

**GAUTHIER CHAPELLE**  
Michèle Decoust

# LE VIVANT COMME MODÈLE

Préfaces  
**Nicolas Hulot**  
**Jean-Marie Pelt**

**La voie  
du biomimétisme**

ALBIN MICHEL ■

<http://www.albin-michel.fr/ouvrages/le-vivant-comme-modele-9782226320186>

Des millions d'années avant l'apparition de l'homme, la vie avait déjà inventé la roue, le moteur atomique, le sonar, le vol stationnaire, la capture de l'énergie solaire, l'éclairage électrique, le GPS et des myriades de techniques qui nous dépassent encore complètement : cicatrization, reproduction, congélation suivie de réanimation, et des cerveaux dont chacun des milliards de neurones est un univers informatique. Pour le comprendre, il a fallu attendre que nos propres technologies atteignent les profondeurs moléculaires du vivant, nous révélant que les inventions de la nature étaient infiniment plus complexes que les nôtres.

« Le service Recherche et Développement de la nature a 3,8 milliards d'années d'avance sur ceux de nos entreprises », aime dire Janine Benyus, la naturaliste américaine qui a inventé le concept de biomimétisme. « Il s'agit de nous en inspirer pour pousser plus loin nos propres inventions, mais surtout pour corriger le tir de ces dernières, qui nous ont conduits dans les impasses écologiques que l'on sait. »

Il existe trois niveaux de biomimétisme. Le premier consiste à imiter les formes de la nature. Le second, de plus en plus prisé des industriels, repose sur l'imitation des matériaux et des processus naturels. La vraie révolution repose cependant sur le troisième niveau, qui consiste à imiter les stratégies du vivant, sa philosophie. Ce troisième niveau a des implications fascinantes. Ainsi, contrairement à l'image que nous nous faisons de la « loi de la jungle », la nature ne pratique la compétition que dans 10 % des rapports entre organismes. Les 90 % restants sont fondés sur la coexistence, le mutualisme, la coopération, le commensalisme, le parasitisme et la symbiose.

À imiter absolument !

À tous ceux qui, conscients de l'urgence des défis écologiques, s'inquiètent de l'avenir, ce livre apporte un formidable espoir, à la fois technique, stratégique et philosophique. Son idée part d'un constat : la nature est un gigantesque laboratoire, vieux de plusieurs milliards d'années, et riche d'autant de solutions.

Lancé il y a une trentaine d'années outre-Atlantique par des naturalistes d'un nouveau genre, pour la plupart des femmes, le mouvement du biomimétisme se développe aujourd'hui en Europe. Dans tous les secteurs, il propose des passerelles entre ceux qui construisent le monde : ingénieurs, managers, marchands, agriculteurs, médecins... et les scientifiques qui étudient la nature. Gauthier Chapelle en est un des plus brillants représentants.

« *C'est un changement de regard que propose Gauthier Chapelle : la nature n'est plus une source inépuisable de matières premières, elle est une source inépuisable de connaissances.* » Nicolas Hulot

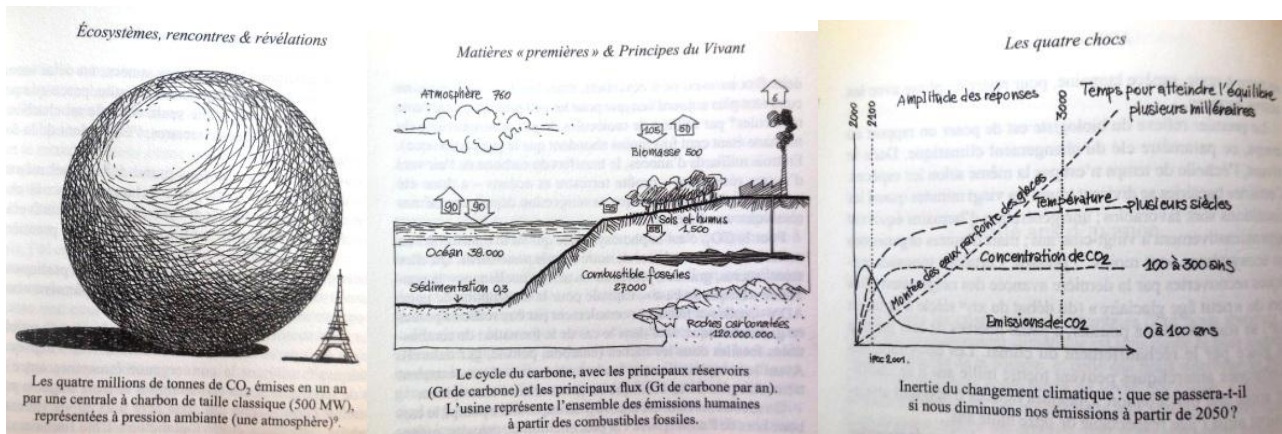
*Quelques citations pour donner l'appétit de lire...*

Page 9 : Robert Barbeau « *Le meilleur modèle de développement durable c'est la diversité du vivant depuis 4 milliards d'années.* »

Page 19 : Le grand labo de la nature détient la solution de tous nos problèmes, il suffit de savoir le consulter.

Des millions voir des milliards d'années avant l'apparition de l'homme la vie avait déjà inventé le solvant universel non polluant, la fabrication de ciment et de câbles ultra solides à température ambiante, la coopération entre acteurs multiples sans chef, le sonar sans métaux, le vol stationnaire sans hélices... sans parler des cerveaux dont chacun des milliards de neurones est un mini-univers informatique à lui tout seul !

Page 27 : Si nous cherchons des solutions durables, fondamentalement compatibles avec l'environnement, ne faut-il pas évidemment se tourner vers ce qui a déjà fait ses preuves ? Quel autre laboratoire peut se targuer d'une telle batterie d'essais-erreurs-corrections testés sur le terrain pendant des centaines de milliers, voir des millions d'années ?



Page 33 : Vladimir Vernadski : « *La vie n'est pas un phénomène extérieur ou accidentel à la surface terrestre. Elle est liée, dans un lien étroit, à la structure de l'écorce terrestre. Elle fait partie de son mécanisme et remplit les fonctions de première importance nécessaire à l'existence même de ce mécanisme. Toute la vie, toute la matière vivante, peut-être envisagée comme un ensemble indivisible dans le mécanisme de la biosphère.* »

Page 282: L'enseignement de la résilience, et en particulier des cycles adaptatifs, c'est que la mort est bien constitutive du vivant.

Page 46 : Quand elles passent d'une espèce à l'autre, outre leur compatibilité, les molécules du vivant démontrent une autre caractéristique : leur universalité à l'échelle de la Terre.

Voilà ce que nous sommes : une multitude de bactéries emboîtées qui en préférant la coopération à l'autonomie font émerger un autre tout, transcendant, qui dépasse la somme de ses parties.

Lynn Margulis : « *Tous les organismes vivants sur notre Terre sont répartis en cinq grands ensembles, en interaction constante les uns avec les autres : les bactéries, les protozoaires, les champignons, les plantes et les animaux. Ensemble, nous constituons les branches et le tronc d'un même arbre.* »

Page 50 : Arbres, champignons et humains, voilà ce que nous sommes : une multitude de bactéries emboîtées qui, en préférant la coopération à l'autonomie, fait émerger un autre **tout**, transcendant, qui dépasse la somme des parties.

Page 51 : La vie sur Terre est tellement dépendante des micros organismes que la question pertinente n'est pas de savoir si nous disparaîtrions sans elles, mais à quelle vitesse l'extinction de la vie animale se produirait. Et pourtant, dans notre imaginaire le mot "bactérie" évoque d'abord celles qui nous rendent malade alors qu'elles ne représentent en moyenne qu'une espèce sur 2000 !

Page 51 : Les bactéries sont les acteurs clés de notre santé (les symbiotes) et de celle de nos écosystèmes (par les rôles multiples qu'elle joue au niveau des océans, des eaux douces et des sols).

1<sup>er</sup> janvier : naissance de la Terre  
1<sup>er</sup> mars : émergence de la vie bactérienne  
16 août : explosion des multicellulaires  
20 novembre : premiers poissons  
22 novembre : premières plantes terrestres  
13 décembre : premiers mammifères  
20 décembre : premières plantes à fleurs  
31 décembre, 23 h 54 : *Homo sapiens*  
31 décembre, 23 h 59' 59" : révolution industrielle

Page 54 La révolution industrielle cette période destructive d'une ampleur rarement égalée ne représente finalement qu'une seconde de l'année Terre.

Page 56 : Allons-nous fermer les yeux et nous accrocher à notre technologie déconnectée de la biosphère ? A notre dépendance à ses énergies de stock que sont les combustibles fossiles ou bien faire le choix collectif de remettre en question nos modes de vie et aller directement vers des modes de production *biocompatibles* ?

Page 61 : Paramètres avec lesquelles la vie a été obligé de composer : la vie s'est développée en présence de chaleur et de lumière, en présence d'eau, la terre fixe des limites et des frontières, la Terre

est dans un état de non-équilibre dynamique, la Terre est soumise à des processus cycliques, la Terre est soumise à la gravité.

Page 63 : La photosynthèse et la respiration sont les deux réactions à la base de la circularité de l'économie du vivant.

Page 66 : Terre-humus et Terre-planète, c'est la somme de ces deux paires qui nous empêche éléphant, humain et caillou, de partir à flotter dans l'espace intersidéral, soulignant au passage cette autre condition de la vie : *la gravité* !

Page 78 : C'est grâce à la présence d'eau à l'intérieur de chacune des cellules, comme autant d'aquariums portatifs, que les organismes ont pu s'adapter à une existence à la fois terrestre et aérienne. (*et aquatique*)

Page 85 : les 16 principes d'Hoagland et Dodson

« *La vie se développe du bas vers le haut*

*La vie s'assemble en chaînes*

*La vie a besoin d'un dedans et d'un dehors*

*La vie utilise peu de thèmes pour générer de multiples variations*

*La vie s'organise grâce à de l'information*

*La vie encourage la diversité en redistribuant l'information*

*La vie crée à partir d'erreurs*

*La vie naît dans l'eau*

*La vie se nourrit de sucres*

*La vie fonctionne par cycles*

*La vie recycle tout ce qu'elle utilise*

*La vie perdure grâce aux rotations de matière*

*La vie tend à optimiser plutôt qu'à maximiser*

*La vie est opportuniste*

*La vie est compétitive sur un socle de coopération*

*La vie est interconnectée et interdépendante. »*

Page 95 : Les principes de la bio-inspiration 3.8

Évoluer pour survivre / Utiliser efficacement les ressources / S'adapter aux changements de conditions / Unir développement et croissance / Être branché sur son milieu et réactif / Utiliser une chimie respectueuse du vivant.

Page 118 : L'évolution rapide du climat que nous imposons à tous les écosystèmes, dans cette ère que nous sommes obligés d'appeler l'Anthropocène, représente l'agression la plus globale et la plus radicale de notre espèce à l'encontre du réseau de relations dont elle dépend.

Page 120 : Pour le biologiste le pétrole est ce qui nous a fait muter *d'espèce opportuniste* en une *espèce spécialisée*. Et cela en moins d'un siècle !

Page 121 : Il faut 10 calories fossiles pour produire... une calorie de nourriture !

Page 122 : Les organismes vivants branchés uniquement sur l'énergie de flux du soleil ont appris à se répartir entre des millions d'espèces la quantité annuelle disponible, selon le principe du vivant qui consiste à faire appel à des procédés économes en énergie. C'est la piste empruntée par la *permaculture*.

Page 124 : La spécialisation est une stratégie risquée chez les espèces vivantes. Elle paye tant que la ressource concernée est stable et abondante. Mais que celle-ci vienne à manquer et le risque d'extinction est exacerbé.

Page 134 : Où sont les entreprises dont les ingénieurs sont conscients de leur interdépendance avec la Terre ?

Page 137 : Jacques Weber : « *La biodiversité n'est pas une somme d'espèces, mais une somme d'interactions entre les organismes, parfois même au sein d'une même espèce. »*

Page 137 : Cette crise résulte d'une conjonction de facteurs d'origine humaine : destruction des

habitats, surexploitation des ressources naturelles, pollutions, introductions d'espèces exotiques envahissantes et changement climatique.

Page 141 : Les écologues parlent d'*extinction fonctionnelle* lorsqu'une espèce voit sa population trop réduite pour assumer son rôle dans le fonctionnement de l'écosystème, provoquant la disparition d'autres espèces, alors qu'elle n'a elle-même pas encore disparu.

Page 179 : S'inspirer du vivant peut offrir quantité de pistes pour résoudre les différents défis qui se posent aux sciences et aux technologies des matériaux du XXI<sup>e</sup> siècle: la rareté, le coût énergétique, la toxicité, la biodégradabilité, la recyclabilité.

Page 185 : Janine Benyus : « Dans le vivant, ce qui est abondant... est précieux. »

Page 203 : les 12 principes de la chimie verte :

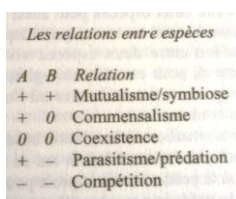
*Prévention. Économie d'atomes. Conception de méthode de synthèse moins dangereuses. Conception de produits chimiques plus sûre. Solvants et auxiliaires moins polluants. Rendement énergétique. Ressources renouvelable. Réduction du nombre de dérivés. Catalyse. Produits en vue de leur dégradation. Observation pour prévenir la pollution. Chimie fondamentalement plus fiable.*

Page 209 : Chaque année, 265 mégatonnes de plastiques sont produites. C'est le quatrième matériau, en poids, sécrété par la société thermo-industrielle. Avec beaucoup moins de charbon, pas question de continuer à produire chaque année 3 300 mégatonnes de ciment ou 1 430 d'acier, les deux leaders du classement en poids.

Page 233 : Six principes pour une agriculture biomimétique post-carbone, selon Éric Malézieux

- > Utiliser des traits fonctionnels complémentaires pour assurer production et résilience
  - > Maintenir la fertilité des sols en le gardant couvert
  - > Favoriser les collaborations plutôt que la compétition entre plantes
  - > Contrôler les ravageurs par des niveaux trophiques complexes
  - > Utiliser les propriétés des plantes et les alternatives biologiques pour contrôler ravageurs et maladies
- Reproduire les successions écologiques après une perturbation

Page 246 : nous devons modifier radicalement le rapport à l'énergie et à la matière que nous avons établi depuis le début de la révolution industrielle.



Les relations entre espèces

A	B	Relation
+	+	Mutualisme/symbiose
+	0	Commensalisme
0	0	Coexistence
+	-	Parasitisme/prédation
-	-	Compétition

Page 247 :

Page 250 : Si la compétition conduit à innover c'est bien dans le but de sortir le plus rapidement possible de la relation coûteuse qu'est la compétition.

Page 252 : La grande communauté symbiotique de nos bactéries fait appel à un demi-million de gènes pour assurer la prospérité de l'ensemble de notre colonie, soit à peu près 20 fois plus que nos gènes humains !

Page 254 : Non seulement les bactéries nous aident à digérer et à nous défendre contre les importuns, mais elle permet à chacune de nos cellules de respirer.

Page 283 : Il a fallu 3,8 milliards d'années pour que nous émergions en tant qu'espèce au sein d'un monde essentiellement bactérien. Il aura suffi de deux siècles pour que la civilisation thermo-industrielle, en libérant les éons des énergies solaires accumulées, devienne la sixième grande menace pour la biosphère.

Page 284 : Bill McKibben « *Notre tâche est brutalement dure et terriblement simple : il faut garder le carbone dans le sol.* »

Page 306 : Avec ce modèle, un gars qui possède 400 m<sup>2</sup> de jardin autour de son pavillon, avec un métier "normal" peut cultiver 300 m<sup>2</sup> de culture sur butte, en système étagé permaculturel, et peut-être nourrir une vingtaine de familles en étant paysan de deux à trois jours par semaine...

Page 258 : N'oublions pas que nous sortons tous d'un système éducatif complètement déséquilibré : il suffit de se pencher sur ce qui a été le plus mis en avant, entre compétition et collaboration, pendant nos 15 ans de scolarité obligatoire, pour mesurer le travail à accomplir !

**Inspiration Nature, le vivant comme modèle** by [pascale](#) • 12/02/2016 •

<http://lemondeetnous.cafe-sciences.org/2016/02/inspiration-nature-le-vivant-comme-modele/>

Ah que j'aime ce sujet ! Quand les éléments de la nature parviennent à réaliser des performances que l'homme, malgré son cerveau élaboré, ses puissantes capacités cognitives, ses connaissances cristallisées sur de complexes théories, bâties de toutes pièces puis validées, ses immenses moyens techniques, peine à atteindre, on ne peut que s'incliner et tenter de prendre de la graine !

A l'heure où sonnent les alertes face au changement climatique, à l'érosion de la biodiversité, la pollution des sols, des eaux, de l'air, il serait peut-être bon de regarder d'un peu plus près du côté de la nature.

Bien sûr, de belles conceptions bio-inspirées ont déjà vu le jour tandis que des recherches intenses se concentrent sur différents organismes pour s'inspirer des prouesses de la nature : j'en ai parlé à plusieurs reprises sur ce blog déjà :

- S'inspirer du [Scarabée du Désert](#) pour récupérer l'eau du brouillard,
- Tenter de fabriquer du verre à température ambiante, en s'inspirant de [l'éponge](#) « Euplectella Aspergillum »,
- Chercher à synthétiser [un fil aussi résistant](#) et élastique que celui fabriqué par certaines araignées,
- S'inspirer de « l'économie circulaire » où certaines [plantes carnivores](#) trouvent leur compte dans les déjections de chauve-souris,
- S'inspirer des propriétés hydrophobes de [la fleur de lotus](#),

Mais il y a encore tant à apprendre pour économiser ressources et énergie, pour réduire nos déchets et la dégradation de notre environnement.

C'est dans ce sillage passionnant que nous entraînent Gauthier Chapelle (et Michèle Decoust) par leur ouvrage paru récemment aux éditions Albin Michel « [Le vivant comme modèle](#) – La voie du biomimétisme ».

L'auteur y détaille son expédition en Antarctique, sa prise de conscience des problèmes de notre planète (réchauffement, pollution, déchets, épuisement des ressources, crise de la biodiversité, inertie et points de non retour, montée des eaux, le tout face à notre « goinfrie énergétique »), sa découverte des principes du vivant, sa rencontre avec Janine Benyus célèbre pour ses travaux visant à s'élancer sur la voie du biomimétisme et la révélation de tout ce que la nature peut nous apporter en nouvelles idées dans des domaines des activités humaines aussi variées que l'architecture, les emballages, l'agriculture, la communication, la chimie verte !

Le biomimétisme peut se focaliser, comme on le conçoit classiquement sur des formes, des matériaux mais on a aussi beaucoup à apprendre de certains procédés et de l'organisation en réseaux : c'est ce qu'on nomme le « biomimétisme écosystémique » (de beaux exemples d'économie circulaire).

Je vous propose une petite sélection de modèles qui m'ont particulièrement frappée.

Le Martin pêcheur et notamment la forme de son bec a permis de résoudre le problème de l'onde de choc générée (bruits et vibrations dans l'environnement) par le passage d'un train grande vitesse dans un tunnel. L'oiseau doit en effet passer d'un milieu aéré à un milieu dense lorsqu'il plonge dans l'eau pour pêcher : sans perdre en vitesse, sans bruit, sans générer d'éclaboussure. Le secret réside dans la forme de son bec (profil courbe).

Le train grande vitesse provoque la compression de l'air qui s'accumule en nez de voiture : à la sortie du tunnel, la brusque détente de l'air s'accompagne d'un bang plus que désagréable.

En modifiant le profil du train le rendant particulièrement proche de celui du bec du martin pêcheur, la couche d'air comprimée ne s'accumule plus : pas d'onde de choc. Mieux, la consommation d'énergie en est réduite (et pour cause les frottements sont moindres).



Citons ensuite la fabrication de plastiques biodégradables grâce à la chitine présente dans la cuticule (couche externe protégeant les organes) chez certains animaux (crevettes ou champignons) associée la fibroïne (la protéine de la soie d'araignée) : c'est le matériau Shrilk développé en 2011 au Wyss Institut de Harvard. Le Shrilk (contraction de Shrimp et Silk) est aussi résistant que l'aluminium mais deux fois plus léger.

En ce qui concerne le biomimétisme écosystémique, l'auteur insiste sur l'importance de respecter un maximum de principes du vivant (qui sont au nombre de 16 et qu'il a rappelés en première partie d'ouvrage), et non pas uniquement s'inspirer d'une forme ou d'un matériau. Il faut avant tout cultiver « les relations de coopération », innover pour sortir de la compétition et travailler en symbiose sans véritablement de tête pensante qui contrôlerait tout. C'est ainsi que s'organisent certains couples arbres / champignons. Pour faire court, la photosynthèse permet au monde végétal de fabriquer des sucres dont une partie acheminée vers les racines est récupérée par les champignons. En échange, ces derniers fournissent eau, phosphore et autres minéraux qu'ils peuvent facilement extraire du sol grâce à leurs longs filaments enchevêtrés et souterrains (le mycélium).



*Le réseau de filaments des champignons : le mycélium*

Dans l'histoire, les champignons sont connectés à plusieurs arbres : une énorme toile souterraine est à l'oeuvre. Des micro-organismes présents à l'interface racines-mycélium améliorent sensiblement la circulation de la matière et la récupération d'énergie.

Alors si notre organisation humaine prenait exemple ? Est-il possible de tourner le dos au gigantisme centralisé ? Est-il possible pour une entreprise par exemple de s'organiser en réseau de la sorte, sans chef, avec des décisions prises de façon collégiale ? L'exemple de [Morning Star](#), industriel spécialisé dans la transformation alimentaire de tomates, est alors présenté. Pas de décision venant d'une seule tête dirigeante mais une organisation basée sur la gestion autonome, l'entraide entre collègues, l'écoute des plus expérimentés et pour tous, le sentiment d'appartenir à une communauté.

Bon, je ne sais pas si ces principes sont vraiment généralisables à tout type d'entreprises mais ça fait rêver !