

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*.

Préface

« Et si une des caractéristiques de l'intelligence vraiment avancée était de se distinguer de moins en moins des phénomènes naturels... ? Et si des technosphères plus avancées que la nôtre résolvaient leurs problèmes de cycle écologique et réparaient leurs failles métaboliques non pas en décollant de, mais en fusionnant de plus en plus radicalement avec leurs biosphères d'origine ? »

David Grinspoon, astrobiologiste

Le livre que vous tenez entre les mains a été écrit par Janine M. Benyus dans sa version originale en anglais en 1997. S'il est réédité 25 ans plus tard, et plus de 10 ans après sa première parution en français, ce n'est pas sans raison... *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* a été et demeure un ouvrage capital. « A été », parce qu'à l'époque de sa publication, il a unifié et rendu explicite un concept révolutionnaire en train d'émerger : le « biomimétisme orienté durabilité ». Ce concept reposait sur une idée simple : par définition, les espèces vivantes maîtrisent leur durabilité, et le font au sein du système Terre depuis 3,8 milliards d'années. Pour redevenir « durable », c'est-à-dire compatible et coparticipant de la biosphère, et « prospérer gracieusement et à long terme » sur terre, il fallait donc s'inspirer d'elles ! Cette évidence a changé mon regard sur les êtres vivants, et a rendu le monde à la fois enchanté et douloureux...

Car 1997 est aussi l'année de la signature du protocole de Kyoto, le premier accord international sur le climat. Alors quand j'ai découvert la pensée déployée dans ce livre, je me suis dit que nous tenions là quelque chose d'extrêmement solide pour tenter d'infléchir ces changements climatiques, en même temps que d'autres aspects destructeurs de notre civilisation thermo-industrielle¹. En effet, la proposition de la

¹ D'où la création de l'association Biomimicry Europa en 2006 et du bureau d'études Greenloop en 2007.

naturaliste américaine s'appliquait pratiquement à tous les secteurs d'activités humaines, de l'agriculture (chapitre 2) à l'énergie (chapitre 3), en passant par les sciences des matériaux (chapitre 4), la médecine (chapitre 5) ou les techniques de l'information (chapitre 6). C'était une proposition radicale pour son époque, et puissante, puisque s'adressant à trois niveaux de complexité emboîtés, aux impacts potentiels croissants.

Le premier niveau, celui de la *forme*, avait l'avantage d'une certaine simplicité², et reste le plus exploré aujourd'hui, malgré son potentiel moindre en durabilité. Par définition, la majorité de ses applications sont des améliorations à la marge, en vue de réduire les dépenses énergétiques ou la toxicité.

Le deuxième niveau, celui des *matériaux*, remettait en cause notre approche pétrochimique de la synthèse des matériaux, reposant sur une disponibilité abondante de pétrole, de gaz et de charbon, à laquelle l'humanité est justement supposée renoncer. Or, comme l'explique Janine M. Benyus dans son chapitre 4, le vivant produit des matériaux à température et pression ambiantes, et dans des solvants non toxiques. Il reste que la complexité de la chimie biomimétique et les délais incompressibles de recherche et développement risquaient de retarder l'impact de ces innovations sur l'empreinte écologique des secteurs industriels concernés.

Enfin, le biomimétisme proposait un troisième niveau, inspiré par les *écosystèmes*. Au lieu de faire appel aux « trucs » de fabrication, aux recettes technos d'une espèce en particulier, il s'intéressait à la façon dont les relations entre espèces permettent à l'ensemble d'être dynamiquement stable et durable. Janine M. Benyus en a tiré une liste de principes de fonctionnement visant à rendre plus écologique la gestion des flux de matière, d'énergie et d'information (chapitre 7).

² Dépendant de l'échelle concernée : c'est quand même plus complexe quand on descend dans les nanostructures...

Où en sommes-nous, 25 ans plus tard ? Incontestablement plus loin : l'approche a fait des émules et le biomimétisme continue à progresser. Depuis la fin des années 1990, le nombre de publications et brevets qui en sont issus a explosé. Certains pays se sont dotés de centres de recherche ambitieux pour accélérer le transfert de connaissances de la biologie vers d'autres disciplines. Ainsi, le Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering de Harvard aux États-Unis a été financé à hauteur d'un demi-milliard de dollars depuis 2009. En Europe, l'Allemagne est en tête de la recherche biomimétique. Depuis les années 2000, une dizaine de réseaux de compétences se sont développés sur son territoire, aboutissant à la création d'au moins cinq centres majeurs de recherche. En France, l'intérêt des générations actuelles continue à se manifester un peu plus chaque jour. Les expositions³, les livres⁴ ou les films sur le sujet se multiplient sous tous les formats, et après les formations arrivent les premiers cursus⁵. Le CEEBIOS⁶ grandit lui aussi, tout en recrutant des partenaires privés. Ceux-ci (dont trois membres du CAC 40) sont de plus en plus impliqués, et vont jusqu'à en faire un axe de recherche stratégique. Quant à l'incontournable rendez-vous annuel de Biomim'Expo, il continue d'attirer un nombre croissant d'acteurs à chaque édition.

Est-ce à dire que tout va bien dans le meilleur des mondes ? Il y a deux façons de répondre à cette question.

Si je regarde ces années à travers les lunettes de la « croissance verte », je ne peux que me réjouir du développement

³ La Cité des Sciences et de l'Industrie à Paris a ouvert en 2021 une exposition permanente sur le sujet.

⁴ Citons notamment : Emmanuelle Pouydebat, *Quand les animaux et les végétaux nous inspirent*, Odile Jacob, 2019 ; Michael Pawlyn, *Biomimétisme et architecture*, Rue de l'échiquier, 2019 ; Serge Berthier, *L'Éveil du Morpho*, Flammarion, 2021 ; Emmanuel Delannoy, *Biomiméthique*, Rue de l'échiquier, 2021.

⁵ Deux masters en biomimétisme ont été lancés en 2019 : l'un à l'Université de Pau et des pays de l'Adour, l'autre à l'École nationale de création industrielle à Paris.

⁶ Centre européen d'Expertise en biomimétisme de Senlis : <https://ceebios.com/>

continu de ce secteur économique émergent. J'ai un temps cru à la puissance du biomimétisme pour tenter de « réformer » de l'intérieur nos modes de production et les principes de fonctionnement de notre civilisation thermo-industrielle. Pourtant dès 2015, en refaisant le tour du concept⁷, j'ai émis des craintes quant à une énième OPA de *greenwashing*, assortie de « techno-béatitude ». Car si elles ignorent les principes du troisième niveau, un inconvénient gênant des innovations biomimétiques est d'entretenir l'illusion tenace que la technologie peut tout résoudre à elle seule, et que nous n'aurions pas à renoncer à notre mode de vie dopé aux combustibles fossiles.

Mais surtout, j'ai été forcé de constater comme tout le monde que dans les actes et les chiffres, les vrais changements n'arrivaient pas. En ce qui concerne le climat, nous ne nous sommes jamais écartés du « *business as usual* », un des pires scénarios utilisés par le GIEC depuis son premier rapport en 1990. Et tant la COP 21 à Paris que la COP 26 à Glasgow ont confirmé cet aveu d'impuissance, et exigent de nous bien plus de lucidité : les engagements actuels nous promettent une hausse de la température moyenne proche de trois degrés ; aucun pays riche n'a tenu ses engagements entre les COP de Paris et Glasgow ; toute baisse d'émissions globale (que nous attendons toujours) ne commencerait à se répercuter sur la température que 20 ans plus tard ; pour se maintenir sous deux degrés de hausse, il nous faudrait diminuer notre utilisation de combustibles fossiles de 5 % chaque année pendant plusieurs décennies. Un dernier chiffre : depuis le début du processus de Kyoto, nous avons libéré dans l'atmosphère autant de gaz à effet de serre que *toute l'humanité avant cette date*.

En ce qui concerne le monde vivant, même constat d'impuissance. La Terre a déjà vu disparaître près de 60 % de ses

⁷ Dans l'ouvrage coécrit avec Michèle Decoust, *Le Vivant comme modèle. La voie du biomimétisme*, Albin Michel, 2015.

populations de vertébrés entre 1970 et 2014, et l'ensemble des mammifères sauvages ne représente plus que 3 % de la biomasse totale des mammifères, noyé dans la masse toujours croissante du bétail (et des humains). Dans le même temps, les espèces s'éteignent à un rythme estimé cent à mille fois supérieur au taux d'extinction naturelle. Si personne ne sait combien de fils de la toile du vivant peuvent être coupés avant que celle-ci ne s'effondre (localement ou globalement), nous savons que des précédents existent, puisqu'il s'agirait de la sixième extinction de masse. La sixième, mais la première provoquée par une seule espèce, et même par une seule culture – la nôtre.

Une culture victime de son propre aveuglement, au point, pour un nombre croissant d'entre nous, d'en arriver à souhaiter un arrêt rapide de la civilisation industrielle⁸. Afin de sortir des combustibles fossiles, de l'extractivisme et des métaux, du colonialisme, du matérialisme, de la séparation nature/culture, des systèmes hiérarchiques pyramidaux et du patriarcat. Oui, tout ça. Une perspective enthousiasmante, non ? Et c'est là que revient le biomimétisme...

Certes il n'a, pas plus que d'autres approches, réussi à réformer le système de l'intérieur. Mais alors que nous approchons de la fin de notre civilisation, le biomimétisme reste incontournable. D'abord en nous offrant le point de vue des... arbres sur la « transition » en cours. De leur perspective, ces effondrements redoutés ne signifient pas la fin du monde. Ils correspondent « juste » au moment où des pans entiers de forêt s'embrasent. Or les arbres le savent : après les incendies, les forêts repoussent. On appelle cela la résilience, ou l'art de rebondir après les chocs. Un art que maîtrise le vivant depuis toujours...

⁸ Ce n'est pas pour rien que j'ai rejoint le duo de mes amis collapsologues Raphaël Stevens (avec qui j'avais cofondé Biomimicry Europa et Greenloop) et Pablo Servigne pour écrire avec eux *Une autre fin du monde est possible* (Seuil, 2018).

Les forêts qui repoussent après le feu ne sont d'ailleurs pas toujours les mêmes, et tant mieux ! Dans notre cas, mieux vaut changer de style, pour ne pas nous réengager dans la même trajectoire mortifère. Mieux vaut inventer – ou réinventer pour certains aspects – une autre histoire, une autre culture. Et le biomimétisme sera précieux, aussi bien pour apprendre à traverser le temps des incendies, que pour reconstruire une histoire régénératrice, une autre forêt vivante et vibrante, un écosystème humain inséré dans tous les autres.

C'est là qu'intervient un des Principes du Vivant fondamentaux : la coopération. Un principe à rebours de notre culture, obsédée par la compétition et la prédation, la prétendue « loi de la jungle ». Or cela fait déjà bien longtemps que la biologie nous chante une autre version : « la Vie est compétitive sur un socle de coopération⁹ ». Et de fait, après avoir été considérées comme des bizarreries, les symbioses sont maintenant observées partout dans le vivant, depuis nos bactéries intestinales jusqu'aux mitochondries, descendantes d'autres bactéries symbiotiques qui assurent la respiration au sein de chacune de nos cellules. Cela implique que toutes les espèces multicellulaires sont en fait des colonies multi-espèces. Dans le même élan de rectification de l'histoire, les sciences humaines ont aussi montré à quel point notre espèce est non seulement hypersociale, mais doit sa survie et son évolution à d'exceptionnelles dispositions à coopérer et s'entraider, et ce dès la naissance. Et ce n'est pas tout ! Tant les sciences humaines que la biologie observent que ces relations d'entraide se renforcent en situation de crise ou de pénurie, que ce soit entre levures, plantes ou animaux, *Homo sapiens* compris¹⁰. Voilà qui

⁹ D'après la formulation d'Hoagland et Dodson. Leur liste de principes est à la base de toutes celles qui ont suivi.

¹⁰ Pour toutes ces notions, voir notamment *L'Entraide. L'autre loi de la jungle* (Les liens qui libèrent, 2017), que j'ai coécrit avec Pablo Servigne.

constitue un formidable encouragement à sortir de notre fascination pour la compétition, au profit d'un réapprentissage de l'entraide et du « prendre soin », afin d'être le plus rôdé possible alors que les grands incendies se profilent à l'horizon...

Les forêts et l'inspiration que nous pouvons en tirer vont encore plus loin. En 1997, la biologiste Suzanne Simard amenait un cran au-dessus nos connaissances sur les relations d'entraide entre plantes et champignons dans un article de référence¹¹. La symbiose mycorhizienne, pratiquée par 90 % des espèces de plantes et déjà bien connue, assure la prospérité des deux partenaires grâce à un échange constant entre les sucres produits par les plantes, et l'eau et les sels minéraux récoltés par le mycélium des champignons. Sur cette base, les travaux de l'équipe canadienne montraient que cette symbiose créait à l'échelle des forêts un véritable réseau physique continu connectant tous les arbres et les champignons mycorhiziens de la forêt, assurant une mutualisation des flux de sucre tant au sein d'une espèce d'arbre donnée (l'équivalent des allocations familiales) qu'entre les espèces (analogue à la Sécurité sociale), tout en nourrissant les champignons.

Mais le changement de paradigme, c'est que ce formidable réseau collaboratif entre arbres, champignons, bactéries, etc. gère sa complexité (y compris ses relations conflictuelles) et sa durabilité de *façon décentralisée*¹². Toutes les décisions sont prises localement, en s'appuyant sur des informations d'origine essentiellement locale, et c'est de l'ensemble de ces microdécisions qu'émergent les réponses dynamiques et adaptatives qui permettent à l'écosystème forestier de maintenir son intégrité tout en évoluant en permanence. La même

¹¹ Suzanne W. Simard et al., « Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field », *Nature*, n° 388, 1997.

¹² Voir « Les organisations pyramidales » dans Pablo Servigne et Raphaël Stevens (dir.), *Aux origines de la catastrophe. Pourquoi en sommes-nous arrivés là ?*, Les liens qui libèrent, 2020.

absence de centralisation se retrouve dans tous les écosystèmes, terrestres ou marins.

Au niveau du fonctionnement des espèces, le constat est proche. S'il existe bien des hiérarchies chez certaines espèces sociales, elles n'atteignent jamais le stade où les intermédiaires isolent le haut de sa base. Que ce soit chez les loups, les lions, ou les chimpanzés, les dominants ont toujours une connaissance et un rapport direct avec tous les dominés. Là encore, pas de hiérarchie pyramidale comparable à celles de nos organisations apparues en même temps que les villes et l'agriculture.

Et c'est justement de l'agriculture que nous allons pouvoir tirer et proposer un dernier enseignement du vivant, et rejoindre celles et ceux qui invitent à marier les apports des « autres qu'humains » avec ceux des « peuples racines ». Ces derniers n'ont jamais eu à « inventer » le biomimétisme, puisqu'ils le pratiquaient constamment sans même y penser. En effet, comme l'anthropologue James C. Scott l'a récemment montré¹³, il existe tout un gradient d'agricultures. Celle du Croissant Fertile est bien caractéristique des civilisations centralisées. Comme d'autres, elle a pu s'appuyer sur de grandes monocultures, dont l'une est toujours une céréale (le blé), avec des dates de récoltes prévisibles et donc facilement taxables. Mais d'autres agricultures existaient déjà, en mode doux, parfois tellement doux qu'elles n'ont été identifiées comme telles que récemment, comme en Amazonie ou en Australie. Une agriculture plus ou moins diffuse, qui a bel et bien modifié les écosystèmes dans lesquels elle s'est insérée, mais qui ont trouvé un nouvel équilibre entre humains et « autres qu'humains » passé le temps de la perturbation.

Voilà d'inspirantes graines de réflexion pour faire pousser la nouvelle forêt, celle qui succéderait à la civilisation

¹³ James C. Scott, *Homo Domesticus. Une histoire profonde des premiers États*, La Découverte, 2019.

thermo-industrielle, à son croissancisme et son illimitisme¹⁴; une sélection de (low)technologies et modes d'organisation hybrides, irrigués par l'expérience des peuples racines et par ce que la science nous a appris des autres espèces, y compris... le biomimétisme; un foisonnement d'expérimentations de toutes sortes, interconnectées les unes aux autres par un vaste réseau décentralisé d'entraide et d'échanges; une symbiose de la réciprocité, directe et indirecte, de la régénération, du prendre soin¹⁵; une culture plus adulte, plus sage, plus humble, davantage dans la révérence et la rencontre des autres vivants en tant que sujets (re)pris au sérieux, consciente de la finitude de sa planète; une culture plus lente, plus joyeuse et plus amoureuse de sa terre; une « sylvilisation¹⁶ »?

Vingt-cinq ans plus tard, il est toujours temps de relire Janine M. Benyus. De répondre à son invitation de ressortir dehors, de partir à la rencontre de ceux que nous avons snobés, de les observer, mais aussi de les écouter, de renouer des partenariats avec eux, de les considérer pour ce qu'ils sont : nos Anciens et Maîtres en durabilité. Le chemin qui nous attend ne sera pas simple, il sera multiple, et imprévisible comme l'histoire du vivant qui buissonne depuis 3,8 milliards d'années. Mais à l'horizon deux possibilités : soit nous ignorons et détruisons les autres espèces, et disparaissions avec eux, soit nous respectons les pratiques des autres espèces qui « favorisent l'engendrement nécessaire au maintien des conditions de vie¹⁷ » et qui ont assuré sa prospérité jusqu'ici.

Gauthier Chapelle, janvier 2022

¹⁴ Un superbe mot créé par Françoise d'Eaubonne.

¹⁵ Une riche source d'inspiration : Robin Wall Kimmerer, *Tresser les herbes sacrées. Sagesse ancestrale, science et enseignements des plantes*, Le lotus et l'éléphant, 2021.

¹⁶ Mot forgé en 1974 par les Québécois Michel André et Piel Petjo Maltest pour questionner le mythe de la civilisation lors d'un forum d'économie politique.

¹⁷ Bruno Latour et Nikolaj Schultz, *Mémo sur la nouvelle classe écologique*, Les empêcheurs de penser en rond, 2022.