

ECOPOLITIQUE NOW !

Multitudes n°24 [online]

JORGE RIECHMANN

Biomimesis

éléments pour une écologie industrielle

Depuis des décennies, des écologues comme Ramon Margalef, H.T. Odum, ou Barry Commoner ont proposé que l'économie humaine imite l'« économie naturelle » des écosystèmes. Le concept de *biomimesis* (imiter la nature au moment de reconstruire les systèmes productifs humains, afin de les rendre compatibles avec la biosphère) rejoint cette stratégie, et à mon avis peut jouer un rôle clef au moment où nous devons doter d'un contenu l'idée plus formelle de soutenabilité.

Je préviens qu'il ne s'agit pas de découvrir des méditerranées. En réalité je ne vais rien exposer que les gens sensibles à l'écologie ne connaissent déjà. Il s'agit bien plutôt d'organiser ces idées d'une manière nouvelle, autour d'une catégorie – biomimesis – qui me paraît clarificatrice, puissante et persuasive.

Biomimesis ingénieriale

Le terme *biomimesis* fut utilisé dans les années 90, au sein de disciplines comme la robotique, les sciences des matériaux ou la recherche cosmétique avec un sens plus restreint que celui que je propose ici. Ainsi, l'étude de la locomotion des insectes a été conduite dans le but de développer des robots

hexapodes qui fonctionnent correctement¹. L'idée qui guidait les chercheurs de ces disciplines était plus celle de *l'imitation des organismes (ou d'une partie) que de l'imitation des écosystèmes*.

L'archétype de cette « biomimétique » ingénieriale qui s'exprime dès 1991 dans la revue *Biomimetics*, fonctionne « en volant les idées à la nature² » pourraient être les ailes que Dédale a créées pour que lui et Icare puissent voler. Son hypothèse de base est que l'évolution a identifié à la longue des solutions optimales et que les êtres vivants ont atteint une perfection fonctionnelle susceptible d'être étudiée ou imitée.

Biomimesis au sens large

Au-delà de cette biomimétique ingénieriale nous pouvons parler de biomimesis au sens large : comprendre les principes de fonctionnement de la vie à ses différents niveaux (en particulier au niveau écosystémique) avec l'objectif de reconstruire les systèmes humains de façon à ce qu'ils s'inscrivent harmonieusement dans les systèmes naturels. S'il n'existe aucune agriculture, industrie ou économie « naturelle », l'objectif de réintégrer la technosphère dans la biosphère, d'étudier comment fonctionne cette biosphère nous donne des indications sur les types de changement à opérer dans la première. La biomimesis est une stratégie de *réinsertion des systèmes humains dans les systèmes naturels*.

La nature, « l'unique entreprise qui n'a jamais failli en 4000 millions d'années » selon le biologiste Frederic Vester, nous dessine le modèle d'une économie soutenable et de haute productivité. Les écosystèmes naturels fonctionnent sur la base de *cycles fermés de matière mus par l'énergie solaire* : c'est leur caractéristique fondamentale « sous l'angle économique ». Il s'agit d'une *économie* cyclique, totalement renouvelable et autoreproductible, sans déchets et dont la source d'énergie est

¹ Voir l'histoire du robot Rhex sur le site <http://www.rhex.net>.

² Julian F.V. Vincent : « Stealing ideas from nature », dans S. Pellegrino (ed.), *Deployable Structures*, Springer Verlag, Vienne.

inépuisable à l'échelle humaine : l'énergie solaire dans ses différentes expressions (qui comprennent, entre autres, le vent et les vagues)³.

Dans cette économie cyclique naturelle chaque déchet d'un process se convertit en la matière première d'un autre : les cycles se bouclent. A l'inverse, l'économie industrielle capitaliste développée au cours des derniers siècles est de *nature linéaire* du point de vue des flux de matière et d'énergie : les ressources sont déconnectées des déchets, les cycles ne se bouclent pas.

Reconstruire les systèmes de production en imitant la production naturelle de la biosphère est la clef pour sortir de la crise écologique : *les métabolismes linéaires insoutenables doivent se transformer en métabolismes circulaires*. « Les systèmes naturels bénéficient de 3500 millions d'années d'expérience de création de systèmes de recyclage efficaces et flexibles. Pourquoi l'industrie devrait elle réinventer la roue ? », se demande Gil Friend⁴.

A tous les niveaux la biomimesis apparaît comme une bonne idée socioécologique et économique-écologique :

- *Une écologie industrielle* imitant les cycles fermés des matériaux dans la biosphère ;
- *Des agro-écosystèmes*, beaucoup plus proches des écosystèmes naturels que de l'agriculture chimique industrielle ;
- *Une biotechnologie* compatible avec l'environnement avec des biomolécules artificielles si nécessaire mais guidées par les procédés de la nature, etc.

Il faut ajouter que l'idée de biomimesis est étroitement reliée au principe de précaution : pour nous éloigner des

³En dehors de cette source d'énergie primordiale d'énergie naturelle n'existent que les phénomènes d'énergie gravitationnelle (qui influence les marées) ou géothermique (sources thermales).

⁴Cité par Ramon Pastor, « Introduction au concept d'écologie industrielle », dans la Première conférence européenne d'Ecologie industrielle (Forum environnemental Ecomed-Pollutec), Barcelone, 27 et 28 février 1997.

modèles de la nature, il faut des raisons beaucoup plus solides et une connaissance beaucoup plus fiable que pour la suivre⁵.

Un temps de rodage

Une objection surgit immédiatement face à la stratégie de biomimesis : ne réactualiserions nous pas la vieille tradition du droit naturel ou des éthiques d'empreinte naturaliste qui prétendent déduire leurs valeurs du monde naturel (ou de certains de ses traits).

Il n'en est pas question. Il s'agit d'imiter la nature non parce qu'elle serait un « maître moral » mais parce qu'elle fonctionne. La biosphère est un « système d'écosystèmes » parfaitement ajusté après des millions d'années de rodage, d'autoréparation, de réajustement darwinien continu et d'adaptation mutuelle (coévolution) : Elle n'est pas statique et se maintient dans une stabilité dynamique grâce à de subtils mécanismes de rétro-alimentation négative que les cybernéticiens savent apprécier à leur juste valeur. *Le naturel n'est pas supérieur moralement ou métaphysiquement à l'artificiel, il comporte simplement plus de temps de rodage.*

Contre le pansociologisme qui nie la distinction entre nature et société

Une autre objection contre la biomimesis est celle qui refuse la distinction entre nature et société : comment imiter la nature alors qu'aujourd'hui on ne peut plus la différencier de la société ? C'est la position de Manuel Arias Maldonado dans une polémique contre l'idée de soutenabilité forte : « Toute différenciation entre le naturel et le social est aujourd'hui impraticable, en particulier vis-à-vis de la soutenabilité. La fusion de la société et de la nature dans l'environnement

⁵ Sur le principe de précaution voir Jorge Riechmann et Joel Tickner, *El principio de precaucion : de las definiciones a la practica*, Icaria, Barcelone 2002.

suppose que la soutenabilité est l'ordonnement des relations de la société avec son entourage, alors que pour cette même raison nous pouvons affirmer qu'il s'agit d'un auto-ordonnement social, ou de l'ordonnement d'un aspect du social : l'environnemental⁶ ».

Les sociologues environnementaux « constructivistes⁷ » partagent largement cette idée. Ce pansociologisme, sous prétexte de nécessité et d'évidence, représente un parti pris idéologique. Il faut reconnaître que l'existence de la nature sylvestre non contaminée s'est réduite corrélativement à l'expansion des systèmes socio-économiques humains dans la biosphère, à l'augmentation du pouvoir de la technoscience et à l'appropriation de l'espace par les sociétés riches. J'ai moi-même soutenu ce point de vue à de nombreuses occasions⁸. Mais de là à soutenir qu'aucune distinction ne puisse être faite entre le naturel et le social, il y a un pas que nous refusons de franchir. J'affirme la possibilité de distinguer le meilleur et le pire entre le naturel et le social par la décision des être humains de limiter ou non leur impact sur la biosphère. Cette décision est entre nos mains.

Les cinq principes de bases de la soutenabilité

A partir de la biomimesis, d'un fonctionnement des écosystèmes nous pouvons suggérer cinq principes de bases pour la reconstruction écologique de l'économie :

1. Vivre du soleil comme source énergétique ;

⁶Manuel Arias Maldonado est professeur à l'Université de Malaga, il est l'auteur de « Sustentabilidad, democracia y politica verde », exposé au Premier Congrès Ibéroaméricain d'Ethique et de Philosophie politique, Alcalá de Hénarès, 16-20 septembre 2002.

⁷ On en trouve de nombreux exemples dans Michael Redclift et Graham Woodgate, *Sociologia de l'environnement*, MacGraw et Hill, Interamericana de Espana, Madrid 2002.

⁸Jorge Riechmann, « La crisis ecologica : un desafio para los trabajadores », dans Jorge Riechmann et Francisco Fernandez Buey, *Trabajar sin destruir : Trabajadores, sindicatos y ecologia*, Eds. HOAC, Madrid 1998, p. 78-79.

2. Boucler les cycles de matières premières ;
3. Eviter de transporter loin les matières premières ;
4. Eviter les xenobiotiques comme les contaminants organiques persistants ou les OGM ;
5. Respecter la biodiversité.

Le premier de ces principes, *vivre du soleil*, est évident. La source d'énergie inépuisable qui nourrit pratiquement toute la vie sur terre doit être aussi celle qui nourrit les cycles productifs de l'économie humaine. Les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) s'épuisent alors même que le climat de la planète change. Notre civilisation industrielle doit changer sa base énergétique. La seule économie reproductible à long terme sera celle basée sur les énergies renouvelables. Ceci nécessite une « stratégie solaire » pour la sortie des combustibles fossiles et de l'énergie nucléaire, et pour la *construction d'un système énergétique basé sur les énergies renouvelables* (solaire thermique, solaire photovoltaïque, éolien, biomasse, etc.) Les réserves encore existantes d'énergies fossiles doivent être considérées comme « un filet de sécurité » pendant le temps de cette transition⁹.

Boucler les cycles de matières

Les « déchets sont de la nourriture » (*waste equals food*). Ce slogan puissant est proposé par Williams Mc Donough et Michael Braungart¹⁰ pour suggérer de façon plastique des cycles de vie de produits et de matériaux allant « du berceau

⁹Dans cette perspective voir les deux livres de Herman Scheer (*Estratègia solar*, Plaza y Janés, Barcelone, 1993 ; et *Economia solar global*, Galaxia Gutenberg, Barcelone, 2000, traduit en français : *Le solaire et l'économie mondiale*, Actes sud, 2001) et les deux autres de Emilio Menéndez (*Las energias renovables: un enfoque politico ecologico*, et *Energias renovables, sustentabilidad y creacion de empleo*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 1997 et 2001, respectivement).

¹⁰William McDonough et Michael Braungart : « The next industrial revolution », *The Atlantic*, octobre 1998 (version électronique sur <http://www.theatlantic.com/issues/98oct/industry.htm>).

jusqu'au berceau »¹¹. Une économie écologisée ferait la distinction entre deux types de « métabolisme économique » : d'un côté un métabolisme biologique parfaitement biodégradable, sans toxiques dans l'absolu, de l'autre côté un métabolisme industriel en cycles fermés, sans se mélanger avec le métabolisme biologique. Ainsi, tous les produits de l'économie seraient classifiés comme nutriments biologiques ou nutriments techniques¹². L'objectif dans tous les cas est d'obtenir un résidu zéro¹³.

Le troisième principe conseille de ne pas transporter trop loin. Dans la nature le transport vertical (propre au règne végétal) prédomine nettement sur les le transport horizontal (privilège des animaux) et le transport horizontal sur de longues distances est une rareté absolue¹⁴. Les cycles biologiques qui prévalent sur terre sont ceux du monde végétal. « Les écosystèmes naturels ayant été organisés majoritairement sur la base des cycles verticaux et fermés, ils se retrouvent inadaptés à supporter des mouvements horizontaux massifs comme ceux que génèrent le système actuel de transport. Ses structures primordiales (sol superficiel, communautés végétales, interconnexion écologiques, etc.) présentent une grande fragilité face à l'accroissement des déplacements horizontaux. En conséquence, le transport doit s'ouvrir des passages à travers les écosystèmes terrestres en les fractionnant et les appauvrissant »¹⁵.

Appliquer le principe de la biomimesis signifie minimiser le transport horizontal à grande distance et essayer de recentrer les systèmes humains sur le territoire. Le développement

¹¹ William Mc Donough et Michael Braungart, *Cradle to cradle: Remaking the Way We Make Thing*, North Point Press, New York 2002. Les auteurs sont aussi associés dans un cabinet de design industriel (<http://www.mbdc.com>).

¹² Mc Donough et Braungart : « The next industrial revolution », *op.cit.*

¹³ Sara Del Rio, « Residuo cero », *Boletín Greenpeace*, 2002/III, p. 30-31

¹⁴ Antonio Estevan et Alfonso Sanz, « Las raíces del conflicto entre el transporte y el medio ambiente », dans son livre *Hacia la reconversion ecológica del transporte en Espana*, Los Libros de la Catarata, Madrid 1996.

¹⁵ Estevan et Sanz.

soutenable est un développement autocentré, la production propre est une production de proximité.

En quatrième lieu, nous devons éviter les produits xenobiotiques. C'est-à-dire les produits chimiques ou les organismes produits artificiellement et étrangers aux systèmes naturels. Les études récentes montrent comment de minuscules quantités de contaminants peuvent causer des effets désastreux sur les systèmes biologiques : ce que nous avons appris dans les années 90 sur les modifications hormonales invite à l'extrême prudence¹⁶.

Respecter la diversité est le cinquième principe de base. La grande diversité qui caractérise la vie sur notre planète à tous les niveaux – gènes, organismes, populations, écosystèmes – est une garantie de sécurité dans un monde changeant. Pour cette raison là aussi, la biomimesis est un bon principe d'orientation : l'économie humaine doit se construire en respectant les singularités régionales, matérielles et écologiques des lieux.

Cycles de matériaux fermés, sans contamination ni toxicité, mus par l'énergie solaire, adaptés à la diversité locale : voilà l'essence d'une économie soutenable. En matière de production industrielle il suffit de parler de *production propre*¹⁷.

Les équilibres déséquilibrés

La notion de biomimesis permet – ou facilite pour le moins – de dissiper l'équivoque du concept d'économie en état stationnaire (*steady-state economics*) introduit par les économistes classiques (comme Ricardo ou Mills). Ce concept important dans le débat sur l'écologisation de la société est soutenu depuis plusieurs années par Herman E. Daly (économie en équilibre).

¹⁶ T. Colbom, J.P. Myers, D. Dumanovski : *Nuestro Futuro robado*, Ecoespana Editorial, Madrid 1997.

¹⁷ Estefania Blount, Luis Clarimon, Ana Cortes, Dolores Romano et Jorge Riechmann (coord.) : *Industria como naturaleza. Hacia la produccion limpia*, Los Libros de la Catarata, Madrid.

En effet, la connotation de la stagnation, de l'arrêt de l'a recherche à tout prix de l'amélioration humaine donne du poids à cette idée d'économie stationnaire. Mais si nous pensons en terme de biomimesis, l'équivoque disparaît : « l'état stationnaire, comme la biosphère, ne concerne que les cycles de matériaux et les flux d'énergie à travers le système économique et laisse s'exprimer la dynamique évolutive, le surgissement continue du nouveau et la diversité qui enrichit l'expérience. Tout le contraire en réalité de la stagnation : une succession de « quasi-équilibres » permanents en mouvement que nous pouvons considérer comme un « équilibre métastable ».

La crise écologique nous conduit à réfléchir en terme de déséquilibres : déséquilibres énergétiques, territoriaux. D'un autre côté, comme l'écrit le sociologue environnemental Graham Woodgate, « nous devons accepter que nous n'atteindrons jamais la soutenabilité parce qu'il s'agit d'un processus et non d'un état ou d'une position d'équilibre qui puisse se maintenir indéfiniment »¹⁸.

Alors ? Une image pour soutenir la soutenabilité : l'équilibriste sur la corde raide. Equilibre dynamique : le funambule doit avancer pour se maintenir en équilibre. On entrevoit la nécessité de (re)construire un filet de sécurité sous l'équilibriste. L'expansion du développement des capacités humaines va de concert avec une puissante autolimitation du métabolisme entre les sociétés humaines et la nature. C'est ce point d'équilibre que nous pouvons nommer développement soutenable. Mais quel équilibre ?

Rappelons-nous que pour le physicien et prix Nobel Ilya Prigogine, les systèmes vivants et la biosphère dans son ensemble sont « des systèmes éloignés de l'équilibre » qui disposent de « structures dissipatives » efficaces pour s'extraire du désordre. En termes thermodynamiques, *l'équilibre est la mort*. Par ailleurs, depuis la publication du livre de l'écologiste Daniel Botkin, *Discordant harmonies*, nous ne

¹⁸ Graham Woodgate, *Sociologia del medio ambiente*, McGraw-Hill, Madrid 2002.

pouvons plus employer l'expression « équilibre écologique » avec ingénuité. Comme l'écrit Ramon Folch, *l'équilibre écologique* est une « figure poétique pour évoquer l'interaction systémique entre les composantes d'un écosystème. C'est une métaphore sacralisée par les amoureux des simplifications et des fondamentalismes. Au mieux il n'a jamais existé »¹⁹.

Nous devons penser un meta-équilibre en proportion de nos déséquilibres vitaux. Une idée essentielle dans ce contexte est de laisser une marge à l'incertitude. Nicholas Georgescu-Roegen écrivait en 1972 : « celui qui croit pouvoir dessiner un plan pour le sauvetage écologique de la société humaine ne comprend pas la nature de son évolution, ni de son histoire qui est celle d'une lutte permanente de formes nouvelles et non celle d'un processus physico-chimique prévisible et contrôlable comme cuire un œuf ou envoyer une fusée sur la lune ». Ramon Margalef ajoute : « c'est comme si la nature se réservait toujours le droit d'introduire des éléments absolument imprévisibles et capables de bouleverser nos schémas ».

Nous devons laisser des marges à l'incertitude et à la contingence parce que nous essayons d'orienter l'évolution de systèmes complexes alors que nous n'avons aucune certitude sur les résultats à venir. Cela veut dire que si le maximum soutenable d'un lieu de pêche pour une espèce de poisson est de 10 000 tonnes, il sera prudent de se limiter à 5 000 tonnes et de ne pas croire que les banques de germoplasma ne sont pas la bonne alternative à la conservation de variétés végétales *in situ*.



¹⁹Folch, *Diccionario de socioecología*, Planeta, Barcelone 1999.