



<b>Nature</b>	Ouvrage papier
<b>Titre</b>	BIOMIMÉTISME Quand la nature inspire des innovations durables
<b>Auteurs</b>	Janine M. Benyus
<b>Date de publication</b>	1998 Edition en anglais / 2011 Traduction française
<b>Nombre de pages</b>	408
<b>Pays</b>	Fr
<b>Editeur</b>	Rue de l'Echiquier
<b>Lien internet</b>	www.ruedelechiquier.net
<b>Lieu de consultation ou mode d'accès</b>	

## Note argumentaire de la contribution

Depuis plus de 30 ans, de nombreux travaux de recherche et d'innovation sur le biomimétisme ont été réalisés à l'échelle mondiale. Pourtant, savoir qu'il faudrait déjà plusieurs planètes pour héberger durablement une humanité avec nos standards de vie impose d'en tenir compte en termes d'innovation.

La réflexion classique consiste en effet à partir des produits et procédés actuels d'en améliorer les performances en termes de ressources consommées, de déchets, d'impacts sur les milieux ; une autre est de chercher à reproduire avec des procédés classiques, industriels ou agricoles, des matériaux naturels intéressants.

La voie du biomimétisme consisterait plutôt, à l'inverse, à partir de processus ou matériaux naturels, généralement effectués ou obtenus à pression et température basses, à partir de substances non rares et renouvelées, intégralement recyclées et sans rejets toxiques, et d'examiner ce qu'il est éventuellement nécessaire de "dégrader" ou de transposer de ces performances pour obtenir une production importante ou un effet à l'échelle souhaitée. Bien sûr les questions d'éthique ne devront pas être absentes de la démarche.

Les exigences auxquelles nos sociétés sont aujourd'hui confrontées du fait des limites physiques et biologiques de la planète nécessitent donc de revisiter les mécanismes du monde vivant, non seulement à l'échelle des espèces mais aussi à celle des écosystèmes, pour trouver des réponses innovantes s'inscrivant dans ces limites, en termes de produits, de procédés et d'organisations.

Ainsi le biomimétisme est, selon un rapport du Sénat français de 2007, « l'une des boîtes à outils de la quatrième révolution industrielle ». Il ne s'agit pas d'affirmer a priori que toutes les activités humaines actuelles pourraient être réalisées de cette façon, mais de prendre au sérieux les limites planétaires et d'en tirer toute la créativité possible, dans la perspective d'une économie verte, résiliente et équitable. De ce fait cet ouvrage de Janine M. Benyus, biologiste universitaire, publié dès 1998 aux Etats Unis, et traduit en Français seulement en 2011, apparaît comme un ouvrage fondateur d'un mouvement de recherche développement aujourd'hui en plein essor dans le monde entier et notamment en Europe.

Evoquant les problèmes d'alimentation dans le monde, un thème également évoqué dans le cadre du programme Cooper'actif (« habiter c'est aussi se nourrir »), l'approche biomimétique de l'auteur développe l'idée que la structure et/ou le fonctionnement des écosystèmes naturels peuvent être des modèles à imiter pour concevoir les systèmes agricoles (ou aquacoles). Cette approche part de l'hypothèse qu'il est possible de construire des agro-écosystèmes durables en imitant les communautés naturelles (à la fois végétales, animales, microbiennes...), qui sont durables et adaptées aux contraintes locales.

Le biomimétisme est donc une notion séduisante : en s'inspirant du vivant (que ce soit d'une forme, d'un procédé ou d'un ensemble d'interactions au sein d'un écosystème), les êtres humains pourraient réconcilier leurs activités avec la biosphère, réussissant ainsi la transition de nos sociétés modernes vers une économie verte. Petit bémol cependant, à l'heure actuelle, si la recherche universitaire ou industrielle avance magistralement sur ces sujets enthousiasmants et prometteurs, en regard ces innovations ne donnent pas encore lieu suffisamment à des produits ou technologies transférables sur le plan éthique, et qui seraient pourtant à la fois inspirés du vivant ET significativement plus durables que ceux auxquels ils se substituent.

## Mots-clés

AGRO-ECOSYSTEMES DURABLES- ALIMENTATION - ADAPTATION AUX CONTRAINTES- ANIMAL - APPROCHE BIOMIMETIQUE - BIO-INSPIRATION - BIOMIMETISME - BIOSPHERE - CREATIVITE - COMMUNAUTES NATURELLES - DECHETS - DEGRADER - ECONOMIE VERTE - ECOSYSTEMES NATURELS - ESPECES - EQUITABLE – ETHIQUE- FORME – INNOVATION - IMPACTS SUR LES MILIEUX - INTERACTIONS - LIMITES PHYSIQUES ET BIOLOGIQUES- MATERIAUX NATURELS - MECANISMES DU MONDE VIVANT- MICROBIEN - MODELES A IMITER – PERFORMANCES - PROCEDES - PRODUITS CONSOMMES - RECYCLAGE - RESSOURCES - RESILIENCE - STANDARDS DE VIE - SYSTEMES AGRICOLES OU AQUACOLES – TECHNOLOGIES TRANSITION - VEGETAL

## Sommaire

<b>PRÉFACE DE GAUTHIER CHAPELLE</b>	<b>6</b>
CHAPITRE 1	
<b>imiter la nature</b>	<b>13</b>
Pourquoi le biomimétisme, aujourd'hui ?	
CHAPITRE 2	
<b>COMMENT ALLONS-NOUS NOUS NOURRIR ?</b>	<b>27</b>
L'agriculture adaptée à la terre : cultiver la nourriture selon le modèle de la prairie	
CHAPITRE 3	
<b>COMMENT ALLONS-NOUS PRODUIRE DE L'ÉNERGIE ?</b>	<b>91</b>
De la lumière à la vie : recueillir l'énergie à la manière d'une feuille	
CHAPITRE 4	
<b>COMMENT FABRIQUER NOS MATÉRIAUX ?</b>	<b>137</b>
Adapter la forme à la fonction : tisser des fibres à la manière d'une araignée	
CHAPITRE 5	
<b>COMMENT POUVONS-NOUS NOUS SOIGNER ?</b>	<b>203</b>
Des experts parmi nous : trouver des remèdes, à la manière des chimpanzés	
CHAPITRE 6	
<b>COMMENT STOCKER NOS CONNAISSANCES ?</b>	<b>255</b>
La danse des molécules : calculer à la manière d'une cellule	
CHAPITRE 7	
<b>COMMENT ALLONS-NOUS FAIRE DES AFFAIRES ?</b>	<b>325</b>
Fonctionner en circuit fermé : gérer une entreprise à la manière d'une forêt de séquoias	
CHAPITRE 8	
<b>ET APRÈS, OÙ IRONS-NOUS ?</b>	<b>389</b>
Que l'émerveillement ne cesse jamais : pour un avenir biomimétique	
<b>POSTFACE DE BRUNO LHOSTE</b>	<b>406</b>

## BIO-MIMÉTISME

(du grec *bios*, vie, et *mimesis*, imitation)

### 1. *La nature comme modèle.*

Le biomimétisme est une nouvelle science qui étudie les modèles de la nature, puis imite ou s'inspire de ces idées et procédés pour résoudre des problèmes humains. Les piles solaires inspirées des feuilles en sont un exemple.

### 2. *La nature comme étalon.*

Le biomimétisme utilise des critères écologiques pour déterminer si nos innovations sont « bonnes ». Au bout de 3,8 milliards d'années d'évolution, la nature a appris à reconnaître ce qui marche ; ce qui est approprié ; ce qui dure.

### 3. *La nature comme maître.*

Le biomimétisme est une nouvelle façon de considérer et d'apprécier la nature. Il ouvre une ère fondée non pas sur ce que nous pouvons *extraire* du monde naturel, mais sur ce que nous pouvons en *apprendre*.

# COMMENT ALLONS-NOUS NOUS NOURRIR ?

L'agriculture adaptée à la terre :  
cultiver la nourriture selon le modèle de la prairie



*Les peuples autochtones, qui vécurent sur ces terres bien avant nous, vénéraient la Terre ; ils étaient éduqués par elle. Ils n'avaient pas besoin d'écoles et d'églises : leur monde était un tout.*

Michael Ableman, agriculteur biologique à Goleta, Californie.

*Comment agir, sachant que nous ignorons plus de choses que nous n'en savons ? En adoptant les ajustements qui se sont opérés au cours du long processus de l'évolution, et en tentant de les imiter, en gardant toujours à l'esprit que l'intelligence humaine doit se soumettre à la sagesse de la nature.*

Wes Jackson, directeur du Land Institute.

## LA PREUVE, PARTOUT DANS LE MONDE

### L'agriculture naturelle au Japon

Il y a cinquante ans, quand le petit Wes Jackson désherbait encore la ferme familiale, au Japon, un jeune homme nommé Masanobu Fukuoka fit une balade qui changea sa vie. Alors qu'il marchait le long d'une route de campagne, il remarqua un plant de riz, dans un fossé, une repousse spontanée qui poussait non pas sur un sol vierge, mais au milieu d'un enchevêtrement de tiges de riz mortes. Fukuoka fut impressionné par la vigueur de la plante et par le fait qu'elle était en avance sur les plantes des champs cultivés alentour. Ce fut comme si un secret lui avait été murmuré.

Au fil des ans, Fukuoka a transformé ce secret en un système qu'il a baptisé « agriculture naturelle » ou agriculture du « non-agir », parce qu'elle ne requiert presque aucun travail de sa part, bien que ses rendements soient parmi les plus élevés du Japon. Sa méthode, procédant par essais et erreurs, imite le stratagème de la nature en matière de succession de cultures et de paillage. Au début du mois d'octobre, Fukuoka sème à la main des graines de trèfle dans sa culture de riz sur pied. Peu de temps après, il sème des graines de seigle et d'orge au milieu du riz (en enduisant les graines d'argile pour qu'elles ne soient pas mangées par les oiseaux). Lorsque le riz est prêt à être récolté, il le coupe, le bat, puis épand la paille dans le champ. À ce stade, le trèfle est déjà bien implanté, aidant à étouffer les mauvaises herbes et à fixer l'azote dans le sol. À travers l'entremêlement du trèfle et de la paille, le seigle et l'orge apparaissent et commencent à s'élever vers le soleil. Juste avant de moissonner le seigle et l'orge, Fukuoka relance le processus, jetant des graines de riz pour qu'elles entament leur ascension protégée. Le cycle se répète indéfiniment, par autofertilisation et auticulture. Grâce à cette méthode, le riz et les céréales d'hiver peuvent être cultivés dans le même champ pendant de nombreuses années, sans faire baisser la fertilité du sol.

Les agriculteurs voisins s'interrogent. Alors qu'ils passent leurs journées à cultiver, désherber et fertiliser la terre, Fukuoka laisse la paille et le trèfle

faire le travail. Au lieu d'inonder ses champs tout au long de la saison, il ne les inonde que brièvement, le temps d'éviter la germination des mauvaises herbes. Ensuite, il draine les champs puis ne s'occupe plus de rien, tondant seulement, de temps à autre, les chemins entre deux cultures. Sur un dixième d'hectare, il récoltera vingt-deux boisseaux de riz et vingt-deux boisseaux de céréales d'hiver – ce qui suffit à nourrir cinq à dix personnes, tout en n'ayant requis que quelques jours du travail d'une ou deux personnes pour semer et moissonner la récolte.

Après s'être répandue dans tout le Japon, l'agriculture naturelle occupe aujourd'hui environ 400 000 hectares en Chine. Des gens arrivent du monde entier pour visiter la ferme de Fukuoka et y apprendre des techniques, mais aussi des philosophies agricoles. L'intérêt de ce système est qu'il permet d'utiliser une même parcelle de terre sans l'user, et que les rendements peuvent être régulièrement bons. Au lieu d'investir de l'argent et de l'énergie pour des intrants à base de pétrole, il consiste à investir principalement en amont, pour la conception de l'exploitation. « Parvenir à une telle simplicité m'a pris trente ans », déclare Fukuoka. Au lieu de travailler plus dur, il a éliminé une à une les pratiques agricoles inutiles, se demandant ce qu'il pouvait *arrêter* de faire plutôt que ce qu'il pouvait faire. Renonçant à compter sur l'intelligence humaine, il s'est rallié à la sagesse de la nature. « Cette méthode va totalement à l'encontre des techniques agricoles modernes. Elle jette le savoir-faire agricole scientifique et technique aux oubliettes. Avec ce type d'agriculture, qui n'utilise ni machines, ni engrais fabriqué, ni produits chimiques, il est possible d'obtenir une récolte égale, voire supérieure à celle d'une exploitation japonaise moyenne. La preuve est en train d'en être faite sous vos yeux.<sup>15</sup> »

## La permaculture en Australie

Les écosystèmes efficaces et stables, donc matures, ne demandent pas autant de travail que ceux maintenus au premier stade, ou pionnier, plus instable, de

---

15 Masanobu Fukuoka, *La Révolution d'un seul brin de paille*, Guy Trédaniel éditeur, 2005.

la succession des écosystèmes. L'écologiste australien Bill Mollison préconise de cultiver les mêmes plantes sur une terre pendant de longues années, afin que l'efficacité de l'agriculture se rapproche autant que possible de celle de la nature. Pendant longtemps, il a travaillé à perfectionner un système qui devait permettre aux petits exploitants agricoles de créer un jardin nécessitant peu d'entretien, un bois et un élevage d'animaux et de poissons, puis de devenir indépendants, les ressources locales littéralement à portée de main leur procurant nourriture, vêtements et énergie. Concevoir un système *en s'appuyant* sur la sagesse de la nature est au cœur de cette philosophie de l'agriculture que l'on appelle « permaculture », pour « agriculture permanente ». Dans la permaculture, la question n'est pas de savoir ce que vous pouvez arracher à la terre, mais ce que la terre peut vous offrir. Chacun agit en fonction des faiblesses et des forces de sa terre : dans cet esprit de coopération, affirme Mollison, la terre produit généreusement, sans s'appauvrir ni réclamer d'efforts physiques excessifs. La partie de la permaculture qui demande le plus de travail est celle qui consiste à concevoir un système autosuffisant.

L'idée est de disposer les cultures de telle sorte que celles dans lesquelles vous vous rendez le plus souvent se trouvent près de votre habitation (ce que Mollison appelle « l'aménagement comestible »), celles qui demandent moins d'attention s'étendant en cercles concentriques plus éloignés de la maison. Partout, des plantes forment des canopées à deux ou trois niveaux, c'est-à-dire que de grands arbres font de l'ombre à de petits arbres, qui font de l'ombre à des arbrisseaux. Les animaux paissent sous chacune de ces trois canopées. Des sillons dans la terre servent à stocker l'eau de pluie et à l'irriguer automatiquement. Chaque fois que c'est possible, les permaculteurs invitent les forces extérieures, telles que le vent ou les inondations, à participer activement au travail. Par exemple, ils construisent des éoliennes ou plantent des cultures dans les plaines inondables, où elles profitent d'un apport annuel en sédiments alluviaux.

Choisir une disposition synergique des plantations, en recourant à des « plantes compagnes » qui se complètent et se stimulent les unes les autres, est fondamental, dans un paysage agricole réussi. Afin d'optimiser ces associations bénéfiques, le permaculteur crée de nombreuses lisières, ces espaces

de transition entre deux habitats, connus pour leur foisonnement de vie et d'interactions. Mollison aime aussi beaucoup se servir des interactions entre les animaux plutôt que de recourir à des intrants ou à des machines énergivores. Prenons par exemple une serre/poulailler dans laquelle des plantes sont empilées sur des planches à degrés. La nuit, les poules s'y perchent, profitant de la chaleur accumulée *via* le rayonnement du soleil durant la journée. Avec leur corps, elles font monter la température de la serre, aidant les plantes à résister au givre de l'aube. Le matin, lorsqu'il fait trop chaud dans la serre, les poules vont dans la forêt pour se nourrir. En cherchant des fruits à coque et des glands sous les arbres, elles ratissent littéralement le sol, le retournant et le fertilisant tout en avalant les ravageurs des arbres. Les hommes mangent les œufs et même la chair de ces poules, mais en attendant, ils profitent de leurs services en matière de travail du sol, de lutte contre les animaux nuisibles, de chauffage de la serre et de fertilisation gratuite.

Mollison découvrit ce ballet des acteurs de première main alors qu'il travaillait dans les forêts australiennes, à la fin des années 1960. En tant que chercheur, on l'avait formé à décrire le monde biologique, sans aller plus loin. Mais il franchit le pas qui le séparait du biomimétisme lorsque, comprenant les leçons que l'on pouvait tirer de la forêt pour une vie plus harmonieuse, il jura de les appliquer à un nouveau type d'agriculture. En Australie, de nombreuses exploitations fonctionnent depuis sur les principes de la permaculture, qu'il a popularisés, et un institut international de permaculture, possédant des ramifications dans le monde entier, forme des gens à diffuser cette technique. En les imitant, puis en s'installant au cœur des communautés les plus stables et les plus productives de la nature, Mollison est convaincu que les communautés humaines peuvent entreprendre de contribuer à la beauté, à l'harmonie et à la productivité de ces protectrices de la Terre.