

XXXIII UNIVERSITAT D'ESTIU D'ANDORRA  
DEL 29 D'AGOST A L'1 DE SETEMBRE DEL 2016

Sessió del 31 d'agost del 2016

## L'HUMAIN DANS LA BIODIVERSITÉ

Gilles Boeuf

Professor a la Universitat Pierre et Marie Curie, Sorbonne Universités.  
És conseller científic del Ministeri de Medi Ambient, de l'Energia i del Mar  
i del Muséum national d'Histoire naturelle.

Professor convidat al Collège de France 2013-2014

Profesor en la Universidad Pierre et Marie Curie, Sorbonne Universités.  
Es asesor científico del Ministerio del Medio Ambiente, de la Energía y del Mar  
y del Muséum national d'Histoire naturelle.

Profesor invitado en el Collège de France 2013-2014

Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, Sorbonne Universités,  
Conseiller au Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer  
et au Muséum national d'Histoire naturelle.

Professeur invité au Collège de France en 2013-2014

**Per citar aquest article / Para citar este artículo / Pour citer cet article :**

BOEUF, Gilles. « L'humain dans la biodiversité » [en línia], a: Universitat d'Estiu d'Andorra (33a : 29 d'agost - 1 set., 2016 : Andorra la Vella). *Transformar el nostre món, l'agenda 2030 per al desenvolupament sostenible = Transformar nuestro mundo, la agenda 2030 para el desarrollo sostenible = Transformer notre monde, l'agenda 2030 pour le développement durable*. Andorra: Govern d'Andorra. Ministeri d'Educació i Ensenyament Superior. Universitat d'Estiu d'Andorra, 2018, p. 74-89 (978-99920-0-856-0) <<http://www.universitatestiu.ad/UEA2016>>

Un corps humain c'est au moins autant de bactéries sur la peau et à l'intérieur du corps que de cellules humaines. Un bébé humain à la naissance met environ deux ans à stabiliser sa flore intestinale, issue initialement du tractus génital de sa maman au cours de l'accouchement. Pour un nouveau-né, les  $\frac{3}{4}$  de sa masse correspondent à de l'eau ; pour un cerveau humain, c'est plus de 80 %. Toutes les cellules vivantes sont constituées d'eau liquide. Les premiers procaryotes (des cyanobactéries qui se sont développés dans l'océan ancestral vers 3,7 milliards d'années) baignaient dans l'eau de mer. Chez les pluricellulaires, elles baignent désormais dans un liquide interstitiel lui aussi composé d'eau. Si la vie a pu se développer sur Terre, c'est parce que l'eau y existe sous toutes ses formes, dont bien sûr la liquide.

Ainsi l'humain, qui s'est lui-même dénommé « *sapiens* » (K. von Linné, en 1758, l'homme « savant »), est en fait, en grande partie constitué d'eau et de bactéries. Comment imaginer alors qu'il puisse se passer de cette biodiversité, en forte régression depuis quelques décennies ? Il n'y a pas un humain et une nature à côté, il y a un humain profondément et indissociablement immergé dans cette nature. Nous devons absolument nous y faire. Le mot « biodiversité », contraction de « diversité biologique », a été créé en 1985. Ce terme est souvent assimilé à la diversité spécifique, c'est-à-dire l'ensemble des espèces vivantes : bactéries, protistes (unicellulaires), *fungi* (« champignons »), végétaux et animaux d'un milieu. Mais la biodiversité est bien plus que cela. Elle inclut à la fois les espèces, leur abondance relative et leurs interactions. En pratique, l'espèce est certes l'unité la plus commode d'utilisation, assimilée à une « unité de monnaie » identifiable et comptabilisable. Mais aujourd'hui la biodiversité doit être considérée bien différemment et ne peut être assimilée à de seuls inventaires ou catalogues d'espèces.

## **Alors, qu'est-ce que la biodiversité ?**

La biodiversité est partiellement définie par « *toute l'information génétique comprise dans un individu, une espèce, une population, un écosystème* » et nous nous attachons à la caractériser comme étant l'ensemble de toutes les relations établies entre les êtres vivants, entre eux et avec leur environnement. C'est en fait la fraction vivante de la nature.

La vie a été capable de différencier depuis ses origines, il y a quelques 3,9 milliards d'années dans l'océan ancestral, une infinité de formes qui se sont « associées », dans tous les sens du terme, pour construire les écosystèmes en relations étroites avec leur environnement. On peut imaginer aujourd'hui que sur ce laps de temps, le vivant ait été capable d'élaborer largement plus d'un milliard d'espèces – apparues puis disparues pour la plupart, d'autres nous accompagnant encore aujourd'hui – avec leur diversité de formes, de tailles, de couleurs, de mœurs, de spécificités, de traits, d'histoires de vie, d'adaptations infinies ... Si durant des milliards d'années, tout a évolué sous la pression des facteurs abiotiques (température et composition de l'air et de l'eau, salinité de l'océan, lumière, longueur du jour, rythmicité des saisons ...) et biotiques du milieu (les facteurs liés au vivant, tels que la nourriture, sa composition, sa disponibilité ... les compétitions et coopérations entre espèces), depuis une époque récente, dénommée « *anthropocène* », la plus grande force évolutive sur cette planète apparaît comme étant l'humain, associé à son cortège d'activités.

On peut aujourd'hui scientifiquement classer les différentes approches de la biodiversité dans :

- (1) l'étude des mécanismes biologiques fondamentaux permettant d'expliquer la diversité des espèces et leurs spécificités (ceci nous obligeant à « décor-tiquer » davantage les mécanismes de la spéciation et de l'évolution),
- (2) les approches prometteuses en matière d'écologie fonctionnelle et de bio-complexité, incluant l'étude des flux de matière et d'énergie et les grands cycles géo-biochimiques,
- (3) les travaux sur la nature « utile » (les « services rendus » par les écosystèmes du *Millennium Ecosystem Assessment* de 2005) pour l'humanité, dans ses capacités à fournir des éléments nutritionnels, des vêtements, des substances à haute valeur ajoutée (médicaments, produits cosmétiques, sondes moléculaires) ou à offrir des modèles originaux pour la recherche fondamentale, afin de résoudre des questions agronomiques ou biomédicales
- (4) la mise en place de stratégies de protection et de meilleure gestion pour préserver et maintenir un patrimoine naturel constituant un héritage naturellement attendu par et pour les générations futures.

Jacques Blondel redéfinit ainsi la biodiversité en 2007 selon trois grandes orientations : (1) un concept abstrait désignant la « variété de la Vie », (2) une

hiérarchie d'entités objectives organisées en systèmes, en perpétuelle évolution, animés d'une dynamique et assurant des fonctions et (3) une construction sociale, économique, juridique et politique dont les enjeux relèvent de cette interaction avec les sociétés humaines.

En fait, le terme « biodiversité » n'a échappé aux laboratoires d'écologie qu'en 1992, lors du second sommet de la Terre à Rio. Il est alors parti à la conquête du grand public, des médias et du monde politique. D'un point de vue opérationnel (Blondel, 2012), la biodiversité peut être considérée comme une priorité scientifique (comprendre sa genèse, ses fonctions et enrayer son érosion), un enjeu économique (les ressources biologiques et génétiques à valoriser et partager), un enjeu éthique (le droit à la vie (?) des espèces en interaction avec l'humanité) et un enjeu social (le partage des valeurs et des avantages), tous ces termes apparaissant dans la Convention sur la Diversité Biologique (CDB), acceptée à Rio en 1992 et ratifiée par 193 pays aujourd'hui. Les termes de la CDB ont été repris en détail lors de la Conférence des Parties à Nagoya au Japon en 2010. Elle assure non seulement la protection des espèces, mais prend aussi en compte les écosystèmes, le patrimoine génétique et l'utilisation durable des ressources naturelles. Ce n'est pas un Traité au sens du Droit international, car la Convention n'a pas de caractère contraignant. Mais dès le départ, sciences de la nature et sciences de l'homme et de la société se sont retrouvées intimement liées, ce qui s'avère indispensable pour analyser, comprendre, proposer, mieux gérer et avancer. La biodiversité fut encore à l'honneur lors du sommet mondial de Johannesburg sur le « développement durable » en septembre 2002, puis lors de la Conférence et de l'Appel de Paris en février 2007. L'année 2010 a été consacrée par les Nations Unies « Année internationale de la biodiversité », démarrée à la conférence de l'Unesco en janvier et poursuivie pour la France à Chamonix en mai, sous l'égide de Chantal Jouanno, alors secrétaire d'État à l'environnement, sous forme de conférence nationale « Quelle gouvernance pour réussir ensemble ? ».

La biodiversité a par contre été oubliée à la Conférence de Rio en 2012. Elle a été rapidement associée à la notion de développement durable (traduction pas très heureuse de l'anglais « *sustainable development* »), terme consacré par Madame Gro Harlem Bruntland, à l'époque Premier Ministre de Norvège, chargée par l'ONU de la *World Commission for Environment and Development* en 1987, ciblant « un développement qui satisfait les besoins de la

*génération présente tout en préservant pour les générations futures la possibilité de satisfaire les leurs* ». Nous sommes alors passés du terrain biologique au terrain politique !

## **Estimation et érosion de la biodiversité**

Si la vie a trouvé ses origines dans l'océan ancestral, il y a près de 4 milliards d'années, et que nous apprenons de mieux en mieux à connaître son évolution, l'une des questions essentielles aujourd'hui est de parvenir à une estimation objective de la diversité spécifique et de la biodiversité. Ce n'est pas un défi simple car tout évolue très vite et la destruction massive des milieux entraîne en permanence la disparition d'un nombre inconnu d'espèces. Linné, dénombreait au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle environ 12 000 espèces vivantes, végétales et animales. Nous en sommes aujourd'hui à un peu plus de 2 millions, recensées, décrites, déposées dans les Musées et « accessibles » à tous. Mais nous savons bien que nous sommes très loin du compte ! On décrit actuellement entre 16 000 et 18 000 nouvelles (inconnues jusque-là) espèces par an (dont 10 % sont issues du milieu marin). Qui sait le nombre réel d'espèces présentes aujourd'hui ? Combien de temps nous faudra-t-il encore pour « tout » décrire ? 800 ans ? 1000 ans ? En aurons-nous le temps ? Nous estimons que vivent aujourd'hui entre 1,5 et 2 % de toutes les espèces qui ont peuplé la planète depuis les toutes premières origines.

Les groupes vivants sont très diversement connus. Les grandes espèces ont été décrites en premier (la courbe reliant l'année de description et la taille de l'espèce est informative) ainsi que les espèces de taxons « intéressants » pour diverses raisons (« jolies », « utiles », « proches de nous », domestiquables, pestes agricoles, parasites, pathogènes, groupes ou espèces emblématiques ...). C'est extrêmement variable mais il est clair que chez les animaux par exemple, si nous « touchons probablement au but » pour les mammifères (il reste encore quelques chauves-souris, des petits rongeurs et des insectivores à découvrir ...), les oiseaux (moins d'une nouvelle espèce par an), les serpents et les lézards, les crocodiliens, les tortues ... il demeure un nombre considérable et très probablement insoupçonné d'espèces inconnues chez les nématodes, les mollusques, les arachnides, les crustacés et les insectes.

Pour les plantes « supérieures » dont les arbres, le catalogue n'est pas trop incomplet mais que dire des champignons, micro-algues (groupe extrêmement hétérogène), protistes, bactéries et virus ? Pour ces derniers, la vitesse d'évolution étant extrêmement rapide (plus de 2 millions de fois plus vite qu'un animal !), nous sommes d'ailleurs en droit de nous demander si les activités humaines ne sont pas plutôt en train d'en augmenter le nombre ? Mais, que représente la notion d'espèce chez un virus ou chez une bactérie ? L'expédition « Tara Océans » rapporte de son tour du monde, des centaines de milliers de séquences d'ARN correspondant à de petits eucaryotes (levures, « micro-algues », *fungi* ...). Comment les intégrer ?

Comment peut-on estimer la richesse en espèces ? Ceci est-il même indispensable si l'on veut obtenir des mesures fiables des taux d'extinction ? Certains auteurs ont proposé 8 à 10 millions d'espèces en 2011 pour l'ensemble de la planète, ce qui me paraît sous-estimé. L'idéal serait de compter une par une les espèces pour chaque biotope reconnu, mais c'est bien entendu irréalisable dans la grande majorité des cas. De fait, comment passe-t-on d'une liste d'espèces, même insuffisante, à une estimation de la biodiversité ? On pourrait évoquer la densité relative de chaque espèce, la position taxinomique, le statut trophique, la taille des individus ou des approches plus génétiques et écologiques comme le nombre d'allèles sur un même locus, leur fréquence relative, ou encore le degré d'hétérozygotie qui associe le nombre d'allèles et leur fréquence relative. On peut aussi identifier des biotopes dans des écosystèmes et des paysages et avoir une approche plus générale, plus adaptée pour une estimation globale. Tout dépend aussi de la qualité de mesure des interactions. En fait tout doit être tenté et c'est surtout à la confrontation des résultats et à leur cohérence que nous pourrions juger de la pertinence des différentes approches.

Or biodiversité et richesse en espèces ne sont pas synonymes ; la première dépend bien sûr de la seconde, mais elle inclut aussi les diversités génétique, phylogénétique, morphologique, physiologique, biochimique, endocrine, éthologique, écologique ... et toutes les associations possibles. Aujourd'hui on s'intéresse beaucoup à la  $\beta$  diversité (des taxons au-delà des espèces), à la phylogénie, aux échelles de répartition, à l'abondance des espèces et à leur fonctionnalité. La notion d'espèce « clé de voûte » a pris beaucoup d'importance, toutes les espèces n'ayant pas la même « valeur » fonctionnelle dans les écosystèmes. Comment se traduit une perte de fonction au sein

d'un écosystème en termes de perte de « services rendus » pour l'humain ? Et pour les autres espèces ? Il faut aller vite, tout se dégrade et malgré les efforts actuels, la tâche demeure immense.

L'UICN fait état, en 2013, de 865 espèces disparues sur les continents et de 18 dans les océans sur les cinq derniers siècles : il est beaucoup plus difficile d'affirmer une extinction dans l'océan ! Il est clair que ces chiffres sont fortement biaisés par la faiblesse de nos connaissances sur de nombreux groupes et la qualité insuffisante des données engrangées. D'autres travaux estiment les taux de disparition (selon les groupes) entre 50 et 600 fois plus rapides que les taux d'extinction « naturels attendus », calculés par les paléontologues sur les derniers 600 millions d'années. À ce rythme, et si nous ne changeons rien, la moitié de toutes les espèces de la Terre aura disparu avant la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. L'UICN estime que 3 600 espèces de végétaux supérieurs et 3 500 espèces de vertébrés (dont 25 % de mammifères) sont menacées dans le monde aujourd'hui. Les activités anthropiques n'ont jamais été aussi désastreuses et destructrices sur la biodiversité.

D'où la question posée en mars 2011 par Barnosky et ses collaborateurs dans la revue *Nature* « *La sixième grande crise d'extinction a-t-elle déjà démarrée ?* », causée par l'humain et son cortège d'activités, en un laps de temps très court. Il faut bien aussi distinguer les vraies extinctions, moins évidentes sur le court terme (quelques dizaines d'années), des effondrements de populations (mesurés en nombre d'individus ; rapports du WWF de septembre 2014 et d'octobre 2016) en accélération inquiétante sur les 50 dernières années (forêts tropicales, stocks halieutiques, pratiques agricoles intensives ...). À terme, ces fortes diminutions de stocks pourraient bien amener à de réelles extinctions. Plus de 50 % de tous les individus des populations de vertébrés ont disparu en 42 ans ! L'océan fait aussi aujourd'hui l'objet de graves surexploitations.

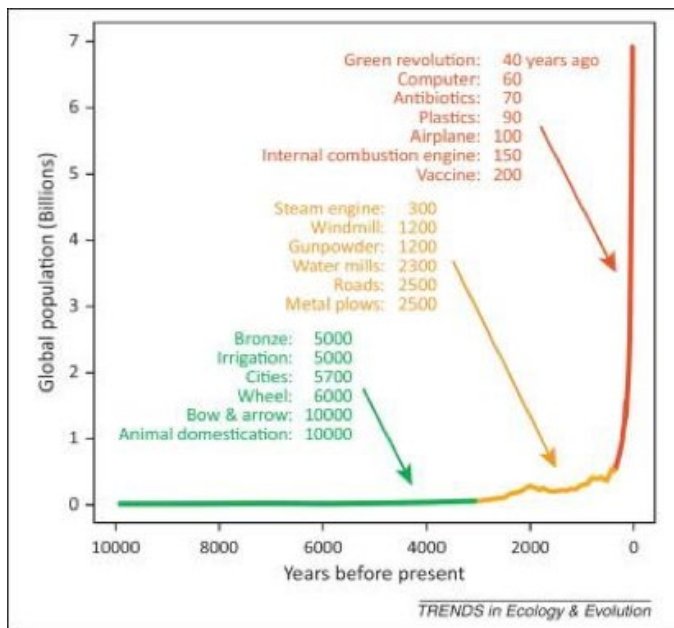


Figure 1 : interrelations démographique - progrès technologiques de l'humanité. Tiré de Nekola *et al.*, 2013, dans *Trends in Ecology and Evolution*, 28 (3).

En fait l'érosion de la biodiversité a explosé sous le poids de deux grandeurs : la démographie humaine et les activités anthropiques associées, par le biais des progrès techniques (figure 1). Aux balbutiements de l'agriculture, il y a quelque 10 à 12 000 ans, la Terre comptait environ 5 millions d'humains et toute leur biomasse et celle de leurs mammifères domestiques ne dépassait pas 1 % du total de la masse de tous les mammifères (5000 espèces connues). Aujourd'hui elle dépasse les 90 % ! En 1750, la population humaine est estimée à moins de 800 millions d'habitants, 3 milliards en 1960, 7 en 2012, 9 en 2040 : l'évolution de cette courbe dans les époques récentes est édifiante.

Les causes majeures de l'effondrement actuel de la biodiversité sont au nombre de quatre. La destruction et la pollution des habitats en expliquent les deux tiers. Les autres sont : la surexploitation des ressources naturelles (les ressources vivantes sont naturellement « renouvelables » mais l'humain interdit leur « renouvelabilité », les seuils d'exploitation étant largement dépassés), la dissémination anarchique d'espèces sur la planète (la « roulette écologique », devenant pour certaines invasives) et enfin le changement climatique.

## Alors, que faire ?

En fait, ce développement durable, si annoncé et discuté, l'est-il pour longtemps ? Et pourquoi protéger la diversité biologique ? Le fonctionnement optimal des écosystèmes nécessite-t-il cette diversité spécifique actuelle ? La question est d'importance. Chaque espèce est unique et irremplaçable : alors pourquoi accepterions-nous de perdre ce capital et de laisser disparaître la moitié des espèces vivantes en trois siècles ? Certains précisent que les écosystèmes tourneront aussi bien avec moins d'espèces mais alors, lesquelles sont « importantes » et comment les choisir ? Et saurons-nous faire cela ? De nombreux travaux démontrent ainsi que le paysage agricole peut représenter un important réservoir de biodiversité pour peu que l'on respecte un minimum d'exigences biologiques et écologiques. Il faut donc arrêter les monocultures intensives, exigeantes en engrais et pesticides, et cesser le gaspillage insensé actuel. La biodiversité augmente la productivité et préserve les écosystèmes à long terme tandis qu'une diminution de diversité végétale réduit la productivité. Une grande biodiversité aide à réduire la variabilité temporelle des écosystèmes en environnement fluctuant. Les travaux récents en écologie démontrent bien que plus un écosystème est structuré, organisé et très riche en espèces plus il est capable de faire face aux agressions et alors plus apte à résister et à résilier. Mais aujourd'hui la plupart sont dégradés et déjà en mauvaise santé !

Il faut améliorer nos analyses des populations et des habitats pour compléter nos connaissances sur l'évolution des milieux et mieux mesurer les extinctions réelles. Il est fort probable que la solution viendra d'un rapprochement harmonieux entre économie et écologie, une réelle et durable réconciliation. Quel est le coût économique de la pollution ? De la destruction des milieux ? De leur remise en état (quand cela est encore possible) ? De l'éradication des stocks vivants (normalement renouvelables, mais sollicités bien au-delà de leurs capacités de régénération), de la dissémination anarchique des espèces ? La nature a-t-elle un prix ? Quelle est la valeur économique de la diversité biologique, des biotechnologies associées, des ressources agro-sylvo-pastorales, des produits naturels en pharmacie ?

Le seul coût de la lutte contre les *Staphylococcus* résistants, induits par les pratiques humaines, dépasse les 30 milliards de dollars par an. Aujourd'hui,

40 % de l'économie mondiale reposent sur des produits biologiques et des processus écologiques. Comment négliger cela ? Nous ne mangeons et ne coopérons qu'avec du biologique ! De plus, la biodiversité joue un rôle fondamental dans les grands équilibres de la biosphère en matière de cycles biogéochimiques. Et il va falloir en plus compter avec le bouleversement climatique. Il n'y aura pas que la température de l'eau ou de l'air qui sera en jeu. La remontée du niveau de l'océan, son acidification ou son appauvrissement en oxygène vont également compter.

Les espèces seront par ailleurs soumises à une « traque à l'habitat » : celles qui le peuvent devront se déplacer. Dans les deux hémisphères, toutes migrent vers les pôles, tant en milieux continentaux qu'océaniques. Pour les ressources vivantes de l'océan, les mesures à prendre sont un effort de pêche raisonné et bien organisé, éventuellement appuyé par des libérations de juvéniles issus d'écloseries (mollusques, crevettes, poissons pour le repeuplement), des engins de pêche moins agressifs (moins de dragues, chaluts ...) et plus sélectifs, l'arrêt du gaspillage et des méthodes destructrices de capture, des zones de cantonnement, des arrêts biologiques, une forte diminution des productions de farines, une aquaculture soucieuse des lendemains, sans destruction massive d'écosystèmes côtiers, le remplacement par des protéines et lipides d'origine végétale dans l'alimentation des carnivores, un contrôle strict des échanges et introductions ... Tout ceci peut amener à des ressources aquatiques durables dans un respect de la qualité du produit mis sur le marché à un coût acceptable et au maintien des écosystèmes (en trente années, la crevetticulture a détruit des millions d'hectares de mangroves dans le monde) et de la biodiversité.

La perte de diversité biologique est aussi un réel problème de santé publique. Les micro-organismes sont au cœur du développement des populations humaines : plus la population croît et plus elle entre en compétition avec les autres espèces animales et végétales et plus elle risque d'entrer en contact avec des agents potentiellement dangereux auxquels elle n'a jamais été confrontée. La plupart des maladies infectieuses humaines ont un réservoir animal et nous continuons à être ciblés par de nouveaux pathogènes. Les interactions proches entre les faunes sauvage et domestique et l'homme créent des contraintes particulières, à surveiller spécialement. En fait les interactions avec la biodiversité se situent à divers niveaux : la mise en évidence de la biodiversité des pathogènes eux-mêmes, l'influence de la perte de diversité

biologique microbienne qui entraîne la sélection de souches pathogènes très résistantes et les transplantations et disséminations diverses de pathogènes.

De très nombreuses maladies dites « émergentes », SIDA, peste aviaire, SRAS, chikungunya, fièvre d'Ebola, maladie de Lyme, fièvre de Lassa, Hantaviroses, dengue, fièvre jaune, fièvre de la vallée du Rift, hépatite C, variante de Creutzfeld-Jacob ... sont de plus en plus préoccupantes. En fait ces agents pathogènes ne sont pas forcément nouveaux mais l'homme déclenche aujourd'hui d'exceptionnelles conditions de propagation et de virulence. Les concentrations gigantesques d'animaux élevés en univers concentrationnaire (porc ou volailles en batteries ...) et la multiplication des échanges intercontinentaux constituent une véritable bombe à retardement en matière de santé publique. Une biodiversité élevée est essentielle à la régulation de nos conditions environnementales et les milliers d'espèces réservoir et vecteur interagissent avec elle. Une biodiversité appauvrie entraîne une tolérance des écosystèmes à accueillir des pathogènes, c'est le « *decoy effect* ». Maladies infectieuses, allergiques et auto immunes sont concernées.

Un très fort conflit Nord-Sud s'est dégagé lors de l'élaboration de la Convention Internationale sur la Diversité Biologique en 1992 et les débats ont été tout aussi vifs à Nagoya en 2010 puis à Cancun en 2016. Comment prétendre imposer à des états en développement ou en émergence des règles de bonne conduite écologique alors que leur désir légitime de développement (le moins lent possible) est clair et que nous avons, pour notre part, commis les pires exactions dans un passé plus ou moins récent ? Certains pays développés continuent quand ils refusent de signer les accords internationaux qui sont pourtant essentiels pour la Planète. La forêt tropicale ne doit plus être agressée, encore moins disparaître. Il faut renforcer les zones protégées et ne pas ensuite, s'étant ainsi donné bonne conscience, laisser faire n'importe quoi ailleurs. Il faut une autre stratégie, intégrant la protection de la biodiversité au sein de la « nature ordinaire », et donc des interactions avec les autres activités humaines.

Comment redistribuer éthiquement et solidairement les retombées financières des richesses biologiques liées aux biodiversités régionales et locales ? Environ 50 % des molécules actives aujourd'hui utilisées en pharmacie sont issues ou synthétisées à partir de produits naturels. Pour les végétaux terrestres, plusieurs milliards de dollars sont dégagés chaque année à partir de divers composés (aspirine, quinine, morphine, réserpine, taxol ...). Pour

la seule vinblastine, puissant anti-tumoral, il s'agit de 100 millions de dollars par an tirés d'un extrait de la pervenche rose de Madagascar. Comment et pourquoi se priver de ces plantes terrestres et de ces animaux marins qui nous fournissent ces molécules d'intérêt pharmacologique ou cosmétique ou des modèles pour la recherche fondamentale ? La molécule-clé (en fait une cycline et une kinase) de la compréhension du phénomène de cancérisation n'a-t-elle pas été découverte (Prix Nobel de Timothy Hunt en 2001) grâce à ... l'étoile de mer et à l'oursin ?

Différentes techniques ont été proposées pour mesurer l'ampleur des impacts des pratiques présentes, par exemple celle de « l'empreinte écologique » qui mesure le fardeau imposé à la nature par un individu ou une population (exprimée en hectares de surface terrestre par habitant, nécessaires pour produire les ressources et éliminer les déchets). Pour amener tous les humains au niveau de vie européen (soit un peu plus de 5 ha), il faudrait ... trois Terres ! Mais il en faudrait onze pour atteindre le niveau de consommation des pays du Golfe Persique et plus de 80 si nous adoptons le mode de vie des dirigeants des pays développés, ou celui de leurs sportifs ou de leurs artistes de très haut niveau. L'équation n'est pas soluble.

L'écologie a été revisitée à travers des modèles économiques : les « services rendus » chaque année à l'humanité par divers écosystèmes ont été évalués à 33 000 milliards de dollars, soit près de deux fois le PIB de toutes les nations réunies par année. La conservation, couplée à des pratiques d'utilisation durable apparaît économiquement préférable à l'exploitation intense, les rapports consentis coût/bénéfice passent de 1 à 100 entre la « stratégie écologique » et celle d'une exploitation intensive. Des milliards de dollars sont dépensés chaque année pour remettre en état des cours d'eau pollués, ou re-végétaliser des espaces détruits mais combien d'interventions sont nécessaires et que coûtent-elles ? La seule perte des pollinisateurs nous coûterait plus de 180 milliards d'euros par an !

Un autre aspect, trop souvent négligé, correspond à la perception esthétique et éthique de la nature : R Barbault la pose dans son ouvrage (2006) sur une image : « *Pourquoi sauver l'éléphant d'Afrique ?* ». Comment passer de la vision utilitariste actuelle à des considérations différentes ? Quel humain peut et pourra vivre, aujourd'hui et demain, sans ces fabuleux ensembles (paysages et êtres vivants associés) encore présents aujourd'hui ? Pour combien de temps

encore ? Or on ne peut pas ne pas rappeler que ces considérations n'ont de sens que pour ceux qui n'ont pas à se préoccuper de ce qu'ils donneront à manger à leurs enfants le jour même ou le lendemain, ou qui ne sont pas obsédés par leurs seules conditions de survie immédiate ! La conclusion de la Conférence mondiale de Johannesburg en 2002 stipulait « ralentir l'érosion de la biodiversité pour 2010 » (et l'Union Européenne avait surenchéri : « stopper »). Nous en sommes loin et en 2010, l'échéance a été reportée à 2020.

La déforestation, la surpêche, la concentration des propriétés entre les mains de quelques-uns, rejetant les pauvres en zones périphériques, sur des terres marginales avec des droits d'usage précaires ne peuvent subsister : pauvreté, biodiversité et développement durable sont en relations étroites. Comment continuer ainsi dans un monde aussi égoïste où 20 % des humains « contrôlent, gèrent et consomment » 80 % des ressources ? Comment passer d'une économie anthropocentrée à une économie écocentrée où il serait impossible de construire de la richesse (très précaire et non soutenable !) sur la destruction systématique des écosystèmes et la surexploitation des ressources, vivantes et minérales ? Le paradoxe de notre société est que l'inégal accès à la consommation conduit riches et pauvres à aspirer à la poursuite de la croissance. Or l'horizon des décideurs politiques demeure très court, la prochaine élection a lieu dans quelques mois ou quelques années. En économie « classique », la nature n'a pas de valeur en elle-même, elle en acquiert seulement à travers le travail humain qui s'y exerce et il nous faut gérer les biens communs de manière coopérative, sinon on aboutit à leur destruction (cas de la pêche par exemple). Les pays du sud ont aussi le double droit à une part croissante des ressources biologiques et physiques de la planète et au rattrapage économique.

En fait l'une des actions fondamentales correspond à la mise en place d'une gouvernance mondiale pour beaucoup d'aspects qui sortent largement des frontières usuelles mais quel cadre politique local, régional, national, international ou mondial instaurer ? En vertu de quel droit et de quel comportement insensé sommes-nous en train de priver nos enfants (et nous-mêmes) de ce que la Nature a mis des milliards d'années à nous offrir ? En matière de protection de l'environnement, de développement durable et de gestion raisonnée des ressources, sans gaspillages inutiles et sans égocentrisme, il faut tendre à une gouvernance supranationale : établir un véritable Droit de la préservation de la Nature. Mais dans le système actuel de compétitions internationales

exacerbées, ce projet est-il réaliste ou est-ce un rêve insensé ? Nous posions cette question dès 2006 à Bruxelles lors du premier Colloque du Collège de France à l'étranger.

Aujourd'hui, après des centaines de millions d'années durant lesquelles les grands facteurs de l'environnement, la température, la salinité de l'océan, la composition de l'air ... ont été les moteurs de l'évolution du vivant et de ses capacités adaptatives, c'est bien l'humain et son cortège d'activités qui sont devenus la force essentielle ! En estimant les vitesses d'évolution, en tentant de prédire les trajectoires possibles et en planifiant les mécanismes à l'avance, nous pourrions sans doute fortement réduire l'impact de l'humain sur les espèces et les écosystèmes et sérieusement améliorer les coûts économiques et sociaux de nos activités sur la nature. Il n'y a pas d'agriculture durable, autre qu'écologique, il n'y a pas de santé durable autre qu'écologiquement fondée. Le capital naturel ne peut être indéfiniment appauvri et nous ne pouvons pas nous passer des services rendus par les écosystèmes. L'humain a aussi un besoin profond de communication étroite avec la nature. L'importance des sciences participatives prend un grand essor actuellement et permet une prise de conscience et une intensification de relations entre recherche publique et citoyens ; la bio-inspiration est également en pleine expansion, induisant d'autres approches des interrelations humain-nature. Une prise de conscience généralisée est en cours mais, pour nos habitudes et nos comportements, suivrons-nous un rythme de changement aussi rapide que celui des changements environnementaux que nous déclenchons autour de nous ? « L'Homme peut-il s'adapter à lui-même ? », telle est l'énigme que nous nous posions au Muséum en 2010 et au Collège de France en 2014. Saurons-nous enfin justifier, au cours du XXI<sup>e</sup> siècle, le terme de « *sapiens* » dont nous nous sommes affublés ?

## Quelques orientations bibliographiques

- Barbault, R. 2006. Un éléphant dans un jeu de quilles. Le Seuil, Paris, 270 p.
- Bœuf, G. 2014. Biodiversité, de l'océan à la cité. Leçons inaugurales du Collège de France, Fayard, Paris, 85 p.
- Cardinale, B J, *et al.*, 2012, Biodiversity loss and its impacts on humanity. *Nature*, 486, pp 59-65.
- Carleton, T A and S M Hsiang, 2016, Social and economic impacts of climate. *Science*, 353, 6504, aad 9837.
- Mitchell, R and Popham, F. 2008, Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study. *The Lancet*, 372, 1655-1660.
- Nekola, J C, *et al.* 2013. The Malthusian–Darwinian dynamic and the trajectory of civilization. *Trends in Ecology and Evolution*, 28 (3), 127-130.
- Palumbi, S R. 2001. Humans as the world's greatest evolutionary force. *Science*, 293, 1786- 1790.
- Swynguedauw, B. 2015. L'Homme malade de lui-même. Belin, Paris.
- Toussaint, J. F., B. Swynguedauw et G. Boeuf, 2012, L'homme peut-il s'adapter à lui-même ? Quae, Versailles.
- Urban, M. C., *et al.*, 2016, Improving the forecast for biodiversity under climate change, *Science*, 353, 6504, aad 8466.