
Quel futur pour la biodiversité ?

Gilles Boeuf est professeur
à Sorbonne Université, Laboratoire Arago,
Banyuls-sur-mer et président du conseil
scientifique de l'Agence française
pour la biodiversité.

*Cet article a été rédigé à Cap Sciences
(Bordeaux) en septembre 2018.*

Dans un contexte général d'un numéro de cette revue dédié à la nouvelle économie à mettre en place pour beaucoup mieux supporter les grandes questions du développement de l'humanité aujourd'hui, il apparaissait judicieux de consacrer un chapitre à la biodiversité. Il est clair en effet que quand nous abordons les problèmes auxquels nous faisons face, ressortent très vite les questions de l'utilisation et du gaspillage de l'eau, de la pollution généralisée, du climat qui change et de l'effondrement de la biodiversité²³. Immédiatement, la question de l'énergie apparaît aussi fédératrice pour aborder l'avenir de nos systèmes de vie.

Il nous faut surtout bien préciser que beaucoup d'événements, très récents pour certains comme le départ du ministre de la Transition écologique et solidaire, ces tribunes d'intellectuels, scientifiques, artistes, citoyens dans *Le Monde* ou dans *Libération*, durant l'été 2018, pour « sauver la planète » face à

²³ Gilles Boeuf, *La Biodiversité, de l'océan à la cité*, Paris, Collège de France/Fayard, 2014.



une urgence de plus en plus intensément vécue, se précipitent et insistent tous sur le fait que l'on ne peut pas continuer comme cela. Et pourtant, ce n'est pas la planète qui demande assistance (elle a 5 milliards d'années, et continuera bien encore, sans doute sans nous!), mais bien sûr l'humanité qui se trouve dessus et qui se révèle toujours incapable de prendre urgemment les mesures à mettre en place! Et pourquoi cela? Nicolas Hulot insistait bien sur *France Inter* ce matin du 28 août 2018, sur ses gigantesques difficultés au sein d'un gouvernement à faire admettre la priorité indiscutable de ces sujets: ils ne sont pas secondaires, si on ne les résout pas, plus rien ne pourra fonctionner! Il parlait d'avancées « à petits pas » et Marc Fontecave, du Collège de France, lui répondait dans *Le Monde* du 4 septembre que nous ne pouvions pas faire différemment, face aux énormes défis, intellectuels, technologiques et géopolitiques. Quand il était encore ministre, en mai puis en juillet derniers, Nicolas Hulot s'était très justement indigné à l'Assemblée nationale puis lors de la révélation du « Plan biodiversité » face à la non-réactivité de l'ensemble des humains, tant au niveau gouvernemental que de la population en général. Il disait le 4 juillet: « L'homme est une arme de destruction massive du vivant »! Lors de son école d'été, le Medef consacrait une table ronde au thème « Sale temps pour la planète », le 28 août et quelques jours après l'IUCN (International Union for Conservation of Nature) consacrait deux journées à Fontainebleau, à l'occasion de

son soixante-dixième anniversaire, pour rappeler son combat incessant pour préciser l'état de dégradation du vivant. The Village abordait massivement ces sujets lors de sa réunion, organisée par le journal *La Tribune*, à Saint-Bertrand-de-Comminges sous l'égide de Thierry Marx, les 31 août et 1^{er} septembre, événement auquel participaient politiques, entreprises et scientifiques. Et enfin Climax Darwin à Bordeaux, du 7 au 9 septembre, avec Edgar Morin et Jane Goodall, dédiait aussi sa session 2018 à la biodiversité, avec 40 000 participants et de nombreuses tables rondes. Alors comment pouvons-nous analyser tout cela et enfin répondre sérieusement aux injonctions du ministre?

Qu'est-ce que la biodiversité ?

Rappelons tout d'abord ce qu'est réellement la biodiversité. Le mot « biodiversité » (en anglais, *biodiversity*), contraction de « diversité biologique », a été créé en 1985 par des écologues de l'École de biologie de la conservation américaine. Ce terme est souvent assimilé à la diversité spécifique, c'est-à-dire l'ensemble des espèces vivantes, bactéries, protistes (unicellulaires à noyau), *fungi* (« champignons »), végétaux et animaux d'un milieu. Mais cette diversité du vivant est bien plus que la seule pluralité spécifique, incluant à la fois les espèces et leur abondance relative. La biodiversité a été définie comme étant « toute l'information génétique comprise dans un indi-

vidu, une espèce, une population, un écosystème », mais nous nous attachons à la caractériser également comme étant l'ensemble de toutes les interactions établies entre les êtres vivants, entre eux et avec leur environnement. Il s'agit en fait de la fraction vivante de la nature !

Ainsi, la Vie a été capable de différencier depuis ses origines une infinité de formes de vie qui se sont « associées » pour construire les écosystèmes en relations étroites avec leur milieu. Sur ce laps de temps, le vivant a été capable d'élaborer largement plus d'un milliard d'espèces. Certaines sont apparues puis ont disparu, quand d'autres nous accompagnent encore aujourd'hui. Durant des milliards et des centaines de millions d'années, tout a évolué sous la pression des facteurs abiotiques – température de l'eau et de l'air, salinité de l'océan, lumière, rythmicité des saisons... – et biotiques du milieu, de la compétition et des relations entre espèces, des facteurs liés au vivant comme la nourriture, de sa composition et de sa disponibilité. Après des centaines de millions d'années, durant lesquelles les grands facteurs de l'environnement ont été les moteurs de l'évolution du vivant et de ses capacités adaptatives, une époque récente, dénommée « anthropocène », terme proposé par le lauréat du Prix Nobel de chimie Paul Crutzen en 2000, révèle la présence de l'humain comme étant la plus grande force évolutive sur cette planète. Et bien entendu, quand on cite l'humain, il n'est pas seul car constamment accompagné de ses plantes nourricières

(agriculture) et de ses animaux domestiques (élevage). Il y a plus de biomasse de vaches que d'humains sur la Terre !

Nous estimons aujourd'hui à un peu plus de 2 millions le nombre d'espèces connues, décrites, et déposées dans les musées, tous groupes confondus. Et sans doute en existe-t-il au moins dix fois plus, encore à découvrir. Mais nous n'en aurons pas le temps, car au rythme actuel de 18 000 nouvelles espèces par an, il nous faudrait encore... mille ans, et tout s'en va trop vite !

LA BIODIVERSITÉ S'EN VA, ELLE S'EN VA IRRÉMÉDIABLEMENT...

Alors, comment est la situation sur le « front » de la biodiversité ? Difficile, très difficile ! Et c'est la même chose sur le « front » du climat ! Les scientifiques ne sont pas là pour désespérer les gens, les culpabiliser, les rendre irraisonnablement inquiets : ce n'est pas une stratégie qui fonctionne, on l'a souvent vu. Par contre, des choses doivent être dites et affirmées dans un monde frénétique ou tout s'entremêle, et envahi de « *fake news* ». La biodiversité s'en va, elle s'en va irrémédiablement... C'est un fait patent ! Et le climat change, il change beaucoup trop vite !

Quel est l'état de la biodiversité ?

Il avait été calculé lors de la publication du Millenium Ecosystem Assesment en

2005 des taux d'extinction de l'ordre de grandeur de 200 à 1 000 fois le taux d'extinction moyen, calculé sur les fossiles sur les derniers 60 millions d'années²⁴. Ceci a été révisé depuis (200-300 fois) et nous nous attachons moins actuellement à ces calculs, il faut le reconnaître bien imprécis, qu'à préciser concrètement des taux d'effondrement du nombre des individus dans les populations sauvages de plantes et d'animaux. Et ici, comme nous avons les données avant et après et sur des temps parfois très courts, quelques dizaines d'années, c'est beaucoup plus fiable et tout simplement... ahurissant ! Les données de 2017 et 2018 sont incroyables, même pour les scientifiques... Nous donnons l'alerte depuis maintenant vingt ans, le premier papier sur ces questions dans une revue de très haut niveau, *Science*, date de 1997 : Vitousek et ses collaborateurs alertaient alors sur le gaspillage de l'eau, les plantes invasives, les effondrements de populations d'oiseaux, la surpêche, les excès d'azote en agriculture, les transformations des terres et les émissions de CO₂. Des papiers plus récents (2009 et 2015) revenaient sur ces notions et tentaient de préciser les limites du système Terre : ils concluaient (école de Rockström en Suède²⁵) au fait que nous avons déjà dépassé certaines limites,

pour le climat, l'eau, l'azote et surtout la biodiversité, mais que la situation était aussi préoccupante pour le phosphore, ou encore l'acidification de l'océan.

Alors, quelles sont les dernières nouvelles et devons-nous quitter notre tranquillité ? Au dernier Colloque mondial sur la résilience (le quatrième), à Marseille, fin juin 2018 (publication à venir), Hubert Mazurek et Boris Cyrulnik proposaient un remarquable programme sur de grandes thématiques actuelles comme le génocide du Rwanda, l'attentat du Bataclan, ou encore l'inceste, et aussi une session sur la résilience des écosystèmes. Pour toutes ces questions, face à un trauma profond, comment un individu, une population peuvent-ils résilier ? Où en est la biodiversité ? Un fait certain pour toute situation d'agression est de ne pas disparaître et de survivre : on ne peut résilier si on est mort ! À une phase de résistance peut faire suite une phase de résilience et alors à quel coût, environnemental et économique, par quelles souffrances et sur combien de temps ? Le vivant a déjà connu dans le passé d'intenses phases d'extinctions massives des espèces, en fait une soixantaine depuis 800 millions d'années (Ma), dont cinq majeures. La plus intense s'est produite il y a 251 Ma, établissant la frontière entre ères primaire et secondaire, avec la disparition des coraux tabulés et des trilobites. La cinquième, il y a 65,5 Ma, a entraîné la disparition des dinosaures et des ammonites et marque la limite entre ères secondaire et tertiaire. La résilience peut

24 Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and human well-being: synthesis*, Washington, DC, Island Press, 2005.

25 W. Steffen *et al.*, « Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet », *Science*, 2015.

être très longue. Par exemple, de deux espèces d'oursins ayant survécu à la troisième crise, il faudra 50 Ma pour parvenir à 80 espèces. Et nous en avons 700 aujourd'hui, connues dans toutes les mers du monde et bien sûr diversifiées à partir des deux espèces d'origine. Ainsi en va la vie...

Aujourd'hui, la situation est très préoccupante et de nombreuses publications ont fait couler beaucoup d'encre ces derniers mois : Ceballos et ses collaborateurs parlent d'annihilation des vertébrés²⁶, Hallmann *et al* de la perte de plus de 75 % des insectes volants en Allemagne sur 27 ans²⁷, un autre rapport allemand de la disparition de 15 % des oiseaux sur 12 ans. En France, l'étude du CNRS de Chizé et du Muséum national d'histoire naturelle conclut à la perte de 30 % des oiseaux sur 15 ans dans nos espaces agricoles ! C'est ce qui avait amené le ministre à cette indignation devant l'Assemblée nationale en mai 2018. Les pratiques de l'agriculture productiviste sont clairement mises en cause avec l'augmentation de l'usage de pesticides et d'insecticides chimiques, les excès d'engrais et la destruction systématique des sols. Nous renvoyons le lecteur au rapport émis récemment par le conseil scienti-

fique de l'Agence française pour la biodiversité, en juillet 2018.

Par ailleurs, les nouvelles sur le front du climat ne sont pas meilleures : tout change très vite, trop vite. Et l'influence des activités humaines apparaît de plus en plus marquée²⁸. Les écosystèmes tropicaux, qui contiennent plus de 75 % de la biodiversité spécifique (90 % des oiseaux terrestres) de la planète sont très affectés, forêts tropicales, rivières et récifs coralliens par exemple. Ces écosystèmes sont particulièrement menacés, sujets à des stress interactifs, des espèces invasives, la déforestation, la surpêche, le changement climatique et aussi une démographie galopante et de graves impacts socio-économiques associés à une mondialisation impressionnante, une faible gouvernance de ces États (corruption) et une faible capacité adaptative. Une vigoureuse réaction locale, nationale et internationale est requise urgemment pour prévenir un effondrement de cette biodiversité encore si riche²⁹. De plus, si encore aujourd'hui les forêts tropicales apparaissent relativement neutres en matière de piégeage et d'émission de carbone, leur dégradation et la déforestation constantes vont déclencher des émissions

26 Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich et Rodolfo Dirzo, « Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines », *PNAS*, 2017.

27 Caspar A. Hallmann *et al.*, « More than 75 percent decline over 27 years in total flying insects biomass in protected areas », *PLOS One*, 12 (10), 18 octobre 2017.

28 P. Kokic *et al.*, « A probabilistic analysis of human influence on recent record global mean temperature changes », *Climate Risk Management*, 3, 2014, p. 1-12; Benjamin D. Santer *et al.*, « Human influence on the seasonal cycle of tropospheric temperature », *Science*, 361, 2018, p. 245-256; William J. Randel, « The seasonal fingerprint of climate change », *Science*, 361, 2018, p. 227-228.

29 J. Barlow *et al.*, « The future of hyperdiverse tropical ecosystems », *Nature*, 559, 2018, p. 517-526.

et interdire pour les fragments restants de jouer leur rôle de capture de CO₂ de l'atmosphère³⁰. Le but assigné par l'accord de Paris (12 décembre 2015) apparaît de plus en plus inatteignable.

En mer, la situation n'est pas plus enviable. Le réchauffement climatique soutenu entraîne le déclin de la productivité marine provoqué par une inversion des vents, l'augmentation de la température de surface, la disparition de la glace de mer et un transfert rapide des nutriments vers les eaux profondes. La productivité de surface décline de 24 % et l'absorption de carbone de 41 % (taux calculés pour 2 300). La productivité en poissons chutera globalement de 20 % et même de 60 % dans l'Atlantique nord. Sans action sur le système et une sérieuse baisse des émissions de CO₂, la productivité marine pourrait même s'effondrer³¹. Il nous faut donc impérativement maintenir la collecte de données à partir des flottes de pêche ou des bateaux de commerce. Les systèmes d'identification automatique (*Automatic ship identification systems*) ont permis entre 2011 et 2016 de traquer les positions des navires et de préciser que 55 % de la surface océanique du globe était exploitée. L'Organisation maritime internationale s'en est emparée et a pu développer une cartographie des routes maritimes et une évalua-

tion de l'impact des bruits des bateaux sur les mammifères marins ainsi que le suivi des flottes en relation avec les événements climatiques. L'outil est très précieux pour l'estimation des fluctuations des pêcheries, les impacts sur le changement climatique et les adaptations des pêcheurs, redoutablement efficaces, aux migrations des stocks³².

LE CHANGEMENT DOIT VENIR DES CONSOMMATEURS EUX-MÊMES

Une intéressante étude publiée dans la revue *Science* durant l'été 2018 approche l'influence de la production et de la consommation de viande sur le changement climatique dans le monde³³. Les auteurs précisent que la consommation globale augmente, elle explose par exemple en Chine. Les types de production influent considérablement sur l'environnement et la consommation sur l'état de santé des populations. Il est clair que la consommation doit diminuer si l'on veut continuer à nourrir 8, 9, voire 10 milliards d'humains demain. Si le pic de consommation est déjà passé pour les grands pays développés, celle-ci continue d'augmenter ailleurs et l'on voit bien que le changement doit venir des consommateurs eux-

30 Edward T. A. Mitchard, « The tropical forest carbon cycle and climate change », *Nature*, 559, 2018, p. 527-534.

31 J. Keith Moore *et al.*, « Sustained climate warming drives declining marine biological productivity », *Science*, 359, 9 mars 2018, p. 1139-1143.

32 E. Poloczanska, « Keeping watch on the ocean », *Science*, 359, 23 février 2018, p. 864-865.

33 H. Charles J. Godfray *et al.*, « Meat consumption, health, and the environment », *Science*, 361, 20 juillet 2018.

mêmes. La production de viande contribue pour 15 % aux émissions de CO₂ et est la principale responsable des émissions de méthane, un gaz dont l'effet de serre est beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone.

Une autre étude précise en avril 2018 que même si on aime plus particulièrement certains grands mammifères, ils ne sont malheureusement, et étrangement, pas en meilleure situation que les autres³⁴ ! Les auteurs ont retenu les dix « plus charismatiques » animaux, du tigre au gorille en passant par la girafe, en retenant l'usage de leur nom dans la vie de tous les jours (marques, présence dans les zoos, les articles, les livres, les films, mentions diverses...). Et alors que le public pense (parce qu'il les voit partout) qu'ils sont dans un excellent état de conservation, avec des populations prospères, ils se trouvent bien malheureusement tous en danger critique d'effondrement. Il reste 7 % des tigres, 8 % des lions et 9 % des guépards par rapport au niveau connu des populations historiques. Certaines sous-espèces ont déjà disparu. On a massacré en quelques dizaines d'années 62 (Afrique) à 85 % (Asie) des éléphants, entre 52 et 97 % des girafes (selon les régions et espèces) ! Une enquête auprès de la population révèle une méconnaissance totale de la situation. Ne pourrait-on pas tenter d'assurer une survie (en respectant leurs

34 Franck Courchamp *et al.*, « The paradoxical extinction of the most charismatic animals », *PLOS Biology*, 12 avril 2018.

zones de vie) de ces espèces en réservant un important fond financier pour alimenter études, réserves et inculquer dans l'esprit du public leur respect ?

Quelles seront les conséquences de l'effondrement de la biodiversité ?

Alors que se passera-t-il si tout cela s'en va³⁵ ? L'étude d'Urban et de ses collaborateurs abordait soigneusement en 2016 les effets du changement climatique sur l'évolution de la biodiversité³⁶. La température affecte directement le métabolisme des individus et déclenche les migrations, vers le nord dans l'hémisphère nord, vers le sud dans l'autre. La biodiversité est bien évidemment affectée par ce climat qui change trop vite, mais aussi en retour, son effondrement modifie le climat (surpêche en mer et effondrement du phytoplancton, déforestation tropicale et boréale sur les continents). Une forêt « sait faire pleuvoir » : sans forêt, pas de pluie ; sans pluie, pas d'agriculture ; et les humains s'en vont, mais où ? Nous assistons en ces années à de gigantesques mouvements du vivant, tant en mer que sur terre : plantes, animaux et humains...

L'humain ne peut pas se passer de la biodiversité, nous ne mangeons et ne coo-

35 Bradley J. Cardinale *et al.*, « Biodiversity loss and its impacts on humanity », *Nature*, 486, 7 juin 2012, p. 59-65.

36 M. C. Urban *et al.*, « Improving the forecast for biodiversity under climate change », *Science*, 353, 9 septembre 2016.

pérons qu'avec du biologique. Notre corps est composé à 75 % d'eau à la naissance, aux deux tiers plus tard ; il y a autant de bactéries dans et sur nous ; un tiers de nos gènes est commun au phytoplancton, les deux tiers à la mouche, 98 % au chimpanzé ; nous partageons notre lit avec 1 à 2 millions d'acariens. Nous sommes totalement immergés dans cette biodiversité. Les maladies nosocomiales à l'hôpital sont un exemple extrême opposé : dans une salle « trop propre », une seule espèce de bactérie prolifère et se révèle alors mortelle, résistante à tous les antibiotiques !

Ce besoin profond de biodiversité est essentiel. Que seraient nos activités économiques sans le tourisme, la gastronomie ou encore l'industrie du luxe en France, toutes ces activités reposant sur un maintien d'une biodiversité prospère ? Nous venons de ce vivant, nous lui appartenons et n'avons aucun avenir sans lui ! Chaque fois que nous l'agressons, nous nous agressons nous-mêmes. Ce n'est pas de la plus grande sagesse, pour une espèce qui s'est elle-même dénommée *sapiens* ! Quand serons-nous prêts à nous adapter à nous-mêmes³⁷, à contrarier nos défauts et à accepter nos limites³⁸ ? Abandonnons cette imprévoyance, cette arrogance et cette cupidité qui nous ont amenés à cette situation

sociale, sociétale, géopolitique si injuste et si inquiétante. Passons enfin de *faber* à *sapiens*, et vite !

37 J.-F. Toussaint, B. Swynghedauw et G. Boeuf, *L'homme peut-il s'adapter à lui-même ?*, Versailles, Quae, 2012.

38 G. Boeuf, B. Swynghedauw et J.-F. Toussaint, *L'homme peut-il accepter ses limites ?*, Versailles, Quae, 2017.