

LE BIOMIMÉTISME, CLÉ D'UN NOUVEAU RAPPORT AU VIVANT ?

■ Emmanuel DELANNOY

Le biomimétisme - l'innovation inspirée par la nature - ne se limite pas au catalogue d'exemples auxquels il est souvent associé. Nous pouvons, pour notre société en transition, lui demander bien plus, en nous inspirant non seulement du vivant tel qu'il est, mais aussi des processus par lesquels il innove et consolide sans cesse son élasticité, sa capacité d'adaptation et sa résilience. Ce faisant, le biomimétisme peut être la clé d'un nouveau rapport au vivant, préalable nécessaire à la réconciliation de l'humanité avec le tissu vivant avec lequel elle coévolue.

Les fondamentaux du biomimétisme

Quel est le point commun entre des pales d'éoliennes améliorées pour réduire les turbulences, des panneaux photovoltaïques réfléchissant moins la lumière pour mieux absorber l'énergie du soleil, une chimie capable de fabriquer les matériaux les plus complexes à température et à pression ambiante, des applications de routage des livraisons optimisant les trajets, un bâtiment à climatisation passive ou encore des réseaux de fluides permettant aux entreprises

d'une zone industrialo-portuaire d'échanger calories et frigories en fonction de leurs besoins ? L'efficacité énergétique ? Une optimisation des ressources et donc des économies ? Des innovations durables ? Oui, bien sûr.

Mais ces innovations ont un autre point commun : celui d'avoir été inspirées par le vivant, que ce soit à l'échelle des organismes ou des écosystèmes. Cette démarche, appelée biomimétisme, ou encore « l'innovation inspirée par la nature », selon Janine Benyus (1998), peut être résumée en trois principes fondamentaux :

- ➔ l'observation de la nature peut nous inspirer des solutions innovantes pour résoudre nos propres problèmes ;
- ➔ le système vivant, avec ses 3,8 milliards d'années de « retour d'expérience », peut, par « parangonnage », nous aider à évaluer la pertinence et la durabilité de nos organisations et de nos innovations. Qu'est-ce qui fonctionne dans la nature ? Qu'est-ce qui est approprié ? Qu'est-ce qui dure ? Pourquoi ? ;
- ➔ vue de cette manière, la nature n'est donc plus seulement un réservoir dans lequel nous puisons nos ressources, mais aussi un système dont nous pouvons apprendre, au profit de l'humanité et du vivant dans son ensemble.

Les trois niveaux

Ces principes sont couramment appliqués à trois niveaux :

- ➔ celui des formes et des structures, c'est-à-dire les solutions techniques que les organismes vivants ont lentement acquises, par essais et erreurs, pour s'adapter à leur environnement, et dont nous pouvons nous inspirer pour nos propres réalisations. On

trouve dans cette catégorie des innovations telles que le Velcro™, inspiré de la graine de bardane, le « nez » du TGV japonais, inspiré du bec du martin pêcheur, ou encore des bâtiments à climatisation passive inspiré des termitières ;

- ➔ celui des procédés, c'est-à-dire la façon dont les organismes vivants synthétisent et assemblent leurs matériaux, stockent leur énergie, etc., en parvenant à des résultats souvent comparables à ceux que nous obtenons avec notre technologie, mais avec une remarquable économie de moyens. C'est le cas par exemple de la coquille d'ormeau, analogue de nos céramiques industrielles les plus performantes, mais produite à température ambiante dans le l'eau de mer, ou encore des diatomées ou de certaines éponges, capables de produire du verre à basse température ;
- ➔ enfin, celui des organisations, notamment sur la manière dont les flux de matière et d'énergie sont optimisés, dont les constituants de base du vivant sont recyclés, ou encore comment les relations de symbioses et de coopérations se mettent en place dans les écosystèmes. Dans ce domaine, le champ d'application est vaste, de l'agroécologie aux symbioses industrielles telles que celles qui sont mises en place dans des zones d'activités où différents acteurs s'échangent calories, frigories, fluides et déchets pour les valoriser en boucles et transformer ce qui est un déchet pour les uns en ressources pour les autres, en passant par des formes nouvelles d'urbanisme inspirées par les écosystèmes naturels.

Un quatrième niveau, peu développé à ce jour, pourrait être proposé : il s'agit de la dynamique d'évolution et d'adaptation du

vivant, ou comment nous pourrions nous inspirer non pas seulement du résultat (le vivant tel qu'il est aujourd'hui), mais du processus qui l'a conduit à devenir ce qu'il est. Nous y reviendrons un peu plus loin.

Retrouver les liens oubliés

Nous ne manquons pas de bonnes raisons de protéger la biodiversité. Mais s'il en fallait une de plus, ce serait celle-ci : pour notre civilisation en transition, qui s'interroge sur la façon dont elle organisera son économie « post-fossile », la vie, avec tous ses constituants et à tous les niveaux, est une source d'inspiration à la fois inépuisable et pertinente. Elle peut nous aider, pour qui veut se donner la peine de l'écouter et de la comprendre, à imaginer ce que serait un modèle de production soutenable, fonctionnant en équilibre dynamique, de façon quasi circulaire, évoluant et s'adaptant sans cesse à un environnement changeant et incertain.

Homo sapiens ne peuple la biosphère que depuis 200 000 ans environ, ce qui représente une période extrêmement brève à l'échelle de l'évolution du vivant. Le succès démographique exceptionnel de notre espèce (notre population est passée de quelques millions d'individus à la fin de la dernière période glaciaire, il y a 10 000 ans, à plus de 7 milliards aujourd'hui), cache un paradoxe : si biologiquement nous sommes restés les mêmes que les chasseurs cueilleurs nomades qui vivaient en petits groupes au pléistocène, sur le plan culturel et social, nous avons bien changé. En effet, notre évolution n'est plus aujourd'hui, pour l'essentiel, biologique et darwinienne, car l'allongement de la durée de vie, l'accroissement de l'intervalle entre les générations, les progrès de la médecine et du planning familial - dont il faut se féliciter ! - nous

rendent aujourd'hui beaucoup moins sensibles aux pressions de sélection liées aux modifications de notre environnement. En contrepartie, si l'on peut dire, nous avons développé, plus que toute autre espèce vivante, une capacité d'évolution culturelle. Et cette évolution-là opère bien plus rapidement que l'évolution biologique, puisqu'elle ne nécessite pas d'attendre que les générations se succèdent, mais qu'elle permet la propagation des caractères culturels de manière transversale, d'un groupe humain à un autre au sein d'une même génération, voire même de manière inversée par rapport aux générations, les acquis des plus jeunes pouvant être transmis à leurs propres parents. Cette évolution culturelle ayant eu pour conséquence le développement rapide de technologies appliquées à l'ensemble de nos besoins, fondamentaux ou non, il semble que nous ayons perdu en vigilance et attention vis-à-vis du monde vivant qui nous entoure ce que nous avons gagné en confort de vie et en capacité à nous affranchir des caprices de la nature. Mais, fort heureusement, nous gardons cette propriété fondamentale d'être curieux et observateurs. En nous appuyant sur cette propriété, nous aurions sans doute beaucoup à gagner en cherchant à mieux comprendre ce système vivant qui nous entoure pour nous en inspirer.

S'épanouir durablement dans un système fermé ?

S'épanouir durablement dans un système fermé¹, ce qu'a su faire le système vivant planétaire depuis son émergence il y a 3,8 milliards d'années, suppose d'intégrer un cahier des charges bien précis, dont nous commençons à peine à comprendre qu'il s'applique à nous aussi.

1. Un système fermé échange uniquement de l'énergie avec son environnement, contrairement à un système ouvert, qui échange énergie, matière et information.

Ce cahier des charges peut être résumé de manière très simple : les ressources sont disponibles sous la forme d'un stock limité, et il n'est possible ni d'exporter nos déchets, ni d'aller chercher d'autres ressources ailleurs, une fois le stock disponible dilapidé, consommé ou dispersé de manière irréversible. En revanche, l'énergie est disponible sous la forme d'un flux continu de rayonnement solaire, dont le déclin éventuel n'est pas programmé avant plusieurs milliards d'années. Le « stock » d'énergie fossile sur lequel nous avons basé notre prospérité économique n'est qu'un « déchet » de l'histoire du vivant, un accident ponctuel et contingent qui aurait pu ne jamais se produire. Notre erreur aura peut-être été de confondre stock et flux, en tentant de baser notre développement sur ce qui était limité, et en négligeant ce qui ne l'était pas.

À ce stock de matières premières et ce flux d'énergie s'ajoute un troisième élément, fondamental, celui sur lequel le vivant a su bâtir son fonctionnement : l'information. La deuxième loi de la thermodynamique, s'appliquant à l'univers dans son ensemble, conduit inexorablement à un accroissement de l'entropie, c'est-à-dire à une dégradation progressive et irréversible de l'énergie, à un accroissement du désordre conduisant progressivement à un système en équilibre inerte, ne contenant plus ni énergie potentielle, ni information. En se diversifiant et se complexifiant sans cesse, le vivant agit contre l'entropie, en accroissant la quantité d'information contenue dans le système et donc son énergie potentielle. La « puissance négentropique » de la vie n'agit bien-sûr qu'au sein de la biosphère, et ne remet pas en cause les lois physiques fondamentales qui régissent le fonctionnement de l'univers, mais elle nous garantit tout de même la possibilité d'une vie riche et épanouissante pour les quelques millions d'années à venir. À condition,

bien sûr, que nous soyons capables de saisir cette opportunité de travailler en bonne intelligence avec le reste du monde vivant.

Un nouveau rapport au vivant

Et c'est peut-être bien là que résident les enseignements les plus pertinents du biomimétisme. Il ne s'agit pas simplement d'imiter les structures et les procédés mis au point par les organismes vivants pour inventer à notre tour des technologies toujours plus efficaces ou performantes. Il s'agit, d'une part, de chercher à comprendre comment, dans son ensemble, la vie sur Terre a pu se perpétuer jusqu'à ce jour, et en quoi résident les secrets de cette durabilité au sens strict, autrement dit de cette « soutenabilité » qui fait tant défaut à notre modèle de développement. Et il s'agit aussi, puisque des changements irréversibles sont déjà à l'œuvre, dont l'amplitude et les modalités précises sont imprévisibles, de nous interroger sur ce qui confère au vivant son extraordinaire élasticité, sa résilience et ses capacités d'adaptation.

Notre rapport au vivant non humain, du moins dans nos civilisations occidentales, est empreint de crainte et de méfiance, ce qui nous a conduit à rechercher, au fil des siècles, les moyens de mieux le domestiquer et le canaliser, en nous appuyant pour cela sur notre maîtrise croissante des sciences prédictives que sont la mécanique, la chimie, ou la physique. Mais l'état de notre connaissance du vivant reste faible et devrait nous inciter à la modestie. Quant aux lois qui régissent l'évolution du vivant, si leurs principes généraux font aujourd'hui l'objet de consensus scientifiques assez larges, c'est pour admettre l'importance des contingences et des événements fortuits. C'est donc sur la base de principes d'incertitude et de connaissances parcellaires que

nous devons bâtir la relation au vivant qui fondera notre action et notre développement futur. Nous ne redeviendrons pas les chasseurs cueilleurs que nous étions il y a 15 000 ans et plus. Nous sommes trop nombreux pour cela. Nous sommes aussi contraints, face à l'extraordinaire foisonnement évolutif du vivant et aux propriétés émergentes des écosystèmes, de renoncer au rêve de maîtrise et de domestication de la nature qui, depuis le siècle des Lumières, habite le monde occidental. Dans cette vision du monde, le destin de l'humanité était, selon la formule de Descartes, de se rendre « maîtres et possesseurs de la nature ». Mais si nous devons renoncer à ce vieux rêve, vers quel rapport au vivant devrions-nous alors nous tourner ?

Ce nouveau rapport au vivant, inspiré par notre compréhension de sa nature profonde, à défaut de connaissance exhaustive, sera fait d'alliances dynamiques, prudentes, privilégiant l'exploitation intelligente des flux à l'épuisement des stocks, et capable de s'adapter aux changements, en évitant les seuils d'irréversibilité et les points de rupture. Métaphoriquement, cela s'apparentera plus à l'art de la navigation à voile ou au surf qu'à la ligne droite du bulldozer. Contrairement à une expression employée par certains commentateurs sportifs, le surfeur ne « dompte » pas la vague. La puissance de cette dernière est incommensurable par rapport à la sienne, et il ne peut en aucun cas ni en infléchir la trajectoire, ni en modifier le comportement. Ce qui permet à ce frêle être humain sur sa petite planche de rester au sommet de la vague, ce n'est ni sa force, ni sa maîtrise des éléments, mais son agilité et sa sensibilité aux moindres mouvements de l'énorme masse d'eau qui le porte. L'humanité sera-t-elle capable de mobiliser les mêmes trésors de sensibilité et d'agilité pour « surfer sur la vague de l'évolution » ?

Parier sur la diversité et la variabilité

Sans être capable de prédire précisément à quel rythme et comment le vivant s'adaptera aux changements globaux de l'environnement, dont nous sommes largement à l'origine, nous avons la possibilité de nous inspirer de ce qui confère au vivant sa plasticité et ses potentialités évolutives. La résilience des systèmes s'accroît avec leur complexité, avec le nombre d'agents qui les constituent, et avec la densité des échanges qui se déroulent en leur sein. Pourquoi le vivant est-il aussi foisonnant et diversifié aujourd'hui ? Peut-être précisément pour cette raison que cette diversité même est un atout face à l'imprévisible, une manière de maximiser ses chances de perpétuation quelles que soient les conditions à venir. À ce constat s'ajoute ce qu'on pourrait appeler le « paradoxe de la reproduction » : si les unicellulaires peuvent se multiplier individuellement et, en théorie, à l'identique, la reproduction sexuée nécessite d'être deux (et cette recherche d'un partenaire n'est pas sans risques ni aléas) et ne produit jamais de nouveaux êtres identiques ni entre eux, ni à ceux qui les ont générés, ni sans doute à aucun de ceux qui les ont précédés. Alors que l'homme rêve de produire à l'identique les choses qu'il a inventées, le vivant a construit sa réussite, depuis l'invention de la cellule eucaryote et de la reproduction sexuée, sur ce pari hasardeux, dans tous les sens du terme, qui le conduit à générer sans cesse de la nouveauté.

Or, en comparant nos propres stratégies et nos systèmes de production, notamment industriels et agricoles, à la façon dont les écosystèmes fonctionnent, force est de constater notre tendance générale à la simplification et à la standardisation. En cherchant à être momentanément plus performants, nous sommes devenus plus

vulnérables. Là aussi, l'observation de la nature peut nous aider à rendre nos systèmes plus aptes à évoluer, en trouvant un nouvel équilibre entre performance et résilience, en pariant sur la diversité et la complémentarité des solutions, plus que sur la spécialisation, la standardisation et la rationalisation.

En écoutant les informations, en lisant jour après jour dans la presse les récits des dégradations et l'inventaire des dommages causés à la biosphère, il est plus aisé de trouver des raisons de désespérer que l'inverse. Fort heureusement, l'observation de la nature recèle, encore une fois si nous nous donnons la peine d'en rechercher toutes les implications, des trésors d'imagination et des gisements quasi inépuisables de solutions et de raisons d'espérer.

La nouvelle alliance avec le vivant que suggère le biomimétisme, plus équilibrée et plus humble, mais aussi plus agile et plus souple, est une opportunité à saisir pour l'humanité. Le biomimétisme est, par son aspect ludique et séduisant, par les nombreuses métaphores qu'il suggère, par sa capacité à nous faire mieux appréhender les liens qui nous unissent au vivant non humain, un outil à utiliser sans modération. Il suscite souvent l'émerveillement, ce préalable essentiel au respect et à l'écoute. Il offre des solutions pratiques, souvent faciles à mettre en œuvre et peu coûteuses pour nos besoins quotidiens et immédiats. Mais son potentiel ne s'arrête pas là. Il peut nous emmener, si nous le voulons bien, beaucoup plus loin, vers une humanité réconciliée avec elle-même, avec la biodiversité.

BIBLIOGRAPHIE

Benyus J., 1998. *Biomimicry, Innovation Inspired by Nature*. Harper Collins Publishers. Trad. française Céline Sefraoui, 2011.

Biomimétisme, Quand la nature inspire des solutions durables, Paris, Rue de l'échiquier.