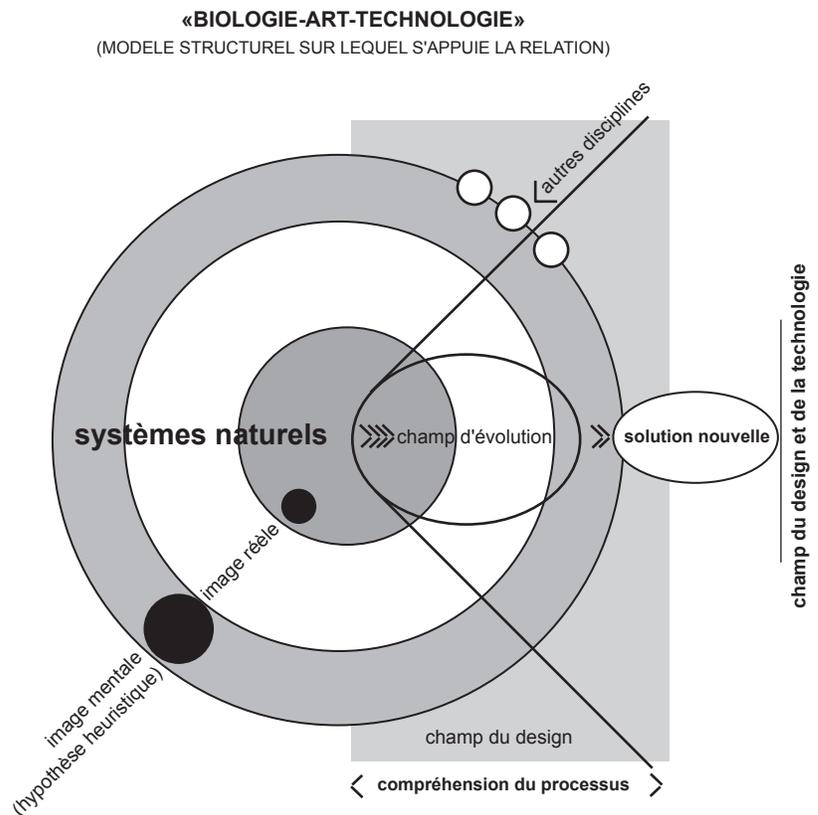
Ses principes fondamentaux contribuent en particulier:

- à développer des habilités d'analyse et de reconnaissance des systèmes naturels
- à comprendre, synthétiser et accumuler des données sur leurs mécanismes
- à chercher des analogies provenant de leurs formes et de leurs structures
- à transcender la compréhension de systèmes biologiques à travers un processus de design applicable à des systèmes artificiels

Qu'est-ce que la Bionique ? Comment la définit-on ?

La Bionique, écrit Yves Coineau et Biruta Kresling, deux chercheurs dans cette matière, le premier, un biologiste, le second, un architecte: «*la bionique est une science qui cherche dans les systèmes naturels, animal et végétal, des modèles de référence en vue de la transposition de leurs structures dans des réalisations techniques*» (en «*Les inventions de la Nature et la Bionique*» / Hachette)

Selon cette publication, la définition apparue dans les années 60, proposée par Jack Stell, précurseur de la méthode aux (USA) se lit: «*la bionique est la science des systèmes qui ont un fonctionnement copié des systèmes naturels, ou qui présentent des caractéristiques spécifiques des systèmes naturels, ou encore, qui leurs sont analogues*» (trad.). Une définition plus récente, formulée en 1974 dans la revue Mechanical Engineering intitulée «*Bionics, a Creative Aid to Design*» atteignait pour l'époque un plus grand consensus: «*La bionique est l'étude des systèmes vivants avec l'objectif de découvrir de nouveaux principes et de nouveaux processus qui puissent trouver des applications techniques. La bionique analyse, sous le point de vue qualitatif, les systèmes biologiques, ses principes et ses caractéristiques fonctionnelles à la recherche de sources d'inspiration et de nouvelles orientations en vue de la conception de systèmes artificiels qui ont des caractéristiques analogues*» (trad.)



On repère dans ces définitions la reconnaissance d'une démarche à la fois intuitive et structurée en référence au champ étymologique duquel le terme découle (la biologie et ses dérivés). Quoi qu'il en soit, la pertinence de cette approche réside dans le fait qu'à travers de l'histoire - et d'après la théorie de l'évolution des objets techniques de Simondon - l'homme a toujours trouvé dans la nature une source d'inspiration pour répondre à ses besoins matériels. Les chercheurs cités nous rappellent que depuis longtemps «l'étude de la structure et des proportions des éléments naturels intéresse de nombreux concepteurs et artistes parmi lesquels des théoriciens de l'esthétique comme Luca di Burgo qui a récupéré, de l'art ancien, la théorie de la règle d'or - ou section d'or - qu'il a appelé de «proportion divine» pour ses propriétés d'équilibre formel; - et Fibonacci, qui a conclu que la croissance des éléments du monde végétal correspond à des règles géométriques précises; aussi Arcy Thompson qui fut un des premiers naturalistes à aborder les systèmes naturels comme des références mathématiques et physiques précises. Selon ces mêmes chercheurs, «des scientifiques et des concepteurs se sont aussi inspirés de matériaux biologiques comme la ruche d'abeilles pour créer des structures intercalaires légères et d'une grande résistance mécanique aujourd'hui utilisées dans la construction d'équipements sportifs. Et beaucoup d'autres ont cherché inspiration dans le fuselage et dans l'appareil squelettique des poissons et des oiseaux afin de réaliser des études d'hydrodynamique et d'aérodynamique appliquées.

Rappelons ici à titre d'exemples, ceux référés par Coineau et Kresling, tels:

Max Kramer, un ingénieur naval qui s'est inspiré de la peau d'un cétacé - le dauphin - pour développer un revêtement antiturbulence pour réduire le coefficient de friction des coques de bateaux... et George Mistral, ingénieur suisse, qui a eu l'idée dans les années 50 de fabriquer un produit synthétique avec des propriétés adhésives - le velcro - après observer les fructifications d'une plante nommée «dardane» qui s'agrippait à ses vêtements lors de ses promenades dans les champs; et Leonardo da Vinci qui agissait, probablement sans le savoir, comme un des premiers bioniciens quand il cherchait à s'inspirer de l'anatomie de la chauve-souris pour réaliser ses machines volantes.

Sur ses modalités d'application

En pratique, l'imitation des systèmes naturels se fait à travers de la transposition de formes et de principes de fonctionnement de matériaux biologiques divers. Règle générale seuls le principe ou la forme sont retenus et la réalisation technique paraît, plus souvent que moins, ne pas avoir de relation directe avec son modèle naturel. Les mêmes auteurs citent comme exemple: la feuille du nénuphar géant «*victoria amazonica*» de forme et nervures radiolaires qui a inspiré la structure en acier et verre de Sir Paxton pour le Palais de Cristal de l'Exposition Universelle de Londres (1951); seule la structure de la feuille semble avoir inspiré le concepteur. Aussi, à Paris, Maurice Koeclin, du cabinet de l'ingénieur Eiffel et ancien élève de Karl Culmann de l'École Polytechnique de Zurich, qui s'inspira de l'architecture osseuse du fémur humain pour concevoir la forme et établir le calcul statique de la structure de la Tour Eiffel (haute de 300 mètres) symbole de l'Expo Universelle de Paris (1889).

Ainsi, dans un grand nombre de réalisations qui réfèrent à des travaux en Bionique, plusieurs semblent en effet découler d'une inspiration de la nature selon une démarche qui s'apparente à la méthodologie du design, soit: l'étude du système naturel, l'interprétation du principe, la formulation d'hypothèses, la création d'un nouveau système, puis, la transposition des données dans une réalisation du type industrielle. De ce constat, on en déduira que la bionique procède via une interdisciplinarité qu'il convient d'apprendre à explorer comme source de modèles générateurs d'idées. Dans ce sens, les réflexions du prof. Marcel Jufer du Polytechnique de Lausanne, nous sont fort utiles dans la compréhension des rapports existants entre la «nature» et la «technique» (ref.: Sens et limites de la recherche scientifique) (tableau page 8)

Sur quoi appliquer aujourd'hui de telles méthodes ?

Selon Fabricio V. Broeck, un autre chercheur, *«c'est en réponse à la spécialisation scientifique davantage axée sur les limites techniques de l'objet que sur la problématique des ensembles, que sont apparues vers le milieu du XX siècle, les «sciences d'intercession» aussi appelées «interdisciplines»*. Ces sciences, qui regroupent des spécialistes de divers secteurs, semblent avoir pour objectif de générer des champs de réflexion plus fertiles que les sciences traditionnelles *«pour mieux affronter diverses problématiques humaines»*. Il semble en effet émerger de cette interdisciplinarité, de nouvelles façons de penser et de faire qui influencent le projet et le concept bionique. Broeck explique:

«la bionique a pris à ses débuts une orientation particulièrement influencée par ses origines scientifiques et de ce fait, nous est apparue davantage assimilée à la cybernétique et à l'étude de biosystèmes qui, grâce à l'électronique, cherchait plutôt à reproduire des appareils de coordination et d'auto-régulation utiles aux êtres vivants».

Aujourd'hui, nous disent autres chercheurs, *«cette méthode a élargi son champ d'application au-delà des applications scientifiques pour s'intéresser également aux aspects de configuration des systèmes minéraux et végétaux qui contiennent également des structures et des configurations de grand intérêt formel»*.

Nous pouvons en effet remarquer que la morphologie de ces systèmes présente souvent des caractéristiques de formes intrinsèques à leur fonction qu'il importe de découvrir avec enthousiasme pour fins d'extrapolation. Les plus récentes réalisations industrielles qui réfèrent à cette méthodologie nous éclairent sur ces tendances dans divers champs de la créativité humaine. Dans le domaine du bâti, sont référés entre autres: Buckminster Fuller avec son dôme géodésique (exemple marquant de l'Expo Universelle de Montréal, 1967); Jacques Rougerie (avec ses structures sous-marines habitables) et Pier Nervi, Le Ricolais, Frei Otto et beaucoup d'autres, que se sont inspirés de modèles naturels pour projeter des macro-structures composées d'éléments légers de haute résolution mécanique qui constituent aujourd'hui des exemples classiques dans le domaine du design architectural et de l'ingénierie.

Dans le champ du design industriel sont connus les projets de F.V. Broeck découlant de l'étude des bio-matériaux et de son application aux thermoplastiques; aussi les projets de Clément Ader, un des précurseurs du vol ailé, et du prof. K. Vogt et son système optique basé sur les yeux de certains crustacés, ou encore de Karl von Frisch et ses structures sandwich, et beaucoup d'autres. Dans l'enseignement, commencèrent également à apparaître depuis la dernière décennie dans les écoles de Design, des enseignements sur cette méthodologie, en particulier au niveau des programmes de postgraduation et de maîtrise. Est particulièrement connue pour son programme et ses activités en Bionique, le «Centro di Ricerca in Strutture Naturali» de l'instituto Europeo di Design de Milan avec lequel l'EDIN a établi des protocoles de collaboration et d'échange encore dans le temps de mon mandat comme directeur de l'EDIN.

Selon les écoles, y compris l'EDIN, ces enseignements sont dispensés sous deux axes de formation privilégiés:

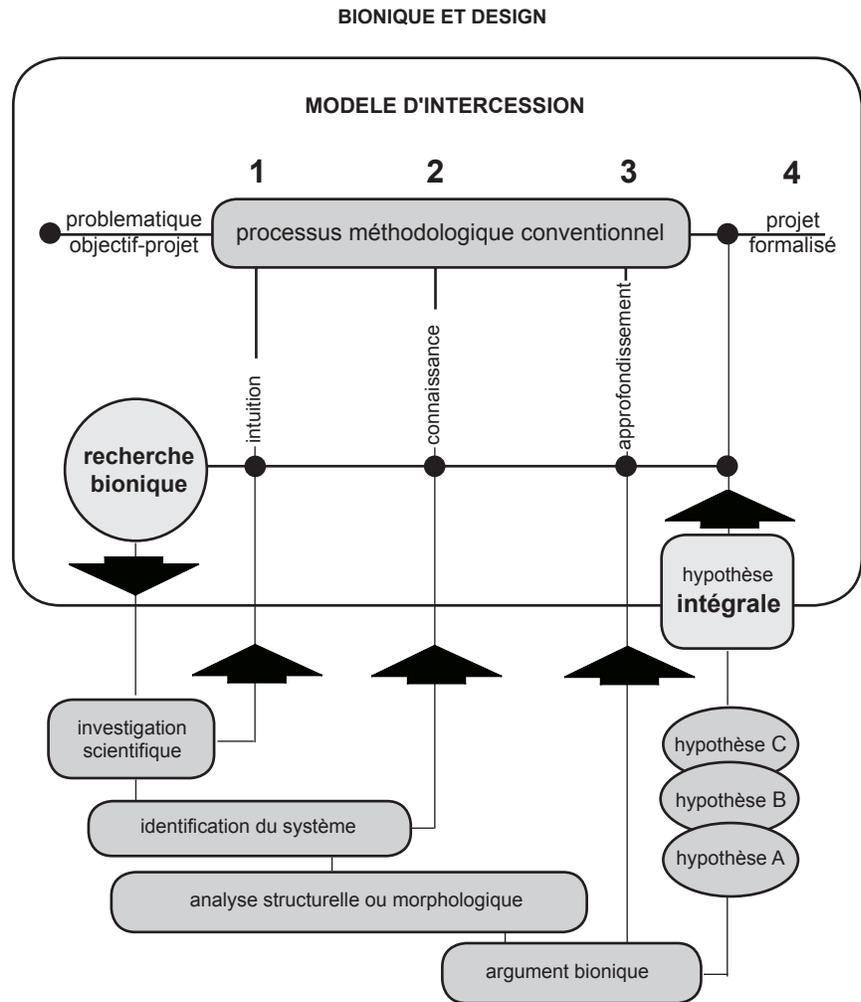
le premier, de dimension théorique, consiste à provoquer une révision du discours dans la modélisation et le cheminement de projets;

le second, plus pragmatique, consiste à introduire dans le projet une réflexion sur les principes et les phénomènes qui régissent les formes de la nature pour les introduire dans un processus systémique structuré en fonction des objectifs de chaque projet.

Néanmoins, considérant que cette méthodologie réfère le plus souvent à l'analyse de comportements de structures analogues (option d'analyse structurelle) plutôt qu'à la copie de formes biologiques (option morphologique) le concept Bionique devra être appliqué avec réserve afin d'éviter de le dénaturer. Ce concept ne peut, en effet, servir à tout projet; il exige discernement, préparation, et discrétion dans son application.

Enfin, nous pourrions déduire que c'est en insistant sur la convergence des méthodes et des moyens mis à la disposition des concepteurs que la rentabilité des résultats de la formation se fera sentir dans le temps.

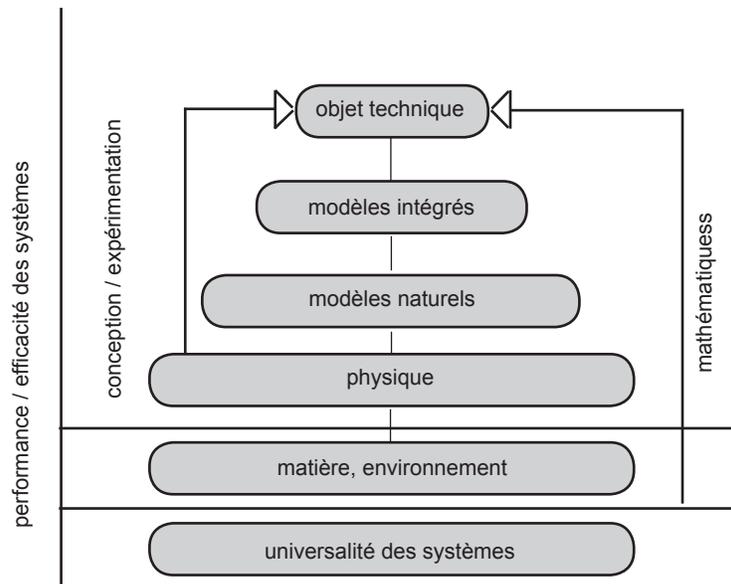
Mais comme disait Homère: les Dieux n'octroient pas tout à la fois aux hommes. La pédagogie du design s'en occupera alors, car le Design n'est pas neutre... il s'inscrit dans une perspective d'avenir dans le domaine des arts industriels.



L'interrelation de l'Art et de la Technique

(interprétation de l'auteur adaptée à la méthodologie Bionique à partir d'une réflexion de Marcel Jufer en «Sens et limites de la recherche en technique»)

Les apports du design et de la technologie à l'Homme sont inestimables. Ils sont indissociables de la notion de matière. Dans leur interrelation, ils impliquent le recours aux composantes de l'environnement et le passage de la matière à l'objet technique; et dans ce passage, la connaissance approfondie des éléments de la nature et de l'univers



Graphique adapté de: «Sens et limites de la recherche en technique» (Prof. Marcel Jufer, EPFL)
source: Atelier d'Initiation à la méthodologie Bionique / Université de Montréal / v.pinheiro. 2001

titre: exemples de projets à des fins pédagogiques et champs potentiels d'investigation 9/9

projets: Cache ou vêtements pour chasse sportive ou safari photographique
champs d'investigation: compréhension des principes du mimétisme du monde végétal et animal et étude des phénomènes du camouflage

Tente, tente-roulotte ou auvent

les principes de déploiement et de tension des membranes naturelles végétales et animales; les principes d'éclosion des plantes, etc.

Typologies de structure et d'organisation de formes habitables ou protection-personnes
exploration des systèmes d'abri et de protection repérés dans la nature, supports nat.

Abri antineige pour véhicules ou passages pour piétons

les principes de déploiement et de tension de membranes animales et végétales

Systèmes d'exposition pour thèmes divers

l'exploitation de formes structurales végétales et animales

Moyens de coupe ou de préhension

les principes de fonctionnement des pinces de crustacés et de différents types de mandibules et dentitions du monde animal; les modes de préhension présents chez les mammifères, les oiseaux et les insectes; les principes de capture et de rétention du pollen, de corps étrangers

Systèmes lumineux et d'autoéclairage

les principes de translucidité de membranes végétales; le principe de déploiement et de tension de membranes animales; la compréhension du système d'éclairage intermittent des coléoptères ailés nocturnes (ex: la luciole)

Systèmes d'insonorisation pour espaces urbains et autoroutes

les appareils physiologiques de l'ouï du monde animal; la compréhension des propriétés acoustiques des formes et des matériaux biologiques

Systèmes de conditionnement et d'emballage

les principes de protection et d'emboîtement des formes végétales (graines et leur enveloppe, fleurs, etc.); l'étude des inter-relations «contenant-contenu»; l'utilisation de la symbolique des coloris floraux; la compréhension du rapport synesthésique «odeur-forme-couleur-texture»

Équipement de sécurité et de sport (travail, santé et loisirs)

les principes de protection et de résistance des carapaces du monde animal; les principes d'emboîtement et d'articulations des membres des insectes ou des crustacés; l'exploitation d'analogies de divers systèmes de défense, de locomotion, ou de protection présents chez des animaux et des végétaux; l'étude des principes de dérive dans l'eau et dans le vent de corps flottants (graines, pollens, fruits etc.)