



HAL
open science

Vivant parmi les vivants

Philippe Grandcolas

► **To cite this version:**

Philippe Grandcolas. Vivant parmi les vivants. Humanité bio-inspirée, une autre approche (eds. Chapelle G & Raskin K). Le Cherche Midi éditeur, Etablissement public du Palais de la découverte et de la Cité des sciences et de l'industrie Paris, pp.12-31, 2020. hal-03048048

HAL Id: hal-03048048

<https://hal.science/hal-03048048>

Submitted on 9 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Grandcolas P. (2020). Vivant parmi les vivants. In: *Humanité bio-inspirée, une autre approche* (eds. Chapelle G & Raskin K). Le Cherche Midi éditeur, Etablissement public du Palais de la découverte et de la Cité des sciences et de l'industrie Paris, pp. 12-31.

1 – VIVANT PARMIS LES VIVANTS

TOUT AU LONG DE LEUR HISTOIRE, LES ÉCOSYSTÈMES ET LES ESPÈCES QUI LES COMPOSENT ONT COMBINÉ DURABILITÉ ET ADAPTABILITÉ DANS LEUR ÉVOLUTION. CETTE DYNAMIQUE LEUR A PERMIS À LA FOIS DE DÉVELOPPER LEUR ÉNORME DIVERSITÉ, GAGE DE RÉSILIENCE, ET DE REBONDIR DANS DE NOUVEAUX DÉPLOIEMENTS APRÈS CHAQUE ÉPISODE D'EXTINCTION PLUS OU MOINS MASSIVE. CE TISSU D'INTERDÉPENDANCE À L'ÉCHELLE DE LA PLANÈTE EST TOUTEFOIS MIS À MAL PAR LE DÉVELOPPEMENT DE LA CIVILISATION THERMO-INDUSTRIELLE ET DE L'ÉNORME PRESSION ENVIRONNEMENTALE QU'ELLE EXERCE, ET ENCORE PLUS VITE DEPUIS UNE CINQUANTAINE D'ANNÉES, AU POINT DE NOUS AVOIR MENÉS À L'AUBE DE LA SIXIÈME EXTINCTION DE MASSE, SUR FOND DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES RAPIDES.

Philippe Grandcolas, écologue et systématicien, directeur de recherche CNRS, directeur de l'Institut de Systématique, Biodiversité, Évolution. Muséum national d'histoire naturelle

La diversité du Vivant semble infinie : 4 milliards d'années d'évolution, environ 10 millions d'espèces sur notre planète aujourd'hui, un millier d'espèces de bactéries dans un centimètre cube de sol de nos jardins, 600 espèces d'arbres dans un hectare de forêt sudaméricaine, plus de 5000 protéines différentes dans une seule cellule vivante, des réseaux alimentaires avec des milliers de connections dans les écosystèmes même les plus simples, des pompes à carbone dont les flux se comptent en tératonnes ...

Notre esprit peine à prendre la mesure de cette incroyable diversité. Tout d'abord, il faut bien reconnaître que nous ne nous en soucions pas beaucoup. Notre anthropocentrisme nous pousse à nous penser unique, supérieur et dominant au dessus du Vivant. Nous admettons aujourd'hui que la Terre tourne autour du soleil mais nous avons encore du mal à envisager que les écosystèmes ne tournent pas spontanément autour des populations humaines ! Ces écosystèmes, nous les voyons souvent comme des milieux passablement amorphes, dans lesquels la Vie compense aisément nos déprédations ... jusqu'au jour où nous passons leurs points de rupture.

Mais nous devons aussi comprendre que nos sens nous trompent : nos yeux ne nous permettent pas d'appréhender la réelle diversité du Vivant. Trop petits, les organismes microscopiques échappent à notre vue et nous commençons tout juste à comprendre leur importance, bien au delà de leur rôle dans les maladies infectieuses. Trop lents, les changements dus à l'évolution biologique ne sont pas perçus aisément, un peu comme les mouvements des aiguilles d'une montre qu'un rapide coup d'œil ne détecte pas. Et enfin pas assez palpables, les interactions entre organismes pourtant omniprésentes, mais que seules des études écologiques minutieuses arrivent à quantifier.

Notre médiocre perception de la biodiversité est d'autant plus gênante que notre environnement est entré dans une phase de crise gravissime. Notre action directe sur le climat et sur la biodiversité engendre une crise majeure d'extinction à l'échéance de quelques décennies. Face à la crise de la biodiversité, nous devons maintenant nous réapproprier toutes ces dimensions du Vivant qui nous échappent, les étudier assidument et nous en inspirer pour bâtir des sociétés plus durables. C'est peut être le plus grand défi de l'histoire de l'Humanité, un défi d'une telle ampleur qu'aucune société n'a encore relevé ni même imaginé.

Que voyons nous du Vivant?

Nous prêtons surtout attention à ce qui est grand ou bien visible. Ainsi, beaucoup d'espèces charismatiques sont-elles géantes, de la baleine à l'éléphant, en passant par les requins ou les félins, ou bien encore colorées comme les papillons, les fleurs ou les poissons récifaux. D'obscurs et ternes petits champignons ou des vers marins sont rarement un sujet de fascination ou d'attention !

Mais notre perception du Vivant est aussi passablement manichéenne. Le peu que nous voyons ou que nous considérons, nous l'aimons ou nous le détestons, sans juste milieu. Nous aimons les animaux charismatiques comme l'éléphant, le lion ou encore l'abeille domestique ou le grillon du foyer, d'un élan spontané, et nous souhaitons leur survie et leur bien-être. Nous détestons avec une égale vigueur les organismes qui nous répugnent ou que nous percevons comme des agresseurs, qu'il s'agisse des moustiques, des blattes ou des rats, par exemple. Peu de place dans tout cela pour des approches raisonnées pour le Vivant, prenant en compte les réelles contributions des écosystèmes pour nos sociétés ou la valeur intrinsèque – patrimoniale – de la biodiversité.

Cette vision manichéenne est très loin de refléter le monde réel. Les organismes que nous adorons ne sont pas toujours bénéfiques à tous égards ; ainsi les abeilles domestiques élevées en trop grand nombre peuvent-elles entrer en compétition avec les abeilles sauvages pourtant également très utiles en terme de pollinisation. Les organismes que nous détestons et que nous voudrions voir disparaître nous rendent pourtant parfois des services ; ainsi les moustiques, par exemple, nourrissent-ils les oiseaux insectivores qui contribuent par ailleurs à bien des équilibres dans les populations d'Insectes en général. Ou encore, les microbes que nous hébergeons peuvent être tour à tour infectieux ou auxiliaires selon les situations.

Notre attitude trop affective ou trop manichéenne vis à vis du Vivant nous porte tort de multiples manières. Nous ne percevons pas toute sa diversité ou nous ne voulons pas la considérer. C'est vrai même pour la Science qui est souvent biaisée dans ses connaissances et centrée sur l'Homme de manière souvent bien naïve ou risquée. Elle privilégie l'étude des grands vertébrés ou des arbres à celle des Insectes pourtant infiniment plus nombreux et au moins aussi influents. La Science reconnaît ainsi aujourd'hui deux millions d'espèces et pourtant, toutes les évaluations statistiques nous indiquent qu'il en existe au moins cinq fois plus sur le globe terrestre. Une grande campagne d'étude sur les océans du globe a ainsi récemment révélé 90000 espèces inconnues d'organismes planctoniques et chaque étude réalisée en forêt tropicale

apporte son tribut de centaines d'espèces encore inconnues pour la Science. Des méthodes statistiques nous permettent de prédire l'ampleur de cette diversité ou de calculer parfois son influence globale sur les écosystèmes. Elles ne nous permettent pas pour autant de bénéficier de toutes les contributions que la connaissance détaillée de cette biodiversité nous apporterait. Ainsi la structure de tel insecte ou telle molécule dans une plante sont-elles potentiellement porteuses d'enseignements potentiels futurs pour notre société, pour les sciences des matériaux, la pharmacie ou l'agriculture. C'est ce que l'on appelle la valeur d'option de la biodiversité par analogie avec un concept provenant des sciences économiques. Ne pas chercher à connaître voire détruire une portion majeure de cette biodiversité inconnue est une attitude à très courte vue, comme de détruire un capital dont nous ne percevons même pas encore les intérêts.

Le Vivant évolue

A notre échelle d'observation, nous avons la sensation fallacieuse que la biodiversité est stable et qu'en matière de changement rapide, seules des disparitions d'espèces se profilent. Et pourtant aucun organisme n'est immuable. Tous évoluent et changent de constitution génétique, de forme et de comportement au fil des générations. Il y a modification génétique incessante des parents aux descendants, du fait des mutations génétiques, de la reproduction sexuée et de la fusion des gamètes mâles et femelles. Chaque individu reproducteur a en outre des chances inégales de survie : certains individus sont d'emblée défavorisés par les caractères qu'ils portent, lorsqu'ils sont confrontés à un environnement donné. C'est le principe de la sélection naturelle, telle qu'il a été expliqué par Charles Darwin. Des individus différents avec des chances différentes de survie et de transmission de leurs caractères constituent ainsi des lignées qui évoluent et divergent par rapport à leurs ancêtres communs.

Ces changements évolutifs nous semblent lents et nous les assimilons souvent à des stéréotypes tels que la diversification et l'extinction des dinosaures, à l'échelle de millions d'années. Et pourtant, l'évolution est un phénomène permanent qui se déroule souvent sous nos yeux en quelques années. On peut citer quelques exemples bien connus, comme l'apparition de résistance aux antibiotiques chez les bactéries ou aux pesticides chez les insectes des cultures. Dans la même veine, une belle étude récente a ainsi montré que la forme du bec des mésanges et son déterminisme génétique avaient changé en quelques années dans des populations différentes aux Pays Bas et au Royaume Uni. La raison en était la forme différente des mangeoires dans ces deux pays, favorisant à chacun de ces endroits des individus avec une constitution génétique et une forme du bec particulières, plus « adaptée » aux mangeoires locales.

L'évolution ne procède pas pour autant vers toujours plus de complexité, d'efficacité ou d'optimalité dans l'absolu. En réalité, l'adaptation est relative aux conditions du moment, dans la limite de la constitution des organismes et de leur plasticité. Une adaptation est en outre bien souvent une sorte de bricolage suboptimal réalisé à partir de structures héritées d'un ancêtre. Et enfin, un organisme est au total un compromis entre d'innombrables adaptations. On voit que l'on est loin de l'idée du progrès évolutif triomphant selon laquelle les organismes s'adaptent de plus en plus et deviendraient toujours plus complexes. Une vieille vision naïve du monde faisait ainsi référence à une « échelle de la Nature ». Selon cette échelle, l'évolution aurait ainsi

progressé des organismes simples unicellulaires vers les plus complexes, l'Homme culminant au sommet naturellement ! Cette vision est le comble de l'anthropocentrisme, la Terre au centre du système solaire et l'Homme au sommet du Vivant ... Chaque organisme peut être en fait remarquablement adapté à certains égards dans son mode de vie habituel. Une bactérie nous surpasse par exemple par sa résistance physique à la pression ou à la température et par ses populations colossales, un oiseau ou un poisson par leurs capacités de déplacement dans leur milieu. Nous pouvons quant à nous nous targuer d'être cognitifs et culturels, quoique certains oiseaux ou des chimpanzés soient également capables de fabriquer outils et médicaments et de transmettre des cultures !

En matière d'évolution, si l'environnement change beaucoup ou soudainement, des organismes se révéleront moins adaptés. Ils pourront même disparaître brutalement si leur vitesse d'adaptation de génération en génération est surpassée par celle du changement environnemental. C'est ce qui se passe massivement lors des crises d'extinction de la biodiversité. La prodigieuse diversité générée par l'évolution a donc changé au cours des temps, avec des bouffées de diversification ou d'extinction.

Depuis quelques décennies, nous entrons ainsi dans une crise extrêmement importante avec des probabilités très fortes d'extinction d'un dixième voire d'un quart du Vivant d'ici 2040. D'autres crises ont déjà eu lieu dans les temps géologiques anciens et on en compte ainsi cinq majeures depuis l'Ordovicien, il y a 445 millions d'années. La crise actuelle a néanmoins deux caractéristiques uniques : sa rapidité fulgurante sur quelques décennies (comparée aux milliers ou millions d'années des crises des temps géologiques) et son origine humaine. Les crises précédentes ont été causées par des phénomènes cosmiques ou planétaires, tels que la chute d'un astéroïde, une variation majeure du régime solaire ou encore la dérive des continents. La crise actuelle est tout simplement causée par notre influence dramatique sur les écosystèmes. Nous convertissons et exploitons sans vergogne les milieux naturels (forêts coupées et remplacées par des savanes ou des cultures, désertification, arrachage des haies, milieux humides asséchés, etc.), nous les polluons, nous modifions le climat par la libération massive de gaz à effets de serre. Et enfin nous transportons des milliers d'espèces exotiques d'un continent à l'autre, espèces qui envahissent les écosystèmes et éliminent des espèces locales.

La Vie survivra et s'adaptera certainement à cette crise comme aux précédentes sur une période de temps très longue, de l'ordre de milliers ou de millions d'années. La grande question que l'Humanité devrait maintenant se poser concerne son propre confort voire sa propre survie jusqu'à ce que le Vivant se relève de cette crise. Nous sommes tellement habitués aux services que nous rend la Nature dans notre vie quotidienne que nous n'imaginons pas un environnement dans lequel ces services ne seront plus fournis spontanément faute de biodiversité. Par exemple, que penser d'écosystèmes dans lesquels les régulations de populations ne se feront plus avec pour résultat la pullulation d'antagonistes variés (vecteurs de maladie, ennemis des cultures, etc.) ? Que penser de milieux dans lesquels les cadavres ou les faeces d'animaux s'accumuleront, où l'air et l'eau ne seront plus disponibles en qualité acceptable pour l'Homme ? Nous voyons déjà quotidiennement autour de nous les prémisses de telles difficultés sans mesurer leur signification. Très près de nous pourtant, il est déjà patent que certains captages d'eau ne sont plus potables. Des milliers de personnes fragiles meurent chaque année de la pollution atmosphérique ou des îlots de chaleur liées à la dévégétalisation des villes. Des

maladies tropicales transmises par des moustiques exotiques font leur apparition en Europe. Et enfin les chaînes alimentaires de nos écosystèmes européens totalement tronquées ou déséquilibrées provoquent pullulations et dommages divers. A cet égard, comment ne pas comprendre les conséquences évidentes du carnage orchestré de nos petits prédateurs ou omnivores (renards, blaireaux), l'introduction répétée de grands herbivores pour des raisons récréatives ou encore la baisse dramatique des populations d'oiseaux ou d'insectes qui devraient se réguler mutuellement ? Bien évidemment, notre qualité de vie a considérablement augmenté ces dernières décennies, à de multiples égards, malgré l'état de plus en plus détestable des écosystèmes : C'est le fameux « le paradoxe de l'environnementaliste » qui est souvent appelé à la rescousse par des scientifiques ou des technocrates pour justifier une fuite en avant technologique. Cependant, combien de temps encore avant que la destruction croissante des écosystèmes et le déclin de leurs services ne nous rappelle à l'ordre ?

Quelques règles remarquables de fonctionnement du Vivant

Du fait de la débauche de formes, de couleurs et de fonctions dans le Vivant, nous le pensons prodigue voire gaspilleur, ce qui nous rend malheureusement encore plus enclin à gaspiller nous-mêmes. En réalité, le Vivant est beaucoup plus frugal et économe que nous ne l'imaginons ! La diversité du Vivant est d'autant plus remarquable qu'elle est en fait toujours basée sur la combinaison de quatre éléments atomiques principaux, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, éléments avec lesquels la vie a fabriqué le plus gros de sa matière pendant des milliards d'années. Les chaînes alimentaires se sont construites sur des interactions complexes entre végétaux ou plancton, herbivores, carnivores sans oublier les parasites. Mais elles dépendent toutes à la base d'une production primaire végétale ou planctonique considérable réalisée grâce à l'utilisation efficace de l'énergie solaire avec la photosynthèse. Il n'y a pas là de débauche ou de gâchis, d'autant que le recyclage fonctionne à plein : dès que de la matière organique est disponible, elle est utilisée ou recyclée par tout une série d'organismes d'une efficacité redoutable. Qu'il s'agisse des champignons mycorhiziens associés aux racines des arbres ou des insectes ou acariens du sol, tous prennent possession immédiatement de ce qui est disponible.

Mentionner ces organismes tirant ensemble parti du disponible nous rappelle une autre règle du Vivant, l'interaction omniprésente : aucun organisme n'est seul et n'interagirait qu'avec son seul environnement physique ! Chacun interagit en fait avec une multitude d'autres espèces, antagonistes (prédateurs, parasites) ou simplement associées, l'arbre avec ses champignons racinaires, la fleur avec ses pollinisateurs, l'Homme avec sa flore intestinale, etc. Contrairement à nos croyances qui érigent en règle imaginaire la survie du plus apte dans une sorte d'enfer vert voué à la compétition, la Nature s'organise au moins autant sinon plus autour de situations plus positives telles que le mutualisme, ou tout simplement l'équilibre entre mutualisme et compétition. Etre capable de survivre, se reproduire plus et mieux transmettre ses traits – le principe de l'adaptation et de la sélection naturelle – passe autant par la « coopération » ou le mutualisme qui se révèlent beaucoup plus avantageux pour la survie que la compétition dans bien des circonstances !

Accepter les règles du Vivant : un défi pour l'Humanité

Construire des sociétés durables est un enjeu crucial pour l'Humanité qui est maintenant confrontée à une crise majeure de l'environnement. Pour y arriver, nous devons absolument comprendre que nous sommes partie du Vivant. Nous sommes vivants, nous sommes même vivants pluriels avec nous-mêmes et notre microbiote, c'est à dire les milliards de microorganismes indispensables que nous hébergeons en notre sein. Nous nous nourrissons du Vivant, nous dépendons du Vivant pour l'air que nous respirons ou l'eau que nous buvons, tous deux recyclés et épurés dans les écosystèmes. Mais le Vivant nous offre aussi bien plus, avec ses innombrables sources d'inspiration.

S'inspirer du Vivant n'est pas seulement une affaire d'ingénierie astucieuse qui copierait opportunément quelques « trouvailles » de la Nature, tels les « scratches » inspirés des graines adhérentes ou les vitres autonettoyantes inspirées des feuilles perlantes de plantes aquatiques. S'inspirer du Vivant c'est aussi comprendre ses règles de constitution et de fonctionnement. Le Vivant est divers, c'est sa grande force ; la complexité des systèmes écologiques basés sur des interactions en tous sens entre des espèces aux fonctions écologiques même partiellement redondantes les rend résilients et évolutifs. Même des espèces rares assument parfois des rôles très importants et la quantité ne fait pas la qualité ! Faire simple n'est pas nécessairement un gage de pérennité. Interagir et mutualiser est toujours plus durable. Le Vivant est riche et pourtant il se comporte de manière frugale et recycle efficacement. Encore un enseignement possible pour nos sociétés humaines si prodigues et gaspilleuses. Le Vivant évolue, ce que nous oublions trop souvent et cela lui permet de s'adapter à des conditions changeantes en faisant de nombreux compromis. Nous devrions cesser de penser qu'un design est parfaitement optimal, à tout jamais ou en toutes circonstances. Adaptation signifie bien souvent changement. Dans une telle perspective, la notion de progrès est trompeuse et nous devrions cultiver une éthique de l'optimalité relative, aussi bien pour la Nature que pour nos propres réalisations.

POURSUIVRE

Bapteste, E. (2018) Tous entrelacés ! Des gènes aux super-organismes: les réseaux de l'évolution. Belin, Paris.

Benyus J.M., 2016. Biomimétisme: Quand la nature inspire des innovations durables. Rue de l'échiquier, Paris.

CSPNB, 2012. La biodiversité à travers des exemples, services compris. MEDDTL. 184 p.

Fortin C., Lecointre G. & Bénéteau A., 2009. Guide critique de l'évolution. Belin, Paris.

Maclaurin, J., Sterelny, K. 2008. What is biodiversity? University of Chicago Press, Chicago.

Selosse, M. A. (2017) Jamais seul – Ces microbes qui construisent les plantes, les animaux et les civilisations. Acte Sud, Arles.