



**HAL**  
open science

## Les différentes facettes de la biodiversité

Jane Lecomte, Pierre-henri Gouyon, Nicolas Delpierre, Catherine Larrère,  
Améline Vallet

► **To cite this version:**

Jane Lecomte, Pierre-henri Gouyon, Nicolas Delpierre, Catherine Larrère, Améline Vallet. Les différentes facettes de la biodiversité. Enjeux de la transition écologique, EDP Sciences, 22p, 2021, 978-2-7598-2662-9. 10.1051/978-2-7598-2661-2 . hal-03479032

**HAL Id: hal-03479032**

**<https://universite-paris-saclay.hal.science/hal-03479032v1>**

Submitted on 14 Dec 2021

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

# Chapitre 4

## Les différentes facettes de la biodiversité

Ce chapitre présente les différentes facettes de la **biodiversité** afin de mieux appréhender pourquoi et comment la préserver dans un contexte où elle est particulièrement menacée. Qu'elle se décline en termes d'**espèces**, de différenciation génétique au sein d'une **espèce** ou d'**écosystèmes** qui regroupent plusieurs **espèces** en interaction entre elles et avec leur milieu naturel, la **biodiversité** n'est pas une collection figée d'êtres vivants, mais est, au contraire, en constante évolution. La protéger, c'est donc préserver les processus évolutifs en même temps que, selon l'acception plus courante, c'est aussi préserver les **espèces** vivantes, qu'elles soient remarquables, domestiquées ou simplement ordinaires, mais aussi les espaces où elles vivent. Comme nous le verrons, les relations, que nous, humains, entretenons avec la nature au sens large, donnent lieu à différentes manières de concevoir sa préservation selon qu'on lui attribue une valeur intrinsèque, instrumentale ou relationnelle, ce qu'on appelle l'**éthique environnementale**. À la fin de ce chapitre, nous nous familiariserons, par exemple, avec la notion de service écosystémique, qui met en avant les bénéfices que les humains tirent du fonctionnement des **écosystèmes** et de la **biodiversité**, et qui contribuent à leur bien-être.

### 4.1. Qu'est-ce que la biodiversité ? – J. Lecomte et P.-H. Gouyon

#### 4.1.1. Petit historique et définitions – J. Lecomte

Selon Edward Osborne Wilson, scientifique américain connu comme le « père de la **biodiversité** » (Fig. 4.1), la naissance du terme « **biodiversité** » date d'un colloque qui s'est déroulé à Washington en 1986 et dont l'intitulé mentionnait le terme « BioDiversity ». C'est donc un néologisme issu de *Biological Diversity* ou Diversité biologique en français. Les communications lors de ce colloque avaient sensibilisé au

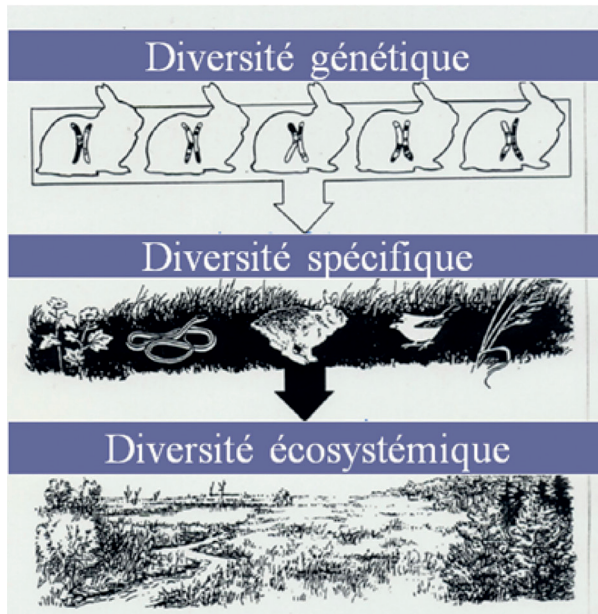
fait que l'accélération des extinctions d'**espèces** était pour la civilisation une menace qui venait juste après celle d'une guerre nucléaire. L'émergence de ce terme se situe donc à un moment où les humains sont perçus comme des éléments structurants de la **biosphère**, moment que certains nomment l'**anthropocène**.



**Figure 4.1:** Edward Osborne Wilson (Université Harvard) en 2003. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Edward\\_Osborne\\_Wilson](https://fr.wikipedia.org/wiki/Edward_Osborne_Wilson) (Creative commons 2.5, source: Jim Harrison).

Lors du **sommet de la Terre de Rio de Janeiro** en 1992, la communauté internationale rédige la Convention sur la Diversité Biologique (<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>) et les 189 états signataires s'engagent à la protéger. La diversité biologique y est alors définie comme la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les **écosystèmes** terrestres, marins et autres **écosystèmes** aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend donc la diversité au sein des **espèces** et entre **espèces** ainsi que celle des **écosystèmes**. Le terme **biodiversité** sera ensuite largement employé en lieu et place du terme diversité biologique. Dans cette définition, il est question de la diversité «au sein des **espèces** et entre **espèces** ainsi que celle des **écosystèmes**». La **biodiversité**, en tant que diversité de tout le vivant, est en effet classiquement structurée selon trois niveaux emboîtés: la **diversité génétique**, la **diversité spécifique** et la **diversité écosystémique** (Fig. 4.2).

Le premier niveau de **biodiversité** est la **diversité génétique** qui représente la variation génétique à l'intérieur des **espèces**, à la fois entre individus au sein d'une population et entre les populations d'une **espèce**, lorsqu'elles sont géographiquement séparées. La **diversité génétique** résulte du fait que les individus portent des formes très légèrement différentes de séquences d'ADN, les gènes, qui sont le support de l'information biologique. Un exemple de **diversité génétique** dans les populations humaines est la diversité des groupes sanguins. D'une manière générale, la **diversité génétique** permet aux **espèces** d'augmenter leur résistance aux maladies et leur potentiel de réponse à des conditions changeantes.



**Figure 4.2:** Les trois niveaux de la **biodiversité** : **diversité génétique**, spécifique et écosystémique (Source : Jane Lecomte).

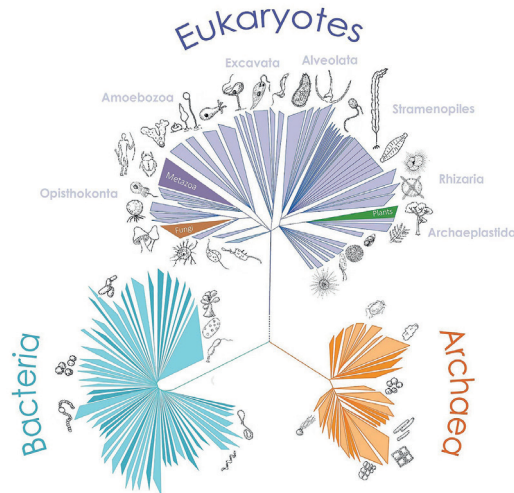
Le deuxième niveau, dit de **diversité spécifique**, concerne la diversité entre les **espèces**. La diversité entre les **espèces** est pour une grande part la résultante de tout un ensemble d'adaptations évolutives et écologiques des organismes à des environnements particuliers. L'histoire de la **biodiversité** peut être représentée par un arbre phylogénétique qui retrace les relations de parenté entre des groupes d'êtres vivants (Fig. 4.3). La **biodiversité** est répartie entre trois grands domaines d'organismes : les archées, les bactéries et les eucaryotes avec leurs charges respectives de parasites moléculaires : virus, plasmides, transposons, etc. On y distingue les organismes unicellulaires (bactéries, archées et **protistes**) et les organismes multicellulaires (plantes, champignons, algues et animaux). La diversité au sein des microorganismes est une part très peu explorée alors qu'elle représente une part non négligeable de cette diversité. En termes d'ordre de grandeur, on comptabilise en 2020 plus de 2 millions d'**espèces** inventoriées et on estime le nombre total d'**espèces** à environ 8 millions (IPBES, 2019) [1].

Si la notion d'**espèce** peut être un des indicateurs utiles pour évaluer la **biodiversité** à un instant donné, il n'est pas le seul et il ne permet pas de rendre compte de la nature dynamique de la **biodiversité**, celle-ci étant plus un processus dynamique qu'un état (voir 4.1.2).

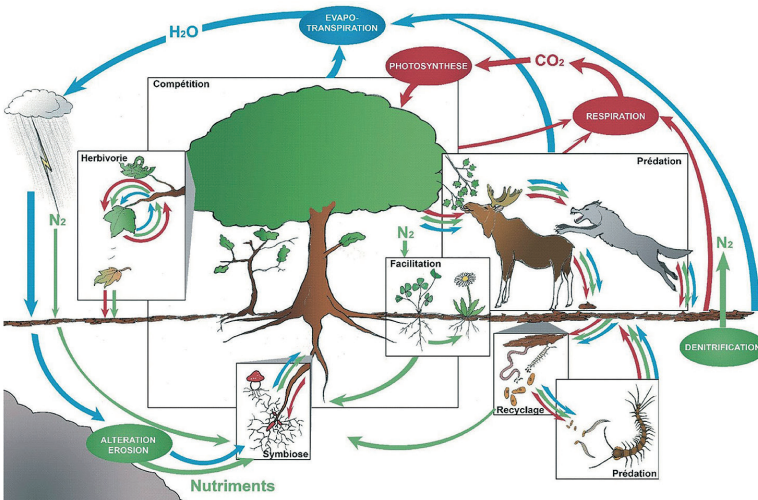
Le troisième niveau de **biodiversité** concerne la **diversité écosystémique** qui représente la diversité entre **écosystèmes**. Un **écosystème** correspond à des assemblages d'**espèces**, les communautés, en interaction entre elles (de prédation,



de compétition, de symbiose, de facilitation, etc.) et avec les différentes conditions physico-chimiques de leur environnement (Fig. 4.4). La **diversité écosystémique** est donc représentée à la fois par la diversité des êtres vivants au sein de leur milieu, ce qu'on appelle la **biocénose**, et par la diversité des caractéristiques du milieu de vie, ce qu'on appelle le **biotope**.



**Figure 4.3:** Exemple d'arbre phylogénétique. Les dessins illustrent des représentants des trois domaines du vivant (Archae, Bactéria et Eucarya) qui font partie de différents groupes d'organismes (noms en bout des « branches » – avec l'aimable autorisation de P. López-García).



**Figure 4.4:** Représentation schématisée des interactions et flux dans les écosystèmes [2]. Schéma I. Gounand. Source: N. Mouquet et al., *Regards sur la biodiversité*, SFE2, Regard R3 (2010). [<https://www.sfecologie.org/regard/regards-3-mouquet/>]

Le fonctionnement de la **biosphère**, c'est-à-dire de l'ensemble des êtres vivants et de leur milieu physico-chimique (climat, propriétés des sols, chimie des milieux aquatiques, etc.), est basé, d'une part, sur les interactions entre les organismes vivants et d'autre part, sur les interactions entre les organismes et les milieux physico-chimiques *via* les flux de matière et d'**énergie** qui passent par le vivant (**cycle de l'eau**, du carbone, de l'azote, Fig. 4.4). Autrement dit, les organismes vivants dépendent de leur milieu physico-chimique mais, réciproquement, ils influencent leur milieu physico-chimique. La **biosphère** est donc pilotée à la fois par des flux de matière et d'**énergie** et par les flux d'organismes, qui se reproduisent, meurent et évoluent, ce qui influence en retour le fonctionnement de la **biosphère** sur le long terme [3]. De nombreux travaux montrent que l'adaptation des organismes à un environnement changeant s'exprime plus favorablement en présence d'une forte **biodiversité**. Le maintien d'une grande diversité (génétique, spécifique, et écosystémique) et de nombreuses interactions, entre tous les niveaux de diversité comme au sein de chacun d'entre eux, est donc essentiel pour la viabilité des entités de la **biodiversité**, y compris celle des populations humaines.

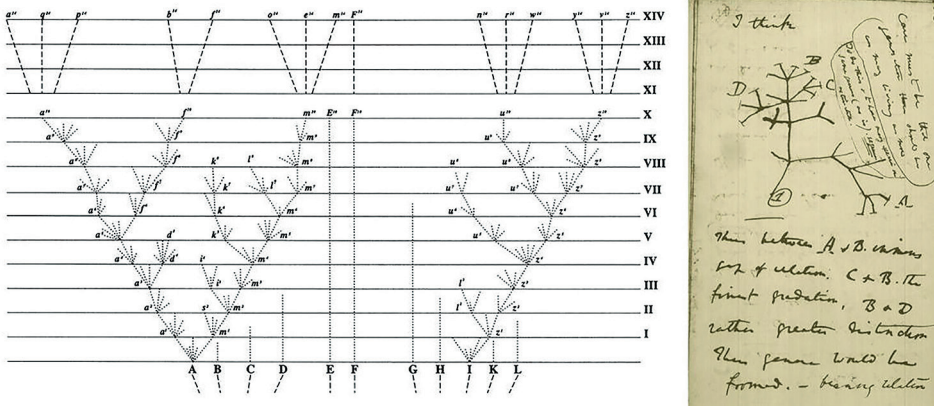
En résumé, la **biodiversité** résulte de processus écologiques et évolutifs ainsi que de flux de matière et d'**énergie**, qui passent par le vivant. Depuis un peu plus de 3,8 milliards d'années, la **biodiversité** a été façonnée par des processus évolutifs qui résultent d'interactions écologiques au sein et entre ses différents niveaux d'intégration, mais aussi avec les conditions **abiotiques** environnantes et développementales. La **biodiversité** n'est pas une collection figée d'êtres vivants, mais est issue de processus dynamiques intervenant à différentes échelles d'espace et de temps.

### 4.1.2. Une dynamique plutôt qu'un état – P.-H. Gouyon

**Extraits de la vidéo UVED** : **Biodiversité** : état ou dynamique de Pierre-Henri Gouyon, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle (de 0' à 2,15' et de 6,01' à 9,08'), [https://www.canal-u.tv/video/canal\\_uved/2\\_biodiversite\\_etat\\_ou\\_dynamique.18186](https://www.canal-u.tv/video/canal_uved/2_biodiversite_etat_ou_dynamique.18186).

La **biodiversité**, est-elle un état ou une dynamique ? Le schéma de Darwin (Fig. 4.5) paru dans son livre « *De l'origine des espèces* » en 1859, qui décrit la diversification des formes vivantes et par lequel il explique globalement sa théorie, va nous aider à répondre à cette question. Le temps dans ce schéma s'y lit de bas en haut. C'est une habitude de géologue, mais c'est aussi le cas de certaines **phylogénies** qui représentent schématiquement les liens de parenté des formes vivantes, entre individus, populations ou **espèces**. En fait, le schéma de Darwin n'est pas une **phylogénie**, car l'échelle horizontale donne une mesure de la différenciation écologique des lignées. Plus des lignées sont éloignées les unes des autres sur l'axe horizontal, plus elles sont différentes sur le plan écologique. Contrairement aux **phylogénies** classiques où sont représentées les différentes formes vivantes en fonction de leur histoire, ce schéma tient donc compte de leur écologie. Chaque lignée à chaque instant produit des formes vivantes nouvelles, et la plupart de ces formes nouvelles s'éteignent. Mais certaines formes se maintiennent. Ce sont plus particulièrement celles

qui sont les plus éloignées au sens écologique du terme, c'est-à-dire celles qui ont des habitats différents, car cela leur permet de réduire leur compétition. Ce phénomène répété de génération en génération, tout au cours du temps, va permettre aux différentes lignées de diverger et de produire progressivement des formes de plus en plus différentes.



**Figure 4.5 :** Schéma extrait du livre «*De l'origine des espèces*» de Darwin (1859). Chaque ligne en tiretés représente une lignée de formes vivantes, issues d'un même ancêtre. Ces formes vivantes se diversifient au cours du temps (de bas en haut) en donnant naissance à de nouvelles formes vivantes, lesquelles sont aussi susceptibles de s'éteindre (trait interrompu). La diversité des formes vivantes actuelles résultant de l'évolution de ces lignées est représentée tout en haut du schéma.

L'évolution est donc un processus permanent de production de formes vivantes issues de lignées qui se différencient, divergent et peuvent s'éteindre. La façon dont on a décrit communément la diversité par la systématique, qui est la science des classifications du monde vivant, en rassemblant les espèces à l'intérieur d'entités hiérarchisées que sont les genres, familles, ordres, classes, divisions et règnes traduit, depuis Darwin, l'emboîtement des lignées et résulte donc directement de l'histoire de la diversité. En revanche, le choix d'un niveau donné est pour le moins arbitraire, car la diversité résulte d'une différenciation continue. Deux lignées en se différenciant deviendront des variétés, puis des sous-espèces, puis des espèces par un mouvement en général progressif. Ce qu'on appelle espèce est donc un concept flou. On ne peut, en effet, nier la capacité de deux espèces de se croiser en donnant naissance à des individus eux-mêmes féconds, ce qu'on désigne par interfécondité. La séparation étanche entre espèces n'est ainsi ni un réel critère pour les plantes, ni pour bactéries, ni même pour certains mammifères. Les espèces dans le schéma de Darwin représenteraient simplement ces rameaux qui se sont particulièrement différenciés.

La biodiversité se forme et se détruit donc constamment du fait des extinctions. Dans le schéma de Darwin, on peut noter que de très nombreuses extinctions sont représentées. L'extinction n'est pas antinomique de l'idée de biodiversité. Tout au

contraire, s'il n'y avait pas d'extinction, il n'y aurait pas de diversité. En effet, l'extinction crée en quelque sorte du vide entre deux lignées. Si jamais il n'y avait pas eu d'extinctions, il y aurait un strict continuum et donc beaucoup moins de diversité. En termes d'analogie, on peut dire que l'extinction sculpte la **biodiversité**, grâce au fait qu'elle est compensée par la divergence, comme la mort cellulaire sculpte nos doigts. Divergence et extinction sont donc les deux éléments de la dynamique de la **biodiversité**.

Il y a un équilibre de la **biodiversité**, mais il ne s'agit pas du tout d'un équilibre statique. Quand on parle d'équilibre, en général on pense soit à des équilibres stables, soit à des équilibres instables. La notion d'équilibre dynamique est plus difficile à appréhender et pourtant c'est un principe familier. Par exemple, il est évident pour nous qu'un vélo ne tient que parce qu'il bouge. Grâce au fait qu'un vélo bouge, on va pouvoir compenser ce qui le ferait tomber à droite ou à gauche pour le garder droit sur la route. Et on sait bien que si on s'arrête brutalement en vélo, la chute est au rendez-vous. C'est le cas aussi d'un avion. Il y a un équilibre dynamique entre la pesanteur, qui le fait descendre, et la force de l'air sur les ailes, qui le fait monter. Les satellites sont de même en équilibre dynamique, ce qui fait que si jamais ils ralentissent, ils finissent par tomber. En fait, on a une perception intuitive de cet équilibre dynamique dans le cas de notre corps. On est en équilibre dynamique avec notre environnement. Le fait qu'on mange, qu'on excrète et qu'on respire, nous maintient dans cette dynamique. Et si on perd cette dynamique, on meurt. De la même manière, il faut penser la **biodiversité** comme une dynamique et non pas comme un état stable. On ne peut pas la conserver telle quelle et on ne peut la maintenir. On doit au contraire favoriser les mécanismes qui la gardent en mouvement. Si ce n'est pas le cas, la **biodiversité** et nous qui en faisons partie, sommes susceptibles d'une chute extrêmement brutale !

Le schéma de Darwin est donc la meilleure manière de représenter la **biodiversité**. Si on veut comprendre ce qu'est la **biodiversité**, il faut intégrer cet aspect d'équilibre dynamique de la vie, entre divergence et extinction. Comme disait Albert Einstein: «la vie, c'est comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre».

## 4.2. La biodiversité du point de vue de sa préservation – J. Lecomte

Force est de constater que les humains, de par leurs activités, jouent désormais un rôle critique au sein de la **biosphère** en impactant non seulement les entités de **biodiversité** mais aussi, à court terme, notre propre survie. Si rien n'est fait pour inverser la dynamique des extinctions d'origine **anthropique**, des **écosystèmes** entiers seront dégradés ainsi que des populations d'**espèces**, voire des **espèces** entières qui disparaîtront à tout jamais [3].

D'une manière globale, les réponses à apporter face à l'enjeu global lié à l'érosion de la **biodiversité** (cf. chapitres 5 et 6) doivent être issues aussi bien des champs de la recherche en écologie et en sciences de l'évolution que des sciences humaines et sociales. Elles mobilisent, en effet, un certain nombre de valeurs et sont à l'origine de l'éthique dite environnementale (cf. section 4.4).

Les **espèces** dites remarquables, par exemple, les pandas, les baleines, les éléphants, les tigres, etc. influencent favorablement l'opinion publique vers la préservation de la **biodiversité**. C'est la raison pour laquelle on les nomme aussi des **espèces** étendards. On comprend alors pourquoi l'association de protection de la nature, le Fonds Mondial pour la Nature (le WWF) a choisi le panda comme emblème ! En mettant en visibilité de telles **espèces**, il est ainsi plus facile de mobiliser l'intérêt pour la préservation pour d'autres **espèces** moins charismatiques, comme les insectes, par exemple, qui font partie de la **biodiversité** dite ordinaire.



**Figure 4.6 :** La photo, prise en 1903, représente John Muir à droite, qui amène Théodore Roosevelt, le président des États-Unis de l'époque, camper dans le Yosemite pour le convaincre de la nécessité de protéger ce site d'une exploitation grandissante. Wikimedia commons.

Les **espèces remarquables** légitiment aussi la création d'espaces protégés pour assurer leur survie dans les meilleures conditions possibles. En préservant les habitats d'**espèces remarquables** qui ont besoin de grands espaces de vie, tout un cortège d'autres **espèces** qui vivent dans ces habitats est aussi préservé. Pour cette autre retombée, les **espèces remarquables** sont aussi appelées **espèces** « «parapluie», car comme un parapluie, elles protègent les autres.

Les réflexions sur la nécessité de préserver la **biodiversité** sont relativement anciennes. En effet, dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, certains voyageurs européens identifient les limites d'une exploitation trop intense d'espaces nouvellement colonisés. C'est dans le cours du XIX<sup>e</sup> siècle qu'aux États-Unis, différentes approches d'une vision morale



et spirituelle de préservation de la nature sont portées par Henry David Thoreau, Ralph Waldo Emerson et John Muir. Ce dernier a d'ailleurs contribué activement à la création du parc national du Yosemite (Fig. 4.6). Dans ces hauts lieux de **biodiversité**, il s'agissait de préserver à la fois la beauté des paysages et des **espèces** qui y vivaient.

Hors des espaces protégés, plusieurs milliers, voire millions d'**espèces** de **biodiversité ordinaire** sont présentes dans 80 % des **écosystèmes**. Il s'agit des populations de plantes, d'insectes et d'oiseaux qu'on a l'habitude de voir communément et qui, pourtant, disparaissent à grande vitesse. Cette **biodiversité ordinaire** est, en effet, menacée d'extinction dès lors que son habitat n'est pas préservé. Bien que la **biodiversité ordinaire** puisse apparaître moins porteuse pour mobiliser le public, car elle nous est plus commune, sa préservation est par contre essentielle pour maintenir les potentialités évolutives de la **biodiversité** et le fonctionnement des **écosystèmes**. De plus, **biodiversité remarquable** et **biodiversité ordinaire** sont issues de longs processus de sélection naturelle et leurs disparitions signifieraient de gommer d'un trait parfois des dizaines de milliers d'années d'évolution sans possibilité de revenir en arrière.

Un troisième type de **biodiversité**, dite **biodiversité domestiquée**, concerne les animaux d'élevage et les plantes cultivées. Cette **biodiversité** est issue des programmes de sélection génétique conduits par les humains depuis le néolithique (cf. section 1.3). Depuis peu, la mondialisation est à l'origine d'une perte de la **biodiversité domestiquée** qui conduit des associations et des collectifs à s'investir dans la sauvegarde de la **biodiversité domestiquée** et sa **diversité génétique**. Ainsi, les moutons d'Ouessant qui sont ces moutons noirs de petite taille (Fig. 4.7) sont sauvegardés par une association qui est l'unique organisation officiellement chargée pour toute la France de maintenir cette race de moutons.



**Figure 4.7:** Trois moutons d'Ouessant près de Landévennec dans la presqu'île de Crozon (Bretagne). D'après Jane Lecomte.

Pour préserver la **biodiversité** à l'extérieur des espaces protégés, le développement d'espaces de coexistence entre les humains et la **biodiversité** est au cœur de l'écologie dite de la réconciliation. Cette dernière vise à concilier des activités humaines et la **biodiversité** pour maintenir la **biodiversité ordinaire** dans les milieux « anthropisés » et de préserver les **services écosystémiques** (voir section 4.5). Ce type d'approche est susceptible de se renforcer, compte tenu de l'expansion actuelle des zones urbaines.

L'information et la sensibilisation aux enjeux environnementaux des populations des villes et des villages constituent l'objet de l'écologie de la reconnexion, qui s'appuie à la fois sur des éléments de la **biodiversité** sauvage et de la **biodiversité domestiquée**, présents dans ces milieux.

Finalement, les arguments peuvent être divers pour préserver la **biodiversité**. Faut-il privilégier la **biodiversité remarquable**, la **biodiversité ordinaire** ou la **biodiversité domestiquée**? Les arguments mobilisent différents registres de valeurs. Mais déjà si nous renversons la charge de la preuve quand il s'agit de la **biodiversité** et de sa préservation, et qu'au lieu de poser la question « Pourquoi préserver ? », nous nous posons la question « Pourquoi détruire ? », nous pourrions faire de plus grands pas pour lutter efficacement contre son **érosion**.

### 4.3. Lien entre biodiversité et fonctionnement des écosystèmes : l'exemple des forêts – N. Delpierre

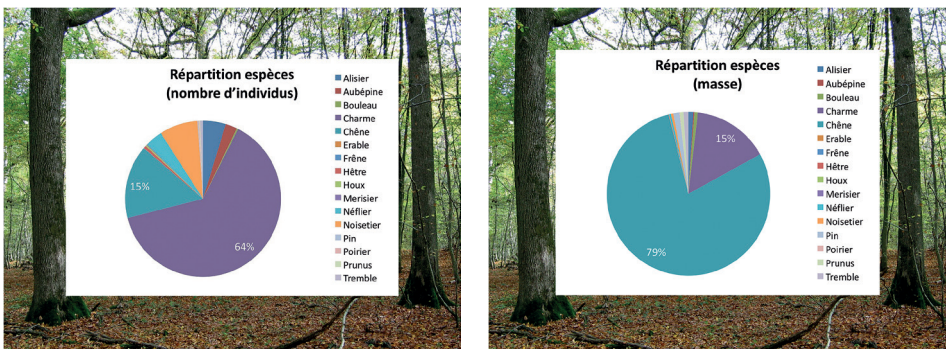
Sur l'ensemble de la planète, on dénombre 400 000 **espèces** de plantes, dont 100 000 **espèces** d'arbres. Même si le citoyen peut croiser des arbres en ville, ces arbres sont essentiellement présents dans des forêts.

Les forêts contiennent plus ou moins d'**espèces**. Les forêts tropicales, par exemple, présentent une **diversité spécifique** très importante. On y trouve de l'ordre de 100 à 250 **espèces** d'arbres différentes sur un hectare. Ce chiffre est à comparer avec les forêts tempérées où se côtoient 10 à 30 d'**espèces** d'arbres par hectare. Les forêts boréales ou taïgas présentes au nord de l'hémisphère nord ne comportent, en revanche, que quelques **espèces** d'arbres, parfois même une seule sur un hectare.

Mais la **diversité spécifique** n'est pas suffisante pour décrire les arbres, ni le fonctionnement des forêts. Prenons l'exemple d'une forêt tempérée dans le massif de Fontainebleau. Parmi les 15 **espèces** qui composent cette forêt, une **espèce** peut sortir du lot, comme le Charme, compte tenu du nombre très important de ses représentants dans la forêt (Fig. 4.8). Par contre, si on s'intéresse à la répartition en masse, une autre **espèce** comme le Chêne, qui ne comporte cependant que peu d'individus, représente 80% de la masse des arbres de la forêt. On dit alors que les chênes « dominant » la forêt.



Le fait que plusieurs **espèces** d'arbres cohabitent dans une même forêt va entraîner des conséquences, notamment sur leur croissance. En effet, les plantes ont besoin de l'accès à la lumière pour faire leur **photosynthèse** et se développer. Or, seule une certaine quantité de lumière éclaire la forêt à chaque instant, et cette lumière est interceptée par les arbres les plus grands. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les températures en forêt sont plus modérées en été, même lors de journées fortement ensoleillées. Comme cette lumière est interceptée par les grands arbres, elle n'arrive qu'en faible quantité au niveau des arbres plus petits. On parle alors de «compétition» pour la lumière. C'est effectivement ce qui se produit, car de nombreux arbres de petite taille meurent à l'ombre des plus grands, dès lors qu'ils ne sont pas suffisamment éclairés. Cette compétition n'est pas en rapport avec le nombre d'individus d'une **espèce** donnée. Si on reprend l'exemple de la forêt tempérée du massif de Fontainebleau (Fig. 4.8), les Charmes y sont très majoritaires, mais 70% des feuilles sont des feuilles de Chêne, et ce sont les Chênes qui interceptent 93% de la lumière disponible.



**Figure 4.8:** Répartition des arbres d'une forêt tempérée du massif de Fontainebleau (voir <http://www.barbeau.universite-paris-saclay.fr/>). Une quinzaine d'**espèces** d'arbres compose la forêt. Les deux-tiers des individus sont des Charmes (diagramme de gauche). En revanche, ce sont les Chênes qui représentent 80% de la masse des arbres de la forêt (diagramme de droite). Source : Nicolas Delpierre.

De la même manière, les arbres sont en compétition pour l'eau. Le sol s'assèche par le haut, là où la densité des racines est la plus importante. Ce sont donc les arbres qui ont les racines les plus profondes qui vont donc mieux passer les périodes de **sécheresse**.

Lorsqu'on synthétise les données de croissance et de diversité des **espèces** d'arbres dans les forêts, on constate, une fois après avoir écarté les effets du **climat** ou de la nature du sol, que les forêts présentant le plus grand nombre d'**espèces** d'arbres sont également celles qui ont la plus forte croissance (Fig. 4.9).

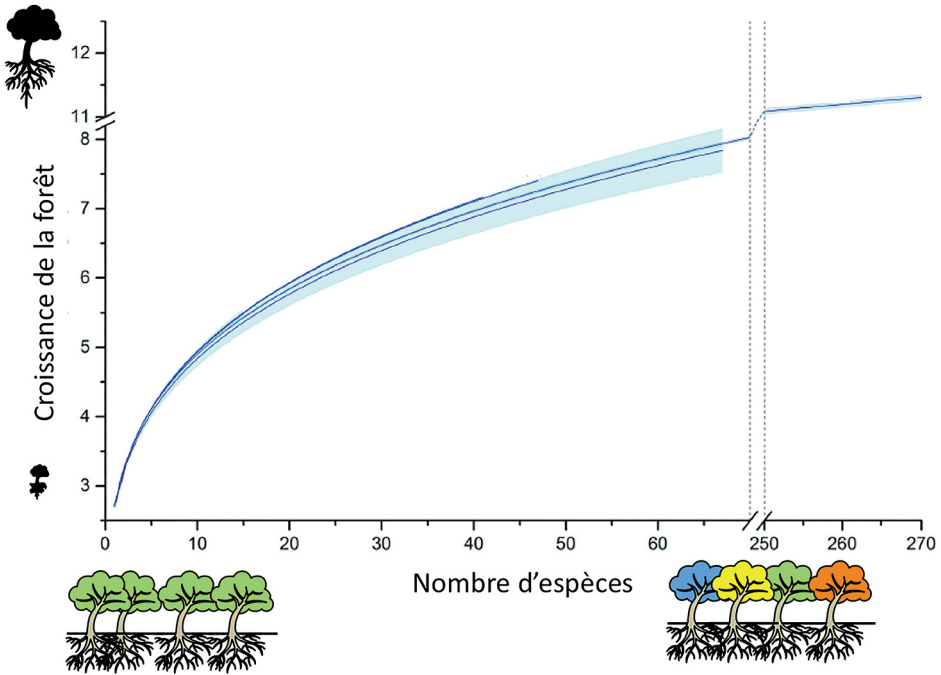


Figure 4.9: Relation entre nombre d'espèces et croissance de la forêt. D'après [4].

Le fait que la croissance augmente avec le nombre d'espèces d'arbres présentes permet d'aller plus loin dans la compréhension de la compétition pour les ressources nécessaires aux arbres (la lumière, l'eau, les nutriments du sol). En effet, si on considère une forêt avec une seule espèce, les arbres similaires entre eux vont souvent être en compétition les uns avec les autres. On parle dans ce cas de « compétition intra-spécifique ».

À l'inverse, dans une forêt avec plusieurs espèces d'arbres, certains sont grands, d'autres petits, certains ont des racines profondes, d'autres ont des racines plus superficielles, et les espèces sont en quelque sorte « complémentaires », car elles ont des besoins différents. On dit aussi qu'elles ont des « niches écologiques » différentes. La figure 4.10 compare, de façon simplifiée, la situation d'une forêt à deux espèces à celle d'une forêt à une seule espèce. La compétition entre deux espèces (on parle ici de « compétition inter-spécifique ») est bien présente, mais elle est relativement moins élevée que celle entre les arbres d'une même espèce (« compétition intra-spécifique »). La croissance générale de la forêt bénéficie de cette compétition réduite.

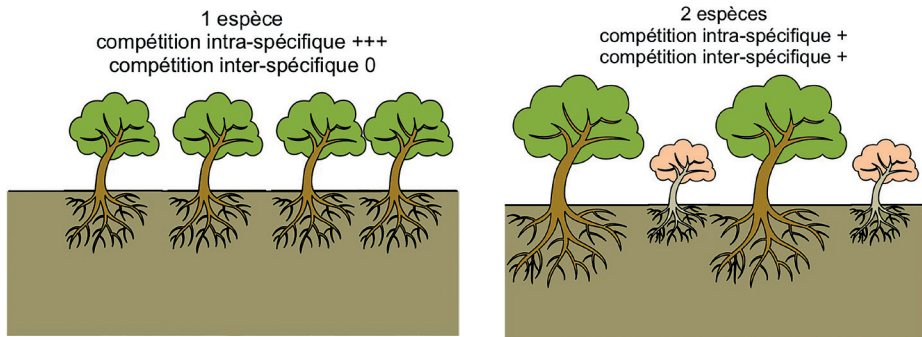


Figure 4.10: Nombre d'espèces d'arbres dans une forêt et compétition. D'après [4].

La photo de la figure 4.11, prise en automne, permet d'illustrer concrètement la réduction de la compétition intra-spécifique dans le cas d'une forêt à deux espèces. Les arbres verts sont des conifères qui restent effectivement verts toute l'année. Les autres arbres, dont les feuilles sont jaunies, sont des Hêtres, qui perdent leurs feuilles en hiver. Tout au long de l'hiver jusqu'au printemps, les conifères en mélange avec les hêtres, qui n'auront plus de feuilles, vont donc bénéficier de forts éclaircissements, ce qui va faciliter leur croissance.



Figure 4.11: Photo prise en automne dans le parc national du Harz (Allemagne). Avec la courtoisie de Ralf Steinberg.

Le mélange de plusieurs espèces ne se traduit pas uniquement par une réduction de la compétition intra-spécifique. Il permet aussi le développement d'arbres qui ont besoin du climat forestier pour se développer lorsqu'ils sont jeunes, alors qu'ils se développent mal en pleine lumière. On parle alors de « facilitation » du développement des jeunes arbres par les arbres adultes d'une autre espèce.

Un autre exemple de facilitation est celui de l'ascenseur hydraulique (Fig. 4.12). Les plantes qui ont des racines profondes peuvent puiser de l'eau en profondeur. Elles évaporent alors cette eau vers l'**atmosphère** au niveau de leurs feuilles. Mais au cours du transfert de l'eau des racines vers les feuilles, dans certaines conditions, une petite partie de l'eau peut sortir des racines et ainsi humidifier légèrement le sol très sec situé en surface. Les plantes qui ont des racines moins profondes ont ainsi accès à l'eau et peuvent mieux faire face à la **sécheresse**.

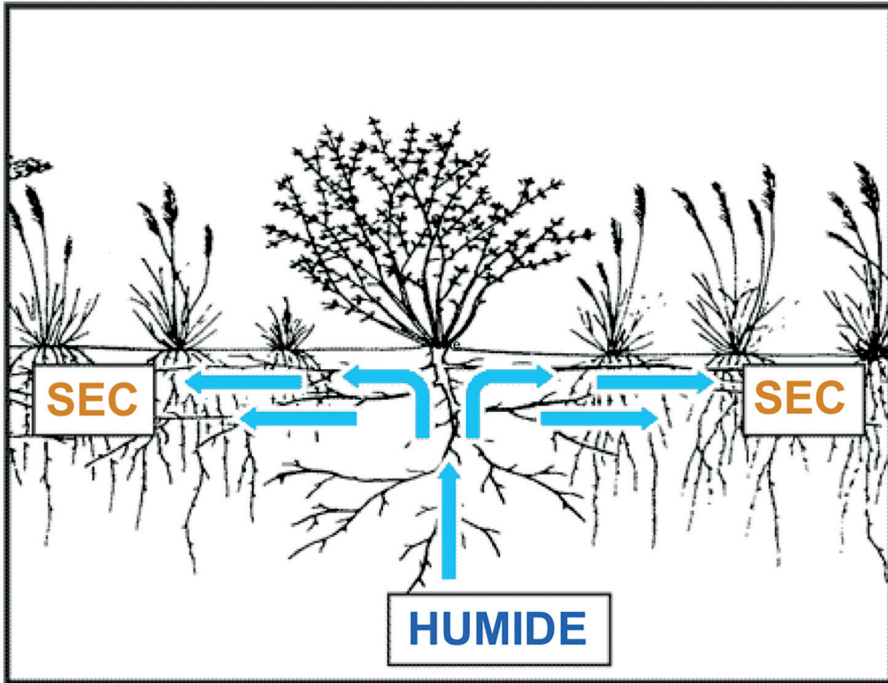


Figure 4.12 : Le phénomène d'ascenseur hydraulique. Avec la courtoisie de F.C. Meinzer<sup>45</sup>.

On pense effectivement que le mécanisme d'ascenseur hydraulique entre en jeu dans la réponse des forêts à la **sécheresse**. Ainsi, dans une forêt monospécifique, confrontée à une **sécheresse** très intense, la croissance diminue fortement et ne reprend qu'après la **sécheresse**. Si deux **espèces** d'arbres coexistent, on constate que lors de la **sécheresse**, toutes choses étant égales par ailleurs, la baisse de croissance est moins forte. On parle alors de meilleure résistance à la **sécheresse** (Fig. 4.13). La croissance repart également à un niveau plus important après la **sécheresse**. On parle de meilleure « résilience » de la forêt. Autant d'éléments qui tendent à montrer que le mélange d'**espèces** est souvent associé à un meilleur fonctionnement des forêts.

45. Figure réalisée par F.C. Meinzer, USDA Forest Service.

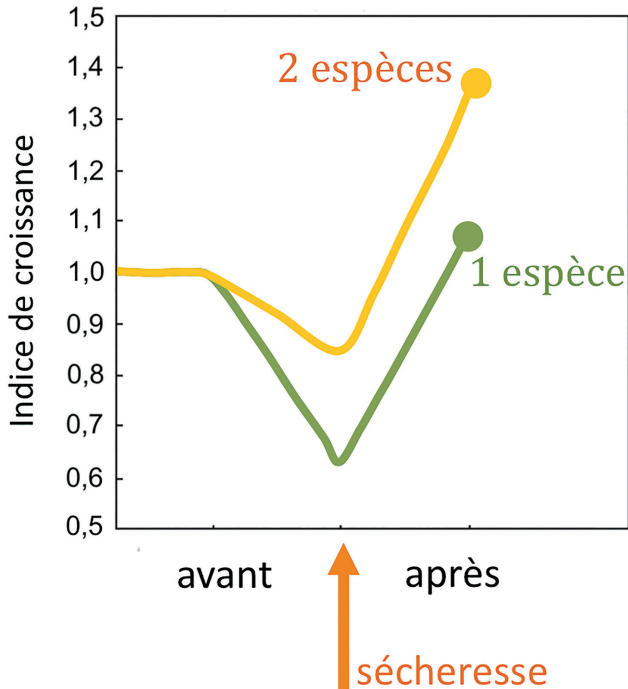


Figure 4.13: Résistance / résilience à la sécheresse et nombre d'espèces dans une forêt. D'après [5].

## 4.4. Les éthiques environnementales – C. Larrère

**Vidéo UVED** issue du MOOC « Environnement et Développement Durable » :  
 Les éthiques environnementales de Catherine Larrère, Professeur émérite de philosophie, Panthéon 1 Sorbonne (de 0,27' à 4,54' = 4,27'), <https://youtu.be/vvt8BVLiJjE>.

Que signifie l'éthique environnementale ? On désigne par là une réflexion philosophique sur les rapports des hommes et de la nature, qui s'est développée au cours des années 1970 dans les pays anglophones (États-Unis, Canada/Australie-Nouvelle Zélande/Grande Bretagne). L'idée est que nous n'avons pas avec la nature des rapports seulement techniques, mesurés par notre puissance d'action, mais également des rapports moraux : nous avons des devoirs à son égard, elle peut même avoir des droits.

Cette réflexion a donné lieu à tout un courant académique, mais, pour bien le comprendre, il faut revenir un peu en arrière, à la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, à l'époque où vivait Aldo Léopold, un forestier américain qui, après s'être occupé de la gestion de la faune sauvage et en avoir enseigné les règles, a écrit un livre dont la publication en 1949, juste après sa mort, a connu un très grand succès. Ce succès ne s'est jamais démenti depuis lors, et le livre d'Aldo Léopold est considéré comme un point de départ de réflexions philosophiques sur la protection de l'environnement.



Intitulé *Almanach d'un Comté des Sables*, le livre retrace des épisodes de la vie d'Aldo Léopold dans la nature, au sein du domaine qu'il possédait dans le Comté des Sables dans le Wisconsin au nord des États-Unis, et également dans d'autres États américains. L'auteur y narre ses rencontres avec des animaux, ses observations, et à la fin du livre, il expose son éthique de la terre en soulignant qu'il lui « paraît inconcevable qu'une relation éthique à la terre puisse exister sans amour, sans respect, sans admiration pour elle et sans une grande considération pour sa valeur ». Et, par valeur, précisait-il, il ne faut pas attendre la valeur au sens économique, mais la valeur philosophique. C'est bien pour répondre à ce type de questionnement que les [éthiques environnementales](#) se sont développées dans le dernier tiers du XX<sup>e</sup> siècle. Elles y ont apporté deux types de réponses.

La première, c'est celle de la valeur intrinsèque. L'idée est d'opposer l'instrumental et l'intrinsèque, ce qui vaut en soi et ce qui vaut comme moyen, comme instrument, dont nous nous servons. La valeur économique mesure, d'une façon ou d'une autre, l'utilité qu'une chose a pour nous. À l'opposé, parler de la valeur intrinsèque, c'est dire que les choses n'existent pas que pour nous, qu'elles ont une valeur en elles-mêmes, que tout être vivant, qui se conserve dans l'existence et cherche à se reproduire, a une valeur pour lui-même, et que cette valeur doit être respectée. Les éthiques de la valeur intrinsèque sont des éthiques du respect de la nature, d'une nature qui existe pour elle-même, indépendamment de nous.

La deuxième réponse a consisté à dire que cette opposition entre instrumental et intrinsèque était rigide et que nous pouvions très bien trouver une utilité à la nature sans pour autant la détruire comme nous le faisons quand nous consommons des produits agricoles ou tuons des animaux sauvages. Ces critiques ont fait valoir toutes les raisons diverses que nous avons de donner de la valeur à la nature, toutes les émotions qu'elle pouvait provoquer en nous tout en nous étant utile. Nous pouvons l'utiliser et vouloir la conserver. Un scientifique ne cherche pas à détruire son objet d'étude, il en a besoin ! L'admiration esthétique, que nous avons pour la nature, nous inspire des pensées métaphysiques ou des sentiments religieux et nous pousse à la préserver. On peut ranger ces services culturels que nous rend la nature parmi d'autres services, dits écosystémiques, telle la pollinisation par les abeilles qui permettent aux fleurs de se reproduire. Là où la valeur intrinsèque dit la singularité, la dignité d'une entité, son caractère irremplaçable, l'éthique de la pluralité des valeurs, insiste sur la façon dont ces évaluations diverses peuvent converger dans la volonté commune de protéger la nature.

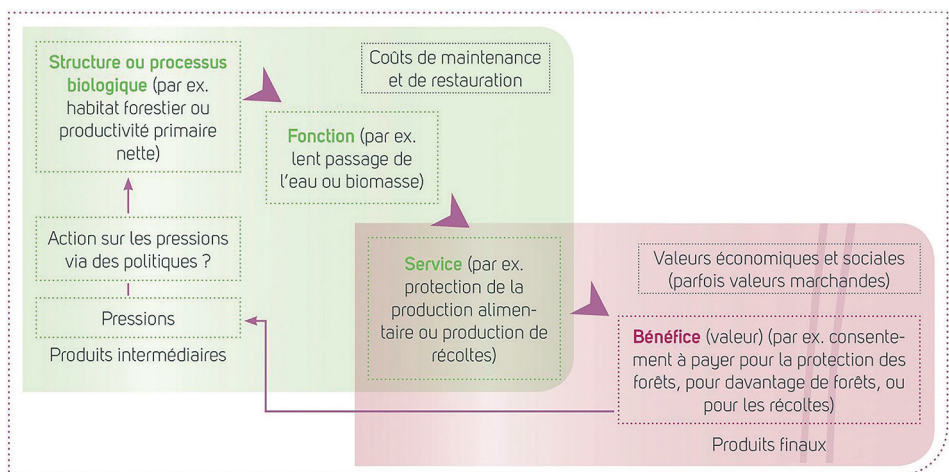
Dans un cas comme dans l'autre, l'important est la communauté que nous formons avec les autres êtres vivants et notre souci de la préserver dans son intégrité. Telle est la règle formulée par Léopold : « Une chose est juste lorsqu'elle tend à préserver l'intégrité, la stabilité et la beauté de la communauté [biotique](#). Elle est injuste lorsqu'elle tend à l'inverse ».

## 4.5. Les services écosystémiques : nouvelle métaphore instrumentale des relations Humains-Nature – A. Vallet

Les **services écosystémiques** représentent tous les bénéfices que les humains tirent du fonctionnement des **écosystèmes** et de la **biodiversité**, et qui contribuent à leur bien-être. Ce rôle n'est pas nouveau, car depuis la préhistoire, les humains ont prélevé dans la nature de quoi s'alimenter, de quoi construire leurs maisons (du bois, des pierres, les matériaux constitutifs du ciment), et de quoi s'inspirer. Les peintures rupestres, riches en animaux, et végétaux, en sont une bonne illustration.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, des économistes comme Jean-Baptiste Say et David Ricardo soulignèrent l'importance de la nature, qui «travaille gratuitement pour nous». Ces auteurs citent, par exemple, le vent, qui fait tourner les moulins, ou le soleil qui produit de la chaleur. Le concept de service écosystémique en lui-même est relativement récent. Le terme apparaît enfin dans les années 1970 suite aux travaux de Schumacher et Ehrlich. Il gagne en popularité dans les années 1990, notamment grâce à une publication de Costanza [6a] qui calcule la valeur économique des **services écosystémiques** à l'échelle globale, afin d'alerter sur leur importance. Cette publication sera remise à jour en 2014 [6b].

Le concept de service écosystémique est souvent représenté sous forme d'une cascade (Fig. 4.14). Cette représentation met en lumière comment les humains tirent des bénéfices divers et variés du fonctionnement des **écosystèmes** et de la **biodiversité**.



**Figure 4.14 :** La représentation en cascade des **services écosystémiques**

Source : Figure 1 du rapport disponible au lien suivant : [https://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/Brochure\\_Panorama\\_des\\_services-vol1.pdf](https://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/Brochure_Panorama_des_services-vol1.pdf).



Prenons l'exemple d'une mangrove sur une zone côtière, qui permet par son fonctionnement de ralentir l'écoulement de l'eau, et celui d'une prairie en altitude, qui produit de la **biomasse** ou des protéines. Ces fonctions écologiques contribuent à la réalisation de plusieurs **services écosystémiques**. La mangrove est à l'origine de services de protection vis-à-vis des inondations et des vagues de submersion. La prairie permet la production de fourrage et l'élevage d'animaux. Ces services tirés du fonctionnement de ces **écosystèmes** nous apportent des bénéfices qui contribuent directement à notre bien-être, plus précisément à notre sécurité, dans le cas des mangroves, et à notre alimentation dans le cas des prairies.

La représentation en cascade (Fig. 4.14) illustre bien que les **services écosystémiques** reposent sur le bon fonctionnement des **écosystèmes**, en particulier sur les processus écologiques qui incluent les interactions entre les **espèces** et leur milieu ainsi que les interactions des **espèces** entre elles. Si le fonctionnement d'un **écosystème** est dégradé, alors les humains ne peuvent plus bénéficier de ses services pour leur bien-être. Lorsque les arbres des mangroves ne sont plus là pour ralentir le flux de l'eau, il n'y a plus aucune barrière aux inondations ou aux vagues de submersion causées par des tempêtes. Les populations humaines et les infrastructures environnantes se retrouvent sans protection.

La **biodiversité** est également importante au sein de la cascade de **services écosystémiques**. Une grande **diversité génétique** ou spécifique au sein d'un **écosystème** conduit le plus souvent à son « bon » fonctionnement. Si on reprend l'exemple des prairies, sa richesse spécifique, c'est-à-dire la diversité des plantes qui y sont présentes, peut contribuer à la valeur alimentaire du fourrage pour les animaux, notamment par la diversité des apports en minéraux, en acides gras et en tanins.

On distingue trois grands types de **services écosystémiques** (Fig. 4.15) :

- Les services de régulation qui incluent, entre autres, les services de pollinisation, la régulation du **climat** global *via* la séquestration de carbone, la régulation de risques naturels comme les inondations, les vagues de submersion ou les glissements de terrain, et la régulation de la qualité de l'air.
- Les services d'approvisionnement/prélèvement qui concernent la production de biens, de matériaux, tels que le bois ou l'eau, de denrées alimentaires, tels que les fruits ou le fourrage des prairies. Il s'agit aussi de la cueillette de champignons, des plantes médicinales ou aromatiques, ou encore de l'utilisation de plumes ou de fleurs pour la décoration.
- Les services culturels qui sont des services non matériels tirés des **écosystèmes** à travers l'enrichissement spirituel, le développement cognitif, la réflexion, l'inspiration artistique ou les loisirs. Ces services culturels nous permettent de développer et entretenir nos systèmes de savoir, nos relations sociales et nos valeurs esthétiques. On trouve, par exemple, dans cette catégorie les sports en extérieur, la chasse et la pêche de loisir, l'inspiration artistique, l'enrichissement spirituel et religieux.

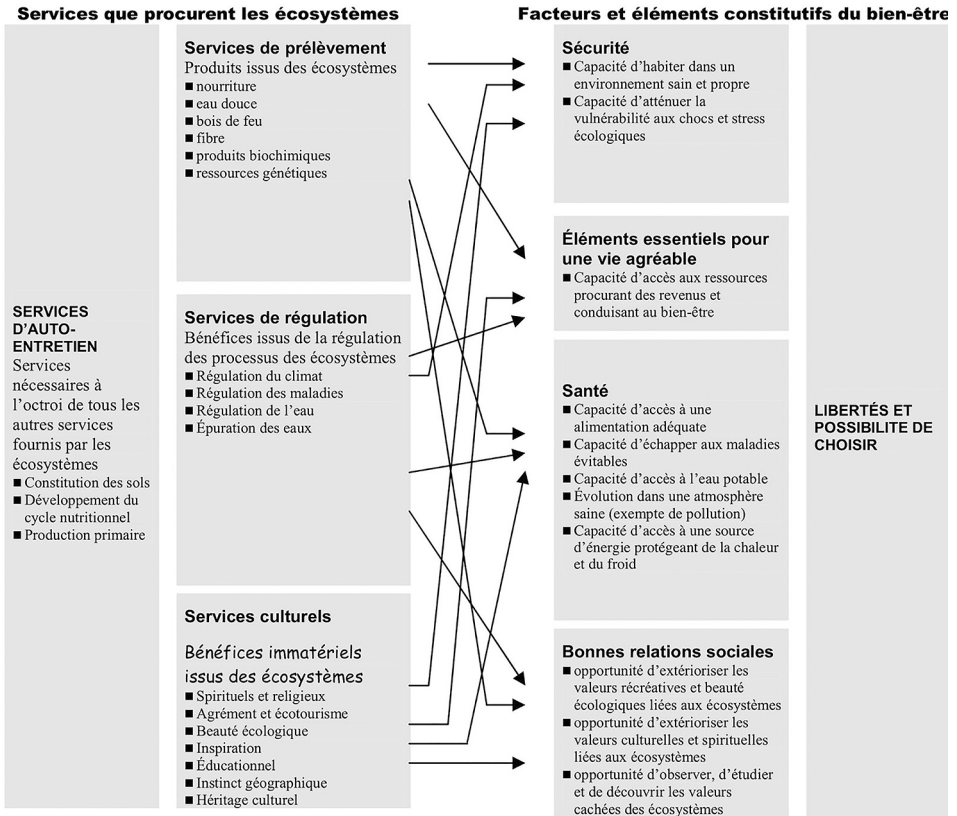


Figure 4.15 : Les différents types de services écosystémiques. Extrait de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.6.aspx.pdf>.

Les services de régulation sont des services qui découlent directement des fonctions écologiques. Les services d’approvisionnement et les services culturels ont, en revanche, un lien indirect avec les fonctions écologiques.

Une quatrième catégorie de services, dits de support et aussi appelés services d’auto-entretien (Fig. 4.15) correspond aux fonctions écologiques qui ne bénéficient ni directement ni indirectement aux humains et qui ne sont donc pas des services écosystémiques à proprement parler. Ce sont des processus de base, nécessaires au bon fonctionnement de tous les écosystèmes : cycles naturels, formation des sols, photosynthèse et cycle de l’eau.

Un territoire peut conduire à plusieurs, pour ne pas dire de nombreux, services écosystémiques. Par exemple, la forêt de Fontainebleau en Île-de-France est un lieu apprécié des sportifs pour la marche, la pratique du vélo et l’escalade, mais également pour l’observation d’oiseaux ou d’animaux ou tout simplement pour passer quelques heures au frais pendant la canicule. Cette forêt est, par ailleurs, exploitée

par l'ONF pour la production de bois. Il s'agit donc d'un espace multifonctionnel dont on tire de multiples **services écosystémiques**, services qui sont souvent interconnectés les uns aux autres.

La prise en compte de ces interconnexions entre services est essentielle pour la gestion des ressources naturelles. En effet, l'utilisation un peu trop poussée d'un service peut conduire à des conflits dans l'usage d'autres services. Une coupe massive des arbres à Fontainebleau, pour produire du bois, ne satisferait probablement pas les randonneurs ! De la même manière, l'exploitation des mangroves pour leur bois ne leur permettrait plus de remplir leur service de protection vis-à-vis des inondations côtières.

Le concept de « service écosystémique » est de plus en plus utilisé dans les travaux de scientifiques, mais aussi par les décideurs, les aménageurs et les politiques, notamment dans le cadre des négociations internationales. Ceci s'explique par trois grandes raisons :

- Tout d'abord, c'est un concept qui se situe à l'intersection entre l'écologie, l'économie et la sociologie, et qui est donc compréhensible et mobilisable par une grande diversité d'acteurs ;
- Il permet de discuter de la multifonctionnalité des territoires, des usages et des conflits qui peuvent apparaître quand on exploite les ressources naturelles ;
- Enfin, il permet d'attirer l'attention sur le rôle essentiel de la Nature pour notre bien-être et la plupart de nos activités économiques. On prend souvent pour acquis le fait que la nature contribue aux **services écosystémiques**, mais on néglige aussi souvent le fait que nos activités (par exemple, la déforestation des mangroves) vont avoir un impact sur les **écosystèmes** et sur les **services écosystémiques** qu'ils produisent.

Le concept de service écosystémique est associé à l'émergence de nouvelles initiatives de gestion de la **biodiversité** et des **écosystèmes**, comme les mécanismes de paiement pour **services écosystémiques**, ou les mesures de **compensation écologique**.

Les limites associées à ce concept sont liées à sa définition même, mais aussi à sa mise en œuvre pratique. Citons en trois :

- C'est un concept intrinsèquement **anthropocentré**, car on ne s'intéresse ici qu'aux fonctions et services qui *in fine* contribuent au bien-être humain. Il ne rend pas du tout compte des fonctions et des services qui bénéficient à d'autres **espèces** ou à l'**écosystème** en général.
- Ce concept est associé à une vision très occidentale du monde. Il s'articule très mal avec les représentations du monde et les cultures de certaines

populations indigènes, que ce soit en Amérique latine, la culture quechua, par exemple, en Asie avec le taoïsme, en Afrique ou dans Îles du Pacifique sud. Ces communautés autochtones ont une vision beaucoup plus holistique des relations entre les humains et la Nature, qui dépasse de loin la notion **utilitariste** de « service ». C'est la raison pour laquelle, l'**IPBES**, plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la **biodiversité** et les **services écosystémiques**, préfère parler plus largement de « contributions de la nature aux sociétés » plutôt que de **services écosystémiques** [7, 8].

- L'évaluation des **services écosystémiques** est souvent mise en œuvre *via* le calcul de leur valeur économique [9, 10], ce qui passe sous silence d'autres référentiels de valeurs comme les valeurs intrinsèques ou les valeurs relationnelles, au profit des valeurs instrumentales uniquement (voir section 4.4).

Pour résumer, le concept de **services écosystémiques** est une métaphore des relations humains-nature, qui offre des perspectives intéressantes en termes de protection de l'environnement, mais qui est fondamentalement **anthropocentrée** et **utilitariste**.

## Références

- [1] **IPBES**. 2019. *Résumé à l'intention des décideurs du rapport d'évaluation globale de l'état de la biodiversité et des services écosystémiques*. S. Díaz, et al. (eds). Secrétariat **IPBES**, Bonn, Germany.
- [2] D. Gravel, I. Gounand, N. Mouquet. 2010. *Le rôle de la diversité dans le fonctionnement des écosystèmes*. *Ciencia y Ambiente* 39.
- [3] R. Primack, F. Sarrazin, J. Lecomte. 2012. *Biologie de la conservation*. Dunod, p. 359.
- [4] J. Liang, T.W. Crowther, N. Picard, S. Wiser, M. Zhou, G. Alberti, ..., P.B. Reich. 2016. Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science* **354** (6309).
- [5] H. Pretzsch, G. Schütze, E. Uhl. 2013. Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by inter-specific facilitation. *Plant Biology* **15**(3), 483-495.
- [6] (a) R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* **387**, 253-260. <https://mro.massey.ac.nz/bitstream/handle/10179/9476/Costanza%20et%20al%20%20Nature%201997%20prepublicaton.pdf>.
- (b) R. Costanza, R. de Groot, P. Sutton, S. van der Ploeg, S.J. Anderson, I. Kubiszewski, S. Farber, R.K. Turner. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* **26**, 152-158. <https://community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/article-costanza-et-al.pdf>

- [7] S. Díaz, S. Demissew, J. Carabias, C. Joly, M. Lonsdale, N. Ash, ..., A. Bartuska. 2015. The IPBES Conceptual Framework – Connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **14**, 1-16. <https://www-sciencedirect-com.proxy.scd.u-psud.fr/science/article/pii/S187734351400116X>.
- [8] U. Pascual, P. Balvanera, S. Díaz, G. Pataki, E. Roth, M. Stenseke, ..., V. Maris. 2017. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **26**, 7-16. <https://www-sciencedirect-com.proxy.scd.u-psud.fr/science/article/pii/S1877343517300040#fig0015>.
- [9] E. Gómez-Baggethun, R. De Groot, P.L. Lomas, C. Montes. 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* **69**(6), 1209-1218. [https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/gomez-baggethun-et-al\\_2009\\_the-history-of-ecosystem-service-in-economic-theory-and-practice-journal-citation-doc-pdf.pdf](https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/gomez-baggethun-et-al_2009_the-history-of-ecosystem-service-in-economic-theory-and-practice-journal-citation-doc-pdf.pdf).
- [10] J. Smessaert, A. Missemer, H. Levrel. 2020. The commodification of nature, a review in social sciences. *Ecological Economics* **172**, 106624.