

Biomimétisme

Quand l'innovation s'inspire de la nature

Par **Janine M. Benyus**, éditions Rue de l'Echiquier, 407p. Mai 2011

Le biomimétisme est une approche scientifique révolutionnaire qui consiste à imiter les plus belles inventions de la nature (efficacité énergétique de la photosynthèse, solidité du corail, résistance des fils de soie de l'araignée...) pour les adapter au service de l'homme. Mais le biomimétisme de Janine Benyus, scientifique américaine et consultante en innovation auprès de grandes entreprises américaines, va au delà de ce biomimétisme pratiqué « au premier degré », où l'on ne ferait que copier les formes naturelles (la pointe du TGV japonais est copiée du bec du martin-pêcheur ; Léonard de Vinci s'inspirait des ailes des oiseaux pour imaginer un système permettant aux hommes de voler à leur tour...etc...).

Comme le rappelle dans sa préface le Dr Gauthier Chapelle (cofondateur de l'association européenne de biomimétisme), Janine Benyus nous emmène plus loin, en nous révélant les travaux actuels par lesquels des centaines de chercheurs à travers le monde travaillent à mieux comprendre la nature et les systèmes vivants

- pour nous permettre de produire de l'énergie,
- de fabriquer de nouveaux matériaux,
- de nous soigner

en procédant à l'instar de la nature, c'est-à-dire « sous pression atmosphérique et à température ambiante » (avec la nature, il n'y a pas besoin de chauffer la matière à 2000° ni de faire appel à des substances chimiques toxiques...) : il n'y a aucune agression sur l'environnement et tous les « déchets » sont recyclés !

Mais la nature est encore source d'enseignements précieux *dans nos manières de gérer nos vies et nos organisations* : nous avons bien des choses à apprendre d'elle sur l'art de garder nos connaissances en mémoire, et sur la façon de gérer nos entreprises et nos territoires en éradiquant toutes formes de pollution, en mettant en œuvre, à tous les niveaux, le principe de subsidiarité, et en développant les coopérations entre espèces et entre les différents règnes de la vie sur cette terre (bactéries, champignons, plantes, animaux, etc...)

Au global, c'est **un nouveau regard** que cet ouvrage nous inspire, un regard rempli d'émerveillement qui donne toute sa force à ce terrible constat de Victor Hugo : *il est triste de songer que la nature nous parle ...et que le genre humain ne l'écoute pas !*

Ce qui est étonnant, c'est que cet ouvrage de J. Benyus a été écrit en 1998, et **ce n'est qu'en 2011** qu'il a été accessible en France en langue française : non seulement la France est lente à entrer dans cette voie royale pour de nouveaux développements scientifiques qui respectent l'environnement, mais elle semble rétive à connaître ce qui se fait ailleurs dans ce domaine.

Les spécialistes français en biomimétisme sont rares et commencent tout juste à s'organiser. On peut citer notamment : l'ONG Biomimicry Europa, l'association Orée, l'Institut Inspire, basé à Marseille, et le cabinet spécialisé Inddigo de Bruno Lhoste, qui dirige la collection initial(e)s DD de la Rue de l'Echiquier, qui tend à faire connaître auprès des publics francophones les ouvrages innovants en relation directe avec les enjeux du développement durable).

Cet ouvrage de plus de 400 pages tend à répondre à 6 questions fondamentales et très pragmatiques, posées sous le mode « comment faire pour... ? » :

- nous nourrir
- produire l'énergie dont nous avons besoin
- fabriquer nos matériaux
- nous soigner
- mettre en mémoire nos connaissances
- gérer nos affaires

Pour chaque chapitre, Janine Benyus nous emmène auprès des chercheurs les plus avancés dans les connaissances qui ont pu être rassemblées sur la nature et qui nous permettent d'indiquer des solutions qui sont autant de réponses concrètes à ces différentes questions.

La démarche est passionnante, car ces travaux ne sont pas bien connus du grand public ; pourtant il semble qu'ils soient importants à connaître, car ils ouvrent des pistes très utiles pour entrevoir ce que sera le monde de demain... si l'on parvient à tirer effectivement parti de ces avancées de la science.

Si dans certains cas les percées sont quasiment acquises (cf. les progrès réalisés en permaculture, en agriculture biologique, ou dans le domaine du développement de nouveaux « bio-matériaux » dérivés de processus biologiques par exemple), on est encore loin d'aboutir à la reproduction du captage d'énergie que la nature réussit à opérer chaque jour par la photosynthèse. Par contre, nous pouvons d'ores et déjà nous inspirer des « principes naturels de gestion et de coopération entre les « partie prenantes » : ne retiendrions-nous que cette seule leçon, nous ferions déjà d'énormes progrès au sein de nos organisations !

On reprendra ci-dessous les principaux points abordés dans son ouvrage, chapitre par chapitre :

1. Comment faire pour nous nourrir ?
2. Comment faire pour produire l'énergie dont nous avons besoin ?
3. Comment faire pour fabriquer nos matériaux ?
4. Comment faire pour nous soigner ?
5. Comment faire pour préserver nos connaissances ?
6. Comment faire pour gérer nos affaires ?

1. **Comment faire pour nous nourrir ?**

Constat de la *fragilité de la monoculture systématique*, par opposition, observons la grande robustesse (face à toutes tempêtes, aux grandes sécheresses, etc..) des grandes prairies ancestrales ; d'où l'idée de cultiver notre nourriture selon le modèle de la prairie, qui n'a besoin ni d'engrais ni de pesticides et qui est si résistante grâce à une « polyculture dynamique », à la combinaison d'assemblages stables, et dont les résultats scientifiques tendent à prouver qu'elle est parfaitement capable d'obtenir le niveau de rendement dont nous avons besoin compte tout en prenant en compte le développement de la population mondiale...

Pour preuves : les résultats obtenus au Japon, en Australie, au Costa Rica, aux USA...

2. **Comment faire pour produire l'énergie dont nous avons besoin ?**

Le secteur de l'énergie est sans doute celui qui porte le plus atteinte à l'environnement, et celui qui conditionne notre modèle de développement.

Dans ce chapitre, Janine Benyus va dans les laboratoires rencontrer les chercheurs qui travaillent sur le processus de photosynthèse permettant aux plantes de transformer la lumière du soleil en énergie qu'elles récupèrent pour se développer.

Il en ressort que si l'on progresse dans la compréhension fine, moléculaire, du processus de photosynthèse, il y a encore beaucoup à faire pour parvenir à une application utilisable par l'homme.

Toutefois, à force de persévérance, peut-être trouverons-nous, grâce à ces travaux, le moyen de récupérer 95% de l'énergie que le soleil nous envoie, comme le font depuis quelques centaines de millions d'années certaines bactéries qui sont étudiées de près par nos chercheurs...

3. Comment faire pour fabriquer nos matériaux ?

La fabrication actuelle des matériaux dont nous avons besoin est en général très toxique pour la planète. Aux USA, le papier, les plastiques, les produits chimiques et les métaux génèrent à eux seuls 71% des émissions toxiques de l'industrie.

Comment faire pour produire ces matériaux sans nuire à ce point à la Planète ?

Des milliers de chercheurs à travers le monde travaillent actuellement la question.

Selon un expert, il semble que nous soyons dans ce domaine à la veille d'une révolution, comparable à ce qu'a été la révolution industrielle par rapport à l'âge de fer.

Quelques pistes sont indiquées dans ce chapitre. Elles concernent notamment:

- la reconstitution du processus de réalisation de la nacre naturelle
- la production par cristallisation de films ultraminces permettant de donner des propriétés exceptionnelles à des pièces mécaniques ou des vitrages
- le reproduction du processus d'adhésion des mollusques aux rochers
- la reproduction de fil de soie des araignées, si résistant, si souple, si endurant au froid, etc...

..mais on sent que l'on est loin d'avoir épuisé la question : beaucoup de productions se font encore selon des procédés toxiques...

4. Comment faire pour nous soigner ?

La nature est une merveille de biodiversité que l'on découvre à peine : On compte de 5 à 100 millions d'espèces différentes, et seulement 1,4 millions de ces espèces ont reçu un nom ; nous n'avons jusqu'à présent identifié que 2% des espèces à fleur et 5% des espèces végétales....Si les espèces animales vivent actuellement c'est qu'elles ont trouvé jusqu'à ce jour dans la nature ce dont elles avaient besoin.

Il y a des plantes qui nous donnent des forces, répondant exactement à nos besoins alimentaires selon que l'on est adulte mâle, petit enfant ou femme enceinte, ou allaitante etc...il y a aussi des plantes qui sont toxiques, et d'autres qui nous soignent quand nous sommes malades...

Depuis une cinquantaine d'année, l'ensemble de notre alimentation et de notre médication est déterminée selon des règles scientifiques élaborées dans nos laboratoires, permettant le prolongement de notre espérance de vie...mais créant aussi des problèmes nouveaux de santé tout à fait préoccupants. Tous les laboratoires sont donc mobilisés pour trouver des

remèdes à ces problèmes. Devant l'ampleur du problème de nombreux chercheurs interrogent aujourd'hui la nature : n'y a-t-il pas dans ces millions d'espèces vivantes sur cette terre telle ou telle molécule pouvant guérir telle ou telle maladie ? Mais l'ampleur du champ que nous laisse la nature est tel que les bras nous en tombent !!

En fait il y a un moyen d'aller plus vite pour apprendre de la nature, c'est de « ravalier notre orgueil » et de demander « aux anciens », ce qu'ils avaient appris au cours des siècles de la nature : peut-être y a-t-il ainsi une sagesse ancestrale qui pourrait nous guider. Mais il faut faire vite, car cette mémoire des hommes disparaît à vive allure !

Les recherches sont entreprises auprès des générations « d'avant guerre » (première moitié du 20^{ème} siècle), puis auprès des « civilisations premières », indiens d'Amérique, d'Amazonie, tribus d'Afrique, d'Asie et d'Australie, auprès de leurs chamans, pour identifier les plantes identifiées comme bénéfiques pour chercher à identifier leurs principes actifs.

Mais on peut encore aller plus loin : les jeunes primates, si on les observe bien, acquièrent auprès de leurs mères le sens des plantes bonnes pour s'alimenter, les plantes dont il faut se défier, car toxiques, et celles qui répondent à des besoins thérapeutiques précis : ainsi, l'observation des primates permet-elle de découvrir des plantes qui soignent que nous ne connaissions pas..

On peut encore aller plus loin en observant différents animaux, comme les mammifères, les oiseaux, les batraciens, les poissons, etc.. Tous les animaux développent ainsi une science de leur propre survie qui nous apprend de nouvelles façons de soigner des blessures ou de guérir de telle ou telle maladie : de nouvelles sciences sont nées, comme la « zoopharmacognosie » qui traite de la connaissance de la pharmacopée naturelle des animaux, l'ethnobiologie qui met en relation la vie animale et les écosystèmes où vivent des groupes organisés, ces travaux débouchant sur la « prospection bio rationnelle de nouveaux médicaments »

5. Comment faire pour conserver nos connaissances ?

Depuis que la vie est apparue sur terre, il y a 3,5 milliards d'année, chaque cellule de vie s'est trouvée face à de multiples problèmes auxquels il a bien fallu répondre, pour se développer, gérer les mutations avec le principe d'optimisation systématique par lequel on prélève le moins possible pour donner (rendre ?) le plus possible au système...La nature a donc eu besoin très tôt d'un système de traitement de l'information, non pas à base de notre informatique humaine (à base de « 0 » et de « 1 »), mais à base des « enzymes » qui jouent ce rôle dans la nature.

Dans ce chapitre, très « biotechnique », Janine Benyus part à la rencontre des chercheurs américains qui travaillent sur la manière dont la nature (on pourrait dire « la vie ») gère et traite les informations dans les cellules élémentaires, les cellules nerveuses en particulier, au niveau des bactéries, etc...et en déduisent comment nous pourrions concevoir de nouveaux systèmes de traitement de l'information inspirés de ce processus naturel.

A partir des informations recueillies, elle a commencé par faire le constat que nos ordinateurs sont fondés sur la technologie du silicium, alors que la nature a fondé ses systèmes de traitement de l'information sur le carbone.

Les ordinateurs modernes font un excellent travail de calcul de masse, d'exécution graphique, de simulations, diverses, etc...mais ils ne savent pas reconnaître une

expression sur un visage, effectuer différentes tâches complexes simultanément, gérer des « effets secondaires », ne peuvent ni évoluer ni s'adapter, comme le fait notre cerveau. De nombreux laboratoires à travers le monde cherchent à mieux connaître la « logique naturelle », la logique d'adaptation d'évolution des êtres et des espèces, pour en déduire des améliorations possibles de nos systèmes d'information.

Les percées sur ces questions dont l'auteur nous rend compte dans cet ouvrage (*qui date de 1998 : à la vitesse où la science progresse dans certains domaines, il serait très intéressant de disposer d'une mise à jour « 2012 » de ces données scientifiques*) traitent en particulier :

- de la capacité des molécules à reconnaître les formes : des laboratoires travaillent ainsi sur un « bio processeur tactile » sur base de « protéines programmées » pour des tâches spécifiques,
- de la possibilité de développer des systèmes logiques (diodes et transistors) sur base de « technologie carbone » vivante, grâce aux propriétés étonnantes de certaines molécules de protéines, intelligentes, pouvant changer de forme quand elles sont frappées par un photon, et capables de fonctionner sur un support inerte pendant 10 ou 20 ans...il semblerait que l'on puisse ainsi déboucher sur des systèmes logiques « moléculaires » très puissants et très compacts.
- de la capacité de combinaison et d'évolution des molécules d'ADN...En utilisant les propriétés de les molécules d'ADN qui fonctionnent comme de véritables processeurs, nous devrions pouvoir développer des « ordinateurs moléculaires », mille fois plus rapides et très économes en énergie.

D'autres études portent sur la logique interne aux cellules vivantes, sur le « cytosquelette » des cellules, permettant une organisation des informations au sein des cellules, dans des « microtubules » que nous n'imaginions pas jusqu'au début des années 90. Ceci fait apparaître que chaque cellule fonctionne comme un ordinateur élémentaire.

Ces nouvelles découvertes ouvrent la voie à de nouvelles architectures logiques, et surtout à nous permettre de changer notre regard sur la nature elle-même.

Janine Benyus nous rappelle que l'homme interprète le fonctionnement de la nature qu'il observe à partir des techniques qu'il connaît : quand le summum de la technologie était l'horlogerie, l'Univers apparaissait comme « une grande horloge » ; puis on a utilisé les images tirées de nos connaissances hydrauliques, en parlant de flux, etc... puis on parla de rétroaction, de systèmes « autorégulés », quand on a développé la cybernétique, etc...Aujourd'hui, on regarde notre corps comme un ordinateur, etc...

Quand regarderons-nous la nature pour ce qu'elle est elle-même ?? Les « ordinateurs » de la nature ne fonctionnent pas comme les nôtres ; la nature a une manière de calculer, qui n'est pas celle de nos ordinateurs, etc...A nous de retrouver les principes de fonctionnement du vivant, et de concevoir, on pas l'ordinateur de 6^{ème} génération, mais des dispositifs fonctionnant à l'instar de la nature, beaucoup plus efficaces que nos machines actuelles, et fonctionnant avec beaucoup moins d'énergie, ce que Janine Benyus appelle « remettre la biologie sur pied » après l'avoir tant appauvrie et « laminée » !

Un immense champ ouvert à l'innovation, sachant que nous sommes aux tout débuts de l'exploration des possibles...

6. Comment faire pour gérer nos affaires ?

Dans ce dernier chapitre, J. Benyus interpelle les entreprises et ceux qui les dirigent en partant des 10 principes selon lesquels les systèmes naturels fonctionnent :

- Ils utilisent les déchets comme des ressources
- Ils se diversifient et coopèrent pour exploiter pleinement leur habitat
- Ils captent et utilisent l'énergie avec efficacité
- Ils optimisent plus qu'ils ne maximisent
- Ils utilisent les matériaux avec parcimonie
- Ils ne souillent pas leur nid
- Ils n'épuisent pas les ressources
- Ils maintiennent un équilibre avec la biosphère
- Ils se nourrissent d'informations
- Ils se fournissent localement

L'auteur prend chacun de ces principes, les développe, les illustre et en tire les leçons majeures.

principe	Explicitation (si nécessaires)	Exemple(s) majeur(s) Donné(s)	Leçon(s) tirées
1. Déchets en ressources		Cas de Kalundborg au Danemark Rank Xerox et la réhabilitation de pièces usagées...	
2. Diversifier et coopérer	Dans la nature, la coopération est aussi importante que la compétition	Exemples de « coopération pacifique » entre espèces animales	Nécessité de coopérer entre utilisateurs et producteurs pour faire remonter les « déchets »
3. Optimisation énergétique	Efficacité remarquable du processus de photosynthèse (Rendement de 95%)	Programme d'économie d'énergie de DuPont de Nemours (1973-2000)	Développer les énergies renouvelables ; s'interdire de produire de l'inutile...
4. Optimiser plutôt que maximiser	Se défier de la course pour être le plus grand « par la taille » ; chercher plutôt à être « le meilleur » en efficience V.A./coût	Développer des centres de réhabilitation de produits usagés	Sortir de la logique de l'obsolescence programmée ; promouvoir l'économie de la fonctionnalité
5. Economie de matières premières		L'organisation des rayons de miel dans les ruches ; le système osseux des volatiles	Promotion de l'économie de la fonctionnalité ; développement de la location comme « mode de vie »
6. Ne pas souiller son	Les organismes vivants mangent , boivent et	3M a lancé un vaste programme	Produire son énergie là où on la consomme.

nid	respirent au milieu de leur système de production	d'innovation interne pour tendre vers l'objectif « zéro pollution » ; idem DuPont...	Adopter la loi du serpent pour les produits toxiques : quantité minimum là où c'est juste nécessaire...
7. Ne pas épuiser les ressources	Les meilleurs prédateurs sont ceux qui n'éliminent pas la totalité de leur proie...	(sagesse naturelle des animaux prédateurs...) Sur ce plan, l'espèce humaine fait figure d'espèce « adolescente »	Ne pas polluer plus que la terre ne peut absorber Notre économie fondée sur des matériaux non renouvelables (énergie, métaux, minéraux) fut l'une de nos plus grandes erreurs...
8. Equilibre avec la biosphère	La vie est fondée sur un équilibre entre éléments biochimiques : eau, azote, soufre, carbone, phosphore...qu'il faut maintenir à tous prix : cet équilibre est à la fois vital et fragile.	Nécessité de mieux comprendre les phénomènes planétaires : c'est actuellement une des missions majeures de la Nasa (Planète Terre) lancé en 1991	L'impératif (pour nous)de réduction de nos émissions de carbone pour préserver cet équilibre. A noter que par le passé la Terre a vécu des séquences de déséquilibre et a su y trouver une parade...mais le genre humain y aurait-il sa place ?
9. Se nourrir d'informations	Les systèmes complexes doivent se doter de mécanismes efficaces de remontée d'informations. C'est une condition de survie.		Développer les remontées d'informations du terrain, des utilisateurs...mais aussi entre entreprises, avec les pouvoirs publics, etc..
10. Se fournir localement	Les communautés biologiques sont étroitement liées dans le temps et dans l'espace	On constate une demande croissante d'autonomie locale ; développement de coopératives...	...mais cette « métamorphose » se développe bien trop lentement...

Pour accélérer cette métamorphose globale, l'auteur préconise, avec d'autres spécialistes,

- de développer des séries de mesures incitatives « très larges et non dogmatiques pour inciter les entreprises à évoluer dans la direction voulue, sans essayer de définir une ligne d'arrivée, que ce soit en terme d'organisation ou de technologie ». Pour que cela ait du sens, il faudrait revenir au prix réel des choses, supprimer les subventions à

- contre-emploi, etc.. ;
- de développer l'écoconception, l'analyse du cycle de vie des produits, le design « cradle to cradle » (il serait intéressant de faire le bilan de ces recommandations douze ans après les avoir exprimées dans cet ouvrage, écrit en 1998)

7. Pour « conclure »

L'humanité s'exalte à la découverte indéfinie et à la « colonisation de l'Espace »...mais sa vraie frontière, c'est « la vie sur la terre » : si elle la détruit, elle se détruit elle-même. Pour nous remettre sur le chemin d'une vie en symbiose avec cette nature terrestre, Janinne Benyus nous propose quatre étapes, ou quatre attitudes complémentaires :

- Se taire, et s'immerger dans la nature : sortir de notre autisme, et se donner de longs moments de plongée dans la nature
- Interroger la flore et la faune : il s'agit d'acquérir progressivement une connaissance intime avec la vie sur terre, ce que l'on avait commencé à faire autrefois avec la constitution d'herbiers et autres leçons d'histoire naturelle, que le onde moderne à amné à délaissé au point que les générations nouvelles sont parfois d'une ignorance profonde des « choses de la nature ». De la même manière, toutes les universités du monde ont délaissé les cours sur la classification des plantes, l'étude des cryptogames, et les experts « taxinomistes » des différentes espèces disparaissent, alors qu'il faudrait constituer un corps de volontaires, engager une mobilisation générale sur ce sujet !
- Encourager les biologistes et les ingénieurs à collaborer : ce sont deux mondes qui ont tendance à s'ignorer, alors que les solutions viendront de la complémentarité de leurs approches. A noter cependant le lancement de la base de données www.asknature.org qui permet d'accéder à des bases de données communes intéressant biologistes et ingénieurs
- Gérer, en préservant la diversité et le génie de la vie : nous sommes toujours aujourd'hui sur une logique de destruction continue et inexorable de la diversité des espèces.,il est donc urgent d'arrêter cette dérive en planifiant dès maintenant la souvegarde et la survie des espèces sauvages. Créons des territoires préservés, et des corridors écologiques entre les territoires. Prendre soin de cette « terre qui sait » tant de choses est peut-être notre plus grande responsabilité spirituelle et physique pour nous aujourd'hui.

Nous autres, être humains, « cette partie de l'univers devenue consciente », sommes capables

- d'introspection
- d'apprentissage
- et nous sommes idéalement conformés pour imiter ce que l'on voit et entend

Développons donc notre capacité à imiter le génie de la vie, à nous fondre dans la nature et finir par ressembler de plus en plus à ce que nous admirons...

« Nous ne sommes pas seuls, et tous les organismes de la vie sont là pour nous aider. Apprendre d'eux ne nous demandera que de nous poser, et de faire taire les voix de notre propre intelligence. »

A. Héron
le 20 Août 2011
Pour ICDD.