



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



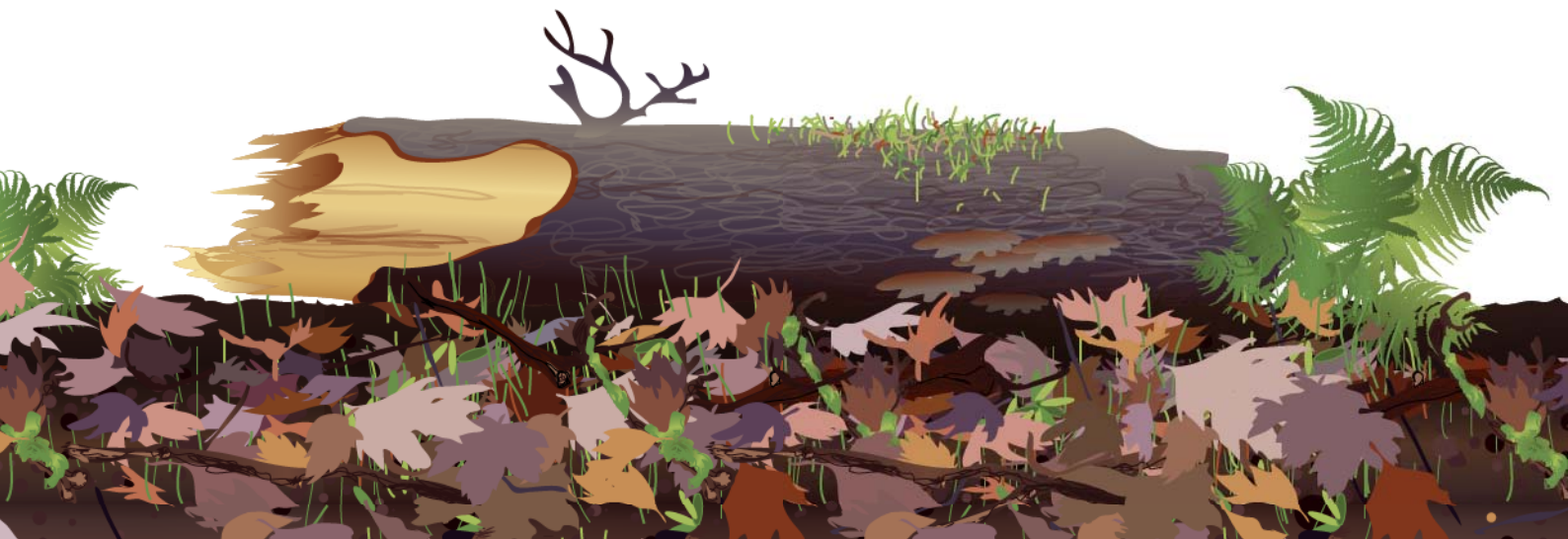
Convention sur
la diversité
biologique



Kit
pédagogique
sur la
biodiversité



Volume 1



The background features a light green collage of various elements: a house, a bridge, a jellyfish, a star, a turtle, a dolphin, a deer, and a person. A large, semi-transparent 'BEN' watermark is overlaid on the entire page.

Kit
pédagogique
sur la
biodiversité

Volume 1

Publié en 2016 par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP France

© UNESCO 2016

ISBN 978-92-3-200101-6



Œuvre publiée en libre accès sous la licence Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Les utilisateurs du contenu de la présente publication acceptent les termes d'utilisation de l'Archive ouverte de l'UNESCO (<http://fr.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr>).

Les désignations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UNESCO aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Les idées et les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs ; elles ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'UNESCO et n'engagent en aucune façon l'Organisation.

Coordination de la publication et de l'édition : Salvatore Aricò

Supervision scientifique et technique : Bernard Combes (éducation et pédagogie), Victor Scarabino et Gilles Bœuf (biodiversité)

Rédaction : Hélène Gille

Recherche iconographique : Bárbara Avila et Marine Wong

Relecture en français : Comité Français du Programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) de l'UNESCO

Coordination administrative et partenariats : Nataša Lazić

Contrôle de qualité : David McDonald et Carl Vannetelbosch

Couverture et mise en pages : Mirian Querol et Marie Moncet

Composé et imprimé dans les ateliers de l'UNESCO

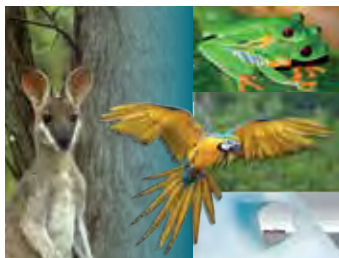
L'imprimeur a obtenu le label Imprim'Vert[®], initiative en faveur de l'environnement de l'industrie de l'imprimerie française

Imprimé en France

Table of contents

Avant-propos	6
--------------	---

Préface	7
---------	---



Partie 1 Qu'est-ce que la biodiversité ?	9
---	---

La biodiversité, une première définition	10	Diversité des habitats, des biomes et des paysages	26
Petit historique	11	1. Comment les espèces entretiennent-elles leur milieu ?	26
La diversité des espèces	12	2. De l'habitat au biome	27
1. Tout le vivant	12	3. Préserver les habitats en faveur d'une conservation des espèces	28
2. Biodiversité cachée	13	4. La conservation de la biodiversité à l'échelle des écosystèmes et des paysages anthropisés	29
3. Biodiversité décrite et classification	14	Fiches de lecture	35
4. Espèces	14	Les déserts	36
5. Temps/Evolution	16	Les régions polaires	38
6. Extinction	17	Les zones montagneuses	40
La diversité des écosystèmes	19	Les forêts boréales de conifères : la Taïga	42
1. Qu'est-ce qu'un écosystème ?	19	Les prairies	44
2. La diversité des écosystèmes	19	Diversité culturelle	47
La diversité des gènes	23		
1. Cellule	23		
2. ADN	23		
3. Et la biodiversité, dans tout ça ?	25		



Partie 2 La contribution de la biodiversité au bien-être humain et les risques engendrés par son déclin

51

Introduction	52	Biodiversité et approvisionnement : les écosystèmes aquatiques	92
1. L'Être humain au cœur de l'univers biologique	52	1. Les écosystèmes côtiers	93
2. L'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire et la notion de « services écosystémiques »	55	2. Les écosystèmes des eaux continentales	99
3. Quelle évaluation des écosystèmes ?	57	3. Les écosystèmes marins	103
4. Prendre la mesure de la dégradation rapide de la diversité biologique, notre capital	62	4. Les services écologiques rendus par les écosystèmes aquatiques et leur état de dégradation	108
5. Les outils d'évaluation du risque d'extinction	64	La contribution de la biodiversité aux services de soutien	116
6. La nécessité vitale de préserver la diversité biologique afin d'assurer un avenir à tous	66	1. Formation des sols	117
Les Objectifs de développement durable	67	2. Recyclage de la nécromasse	117
Biodiversité et approvisionnement : les écosystèmes agricoles	68	3. Production de l'humus	119
1. Cultiver pour se nourrir	68	4. Cycle des nutriments	119
2. Systèmes agraires traditionnels et biodiversité	70	5. Production de biomasse	120
3. Polyculture et alimentation en zone rurale pauvre : l'évolution actuelle	75	6. Biodiversité et cycle du carbone	123
4. Erosion génétique, pollution et mauvaise qualité alimentaire	79	7. Biodiversité et autres services de soutien	125
5. Agriculture et développement	81	Biodiversité et le concept de point de basculement	128
6. Le contexte de l'IAASTD et le concept de multifonctionnalité de l'agriculture	82	Biodiversité et services culturels des écosystèmes	130
Biodiversité et approvisionnement : les écosystèmes forestiers	86	1. Nature et culture à l'échelle universelle	130
1. Les caractéristiques de la perte et de la dégradation des habitats forestiers	87	2. Biodiversité et savoirs autochtones	135
		3. Erosion de la diversité biologique et de la diversité culturelle	137
		4. Diversité bio-culturelle et développement	138
		5. L'UNESCO et les liens entre diversité biologique et diversité culturelle	140



Partie 3 Le devenir de la diversité biologique et les conditions de sa conservation

143

Des voies alternatives pour les écosystèmes terrestres

144

1. La prise en compte associée des émissions de CO₂ et de la conversion des écosystèmes naturels
2. Le paiement des services écosystémiques
3. La gestion des régions très menacées
4. Innover en matière de conservation

144

145

146

147

2. Restaurer ou maintenir les connexions des cours d'eau ou entre les points d'eau

150

3. Favoriser la reconstitution des ressources marines

151

4. Réduire les menaces pesant sur les systèmes coralliens

152

Les actions des institutions internationales pour la protection de la Biodiversité

154

Des voies alternatives pour les écosystèmes aquatiques

148

1. Favoriser la dépollution et le traitement des eaux usées par les procédés biologiques

148

1. Une meilleure cohérence de l'action et de la juridiction

154

2. Vers une gestion concertée et raisonnée

163

3. Notre empreinte écologique

172

Avant-propos

Le *Kit pédagogique UNESCO-CDB sur la biodiversité* a pour objet de démontrer que la biodiversité est l'essence de la vie, qu'elle fournit des produits essentiels tels que denrées alimentaires, fibres textiles et matériaux de construction, qu'elle entretient des services écosystémiques comme la fertilité des sols et qu'elle constitue le fondement de sociétés, de cultures et de religions. À partir de textes et d'illustrations, le kit définit une méthode pratique pour aider les élèves et les enseignants du secondaire à comprendre les multiples dimensions et les processus complexes liés à la biodiversité, grâce à des parcours d'apprentissage et des activités pratiques innovantes. Il présente également la situation de la biodiversité et explique en quoi celle-ci peut être affectée par certains comportements, attitudes et modes de consommation. Comme l'éducation est essentielle à une utilisation durable et équitable de la biodiversité et à sa conservation, nous espérons que les enseignants et leurs élèves trouveront dans ce kit pédagogique une ressource intéressante et très utile aux apprenants pour approfondir leur connaissance de la biodiversité et prendre conscience que sa conservation est vitale pour l'avenir de notre planète.

Ce kit pédagogique est une contribution à la Décennie des Nations Unies pour la diversité biologique (2011–2020). Il soutient les principaux objectifs du programme d'action sur la communication, l'éducation et la sensibilisation du public de la Convention sur la diversité biologique (CDB), auquel l'UNESCO a activement contribué pendant 15 ans, et du Programme d'action global pour l'Éducation en vue du développement durable, coordonné par l'UNESCO. Il a été testé dans des établissements d'enseignement secondaire appartenant au Réseau du système des écoles associées de l'UNESCO (réSEAU).

Le kit a été élaborée dans le cadre d'une initiative conjointe des Secteurs de l'éducation et des sciences exactes et naturelles de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), en coopération avec la CDB.

Nous adressons nos plus sincères remerciements au secrétariat de la CDB, au Gouvernement du Japon, au centre UNESCO Etxea, à Beraca, et au Comité national français du MAB, qui ont contribué par leurs ressources à l'élaboration de ce kit pédagogique dans le cadre de leur soutien à l'UNESCO.

Flavia Schlegel
Sous-Directrice générale
pour les sciences exactes et naturelles



Qian Tang
Sous-Directeur général
pour l'éducation



Préface



Va prendre tes leçons dans la nature, c'est là qu'est notre futur.

Léonard de Vinci

Ce kit pédagogique est le résultat du travail conjoint d'experts de différentes disciplines, telles que l'éducation, la pédagogie, les sciences biologiques, l'écologie, les langues, la diversité culturelle... Tout au long de ce projet, nous avons essayé de privilégier l'interdisciplinarité car, par définition, la diversité biologique – problématique centrale de ce manuel – traverse tous les secteurs de notre société. Cette diversité biologique nous parle du passé – l'évolution de la vie sur la terre –, du présent – la contribution de la biodiversité au bien-être humain – et du futur – le besoin urgent de la conserver car elle subit une érosion et une perte à tous les niveaux (local, régional et global) partout dans le monde.

Pourquoi un kit pédagogique sur la biodiversité? Car l'interface entre les sciences de la biodiversité tels que les résultats des Perspectives mondiales de la diversité biologique (PMDB) et du travail de la Plate-forme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) doivent être portés à l'attention de tous, au-delà des seuls décideurs. En effet, le futur de la biodiversité dépendra de l'action collective globale d'une société éduquée, avec notamment une obligation morale de valoriser les connaissances traditionnelles et autochtones sur la biodiversité.

L'UNESCO a développé ce manuel en étroite collaboration, à la fois, avec le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique et le Réseau des écoles associées de l'UNESCO (réSEAU). Nous souhaitons que ce kit, disponible en accès libre dès sa publication et en trois langues (français, anglais et espagnol), serve de référence pour que la notion de biodiversité, souvent considérée comme difficile à appréhender, puisse finalement être comprise et appliquée dans toute son essence, simplicité et puissance d'impact sur nos vies et la durabilité de notre planète. En fin de compte, la biodiversité, au-delà de représenter une photographie de l'évolution naturelle de la vie sur terre et dans les océans, n'est rien d'autre que le résultat de notre interaction avec la nature qui nous entoure. Si nous menons des vies qui reflètent les objectifs du développement durable, nous pourrions continuer de bénéficier de la biodiversité et de ses services écosystémiques: la sécurité alimentaire et l'accès à l'eau; l'apport d'énergies renouvelables et de composants de nos habitats; la contribution à notre santé et bien-être; la protection contre les désastres naturels; et la régulation du climat.



Partie 1

: Qu'est-ce que la ***biodiversité*** ?

A gauche :
Wallaby de Parry, Australie.
© UNESCO, Carl Moller

En haut à droite, du haut vers le bas :
Rainettes aux yeux rouges.
© Brian Gratwicke CC BY 2.0
Ara bleu. © Luc Viatour CC BY 2.0
Expédition arctique.
© Bjorn Alftan, UNEP GRID-Arendal

La biodiversité, une première définition

Le monde du vivant se caractérise par la variété et une grande diversité. Variété, diversité... On utilise l'un ou l'autre des termes selon que l'on s'attache plus aux éléments différents qui composent cet ensemble ou aux différences en tant que telles entre les éléments.

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 la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celles des écosystèmes.

La diversité biologique ou biodiversité recouvre toutes les formes de vie : celles des êtres vivants (animaux, végétaux, micro-organismes), de leurs habitats (ou milieux de vie), celles des écosystèmes auxquels ils appartiennent et participent, celles des biomes ou grandes unités de paysage façonnées par le climat (forêts tropicales humides, savanes tropicales et subtropicales, déserts et semi-déserts chauds, forêts caducifoliées tempérées, steppes, récifs coralliens, deltas).

La diversité biologique ne se reflète pas seulement dans les formes de vie, elle se manifeste également à tous les niveaux d'organisation et de fonctionnement du vivant (dans les systèmes que sont les gènes, les espèces, les écosystèmes, les biomes).

Autrement dit, elle ne représente pas seulement un inventaire de la diversité des espèces vivantes, visibles à l'œil et au microscope, elle désigne aussi la diversité génétique contenue dans chaque unité élémentaire du vivant (la cellule, l'individu, l'espèce, la population et l'écosystème) et recouvre également l'ensemble des relations et des interactions qui lient ces unités du vivant entre elles.

Par ces relations, il faut entendre aussi bien la circulation d'énergie s'effectuant lors des relations prédateur/proies, la relation de coopération entre deux espèces comme le pique-boeuf (un oiseau) et le rhinocéros (le premier se nourrit des parasites externes du second) pour le bénéfice des deux partenaires, ou encore les relations à l'œuvre lors des flux d'éléments majeurs durant le processus des grands cycles biogéochimiques de la biosphère, tel que le cycle du carbone et son stockage par les forêts et les océans.

Ce ne sont là que des exemples, il existe une multitude de relations.

Toute la variété et la diversité du vivant constitue le socle visible et invisible de l'existence humaine sur la terre.

Chaque être humain dépend de la biodiversité pour son bien-être.

La biodiversité est en effet la source du bon fonctionnement des écosystèmes et – par conséquence – des services rendus par les écosystèmes aux populations. Ces services peuvent être définis comme des bienfaits immédiats, majeurs, des facteurs clés de bien-être pour les communautés humaines, qu'il s'agisse par exemple de l'approvisionnement en nourriture, en eau propre, en médicaments, en ressources énergétiques, en matières premières.

En plus de fournir des produits et des aliments vitaux, la biodiversité participe à la formation des sols et au cycle des nutriments par la production et la décomposition de matière organique ; elle maintient les sols en place grâce à la présence d'une couverture végétale plus ou moins diversifiée ; elle joue un rôle clé dans la régulation du climat local et global grâce à la répartition et à la densité de peuplements végétaux comme les forêts, qu'elles soient mixtes ou tropicales ; elle participe à la régulation de l'air et de la qualité de l'eau.

La diversité biologique transparaît également dans la diversité culturelle des êtres humains à la surface de la planète. Le vivant influe sur nos systèmes de pensées, de croyances et de représentations, sur nos conceptions du monde, nos symboles, nos valeurs, nos savoir-faire, nos ouvrages issus de l'aménagement du territoire ou de l'espace bâti, nos réalisations artistiques...

De façon générale, la création et l'évolution des diverses formes de cultures humaines traduisent des manières différentes d'emprunter à l'univers biologique et d'intervenir sur celui-ci.

Or, depuis plusieurs années, on constate une érosion générale de la biodiversité à l'échelle mondiale, une érosion qui s'accélère à un rythme sans précédent.

Ce phénomène est en grande partie causé par l'impact des activités humaines sur le monde du vivant, intensifié par le changement climatique et la pression continue d'une population mondiale en croissance permanente.

Il est aujourd'hui urgent de bien identifier les causes directement à l'origine de l'extinction des espèces, de la disparition ou fragmentation des habitats afin de mieux contrer et enrayer le déclin massif de la biodiversité dont dépendent si clairement nos conditions de vie et notre bien-être.



Petit historique

Le terme *biodiversité*, utilisé pour désigner le concept de diversité biologique, est introduit pour la première fois en 1988, dans l'analyse scientifique par Edward Osborne Wilson, entomologiste et biologiste de renom. Il s'agit en fait d'un néologisme composé à partir des mots « biologie » et « diversité ».

Ce mot semblait plus efficace en matière de communication à un moment où l'on commençait à prendre conscience de l'ampleur et de la particularité du phénomène d'extinction des espèces que nous connaissons depuis la fin du XX^e siècle.

En 1992, lors de la conférence de Rio ou *Sommet de la Terre* sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies (ONU), le terme de biodiversité a été confirmé : dans un contexte de préoccupation mondiale autour du développement durable et dans la perspective de trouver un équilibre viable entre les trois aspects économique, social et environnemental des activités humaines, il a été décidé lors de ce sommet, d'ouvrir à la signature une *Convention internationale sur la diversité biologique*.

Celle-ci fait une priorité de la conservation et de l'utilisation durable de la diversité du vivant, considérée comme une des ressources vitales du développement durable. De plus, cette convention a aussi comme objectif celui de promouvoir le partage équitable des bénéfices dérivant de la biodiversité, pour que toutes populations puissent en profiter.

La Convention, dans son article 2, donne la définition suivante de la biodiversité : « 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 la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celles des écosystèmes ».

A ce jour, 192 pays et l'Union européenne ont ratifié la Convention qui, en 2002, s'était fixée pour objectif de parvenir d'ici à 2010, à une réduction significative du taux actuel de perte de biodiversité aux niveaux régional, national et mondial.

Suite aux rapports nationaux, les Parties à la Convention (les pays signataires), ont reconnu que l'Objectif 2010 de réduire sensiblement le rythme d'appauvrissement de la diversité biologique à tous les niveaux n'avait pas été atteint.

En déclarant 2010 *Année internationale de la diversité biologique*, l'Assemblée générale des Nations Unies a invité de nouveau les gouvernements des états et les citoyens du monde à s'engager pour la biodiversité, à prendre des mesures concrètes, et à initier des actions afin de sauvegarder celle-ci sur notre planète.*

Les délégués des 194 parties, réunis lors de la Conférence des Parties à Nagoya en octobre 2010, ont donc adopté un Plan stratégique pour la biodiversité, couvrant la période 2011-2020. Les participants se sont engagés à mobiliser les ressources financières nécessaires à la mise en œuvre de ce plan qui prévoit notamment, d'ici à 2020, de réduire de moitié la perte des habitats naturels, de protéger 17% des zones terrestres et d'eau intérieures ou encore de restaurer au moins 15% des écosystèmes dégradés. Dans le cadre de ce sommet, les Parties à la Convention ont également adopté un protocole sur l'Accès et le Partage des Avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques dit « Protocole de Nagoya ».

Le Secrétariat exécutif de la Convention sur la diversité biologique édite régulièrement des *Perspectives mondiales de la diversité biologique* (*Global Biodiversity Outlook*), un rapport sur l'état de la biodiversité, devenu indispensable aux décideurs. La quatrième édition de ces Perspectives (GBO4), parue en 2014, renseignent donc sur les tendances actuelles que l'on peut dégager de l'évolution de la biodiversité et sur les options pour l'avenir.

Les Perspectives, auxquelles nous ferons référence tout au long de cet ouvrage sous l'acronyme de leur titre anglais GBO3, dressent un bilan de l'Objectif 2010. Ce dernier a favorisé la mobilisation de ressources financières pour l'élaboration de mécanismes de recherche et de mécanismes d'évaluation de l'impact sur l'environnement ; il a permis la mise en œuvre d'importantes actions de sauvegarde comme la création de nouvelles aires protégées et la conservation d'espèces spécifiques, mais de nombreux efforts restent à faire. La GBO-4 est publié presque à mi-chemin de l'échéance fixée pour atteindre la plupart des objectifs d'Aichi (2020). Il permet d'examiner les progrès accomplis pour atteindre les objectifs du Plan stratégique, auxquels les gouvernements se sont collectivement engagés en 2010.

En concentrant une somme d'informations scientifiques précises, des outils d'analyse et d'évaluation parfois nouveaux, et certains messages clés, le GBO4 entend porter à la connaissance des décideurs une synthèse puissante des questions présentes relatives à la biodiversité, afin d'intégrer celle-ci dans la prise de décision.

Dans le contexte plus large, à la fois informatif et pédagogique, de ce *Kit pédagogique sur la biodiversité* destiné à un large public, nous reprendrons au fil des développements, l'orientation des principaux messages et quelques-uns des outils les plus pertinents mis en avant par le travail de la Convention sur la Diversité Biologique y compris le GBO4.

* Voir sur ce point

Partie 3 – Une meilleure cohérence de l'action et de la juridiction



Apatura Ilia.
© Jacob Hübner,
Domaine Public



La diversité des espèces

1. Tout le vivant

Quand on parle de diversité des espèces ou entre les espèces, on parle de tout le vivant, des êtres humains, des animaux, des végétaux, des fougères ou champignons, des bactéries (organisme unicellulaire dont la cellule est dépourvue de noyau), des protozoaires (organisme unicellulaire dont la cellule est eucaryote, c'est-à-dire comporte un vrai noyau et des virus).

Parmi cette multitude d'espèces, il y a celles que nous connaissons bien : les animaux familiers, nos animaux domestiques (selon les régions du monde la vache, le yack, le dromadaire), ceux que nous connaissons par les livres, les photos, parfois les films documentaires, les plantes que nous aimons manger, que ce soit des feuilles comestibles comme le cresson d'eau (*Nasturtium officinale*), des racines comme la carotte ou le manioc (*Manihot esculenta*), ou des fruits charnus comme les baies (fruits à pépins) parmi lesquels on peut citer la myrtille des forêts scandinaves (*Vaccinium oxycoccos*) ou la goyave-fraise des Antilles (*Psidium cattleianum*).

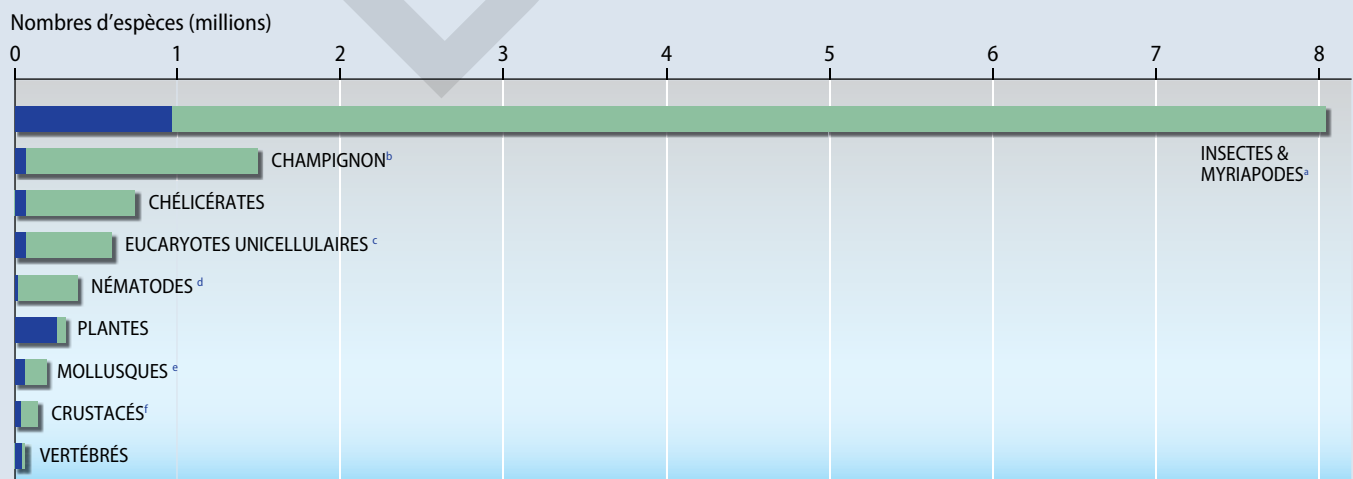
Mais il y a aussi celles que nous connaissons beaucoup moins bien !

Citons les espèces rares ou endémiques, c'est-à-dire localisées dans des régions géographiques déterminées (parfois sur d'étroits territoires) et nulle part ailleurs, comme l'ancolie des Alpes (*Aquilegia alpina*) ou la tortue étoilée de Madagascar (*Geochelone radiata*). Mais aussi les organismes unicellulaires invisibles à l'œil nu (bactéries, archées, protistes).

Parmi ceux-ci, on peut citer les cyanobactéries, sous-classe des bactéries, que l'on retrouve tout autour du globe (ubiquistes), aussi bien dans les glaces polaires que dans les lacs des cratères volcaniques et qui constituent les êtres les plus anciens que nous connaissons scientifiquement. Mais aussi les Archaea qu'on retrouve dans les sources hydrothermales au fond des océans, qui sont des organismes non chlorophylliens et dont les caractéristiques biologiques témoignent des conditions environnementales à l'époque de l'origine de la vie sur terre.

A toutes ces espèces peu familières, on peut ajouter celles qui ont une très brève durée de vie, comme les éphéméroptères parmi les insectes, qui ne vivent que quelques heures.

FIGURE 1 : ESTIMATION DE LA PROPORTION D'ESPÈCES DÉCRITES ET NON DÉCRITES DANS LE GROUPE DES EUCARYOTES



a. Myriapodes et mille-pattes

b. Arachnides

c. Algues, moisissure, rhizopodes et autres organismes unicellulaires (mais pas les bactéries)

d. Vers ronds

e. Escargots, palourdes, calmars, poulpes

f. Balanes, les copépodes, crabes, homards, crevettes, le krill

■ Espèces décrites

■ Espèces non décrites (estimation)

Source : Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005)

2. Biodiversité cachée

Il existe un nombre vertigineux d'espèces cachées, invisibles ou peu accessibles.

Leur nombre vient aujourd'hui gonfler les estimations du nombre probable d'espèces à découvrir et c'est pourquoi on ne peut pas définir avec certitude et précision le nombre total d'espèces existant sur la planète.

A ce jour, 1,8 millions d'espèces ont été décrites alors que le nombre d'espèces vivantes est estimé entre 5 et 30 millions, voire plus. La majorité des espèces non décrites est constituée d'insectes (de 4 à 10 millions ou plus d'espèces non décrites, dont beaucoup seraient concentrées dans la canopée des forêts tropicales).

En ayant identifié quelques dizaines de milliers de milliers de micro-organismes, nous n'en connaissons qu'un faible pourcentage (environ 1%). Les micro-organismes non décrits foisonnent, ils constituent une véritable masse de matière vivante, invisible à nos yeux, mais indispensable pour les écosystèmes (pour le recyclage de matière organique, leur participation au cycle du carbone et de l'azote, parmi les autres nombreuses fonctions qu'ils exercent).

Parmi ceux-ci, citons des champignons comme les levures, des protistes, des micro-organismes eucaryotes (dont la cellule possède un noyau), comme les algues unicellulaires microscopiques, et des bactéries.*

*** Voir sur ce point**

Estimations de la proportion d'espèces décrites et non décrites dans le groupe des Eucaryotes (tableau p. 12)



La biodiversité regroupe des espèces familières ...

A gauche :
Zèbre, Tanzanie.
© Luc Viatour, CC BY SA 3.0.

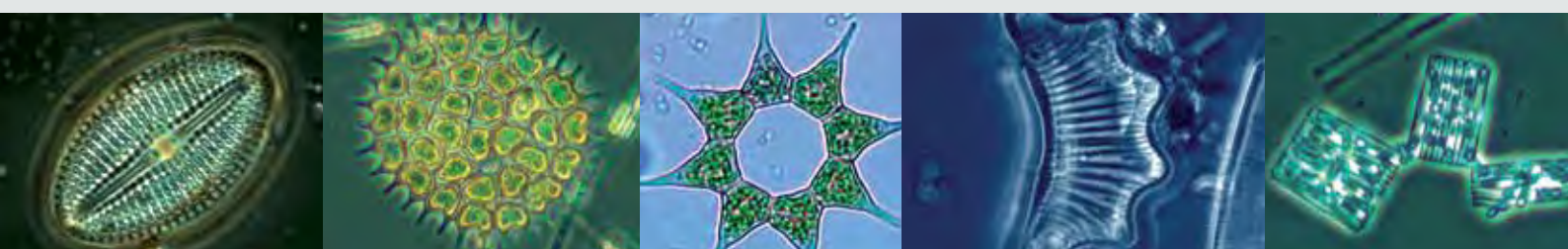
En bas, de gauche à droite :
Panda géant.
© Anissa Wood CC BY 2.0
Geai des chênes.
© Luc Viatour, CC BY SA 3.0
Lama, Pérou.
© Luc Viatour, CC BY SA 3.0

Mante orchidée (Hymenopus coronatus).
© Luc Viatour, www.lucnix.be, CC BY SA

A droite :
Wallaby de Parry, Australie.
© UNESCO, Carl Moller



...Mais aussi toutes celles auxquelles on ne pense pas.
Algues unicellulaires. © J-C Druart, INRA



3. Biodiversité décrite et classification

Continuer à étudier et à découvrir la biodiversité est essentiel car la découverte d'une espèce peut mener à la découverte d'un nouveau processus métabolique qui peut présenter un intérêt pour produire des médicaments ou pour améliorer l'efficacité d'un processus industriel.

* Voir sur ce point

Vol 2, Act 1 Premier inventaire de la biodiversité

La description et l'identification des espèces fait partie intégrante de l'étude de la biodiversité et la classification reste l'outil qui permet de traduire objectivement les données issues de l'observation.

L'être humain (*Homo sapiens*) est la seule espèce sur terre qui a le privilège de penser le vivant et d'intervenir directement sur l'univers biologique. Le besoin de classer est un caractère presque inhérent à l'organisation humaine. C'est en comparant les organismes vivants que les êtres humains ont établi une hiérarchie de taxons ou unités de classification servant à regrouper les organismes vivants. Cette classification est basée sur la forme, la fonction ou caractéristiques génétiques, selon qu'ils possèdent ou non des caractères communs, du gène à l'espèce.

La classification traditionnelle a notamment permis de diviser le monde du vivant en 6 règnes : les archées, les bactéries, les protistes, les champignons, les végétaux, les animaux.

Elle a aussi permis de mettre en valeur le concept d'espèce, unité de base de la hiérarchie du vivant*.

Cependant, du fait de l'avancement des connaissances, la classification évolue.

Le critère de classification étant la présence d'un caractère, il apparaît que les taxons définis par l'absence d'un caractère – s'opposant à sa présence – ont été moins fiables que prévus.

La classification traditionnelle est en un sens dépassée et redéfinie, notamment par des techniques basées sur les propriétés génétiques des organismes (cf. par ci-dessous).

4. Espèces

** Voir sur ce point

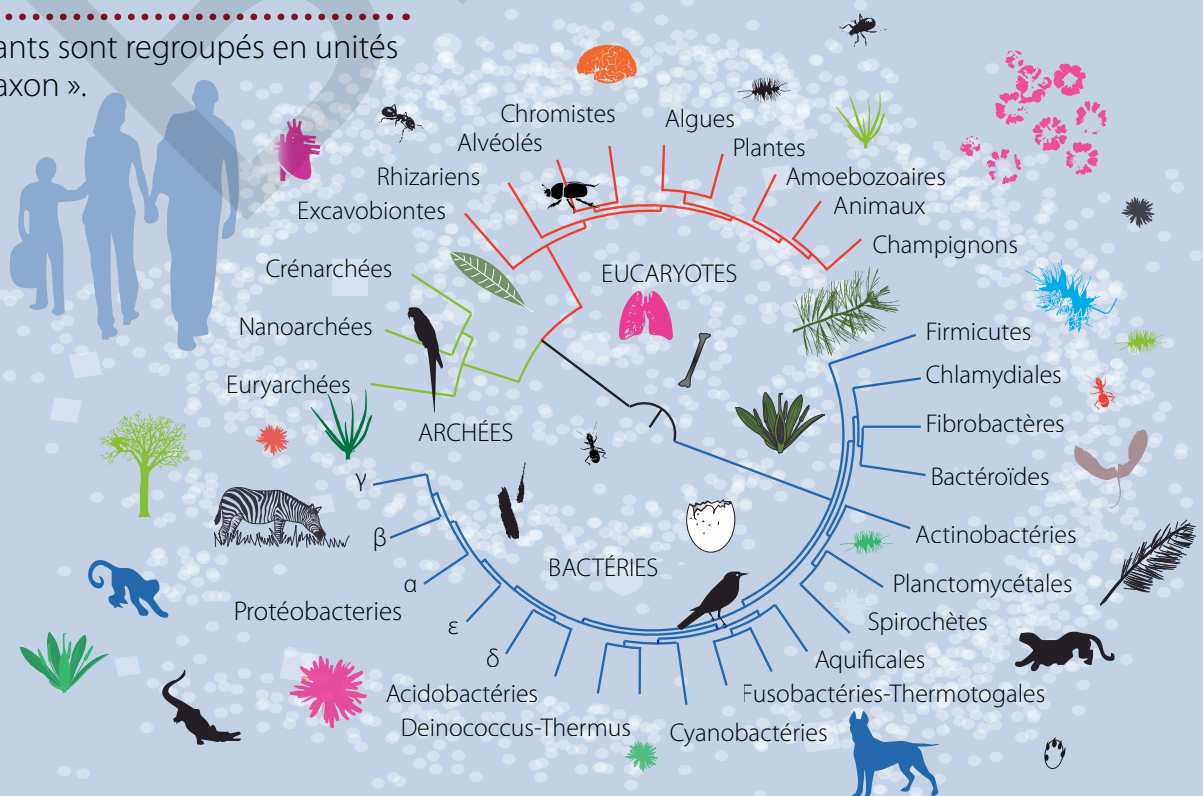
Vol 2, Act 1 Premier inventaire de la biodiversité

D'un point de vue scientifique, le concept d'espèce présente certaines limites, mais c'est un concept pratique, intéressant, qui permet de distinguer les différents types d'organismes vivants.

L'espèce correspond à une entité de classification qui regroupe une population d'êtres vivants interféconds (capables de se reproduire entre eux) ; cette population est isolée d'un point de vue reproductif d'autres populations et présente un ensemble particulier de caractéristiques physiques.**

FIGURE 2 : L'ARBRE DE LA VIE

Les êtres vivants sont regroupés en unités appelées « Taxon ».



La reproduction entre individus d'une même espèce doit pouvoir s'effectuer dans des conditions naturelles (sans qu'ils soient croisés artificiellement) et leur descendance doit être viable et féconde. Ce qui n'est pas le cas, par exemple, de deux espèces interfécondes comme le cheval et l'âne dont la descendance, le mulet, n'est pas féconde.

En résumé, le cheval et l'âne sont deux espèces différentes ; et le mulet n'est pas une espèce, c'est un hybride.

Le concept d'espèce trouve son fondement dans le phénomène d'isolement reproductif qui, d'une part, empêche le matériel génétique de différentes espèces de s'échanger et d'autre part, détermine

l'existence et la conservation des caractères propres à chaque espèce.

L'isolement reproductif ne peut cependant pas être rapporté aux cas d'organismes asexués, comme les bactéries, qui présentent des mécanismes de reproduction propres.

Dans le temps et l'histoire des sciences du vivant, le concept d'espèce a évolué.

On considère aujourd'hui les espèces comme résultant du processus évolutif d'espèces qui les ont précédées : lors de la spéciation, de nouvelles espèces apparaissent du fait de la scission d'un patrimoine génétique en deux « programmes » distincts. Ce phénomène se déroule sur de très longues périodes.

FIGURE 3 : LE CONCEPT D'ESPÈCE

Une espèce regroupe tous les êtres vivants capables de se reproduire entre eux et dont les descendants sont à leur tour féconds. Les êtres vivants de la même espèce se ressemblent... plus ou moins !



5. Temps/Evolution

La classification traditionnelle est également délaissée au profit de la classification phylogénétique. Celle-ci repose sur l'idée d'évolution et la notion d'ascendance commune (ou phylogénie).

On repère ainsi des relations évolutives entre des organismes qui ont divergé depuis longtemps à partir d'un ancêtre commun. Les espèces s'individualisent à partir de populations au sein de l'espèce d'origine. Ces populations évoluent distinctement du fait de mutations, de phénomènes aléatoires dus au hasard et du fait de la sélection naturelle (certains traits favorisant une meilleure adaptation se transmettent à un nombre croissant d'individus de génération en génération).

La transformation de ces populations aboutit à l'apparition de nouvelles espèces et à une diversification des formes de vie.

La biodiversité est donc inséparable de l'évolution. Elle doit être considérée dans le temps, comme un processus dynamique dans sa dimension temporelle.

On peut parler d'une histoire de la biodiversité.



Parnassius apollo.
© Jacob Hübner,
Domaine public



6. Extinction

L'étude de la biodiversité consiste à la fois à inventorier les espèces, à les décrire et à examiner leur vie dans le temps : une espèce a une durée de vie dans le temps, son extinction fait partie du cours naturel de l'histoire de la biosphère.

L'histoire de la biodiversité est traversée de disparitions, de grandes crises d'extinction des espèces. On connaît cinq crises majeures provoquées par de brusques et profonds changements du milieu extérieur. On note alors des disparitions massives d'espèces, à tel point qu'entre la fin de l'ère primaire et le début de l'ère secondaire, lors de la plus grande crise d'extinction, il y a environ 245 millions d'années, 95% des espèces de l'époque ont disparu.

Ainsi, seuls 5 % des espèces présentes à cette période ont déterminé toutes les formes de vie que nous connaissons aujourd'hui. L'extinction des espèces fait donc naturellement partie de l'évolution.

Plus près de nous et à notre échelle humaine, le nombre d'individus d'une espèce peut croître ou décroître dans le temps ; il sert à évaluer l'état de conservation de cette espèce.

Le nombre d'espèces présentes dans une région donnée peut aussi être analysé dans le temps et être un indicateur de mesure de la biodiversité dans cette région, des variations des conditions climatiques et des propriétés des sols dans le temps.

Avec les connaissances actuelles sur l'évolution de la biodiversité, il est possible d'estimer les rythmes d'extinction des espèces.

Or, le rythme d'extinction des espèces que nous connaissons actuellement est 100 fois plus rapide qu'auparavant dans l'histoire de la biosphère.

Si 95% du vivant a disparu en 4 millions d'années (lors de la grande crise du Permien), le problème actuel

FIGURE 4 : ÉCHELLE DES TEMPS GÉOLOGIQUES

L'histoire de la Terre peut se découper en grandes périodes. Le passage d'une période à une autre est parfois marqué par des crises. C'est le cas, par exemple, il y a 65 millions d'années (limite Trias et Jurassique), lorsque les dinosaures ont disparu.

Du plus récent (aujourd'hui) au plus ancien				
Ere	Période	Epoque	Age en Ma	
Quaternaire			1,7	
Tertiaire	Néogène	Pliocène	5,3	
		Miocène	23,5	
	Paléogène	Oligocène	34	
		Eocène	53	
		Paléocène	65	
Secondaire	Crétacé	Supérieur	96	
		Inférieur	135	
	CRISE : limite entre Crétacé et Jurassique			
	Jurassique	Malm	154	
		Dogger	180	
		Lias	205	
	CRISE : Limite entre Trias et Jurassique			
	Trias	Supérieur		230
				240
		Moyen		245
			245	
CRISE : Limite entre Permien et Trias				
Primaire		Permien	Supérieur	258
	Inférieur		295	
	Carbonifère	Silésien	325	
			360	
		Dévonien	CRISE	410
	Silurien		435	
	Ordovicien	CRISE	500	
Cambrien		540		
Précambrien	Algonkien		2500	
	Archéen		3800	



Loup des Falklands par John Gerrard Keulemans. Domaine public

d'accélération des extinctions est nettement différent : il se concentre sur 160 ans... et c'est en cela qu'il est extrêmement préoccupant !

Mais il ne faut pas oublier que, en remontant aussi loin dans le temps, on ne peut, avec les connaissances actuelles, donner une fourchette de temps plus réduite. Il est donc possible que la majorité des disparitions du Permien se soient condensées sur une période beaucoup plus courte que les 4 millions d'années annoncés, 250 000 ans, par exemple.

L'accélération actuelle des disparitions est largement liée à l'expansion des activités humaines depuis l'ère industrielle, à la transformation des écosystèmes à des fins agricoles, à la fragmentation et à la perte des habitats, aux espèces étrangères envahissantes, à la surexploitation des ressources naturelles, à la pollution et au changement climatique... pour ne citer que ces causes directes.

Mis en avant par le GBO3, l'indice Planète vivante (IPV), un outil d'évaluation solide et durablement testé, permet d'analyser la taille des populations d'espèces sauvages dans le temps. Or la valeur globale de l'IPV pour les populations sauvages de vertébrés a chuté d'un tiers (31%) à l'échelle mondiale entre 1970 et 2006. Si l'on observe le graphique ci-dessous, on constate que la diminution la plus drastique de la taille des

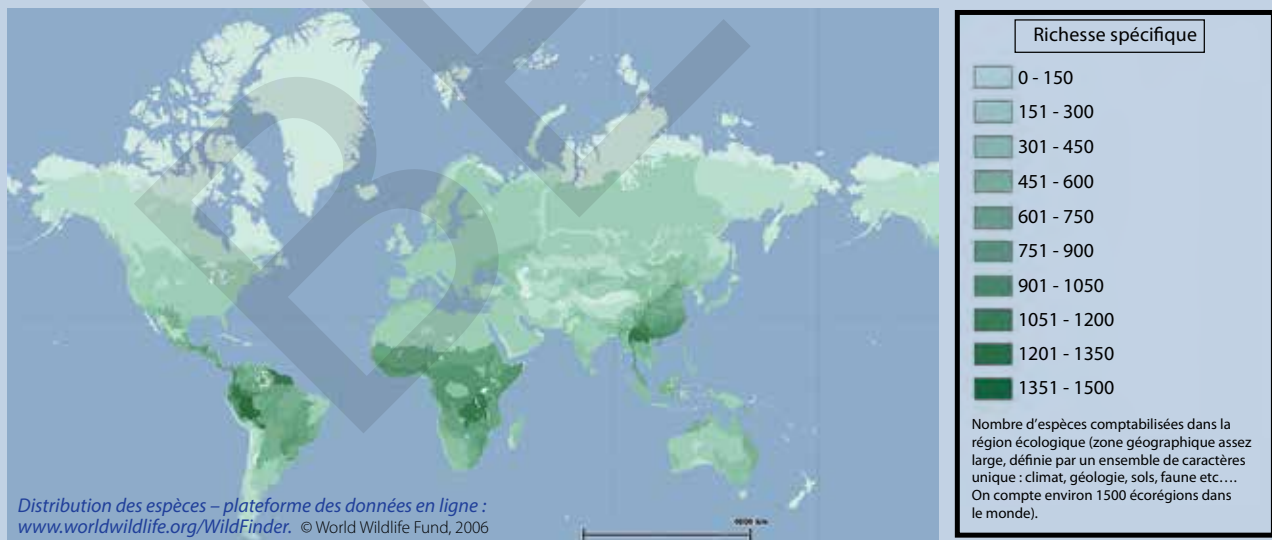
populations a eu lieu dans les régions tropicales. Cela ne veut pas dire que l'état de la biodiversité soit plus dégradé dans ces régions qu'ailleurs. En effet, si l'on observe l'indice sur plusieurs siècles, on constate que les populations d'espèces issues des régions tempérées ont régressé tout autant, sinon plus, par rapport à leur densité d'avant l'ère industrielle. Leur très relative augmentation actuelle serait due à la déprise agricole et au reboisement de certaines terres de culture et d'élevage qui ne seraient plus exploitées. L'analyse met cependant en exergue l'érosion grave et continue de la diversité biologique des régions tropicales.

Si l'on étudie dans le détail, à l'aide des résultats les plus récents, les tendances révélées par l'IPV concernant les populations d'espèces à l'échelle mondiale, on constate par exemple que les populations de 42% des espèces d'amphibiens et de 40% des espèces d'oiseaux sont en régression.

Pour les oiseaux plus précisément, 44% des populations d'oiseaux d'eau (sur 1200 évaluées) sont en diminution depuis 1980, tandis que les populations d'oiseaux champêtres ont régressées de 50% en Europe depuis cette date.

Ces chiffres semblent être significatifs du point de vue scientifique et demandent une réponse concrète en faveur de la biodiversité de la part de la société.

FIGURE 5 : RICHESSE SPÉCIFIQUE À TRAVERS LE MONDE, D'APRÈS UNE CARTE DE WILDFINDER



Durant les 160 dernières années de nombreuses espèces animales et végétales ont disparu. La plupart du temps, les activités humaines ont joué un rôle dans ces disparitions : chasse, déforestation, introduction d'espèces invasives.

Un quagga mâle par Nicolas Marechal. Domaine public

Ibis. © Raimond Spekking, CC BY SA 3.0

Georges le Solitaire, dernier représentant d'une espèce de tortue terrestre de l'Archipel des Galapagos (Chelonoidis abingdonii). Il s'est éteint le 24 juin 2012. © Mark Putney, CC BY-SA 2.0



La diversité des écosystèmes



Spatule rosée.
© Olaf Oliviero
Riemer CC BY SA 3.0

Une définition fondamentale de la biodiversité concerne la diversité dite « écologique » ou « écosystémique » ; celle-ci correspond à la diversité des écosystèmes qui se trouvent sur terre.

1. Qu'est-ce qu'un écosystème ?

Un écosystème est un complexe dynamique formé d'une communauté d'organismes vivants et de l'environnement physique, chimique et géographique dans lequel ces êtres vivants évoluent. La communauté d'espèces et l'environnement agissent en interaction en tant qu'unité fonctionnelle.

Les différentes espèces qui composent la communauté ou biocénose, à savoir les plantes, les animaux, les micro-organismes, les êtres humains s'influencent les uns les autres de diverses manières. On appelle facteurs biotiques les interactions du vivant sur le vivant dans un écosystème. Il s'agit par exemple des relations d'alimentation, de prédation, de compétition, de parasitisme qui lient les espèces entre elles.

Parallèlement, les espèces dépendent des facteurs abiotiques (non biologiques) de l'environnement comme le climat, le sol, le relief, l'espace, la lumière.

Un écosystème est donc constitué de l'interaction des facteurs biotiques et abiotiques qui le caractérisent ou, plus précisément, il est constitué du réseau de relations, d'interactions et d'interdépendances tissés entre les éléments qui le composent et qui permettent le maintien et le développement de la vie ; ainsi que par les flux d'énergie échangée entre les espèces qui le peuplent.

Un écosystème est un complexe dynamique formé d'une communauté d'organismes vivants et de l'environnement physique, chimique et géographique dans lequel ces êtres vivants évoluent.

2. La diversité des écosystèmes

Quand on parle de diversité écosystémique, on ne parle pas de dresser l'inventaire des espèces d'un écosystème, on parle aussi bien de la diversité des environnements physiques, de la diversité des habitats

propres à une combinaison d'espèces, de la diversité des interactions au sein des populations naturelles, de la diversité des flux d'énergie qui varie d'un écosystème à l'autre.

Diversité des Environnements physiques

La multitude d'environnements physiques ou « milieux » que l'on trouve sur terre présentent des caractéristiques physico-chimiques très diversifiées qui influent sur les espèces qui y vivent.

Ainsi les ressources d'un milieu – la présence de réserves d'eau superficielle ou souterraine, la structure du sol, la teneur du sol en sels minéraux ou en nutriments – et les conditions du milieu données par la température et les précipitations (ou des conditions spécifiques comme l'altitude et son influence sur le degré d'ensoleillement) influent sur la présence ou le développement de telle ou telle espèce dans ce milieu précis.

Ne vont y vivre ou y coexister que des espèces adaptées à ces ressources et à ces conditions. Ainsi, la gentiane pourpre pousse préférentiellement sur les arêtes exposées au sud en montagne, les plantes halophiles se développent sur des sols salés, un oiseau comme le casse-noix dont le régime alimentaire repose sur les graines de conifères vit à la limite supérieure des forêts sur la pente d'un massif situé en région tempérée.

Ensuite, une espèce vivant dans un milieu donné, subit invariablement l'influence d'autres espèces qui l'entourent, qui lui fournissent sa nourriture, sans laquelle elle ne peut se développer et donc se reproduire.

Diversité des interactions au sein des populations d'espèces

* Voir sur ce point

Vol 2, Act 2 Grand schéma illustré du tissu du vivant

C'est bien grâce aux chaînes alimentaires et aux réseaux trophiques de relations entre espèces que la matière et l'énergie, nécessaires à chaque être vivant, peuvent circuler, et que le complexe dynamique que constitue l'écosystème peut se maintenir en place.*

Parmi les divers processus d'interaction biologique entre deux espèces, autres que la relation d'alimentation ou de prédation, on peut citer la relation de symbiose dont le bénéfice est réciproque pour les deux espèces en interaction.

L'espèce d'orchidée *Ophrys sphegodes* est en symbiose avec l'espèce d'abeille *Andrena nigroaenae* : la plante élabore certaines stratégies destinées à attirer l'insecte qui, se nourrissant de nectar, transmet le pollen d'une orchidée à l'autre, favorisant la reproduction de la plante et son extension à de nouveaux territoires.

La pollinisation croisée, par le jeu des espèces en présence, n'est qu'un exemple des interactions possibles du vivant sur le vivant.

Il s'agit d'un exemple très important car il se rattache à la pollinisation, une fonction vitale pour le maintien des conditions préalables à la vie sur terre.

Au sein d'une population donnée, le maillage des relations entre espèces structure l'équilibre de l'écosystème en assurant des fonctions écologiques précises et indispensables.

Concernant la fonction de pollinisation à l'échelle de la planète, la diversité des espèces vivantes sur terre permet une mise en relation des végétaux avec des agents pollinisateurs biologiques d'origine diverse : oiseaux, chauve-souris, abeilles et bourdons, papillons, autres insectes, à la source du fonctionnement et du maintien d'écosystèmes eux-mêmes très variés.

Dahlia. © J. Weber, INRA



Fou masqué, Iles Phoenix (Kiribati). © UNESCO / Jane Adams



Diversité des flux au sein des écosystèmes

Le jeu des interactions entre espèces et la circulation de matière et d'énergie que celles-ci engendrent s'inscrivent dans un processus de mixage plus large entre les substances organiques et les substances minérales absorbées par les êtres vivants pour leur croissance et leur reproduction, ces substances étant par la suite rejetées sous forme de déchets et bientôt décomposées pour être à nouveau utilisées.**

Ce recyclage d'éléments correspond au flux et à la transformation de composés chimiques ou éléments majeurs comme le carbone, l'oxygène, l'azote ou l'eau qui maintiennent les conditions de la vie au sein de la biosphère en circulant sous des formes assimilables par les organismes puis sous des formes minérales ou gazeuses lors des grands cycles biogéochimiques de la planète.

L'écologie fonctionnelle s'attache à mettre en évidence la diversité des flux d'éléments majeurs, des flux d'énergie et des flux de matière en fonction des milieux.

Chaque milieu est différent et les flux reposent sur les interactions des espèces présentes dans le milieu, plus précisément sur les espèces qui composent l'écosystème. Priment non pas le nombre total d'espèces présentes, mais les caractéristiques écologiques des espèces les plus abondantes.

A partir du moment où des espèces-clés existent dans un milieu et remplissent certaines fonctions écologiques, l'écosystème est défini et peut être étudié.

** Voir sur ce point

Vol 2, Act 2 Grand schéma illustré du tissu du vivant

L'orchidée araignée et l'abeille *Adreana nigroaenea* sont en symbiose. L'aspect de la fleur attire l'abeille, qui se nourrit du nectar de l'orchidée. Mais en faisant cela, elle se couvre de pollen, qu'elle dépose sur l'orchidée suivante. Les orchidées ne peuvent pas se reproduire sans l'abeille pour transporter le pollen et l'abeille ne peut pas se nourrir sans le nectar de l'orchidée.

Abeille (*Adreana nigroaenea*). © Aiwok CC BY SA 3.0

Orchidée araignée (*Ophrys sphegodes*). © Bernd Haynold, CC BY SA 3.0



Discerner et appréhender un écosystème

Même dans un milieu extrême où les conditions de vie sont difficiles, un écosystème peut être dynamique et productif en termes de biomasse et de denrées utilisables par les êtres humains, si les espèces dominantes qu'il abrite jouent un rôle majeur dans le maintien et la stabilisation des conditions de vie.

En région aride australienne, dans un semi-désert à acacias, on distingue parfois plusieurs dizaines de plantes à fleurs (des herbacées, des éphémères) et on repère nettement les acacias. Mais les espèces de loin les plus nombreuses (jusqu'à 10 fois plus) sont animales, composées d'insectes qui vivent sur les arbustes et les graminées et se nourrissent de plantes. D'autres insectes constituent la faune du sol avec les décomposeurs, auxquels il faut ajouter les bactéries et les champignons.

Le kangourou, même s'il est une espèce très importante et représentative de cet écosystème n'est pas une espèce-clé au contraire des différentes espèces de fourmis qui, en trois jours seulement, peuvent accomplir un travail considérable d'entretien de l'écosystème.

Les fourmis travaillent la matière du sol de diverses manières : elles « jardinent » et « terrassent » le sol en le creusant et le mobilisant pour la construction de leur nid ; elles accomplissent leur rôle de nécrophage en décomposant les cadavres qu'elles trouvent (90 % des cadavres d'insectes sont ainsi décomposés) et contribuent au recyclage précieux des éléments nutritifs dans le sol. D'une part elles enfouissent de la matière organique, d'autre part elles aèrent et retournent le sol, remontant en surface une matière fragmentée en petites particules. On peut dire qu'elles structurent et enrichissent le sol en surface et en profondeur.

Grandes consommatrices de graines, elles n'en consomment souvent que l'enveloppe en rejetant le reste de la graine sans affecter sa capacité germinative ; elles contribuent donc aussi à disséminer et à faire germer de nombreuses graines.

En résumé, en l'absence de fourmis, l'écosystème serait vraiment différent.

Un écosystème ne peut se réduire à sa dimension spatiale, sa taille varie.

Un écosystème dynamique et clairement défini comme celui d'une mare, dont les ressources et les

conditions sont bien spécifiques, sera beaucoup plus petit à l'échelle du territoire que celui constitué par une forêt de conifères.

On parle plutôt d'écosystème lorsque l'environnement est suffisamment autonome ou défini pour abriter certaines espèces clés qui vont déterminer la composition de la biocénose (c'est-à-dire l'ensemble des êtres vivants co-habitants dans un espace donné), permettre que s'effectue le cycle du vivant entre les espèces et le transfert de matière, d'énergie et de macroéléments nécessaires au maintien des milieux et de leurs conditions physico-chimiques. L'écosystème recouvre l'ensemble des relations et des interactions à l'œuvre dans ce complexe dynamique.

Rappelons enfin qu'il est possible de comparer la biodiversité de différents écosystèmes puisqu'ils sont constitués de communautés d'espèces plus ou moins complexes.

La biodiversité est néanmoins la condition de leur équilibre surtout lorsque survient un phénomène perturbateur qu'il soit externe comme un incendie, une période de grave sécheresse, ou interne, quand une espèce importante vient à disparaître.

Un écosystème peut être fragilisé, voire déstabilisé par la disparition d'une espèce qui signifie plus qu'un chaînon manquant dans la toile du vivant mais entraîne une discontinuité dans la somme des interactions entre les différents éléments. Les mailles de la toile « chassent », le vide s'agrandit et l'ensemble du système peut être mis à mal.

La disparition d'une espèce d'oiseau peut signifier une germination moindre de certains végétaux, entraînant une réduction du peuplement de ces espèces végétales et une décroissance des populations d'insectes qui s'en nourrissent.

Dans le temps, un écosystème peut évoluer vers un état moins stable. On parle de régression écologique. Si, au contraire, les espèces qu'il abrite indépendamment de leur nombre, y trouvent les conditions pour bien se développer et se reproduire, l'écosystème évolue vers un état de stabilité théorique, dit climacique.

On aborde ainsi un écosystème dans l'espace et dans le temps. Il comporte une forte dimension temporelle : jamais figé, c'est un système en mouvement et en évolution constante.



La diversité des gènes

La biodiversité la moins facile à appréhender est la diversité génétique ou diversité au sein des espèces. Celle-ci fait que chaque individu d'une même espèce est unique.

1. Cellule

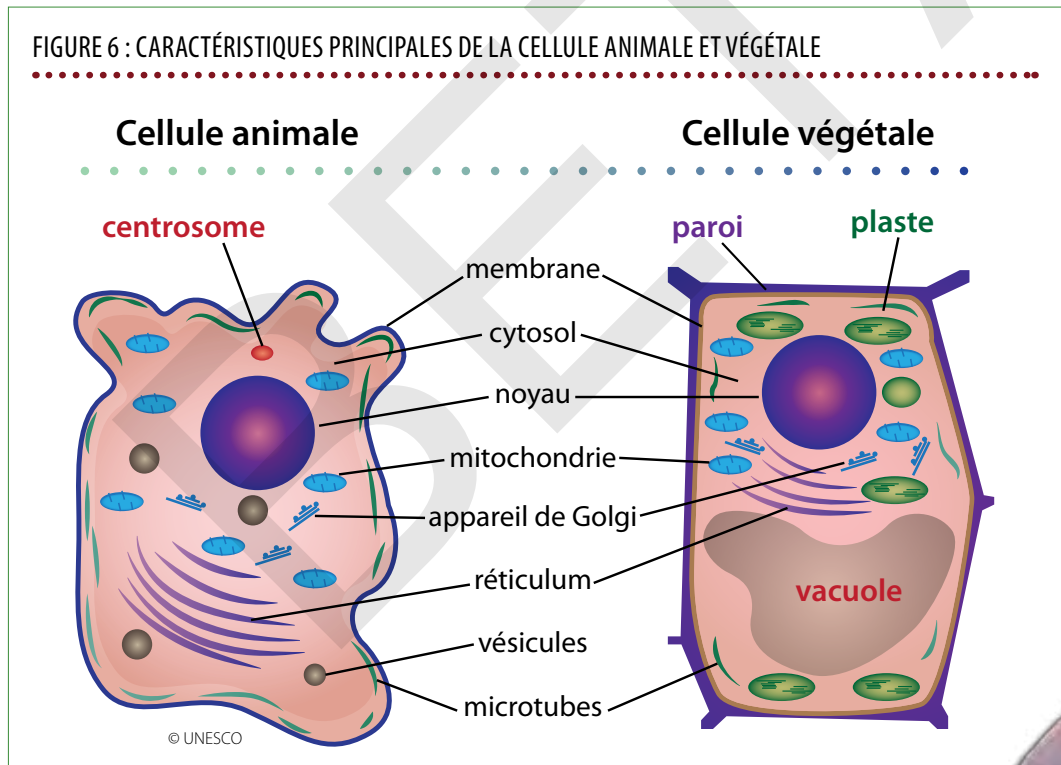
La cellule est l'unité du vivant. D'une part, elle structure les êtres vivants, qui sont tous constitués de cellules, parfois d'une seule cellule (bactéries, par exemple), parfois de milliards de cellules (animaux, par exemple). On parle d'unité structurelle du vivant : la cellule est la brique du vivant.

D'autre part, dans la cellule ont lieu de nombreuses réactions et transformations chimiques: respiration,

fermentation, photosynthèses. On dit que la cellule est l'unité fonctionnelle du vivant.

En résumé, la cellule est la brique dont sont composés tous les êtres vivants, mais c'est aussi le moteur qui permet aux organes des organismes pluricellulaires de fonctionner et aux organismes unicellulaires de rester en vie.

FIGURE 6 : CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA CELLULE ANIMALE ET VÉGÉTALE



2. ADN

Au centre de la cellule eucaryote, on trouve le noyau. A l'intérieur du noyau, protégé, se trouve l'ADN. Dans les cellules procaryotes (les bactéries et les archées), l'ADN n'est pas protégé par un noyau, mais il est aussi présent dans la cellule.

L'ADN est une longue molécule dont le nom complet est « Acide désoxyribonucléique ». On peut le

schématiser ainsi : P : phosphore, Sucre : Désoxyribo, Base azotée : Adénine, Guanine, Cytosine ou Tymine. A toujours en face de T, C toujours en face de G.

Du haut vers le bas:

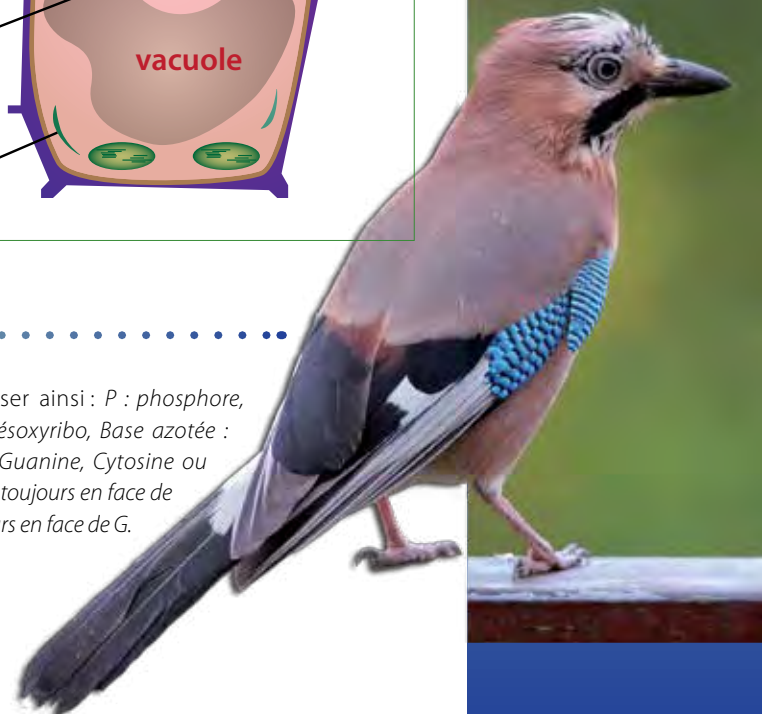
Algue unicellulaire.

© J-C Druart, INRA

Dahlia. © J. Weber, INRA

Geai des chênes.

© Luc Viatour CC BY SA 3.0

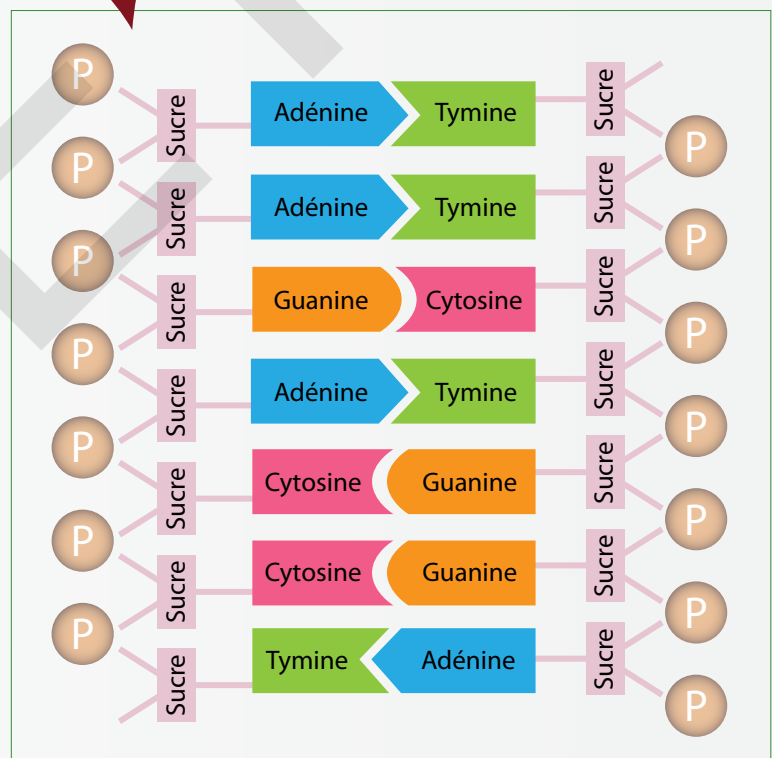


L'ADN est constitué de 2 colonnes (on parle de chaînes) qui sont reliées entre elles par des bases azotées. Il y a 4 bases azotées différentes : Adénine, Guanine, Cytosine et Tymine. La succession de ces bases dans chaque chaîne (A-A-G-A-C-C-T) est en fait un code qui permet de stocker de l'information dans les cellules. A chaque série de 3 bases azotées (un codon) est associé un acide aminé spécifique. Lorsque la molécule d'ADN est « lue » dans la cellule, le résultat est une suite d'acide aminé. C'est ce qui permet, par exemple, de synthétiser de l'insuline, qui fait baisser le taux de sucre dans notre sang. C'est aussi comme cela que l'on produit de l'adrénaline lorsque l'on a peur, ce qui nous permet de courir plus vite et plus longtemps.

Mais l'information contenue dans l'ADN, c'est aussi la couleur des yeux, la taille, le type de plumes ou de poils, le nombre d'os dans le squelette, etc. Chaque suite de bases azotées qui code pour une information précise est appelée un gène. On parle donc d'information génétique.

FIGURE 7 : REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DE L'ADN

L'organisation moléculaire de l'ADN lui permet de coder de l'information



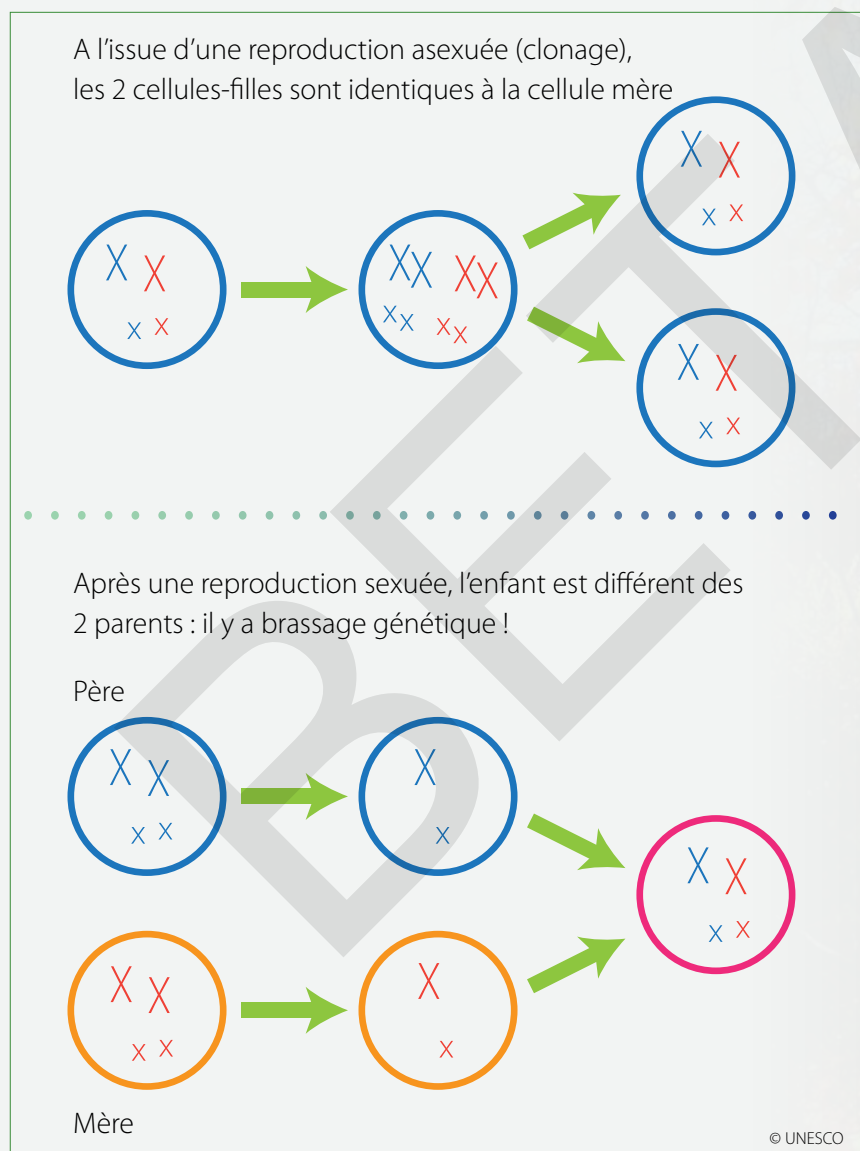
P : phosphate, Sucre : Désoxyribo, Base azotée : Adénine, Guanine, Cytosine ou Tymine

3. Et la biodiversité, dans tout ça ?

Les êtres vivants se reproduisent de deux manières : soit en mélangeant le matériel génétique d'un mâle et d'une femelle, soit en se reproduisant à l'identique (clonage). On parle de brassage génétique. Ce brassage est le moyen le plus rapide de voir apparaître, dans une population, des individus qui auront des

caractéristiques mieux adaptées au milieu. Ce sont eux qui vivront le plus longtemps et auront le plus descendants. Des centaines de générations plus tard, ils seront complètement différents de leurs lointains parents : une nouvelle espèce sera née.

Reproduction asexuée ou sexuée, quelle différence ?



Diversité

des habitats, des biomes et des paysages

L'habitat, c'est l'ensemble des caractéristiques d'un milieu qui permettent à un animal ou à une plante de vivre et de se reproduire normalement.

1. Comment les espèces entretiennent-elles leur milieu ?

La diversité des milieux influe sur l'organisation des écosystèmes et leurs communautés d'espèces et, en retour, les écosystèmes entretiennent la diversité et l'hétérogénéité des milieux.

Le concept d'« habitat » éclaire l'idée d'une relation d'entretien réciproque entre l'environnement physique (les conditions physico-chimiques du milieu) et la diversité des espèces qu'on y trouve.

En premier lieu, un habitat désigne l'ensemble des éléments et des caractéristiques d'un milieu, qui offrent à la population d'une espèce donnée, les ressources et les conditions suffisantes pour vivre et se reproduire.

Le concept d'habitat se définit parallèlement en rapport à l'espèce ou à la combinaison d'espèces qui y vivent. Ainsi, un arbre creux à l'écorce cassante, peuplé d'insectes xylophages (se nourrissant de bois) est l'habitat de prédilection de nombreux pics parmi les oiseaux grimpeurs des forêts européennes. Mais,

s'il s'agit d'une espèce particulière de pics qui ne se contente pas d'insectes mais se nourrit également de cônes, alors seule une espèce précise de conifères que l'on trouve dans certains milieux lui conviendra.

Dans un habitat dit « optimal » où la reproduction d'une espèce dominante est optimale, l'espèce modère et entretient le milieu.

Citons l'exemple d'une espèce arborescente dominante (un chêne, un hêtre, un bouleau, un pin cembro, un eucalyptus) dans un habitat forestier favorable. Celle-ci est en équilibre avec le climat du lieu, entretient une communauté cohérente d'organismes vivants qui participent à sa croissance, et surtout elle « construit » son milieu. En participant à la formation de la forêt, l'espèce génère un microclimat qui participe au climat général ; elle influe aussi sur le milieu en altérant la nature du sol : l'épicéa acidifie le sol de la pessière où il croît, en produisant un humus acide et épais qui modifie la composition du sol en sa faveur et permet sa prolifération.

L'espèce, animale ou végétale, peut influencer sur son milieu, surtout si elle domine ce milieu (c'est-à-dire les individus de l'espèce sont très nombreux dans ce milieu). Par exemple, les conifères acidifient le sol. Or, les autres plantes, comme les arbres feuillus, n'aiment pas les sols acides. Ainsi, plus il y a de conifères dans une forêt, plus le sol sera acide et donc plus il y aura de conifères dans la forêt.

Forêt de feuillus – sol de forêt de feuillus : des plantes poussent sous les arbres. Triñino Fraternidad Biosphere Reserve, Guatemala et Honduras © UNESCO, ICF Honduras

Forêt de conifères – sol acide d'une forêt de conifères : il n'y a pas de sous-bois. © M. Michel, INRA



Nombre d'espèces contribuent ainsi à modeler, à construire et à entretenir des milieux très hétérogènes. Elles créent et multiplient simultanément les conditions de vie pour d'autres espèces.

On ne peut pas penser la diversité des espèces sans la diversité des habitats et inversement la variété des habitats sans la multitude des espèces.

Les biomes sont l'expression des conditions écologiques d'une aire biogéographique, données par le climat et le sol, à laquelle s'ajoute une répartition zonale en bandes de végétation homogène.

2. De l'habitat au biome

Les limites d'un habitat sont floues. Il peut être de taille réduite, parfois trop petit pour constituer un habitat viable et répondre aux besoins d'une espèce, ou très étendu si l'on considère les espèces migratrices ou celles qui exploitent de grandes aires de déambulation.

ou d'habitats au sens large, abritant une mosaïque d'habitats.

Comment qualifier précisément l'habitat d'un gnou ou d'une hirondelle ?

Les spécialistes du domaine ont ainsi repéré à l'échelle de la planète des grands ensembles, des complexes d'écosystèmes présentant des conditions environnementales similaires, des structures d'habitats comparables, qu'ils ont nommés « biomes » et caractérisés en fonction de la végétation et des espèces animales qui y prédominent.*

Les experts en écologie ou en biogéographie retiennent les caractéristiques végétales d'un habitat pour tenter de le décrire ou de le définir. En effet, lorsque nous observons les écosystèmes naturels ou semi-naturels (plus déterminés par l'activité humaine) nous voyons surtout des plantes. Celles-ci déterminent la structure spatiale des écosystèmes, reflètent l'évolution des sols et du substrat géologique et conditionnent les rythmes temporels des écosystèmes.

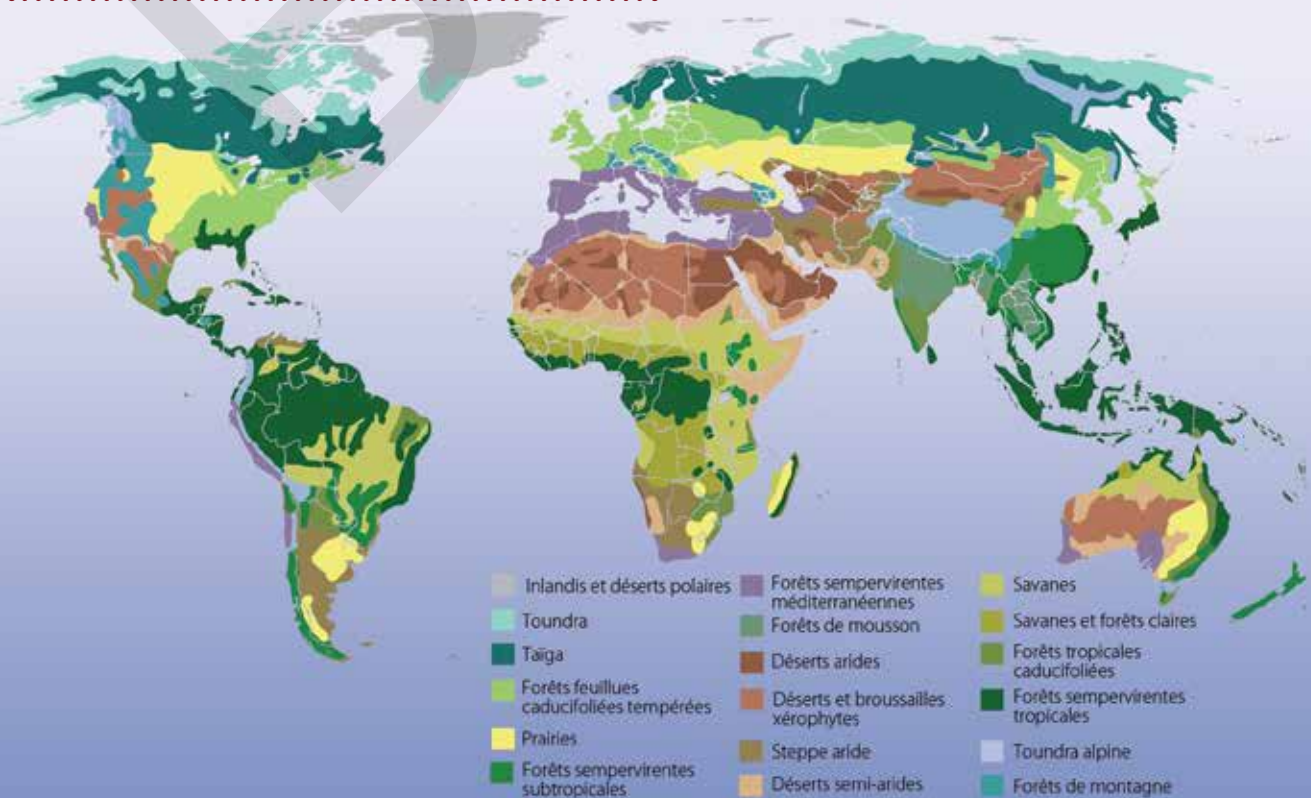
Les biomes sont l'expression des conditions écologiques d'une aire biogéographique, données par le climat et le sol, à laquelle s'ajoute une répartition zonale en bandes de végétation homogène.

On parle de lande acide à bruyère, de pelouse alpine sur calcaire, de rhodoraie (peuplée de rhododendrons), de forêts sclérophylles (bois et broussailles méditerranéens), de maquis, de déserts à créosote (une espèce de sous-arbrisseaux typique des déserts américains), autant de formations végétales

On discerne environ 14 biomes terrestres, parmi lesquels on peut citer les forêts tropicales humides, les savanes tropicales et subtropicales, les forêts sclérophylles méditerranéennes, les forêts caducifoliées tempérées, les steppes et prairies tempérées, les toundras et déserts polaires, les forêts boréales (taïgas). Il existe également des biomes aquatiques désignant par exemple une vaste étendue de marais et de marécages (biome d'eau douce) ou une zone de récifs coralliens (biome d'eau de mer).

*** Voir sur ce point**
Vol 2, Act 5
Le planisphère des biomes

FIGURE 8 : CARTE DES BIOMES, D'APRÈS UNE CARTE DE STEN PORSE



L'intérêt d'une répartition des milieux en biomes, regroupés en écozones, est de pouvoir étudier la biodiversité à l'échelle de la biosphère, de la cartographier, d'établir des comparaisons entre les espèces et les habitats situés d'un continent à l'autre, mais appartenant pourtant à un même biome. Cette répartition permet également de désigner des stratégies d'intervention (conservation de la biodiversité, plans d'accès et d'utilisation des ressources, etc.) qui reflètent non pas des frontières administratives mais qui prennent en compte la dynamique de la biodiversité au sein des écosystèmes et du paysage.

Pour le biome des prairies tempérées par exemple, il est important de rapprocher les communautés

d'insectes appartenant à la strate aérienne de la zone herbeuse, constituées d'espèces différentes selon que l'on se situe dans la steppe ukrainienne, la pampa argentine ou une prairie des grandes plaines américaines.

L'étude des biomes montre que le biome présentant le plus de richesse et de diversité biologique est celui des forêts tropicales humides. De même, on observe des grandes variations de biodiversité autour du globe, avec une tendance générale : la biodiversité est maximale à l'équateur et minimale aux pôles et semble décroître linéairement entre ces deux points. Néanmoins, l'étude plus approfondie des biomes marins, encore peu connus, pourrait remettre en cause cette tendance.

3. Préserver les habitats en faveur d'une conservation des espèces

Une des causes majeures de la disparition des espèces et de la régression de la biodiversité que nous connaissons actuellement est la destruction, l'altération et la fragmentation des habitats corrélées aux effets des activités humaines.

Au cours des cent dernières années, de nombreux habitats naturels ont été transformés en terres cultivables, à des fins de production agricole pour répondre aux besoins alimentaires des populations, et cela à un rythme constant.

On estime ainsi que 35% des mangroves ont disparu à l'échelle mondiale et que plus de 70% des forêts anciennes d'Indonésie ont été exploitées. Les

habitats ont été également bouleversés, fragmentés, par le tracé et le passage de routes, de voies de communication, de canaux de transport (oléoducs, gazoducs) ou du fait du démembrement d'anciens systèmes agraires ou du détournement de cours d'eau.

La conservation de la biodiversité a évolué de la protection des espèces à la protection – plus ancrée dans le territoire – des populations d'espèces et des réseaux écologiques d'habitats.

En effet, si les habitats doivent être préservés en nombre et en taille afin d'être suffisamment variés et étendus, pour accueillir une multitude d'espèces aux

La Grande barrière de corail est l'habitat de centaines d'espèces aquatiques.

Poisson-clown et anémone. © Glenn Edney, UNEP GRID-Arendal



besoins divers, ils doivent aussi être préservés dans leur intégrité écologique.

Les habitats ne doivent pas être isolés mais présenter une connectivité suffisante d'un habitat à l'autre, grâce à des corridors écologiques ou structures spatiales permettant la liaison fonctionnelle entre les habitats, les écosystèmes, entre différents habitats d'une même espèce. La migration et la dispersion naturelle de l'espèce sont ainsi favorisées. Les corridors peuvent être des haies, des talus bordés d'arbres, d'anciennes voies ferrées, des bandes boisées, des lisières naturelles.

De nombreuses espèces ont besoin de quitter leur habitat, de se déplacer parfois loin de ceux-ci pour accéder à leurs ressources. On parle de « zone de nourrissage » pour les oiseaux, les rongeurs, souvent en fonction des saisons, de « corridors de migration » pour les papillons, les crapauds, parfois de véritables « routes de migration » avec la baleine grise qui parcourt quelques 20 000 Km par an entre ses zones d'alimentation et ses aires de reproduction. La conservation de la biodiversité s'attache donc à préserver des habitats inter-reliés, constituant de

véritables réseaux d'habitats. Diverses méthodes et techniques de remaillage écologique d'habitats par des corridors écologiques sont ainsi mises en œuvre.

De la même façon, les écosystèmes ne sont pas étudiés isolément. Un biome est un regroupement, un complexe d'écosystèmes et ce sont précisément les relations, les échanges entre les écosystèmes qui ont suscité la notion de biome.

Si l'écologie se concentre sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes, elle met pour cela en lumière la notion d'échelle écologique. L'étude de l'organisation des êtres vivants se fait à partir d'unités taxonomiques (faisant progresser la classification des êtres vivants), depuis la position d'un individu ou d'une espèce dans son milieu, à la population d'espèces puis à la communauté ou biocénose.

Elle met en évidence la distribution géographique de ces unités selon des étendues variables, reflétées par le biotope ou l'habitat, l'écosystème, le biome et la biosphère toute entière.

4. La conservation de la biodiversité à l'échelle des écosystèmes et des paysages anthropisés

On étudie la biodiversité et on tente de la conserver dans un contexte scientifique de répartition des êtres vivants dans leur milieu, que ce soit à l'échelle des grands milieux de la biosphère ou à l'échelle de biotopes précis.

Dans tous ces milieux, l'être humain est présent. Il fait partie du monde vivant, de l'écosphère.

Si un biome est un grand paysage marqué par une unité de caractère, il est formé d'une mosaïque d'écosystèmes petits ou grands, naturels, semi-naturels, parfois profondément modifiés par l'action de l'être humain ou clairement artificiels, créés par les

communautés humaines, comme certains oasis en milieu désertique, basés sur la production intensive.

Dans les faits, concernant la gouvernance et la planification de la politique de gestion de la biodiversité à l'échelle globale des territoires, il est important de rappeler le rôle central de l'institution internationale qu'est la Convention sur la diversité biologique.

Il est également important de préciser le rôle des réseaux d'action existants, ainsi que de champ d'action à investir, en matière de conservation de la diversité biologique.

*** Voir sur ce point**
Petit historique (p. 11)

Milan royal.
© Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0

La Convention sur la diversité biologique

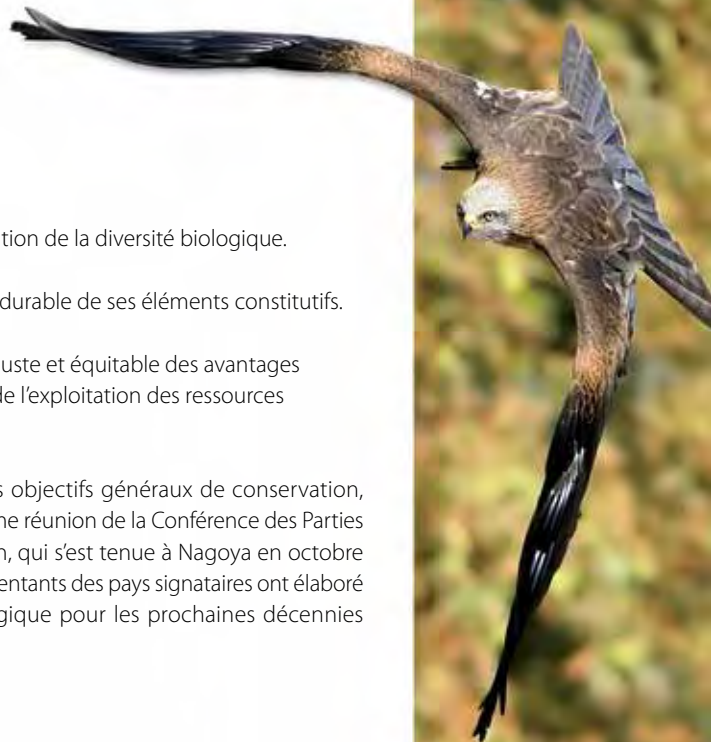
A l'échelle internationale, la Convention sur la diversité biologique est un traité juridiquement contraignant, créé en 1992, rassemblant 193 parties signataires à ce jour, qui vise à répondre de manière concrète et urgente à la crise d'extinction et au déclin global des espèces vivantes.*

La Convention est née de la préoccupation suscitée par la perte actuelle de biodiversité et de la prise de conscience de son importance dans le maintien de nos vies sur la terre.

Elle définit trois objectifs d'action :

- La conservation de la diversité biologique.
- L'utilisation durable de ses éléments constitutifs.
- Le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

Au-delà de ces objectifs généraux de conservation, lors de la dixième réunion de la Conférence des Parties à la Convention, qui s'est tenue à Nagoya en octobre 2010, les représentants des pays signataires ont élaboré un plan stratégique pour les prochaines décennies



comprenant une vision de la diversité biologique à l'horizon 2050 et une mission jusqu'en 2020. Ils ont parallèlement développé des moyens de mise en œuvre et un mécanisme de suivi et d'évaluation des progrès réalisés vers les objectifs communs.

De plus, les Parties à la Convention ont également adopté un protocole dit « Protocole de Nagoya ». Il s'agit d'un accord international dont l'objectif est le partage juste et équitable des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques, contribuant ainsi à la conservation et à l'utilisation durable de la biodiversité.

La Convention sur la diversité biologique propose une approche de la conservation par écosystème. L'*Approche par écosystème* est une stratégie de gestion intégrée des terres, des eaux et des ressources vivantes qui favorise la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité d'une manière équitable au sein des populations.

Cette approche s'est révélée très pertinente et constitue, depuis son adoption, le cadre d'action propre à assurer concrètement la réalisation des objectifs de la Convention.

En matière de conservation, l'approche écosystémique repose sur l'application de méthodes de conservation appropriées aux divers niveaux d'organisation biologique (génétique, spécifique, écosystémique) et inclut la conservation et, le cas échéant, la régénération des

processus naturels, des fonctions et des interactions essentielles entre les organismes et leur environnement. Elle propose une gestion des écosystèmes dans leur globalité en insistant sur le fait que tous leurs composants (y compris nous-mêmes, êtres humains, avec nos diversités culturelles) sont constamment inter-reliés.

Elle met en avant l'écologie fonctionnelle qui analyse les flux d'énergie et d'éléments en fonction des facteurs du milieu. Quels sont les organismes, les processus, à l'origine de ces flux et comment réagissent-ils aux variations d'origine anthropique du milieu ?

Cette approche permet de mieux saisir les effets de l'appauvrissement de la biodiversité et de la fragmentation des habitats. Elle vise aussi à rétablir les bénéfices issus des fonctions des écosystèmes auprès des populations concernées.

Concrètement, l'*Approche par écosystème* permet de définir et de cadrer un problème d'ordre environnemental, comme par exemple celui posé par le contrôle d'une espèce envahissante. Le but est dès lors d'élaborer un plan d'action pour résoudre le problème.

Dans cette optique, plusieurs questions préalables, reflétant les principes de l'*Approche par écosystème* peuvent être posées :

S'est-on assuré que la gestion relative au problème est décentralisée au plus bas niveau approprié ?



A-t-on envisagé et analysé les effets possibles des actions de gestion sur d'autres écosystèmes proches ou adjacents ?

Quelle mesure peut être prise afin d'assurer prioritairement la conservation de la structure et du

fonctionnement de l'écosystème et le maintien des services qu'il assure ?

La conservation de la biodiversité a également revêtu une importance déterminante pour la désignation des Réserves de biosphère du programme MAB de l'UNESCO.

Le réseau des réserves de biosphère du programme MAB de l'UNESCO

L'ensemble de la perspective, des objectifs et des actions associées à l'approche écosystémique adoptée par la Convention présente de nombreux points communs avec le concept de réserve de biosphère, dont l'UNESCO assure la promotion dans le contexte de son programme l'Homme et la biosphère (MAB).

Les Réserves de biosphère constituent un réseau international très étendu d'aires protégées, comprenant à ce jour 631 sites dans 119 pays, où les communautés locales, les autorités officielles à différents niveaux (local, régional, national), les entreprises et les institutions scientifiques et éducatives tentent de mutualiser leurs efforts afin de développer une gestion intégrée de la conservation. Celle-ci associe la conservation de la diversité biologique, écologique et génétique, la recherche et

la formation, dans un contexte de développement des ressources territoriales.

Concernant la sélection et l'aménagement des sites, le projet de conservation des réserves de biosphère a d'abord consolidé les sites importants où sont confinés les écosystèmes naturels. Ceux-ci sont aujourd'hui menacés et limités à des zones de plus en plus restreintes. Ils sont pour certains « représentatifs », abritent des espèces et des habitats représentatifs de la biodiversité caractéristique d'une région et font l'objet d'une concentration des efforts de conservation.

Le réseau identifie aussi des « hotspots » de biodiversité, des points de concentration exceptionnelle d'espèces endémiques subissant des pertes exceptionnelles d'habitats.



Là encore, l'aménagement de réserves de biosphère dans les « hotspots » constitue un foyer crucial pour l'effort de conservation. Des actions prioritaires de conservation sont définies selon les cas.

En référence à la Stratégie de Séville (1995), qui fournit un cadre statutaire au concept de réserves de biosphère, certains objectifs sont en permanence recherchés comme celui d'étendre la zone de conservation à des unités de conservation multiples, étendues à l'échelle du territoire (biorégionale) et de veiller à ce que des liens opérants soient maintenus entre ces unités.

Il s'agit de liens fonctionnels au niveau écologique grâce à des systèmes de couloirs et de couverts primitifs reconstitués, mais également de liens logistiques en termes de développement économique et social.

Le Plan d'action de Madrid pour les réserves de biosphère pour la période 2008-2013 souligne la nécessité d'appliquer l'expertise scientifique à la gestion et à la conservation de la biodiversité au sein

du réseau. Il recommande d'utiliser les sites pour la recherche appliquée et axée sur les problèmes générés par l'impact humain. Les sites sont ainsi utilisés pour dresser des inventaires floristiques et faunistiques, collecter et analyser des données écologiques, socio-économiques, météorologiques, hydrologiques et pour étudier les effets de la pollution. Ce sont également des terrains de recherche pour la conservation *in-situ* et *ex-situ* des ressources génétiques. À la fin de cette période, l'analyse des réalisations du MAP a permis de fournir des orientations et des indications pour la phase suivante du Programme MAB (2014-2021).

Les réserves de biosphère couvrant des écosystèmes (terrestres et/ou marins), il arrive que leur aire ne respecte pas les frontières. Les premières réserves transfrontalières ont vu le jour en 1992 et leur objectif est d'assurer, par une coopération entre les Etats concernés, la protection et la gestion d'écosystèmes frontaliers partagés. Parmi ces réserves, on peut citer la réserve de la région « W », en Afrique de l'Ouest (Niger, Bénin, Burkina Faso) qui couvre plus d'un million d'hectares de forêts et de marais.

L'Union européenne et le réseau Natura 2000

De son côté, l'Union européenne a donné aux Etats membres de l'Union un cadre commun d'intervention en faveur de la conservation des espèces et des milieux naturels en s'appuyant sur l'application de la directive Oiseaux de 1979 et de la directive Habitat, Faune, Flore adoptée en 1992.

De la réunion de ces deux directives, un réseau écologique européen a été institué : le réseau Natura 2000, avec le double objectif de préserver la diversité biologique et de valoriser les territoires européens.

Le réseau s'appuie sur des zones spéciales de conservation instaurées par la directive Habitats de 1992, les ZSC, dites désormais « Natura 2000 », dont l'objectif est de conserver des sites écologiques identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces vivantes qui s'y trouvent et de leurs habitats naturels.

Le maillage des sites s'étend aujourd'hui à toute l'Europe et avec 25000 sites, le réseau Natura 2000 participe activement à la préservation d'habitats naturels ou semi-naturels d'intérêt communautaire, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.

Le panda roux ne se rencontre que dans les forêts de l'Himalaya. En raison de la destruction de cet habitat, cette espèce est aujourd'hui vulnérable.

Panda roux, Népal. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



Ces habitats constituent une source d'intérêt pour les populations locales tant pour leur rôle écologique de premier plan, que pour leur rareté, étant représentatifs d'aires biogéographiques données et permettant une mise en valeur de territoires exceptionnels, des prairies sèches de Casto Verde au Portugal aux vallées inondables de Basse Autriche.

En effet, la spécificité du réseau Natura 2000 est de représenter un véritable enjeu de développement durable pour ces territoires ruraux remarquables.

D'une part le réseau entend répondre à l'érosion de la biodiversité en préservant par exemple des habitats essentiels à la vie et à la reproduction d'espèces endémiques à l'état sauvage, ces espèces pouvant

simplement disparaître de territoires, comme la violette de Cry en France, sous l'impact de pressions environnementales. Mais d'autre part, le réseau s'attache à développer concrètement des pratiques et des activités humaines favorables à l'équilibre de ces habitats, ceci en veillant au développement et au maintien des équilibres socio-économiques locaux.

Les acteurs des sites qu'ils soient agriculteurs, habitants, simples usagers, élus, experts, participent collectivement à la gestion de leur territoire et favorisent d'eux-mêmes l'émergence d'activités lucratives liées au tourisme vert, à la création de produits locaux et au développement de pratiques sportives, associatives, artisanales et pédagogiques.

L'écologie du paysage

L'écologie du paysage peut aussi avoir un rôle à jouer en matière de gestion et de conservation de la biodiversité.

Dans une acception contemporaine, le paysage désigne le produit de l'interaction entre des pratiques sociales et des processus biophysiques.*

Cela implique des échelles de temps variables : il y a le temps historique des êtres humains, le temps politique, le temps du quotidien des populations et également les temporalités diverses des processus biophysiques : le temps de la planète, le temps géologique, le temps de la vie des espèces, celui des individus au sein des espèces.

Comprendre les articulations entre les temps naturels (celui du vivant, des cycles biochimiques) et les temps sociaux qui viennent s'inscrire sur des formations

géologiques et des reliefs déjà diversifiés, permet de mieux saisir l'immense diversité des paysages.

On peut dire que la variation dans l'élaboration des cadres de vie d'une société à l'autre, en rapport aux rythmes de changement des milieux naturels, a amplifié la diversité des paysages.

Cette richesse des paysages ruraux a longtemps été un des facteurs de développement de la biodiversité qui a « profité » de la cohabitation de multiples paysages variés, avant que ceux-ci ne s'estompent et ne s'uniformisent sous les effets de l'agriculture moderne.

Aujourd'hui de nombreux paysages agricoles sont assimilés à l'usage de pesticides et d'herbicides, aux problèmes de pollution des nappes phréatiques, à la régression de nombreuses espèces.

* Voir sur ce point

Vol 2, Act 6, La fresque des terroirs

Désertification, Namibie. © Eric Bézine, CC BY SA 3.0



Si le paysage s'aborde dans le temps, il se fonde également dans l'espace.

L'écologie du paysage s'intéresse à la dynamique de la biodiversité à l'échelle intégratrice du paysage. Elle étudie notamment les interactions entre les processus écologiques, la dynamique des activités humaines et les structures paysagères.

On entend par « structures paysagères » les systèmes formés par les objets, les éléments matériels du paysage et les relations entre ces éléments paysagers. Un élément paysager peut être un élément de relief comme un plateau, un élément de végétation comme une haie, ou un bâtiment, une infrastructure comme un village ou un pont. Ces éléments s'organisent entre eux par différentes relations d'ordre spatial : par la juxtaposition, la superposition et l'inclusion. Les interrelations sont souvent elles-mêmes matérielles : des haies, des talus, ou immatérielles : des fossés.

L'ensemble forme une structure paysagère, un paysage de vignoble, un vignoble sur un relief ondulé, un vallon urbanisé.

Comment cette structure paysagère évolue-t-elle dans le temps et l'espace ?

L'écologie du paysage se concentre sur la nature, la taille, l'agencement des « taches » du paysage (que

sont par exemple les milieux ouverts et les milieux fermés), à l'échelle des écosystèmes et des biomes.

Elle se concentre plus précisément sur les échelles et les degrés de connectivité de ces « taches » entre elles, qui conditionnent l'accès des espèces à leurs ressources.

En identifiant d'une part les communications, les lignes de force, les structures visibles entre les éléments des milieux et d'autre part les barrières et les processus de fragmentation, cette discipline aide soit à protéger les premières, soit à atténuer et compenser les impacts de la fragmentation des écosystèmes par les infrastructures et les actions humaines.

Les paysages ruraux traditionnels ont notamment constitué et constituent encore souvent des exemples de gestion des ressources naturelles et d'élaboration d'un cadre de vie satisfaisant.

La **Convention européenne du paysage**, adoptée en juillet 2000, propose de travailler à la protection et au développement de la qualité des paysages qu'ils soient ruraux ou urbains.

La notion de mise en valeur des paysages du quotidien, étroitement liée au maintien de la biodiversité s'ajoute, à l'échelle de l'Union européenne, à la conservation de paysages patrimonialisés menée par l'UNESCO avec la Convention sur le Patrimoine mondial.



Fiches de lecture



© Crates, CC BY-SA 4.0

La biodiversité se définit ainsi : 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 la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celles des écosystèmes.

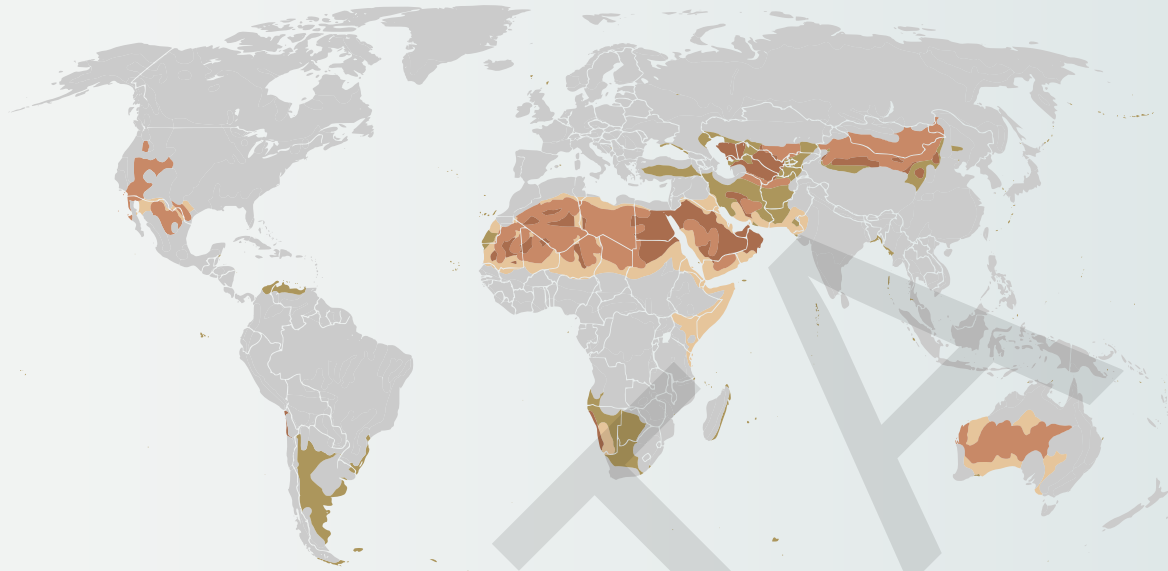
La biodiversité s'observe à différentes échelles : à l'échelle de l'organisme, de la population, de l'habitat, du paysage, ...

Devant une telle diversité, les scientifiques ont de tous temps cherché à classer les individus (en espèces), les habitats, etc. En particulier, les écosystèmes sont regroupés selon le climat et le type de végétation. On appelle cela les biomes. Il existe 14 biomes terrestres, les prairies en font partie.

Les déserts

FIGURE 9 : RÉPARTITION DES DÉSERTS DANS LE MONDE

D'après une carte de Sten Porse.



Village dans l'Atlas, Maroc. © Luc Viatour, CC BY SA



Les zones arides, les semi-déserts et les déserts couvrent 1/5 des terres de la planète, soit une surface équivalente à celle de l'Afrique.

Il s'agit de milieux particulièrement hostiles. Les températures seules suffiraient à rendre le désert hostile à la vie : la journée, la chaleur atteint des seuils record, puis se perd dans le ciel sans nuages dès que le soleil se couche, laissant s'installer un froid mordant. Pourtant, en dépit du manque d'eau et des températures extrêmes, la vie s'est installée dans les déserts.

C'est surtout à l'aube et au crépuscule que le désert vit. Souris, écureuils terrestres, gerboises, renard, reptiles, ... émergent de leurs cachettes pour manger. Car, pour se protéger de la chaleur et du froid, la plupart

de ces animaux passent leur temps dans des terriers profonds où la température est plus constante.

Dès que la pluie tombe, les plantes fleurissent. Des graines qui reposaient depuis longtemps dans le sol brûlé se développent et donnent à leur tour des graines en quelques semaines. L'éclosion soudaine de petites plantes favorisent à leur tour l'activité de nombreux animaux, qui profitent des mares temporaires pour assouvir leurs besoins en eaux.

Là où l'eau subsiste, dans les oasis, la vie foisonne et les populations humaines s'installent. Les dromadaires, en Arabie et Afrique du Nord, et les chameaux en Asie, résistants à la chaleur et au manque d'eau, permettent aux populations de se déplacer d'un point d'eau à un autre.

Oasis de montagne dans le Sahara tunisien, oasis de Chebika.
© C. Madzak, INRA

Ci-dessous, du haut vers le bas :

Fennec. © Dierk Schaefer CC BY 2.0

Oryx et pintades. © Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0

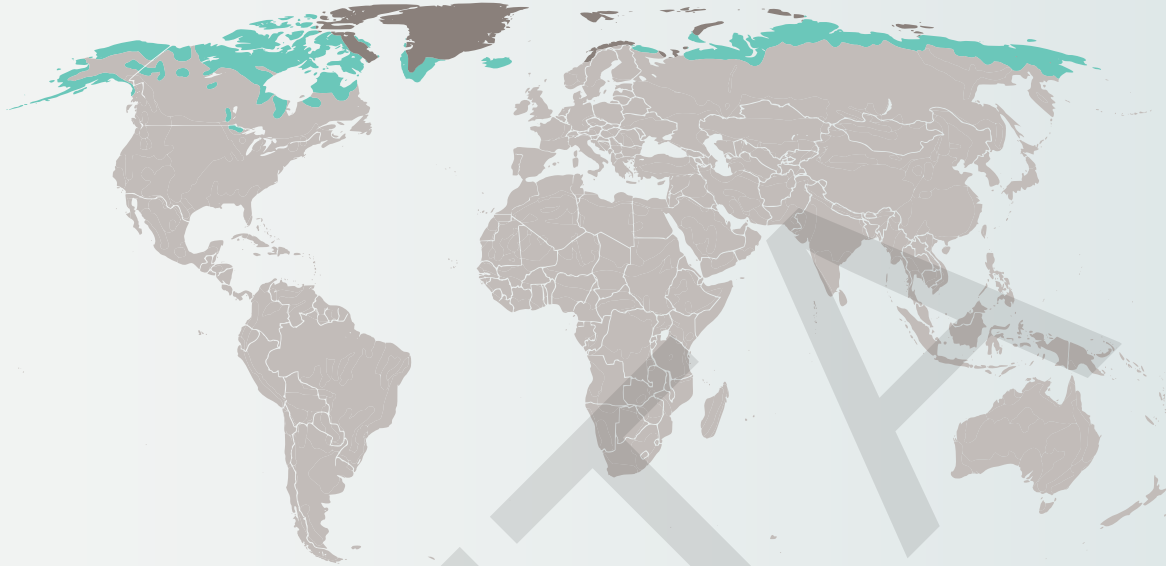
Dromadaires dans le Sahara tunisien. © C. Madzak, INRA



Les régions polaires

FIGURE 10 : RÉPARTITION DES RÉGIONS POLAIRES DANS LE MONDE

D'après une carte de Sten Porse.



Glacier Vinciguerra.
© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0



La vie sur Terre dépend en premier lieu de la lumière et de la chaleur du soleil. Aussi, les pôles, où les périodes de lumière et d'obscurité peuvent durer 6 mois chacune, constituent-ils des habitats extrêmement spéciaux. Les êtres vivants qui habitent ces régions doivent être adaptés au froid intense et aux changements de luminosité.

On distingue deux régions polaires : au Nord, l'Arctique, vaste masse d'eau entourée de terres, et au Sud, l'Antarctique, continent recouvert de glace et entouré de mer. La vie végétale et animale, adaptée au froid polaire, est très différente selon que l'on se trouve au pôle Nord ou au pôle Sud. Les exemples détaillés plus bas sont tous pris en Antarctique (Pôle Sud) et sur les côtes environnantes.

On trouve quatre espèces de phoques en Antarctique : le phoque de Wedell, le phoque de Ross, le phoque crabier et le léopard de mer. Ils vivent, se nourrissent et se reproduisent dans des milieux analogues : la mer, les glaces flottantes, la glace de terre, les rivages du continent Antarctiques.

Les manchots peuplent les mers du sud depuis plus de 50 millions d'années. Ils ne quittent l'océan que pour nicher et pour muer. On les trouve depuis le continent antarctique jusqu'aux îles Galapagos, près de l'équateur. La mer est le véritable habitat des manchots. Pour nicher, ils viennent sur des côtes isolées baignées par des eaux où la nourriture abonde. Tous ont le dessus du corps foncé et la face ventrale blanche, mais la taille et les dessins colorés de la tête varient selon l'espèce.

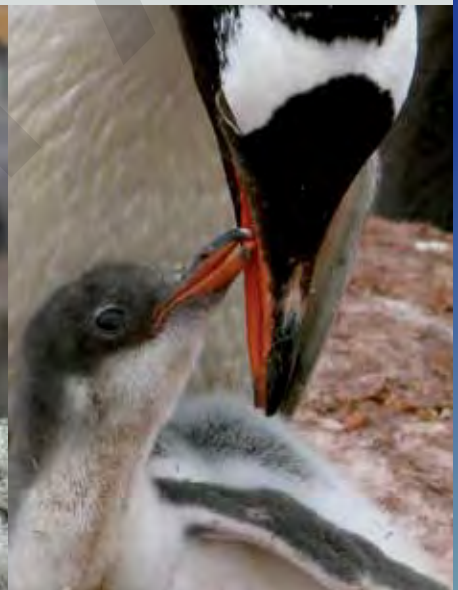
Dans l'Antarctique, les mers sont beaucoup plus riches en nourriture que les terres. Aussi, sur les 43 espèces d'oiseaux qui y nichent, 40 sont des oiseaux marins.

Sur les côtes avoisinant le continent Antarctique, en Patagonie ou en Terre de feu, par exemple, les conditions estivales sont plus clémentes. Elles permettent aux plantes à fleur de s'implanter et la vie animale, comme végétale, y est plus riche.

Calceolaria uniflora, Patagonie.
© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0

Pic de Mangellan, Terre de feu.
© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0

Manchot papou, Antarctique.
© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0



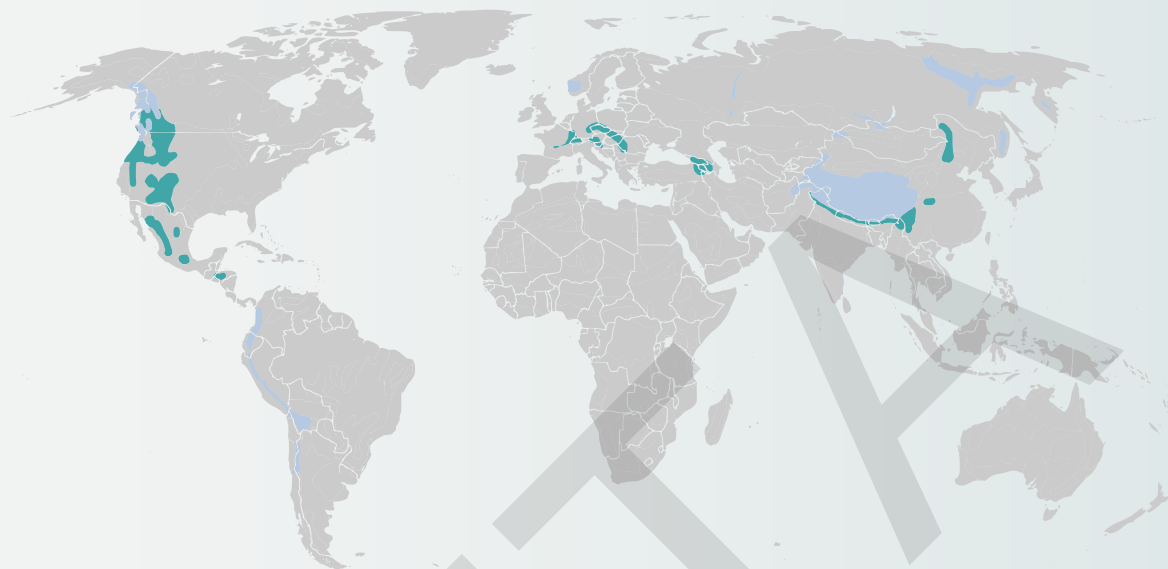
Très rapide, le Léopard de mer chasse les manchots dans les eaux superficielles. Il lui arrive aussi de manger de jeunes Eléphants de Mer.
Léopard de mer. © Serge Ouachée, CC BY SA 3.0



Les zones montagneuses

FIGURE 11 : RÉPARTITION DES ZONES MONTAGNEUSES DANS LE MONDE

D'après une carte de Sten Porse.



Les montagnes occupent 5% de la surface émergée, soit près de 18 millions de km². Les animaux et plantes qui y vivent sont adaptés non seulement au relief, mais aussi à l'air raréfié, à la sécheresse et au froid.

En régions tempérées, à partir de 2 500 m, les arbres se raréfient, laissant place à des arbustes, puis des prairies, des lichens et des mousses, et enfin des roches nues : au-dessus de 3 000 m, c'est le domaine des neiges éternelles, du froid et du vent. Le climat de cette zone (on parle d'étage nival) ressemble à celui des régions polaires, mais sans les ressources offertes par la mer.

On retrouve la même répartition en étage de la végétation tout autour de la planète, mais les limites varient en fonction de la latitude : la forêt prend fin à moins de 600 m en Scandinavie, tandis que l'on trouve encore des conifères à 3 900m d'altitude à l'Equateur.

En résumé, la montagne est un véritable défi à la vie. Et pourtant, malgré la force des vents, la rareté de l'oxygène et la pauvreté du sol, de nombreuses espèces y subsistent.

La marmotte d'Europe vit entre 800 et 3 000 mètres d'altitude.

Marmotte.

© Benh Lieu Song, CC BY 3.0

De nombreux caprins ont colonisé les régions montagneuses : bouquetins, chamois, mouflons, chèvres sauvages, entre autres.

Animal d'une grande agilité sur les parois rocheuses, le bouquetin possède un large sabot renflé au niveau du talon, avec une partie molle appelée la sole.

Les chamois sont les plus petits des Caprinés et peuvent vivre près de 25 ans.

Le Makhor est un caprin menacé d'extinction qui vit dans l'Ouest de l'Himalaya, entre 800 et 4 000 mètres d'altitude.

Prédateur des hautes montagnes, le léopard des neiges vit dans les vallées isolées des montagnes d'Asie centrale, de Sibérie et de l'Altai, jusqu'à plus de 5 500 m d'altitude. Les populations locales le surnomment « fantôme des montagnes ».

Le lièvre variable fréquente les milieux montagnards toute l'année. Sa fourrure, blanche en hiver et grise en été, lui permet de se fondre dans le décor et d'échapper à ses prédateurs.

Mouflon. © Dave Pape, CC BY 3.0

Lièvre variable. © U.S. Fish and Wildlife Service, Domaine Public

Chamois. © Friedrich Böhringer CC BY SA 3.0



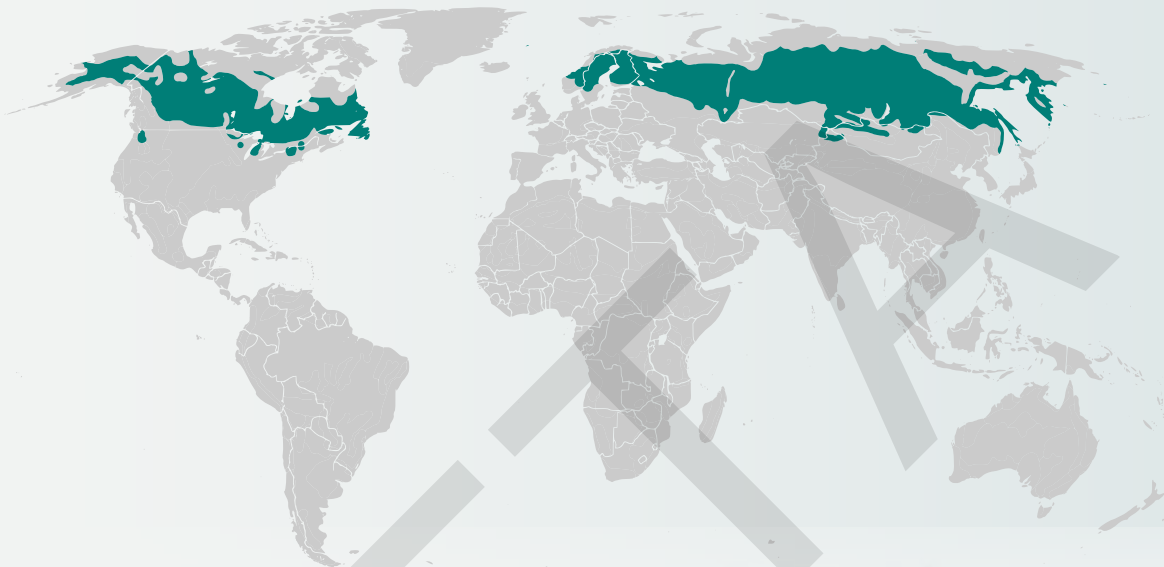
Léopard des neiges. Dave Pape, Domaine public



Les forêts boréales de conifères : la Taïga

FIGURE 12 : RÉPARTITION DES FORÊTS BORÉALES DE CONIFÈRES DANS LE MONDE

D'après une carte de Sten Porse.



Les forêts boréales de conifères s'étendent en un long ruban vert de la Norvège au Kamtchatka, de l'Alaska au Labrador, interrompues seulement par les océans, Pacifique et Atlantique. Les arbres dominants (sapins, épicéas, pins) peuvent former des peuplements denses, très sombres. Tout autour du globe, les arbres qui poussent dans ces forêts sont les mêmes, et on y

retrouve les mêmes animaux : Elans, rennes, belettes, ours bruns sont chez eux de la Sibérie à la Scandinavie et au Canada.

L'immensité de la taïga et la rigueur des conditions qui y règnent en font un milieu resté très sauvage, peu perturbé jusqu'à une période récente.

Castor. © Luc Viatour CC BY SA 3.0



Ci-dessous, du haut vers le bas :

Écureuil. © Gilles Gonthier, CC BY 3.0

Élan. © Hagerty Ryan, U.S. Fish and Wildlife Service



Ours Kadiak. © Aconcagua CC BY-SA 3.0



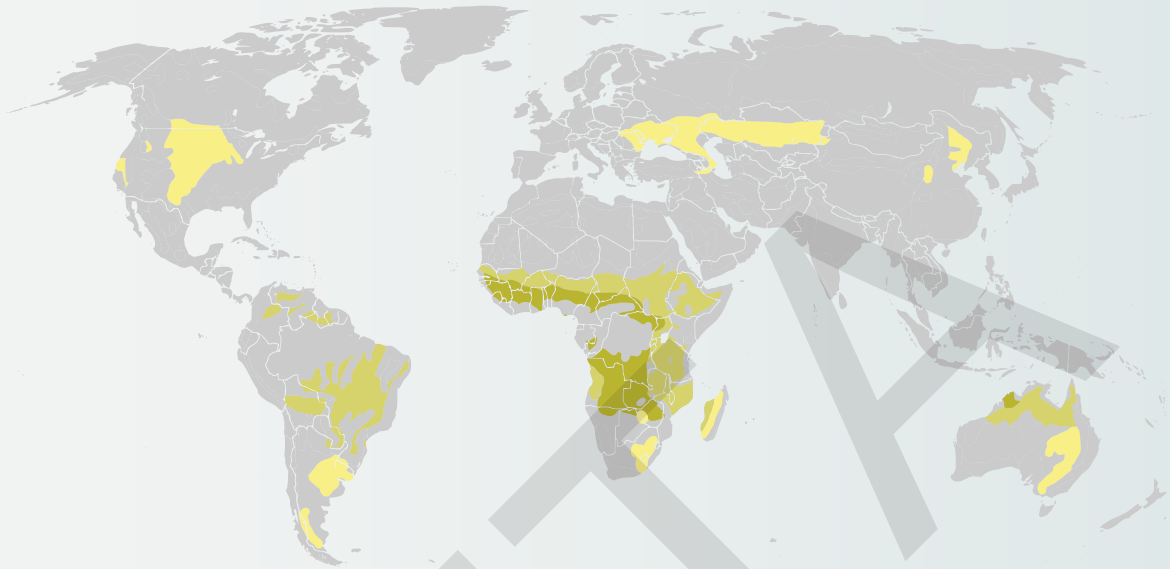
Tétras mâle. © Mdf, Wikimedia, CC BY SA 3.0



Les prairies

FIGURE 13 : RÉPARTITION DES PRAIRIES DANS LE MONDE

D'après une carte de Sten Porse.



Serval.

© Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0



Les prairies séparent les forêts des déserts. Elles forment des zones de transition où climat sec et humide se rencontrent, où la sécheresse est toujours une menace. On distingue deux types de prairies : les prairies tempérées et les prairies tropicales.

Les prairies tempérées occupent l'intérieur des continents, où les étés sont chauds et les hivers froids, où un tapis d'herbes courtes couvre le sol. Ce sont les steppes d'Eurasie, les pampas sud-américaines et des prairies australiennes.

Les prairies tropicales sont situées dans des zones où les températures sont élevées toute l'année et où les pluies ne tombent que l'été. La végétation est formée de grandes herbes, atteignant jusqu'à 3 mètres de hauteur, et d'arbres à la cime étalée et largement

espacés. On y trouve les savanes, qui recouvrent un tiers de l'Afrique, et sont également présentes en Australie, les campos d'Amérique du Sud.

Les plus gros des herbivores et les plus rapides des carnivores fréquentent les prairies où la meilleure arme défensive est la vitesse ou la grande taille.

Une autre stratégie consiste à chasser ou se déplacer en groupe. Ainsi, les gnous migrent par troupeaux de milliers d'individus et les hyènes chassent en bande à la tombée de la nuit.

En Afrique, de nombreuses espèces animales exploitent la prairie. La plupart sont très spécialisées et ne concurrencent pas leurs voisins.

Bande de zèbres. © Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0.



Elephant d'Afrique. © Rob Hoof, CC BY SA 3.0



Hyène. Dave Pape, Domaine public



Ecureils de terre. © Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0



Diversité culturelle et diversité biologique sont intimement liées et le rôle des savoirs traditionnels et indigènes dans les actions et les politiques de conservation, de gestion et d'utilisation durable de la biodiversité reste à souligner et à encourager ; comme il l'est en matière de sensibilisation et d'éducation à la biodiversité.



Le chef Raoni, un des principaux opposants à la déforestation de la forêt amazonienne. © Jose Cruz AB, CC BY 3.0

Filles Hmong de retour du marché Bac Ha. © Philip Turner, CC BY NC SA 2.0



Diversité culturelle

On comprend que l'on ne saurait conserver l'environnement sans appréhender les cultures qui l'ont façonné et le façonnent tous les jours.

Chaque culture possède un système de pensées, de croyances et de représentations ainsi qu'un vivier de connaissances et de pratiques.

L'intervention humaine sur l'environnement, y compris sa gestion, est une expression culturelle et un acte social.

Diversité culturelle et diversité biologique sont intimement liées et le rôle des savoirs traditionnels et indigènes dans les actions et les politiques de conservation, de gestion et d'utilisation durable de la biodiversité sont à souligner et à encourager ; ainsi que la sensibilisation et l'éducation à la biodiversité.

Longtemps, les peuples indigènes ont conservé des modes de vie exerçant une faible pression sur les ressources naturelles locales ; on peut même dire que ces populations ont contribué à maintenir, par leur mode de vie, l'intégrité écologique de leur territoire.

Aujourd'hui les choses ont changé, lorsque l'équilibre se rompt ou est rompu, entre les besoins d'une population et la capacité des ressources naturelles à se régénérer.

Plusieurs facteurs interviennent dans cette évolution, du fait de leur convergence. Il s'agit de la conversion et dégradation des habitats naturels (plus forte source de pression exercée sur la diversité biologique), effets

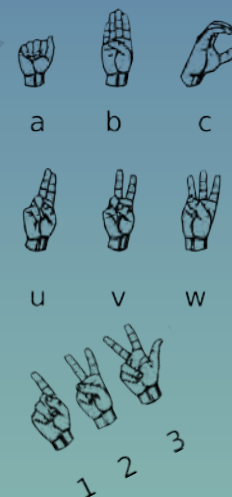
du changement climatiques, qui peuvent être variés, et d'autres encore. Ces facteurs de perte de biodiversité sont étudiés dans la Partie 3 de cet ouvrage et c'est l'association de plusieurs facteurs (leur convergence) qui entraîne une perte importante de la biodiversité.

Dans une perspective d'avenir, il apparaît essentiel de valoriser les savoirs écologiques traditionnels dans un cadre scientifique renforcé et de développer une approche de la conservation centrée sur l'être humain, au sens où celui-ci renoue avec des modes d'utilisation et d'aménagement durables des ressources.

Les relations de collaboration et d'échange doivent être favorisées ou amplifiées selon les cas, entre les populations locales et les contributions de communautés plus larges, composées de scientifiques, d'experts, de décideurs à tous les niveaux, du local à l'international, pour mener des politiques de développement et des planifications intégrant efficacement la conservation, à l'échelle des pays et des régions du monde.

Dans cette perspective, il est pertinent de considérer et d'analyser dans le détail des coutumes traditionnelles qui limitent les effets de l'exploitation des ressources, qui répartissent l'utilisation des territoires, qui, de façon générale, reflètent une perception de l'être humain comme faisant partie d'une communauté de vie plus large, et qui favorisent une relation de respect et de prévenance envers la nature.

On peut penser à l'ingéniosité dont ont fait preuve les populations pour développer les usages alimentaires,



Textile persan. © Fabien Khan, Domaine Public



Différents alphabets, à travers le monde et le temps. Du haut vers le bas :

Alphabet Grec.

Domaine public

Alphabet ASL (American Sign Language).

Domaine public

Alphabet Maya.

Domaine public

les expériences gustatives, à partir de quelques espèces végétales du patrimoine écologique local ; une richesse culturelle qui, bien souvent, fait écho à la richesse qualitative des espèces, que l'on pense aux produits des terroirs européens ou aux extraordinaires qualités nutritives, à la concentration en goût, des plantes africaines ou tropicales.

Un autre exemple peut être de mesurer à quel point l'utilisation traditionnelle des ressources végétales pour la construction et l'artisanat a longtemps été ingénieuse, les populations sélectionnant une plante plutôt qu'une autre en fonction de ses qualités spécifiques, une essence pour la densité et la dureté de son bois, une autre pour son bois léger, maniable et facile à travailler.

Redynamiser le savoir local dans une optique conjointe de développement et de conservation des écosystèmes, mettre l'accent sur les aspects locaux du développement socio-économique et ses relations avec la gestion des ressources naturelles à travers l'émergence d'entreprises et de services intégrant des comportements responsables, n'est-ce pas révéler la biodiversité comme une valeur à la fois écologique, culturelle et socio-économique ?

*** Voir sur ce point**

Partie 2, Biodiversité et services culturels des écosystèmes

La biodiversité recèle un extraordinaire potentiel de développement.

Si l'on considère la valorisation des ressources biologiques et génétiques d'une région, elle est encore largement inexplorée, tout comme la promotion des valeurs qui leurs sont rattachées.

On peut imaginer les avantages d'une réelle mise en valeur des paysages ruraux, avec le plein développement d'activités génératrices de revenus liées à la découverte, à la connaissance, à la culture générale et plus pointue, au tourisme vert ciblé, à la production et au commerce de produits locaux, à la pratique d'activités associatives, sportives, « créatives » dans un sens patrimonial et dans un sens plus contemporain.

Nous abordons chacun de ces points en détail dans notre développement sur les liens entre diversité biologique et diversité culturelle et les potentialités de la diversité bio-culturelle à la fin de la partie 2 de cet ouvrage.*.

Elephants et leurs cornacs, Inde. © R. Le Bastard, INRA.

Costumes kosovars. © Zeke, on Wikimedia Commons CC BY 3.0





Fleurs artisanales en feuille du maïs, Tabasco, Mexique. © Alfonso Bouchot, CC BY 3.0
Ingredients italiens. © Zagat Buzz, CC BY NC SA 2.0





Partie 2

La contribution de la
biodiversité au
bien-être humain
et les risques engendrés
par son déclin

En haut, à gauche :
Fleur de cotonnier. © J. Weber, INRA

En haut à droite, du haut vers le bas :
Moutons. © S. Normant, INRA
Buffles dans une province chinoise.
© C. Madzak, INRA
Vers à soi, Hoian, Vietnam.
© Thierry Borie, Domaine Public

Introduction

1. L'être humain au cœur de l'univers biologique

Comme on a pu le voir dans le premier chapitre, la diversité biologique désigne l'ensemble des espèces animales, végétales, des micro-organismes existants et du vivant en général.

Elle comprend aussi les variations génétiques, les caractéristiques propres aux espèces et l'assemblage de ces espèces au sein des écosystèmes puis au sein des biomes.

La biodiversité comprend donc aussi les écosystèmes, ainsi que la façon dont ils s'organisent au niveau du paysage.

Depuis l'origine de l'humanité et l'émergence du genre *Homo* en Afrique il y a environ 2,4 millions d'années, l'être humain en tant qu'espèce interagit ainsi avec les autres espèces vivantes au sein des écosystèmes. Ces interconnexions forment le tissu de la vie et l'être humain en fait donc intégralement partie.

Quand, plus près de nous, il y a environ 475 000 ans, *Homo erectus* domestique le feu et l'emmène avec lui, il marque cependant pour la première fois sa différence humaine.

Il n'est plus simplement chasseur ou cueilleur, il libère sa main, crée des outils et évolue de l'état de nature à l'état de culture.

Il commence dès lors à aménager, à modifier les systèmes naturels au bénéfice des communautés humaines qu'il fonde.

Le développement des sociétés humaines est en fait l'histoire de cet aménagement des systèmes naturels de la planète au bénéfice des humains, afin d'assurer des conditions de vie toujours plus confortables à un nombre croissant d'individus.

En se sédentarisant, les groupes humains commencent à cultiver. Dès lors, ils domestiquent les animaux, puis les plantes, et les villes apparaissent et émaillent les territoires. On peut en effet imaginer la concentration urbaine à partir du moment où on peut l'alimenter : en Europe, le paysage rural traditionnel connaît un véritable développement dans un contexte d'utopie sociale datant de la fin du Moyen-âge avec le fleurissement des villes et la conception des « campagnes » comme leurs jardins attenants. Ensuite, à l'ère industrielle, les villes croissent encore et l'on améliore la productivité de l'agriculture afin de nourrir ces gros centres urbains.

Il y a environ 475 000 ans, Homo erectus domestique le feu. Il crée alors des outils plus perfectionnés et commence à aménager et modifier à son profit les écosystèmes qu'il occupe.



Aujourd'hui une proportion toujours plus nombreuse de la population mondiale habite en ville : en 2030, les trois quarts de l'humanité seront des citadins, et nos modes de vie sont parfois si sophistiqués, si avancés technologiquement dans les pays développés, que l'on peut facilement avoir l'impression de ne plus dépendre des systèmes naturels.

Or, lorsque nous habitons une des grandes métropoles de la planète que ce soit Paris, Shanghai, Bangkok, ou New-York nous sommes dans la nature et nous dépendons entièrement de l'ensemble des bienfaits, des biens communs, des produits que celle-ci, depuis toujours, nous prodigue.

En effet, nos communautés humaines, nos organisations sociétales reposent sur ces biens et produits naturels, du plus indispensable comme l'air que nous respirons ou l'eau que nous buvons, aux ressources naturelles que nous exploitons.

Plus que par le passé, il est aujourd'hui essentiel de prendre conscience de la vraie valeur de la nature, à la fois d'un point de vue économique et en tant qu'elle est une source de bienfaits enrichissant nos vies d'autres manières plus difficiles à chiffrer.

Mais pourquoi est-ce donc si essentiel d'apprendre à reconnaître la valeur de la nature ?

En fait, les systèmes naturels que l'on croyait pérennes montrent des signes d'épuisement ; notre capital de ressources et de mécanismes producteurs issu du vivant s'érode, et la biodiversité, à la base du fonctionnement de ces systèmes, connaît une phase d'appauvrissement sans précédent, plus rapide qu'elle ne l'a jamais été au cours de l'histoire des êtres humains. De plus, les causes directes de cet appauvrissement perdurent sans varier, voire même s'aggravent avec le temps.

Pendant des millénaires, les êtres humains ont tiré profit de la biodiversité qui a contribué de nombreuses façons au développement des cultures humaines.

Inversement, les êtres humains ont joué un rôle majeur dans l'évolution de la diversité biologique, tant au niveau génétique qu'au niveau écosystémique, en « collaborant » avec la nature par la création d'écosystèmes semi-naturels ou de paysages agricoles.

Sur le territoire européen, les plantes messicoles (les herbes, qui poussent dans les champs), comme le coquelicot ou le bleuet et les plantes de bord de chemin comme la chicorée sauvage sont liées au plus haut stade de la diversification locale des cultures et à l'émergence d'une grande diversité de flores, de faunes et de milieux naturels dont on peut situer l'apogée il y a deux siècles environ. Un tiers des plantes à fleurs (les angiospermes) d'Europe centrale sont ainsi liées aux différents types d'agriculture traditionnelle.

En 2030, les trois quarts de l'humanité seront des citadins et nos modes de vie sont parfois si sophistiqués, si avancés technologiquement dans les pays développés, que l'on peut facilement avoir l'impression de ne plus dépendre des systèmes naturels.

Johannesburg, Afrique du Sud. © Evan Bench, CC BY 2.0

Pendant des millénaires, les êtres humains ont tiré profit de la biodiversité qui a contribué de nombreuses façons au développement des cultures humaines. Par exemple, le henné est un arbuste épineux des régions tropicales, dont on extrait des pigments rouges et jaunes, utilisées comme teintures corporelles ou textiles.

Tatouage au henné d'une mariée, Tunisie. © Rais67, CC BY SA 3.0



Dans les dernières décennies cependant, l'activité humaine a évolué vers une exploitation « prédatrice » de la nature. Notre mode d'utilisation intensif des ressources en vue d'une production accrue de denrées et de produits de toutes sortes, exerce une telle pression sur les fonctions et les ressources naturelles de la terre, que la capacité des écosystèmes à répondre aux besoins des futures générations s'annonce compromise : des parcelles de forêts tropicales ou de forêts de montagne sont encore massivement converties en terres de culture ou d'élevage ; des lits de rivière sont détournés de leur flux et de leur tracé pour alimenter des réservoirs et entraînent la disparition d'importants biotopes ; les zones humides disparaissent, les marécages sont asséchés pour aménager les littoraux et devenir des parcs de stationnement, les mangroves – ces précieuses forêts denses qui se développent sur les vasières émergeant à marée basse dans les régions tropicales et qui protègent les côtes – sont supprimées pour laisser place aux aménagements touristiques et aux bancs d'élevage intensif de crevettes.

Ces transformations des écosystèmes n'ont pas seulement pour effet de bouleverser les milieux, elles entraînent la perte et la fragmentation des habitats, le déplacement et la dispersion de nombreuses espèces

contraintes de chercher des refuges transitoires ou de vivre dans des habitats de substitution où elles peuvent survivre un temps, à un taux de reproduction très bas et dans une durée de vie diminuée.

Ainsi, au taux actuel de déclin de leurs populations, 12 % des oiseaux nicheurs des terres agricoles, 25 % des mammifères et 42 % des amphibiens du monde entier sont menacés d'extinction d'ici un siècle. Les effectifs des espèces d'eau douce intérieure ont réduit de 50 %, sans parler de l'effondrement de nombreuses populations de poissons marins dont on estime que la masse totale des espèces exploitées a diminué de 90% en de nombreux endroits de la planète.

L'évolution de notre mode d'utilisation et d'exploitation des ressources naturelles, associée aux problèmes de pollution, de changement climatique et de rejet de substances nuisibles, nous rendent responsables du phénomène d'extinction et d'érosion de la biodiversité que nous constatons actuellement.

Aussi est-il urgent de reconsidérer notre utilisation des « actifs » naturels et de reconnaître la valeur concrète de la nature dans le bien-être des populations, à la base de l'organisation des sociétés humaines.

FIGURE 14 : DIMINUTION D'ESPÈCES D'APRÈS L'INDICE PLANÈTE VIVANTE GLOBAL (LPI)

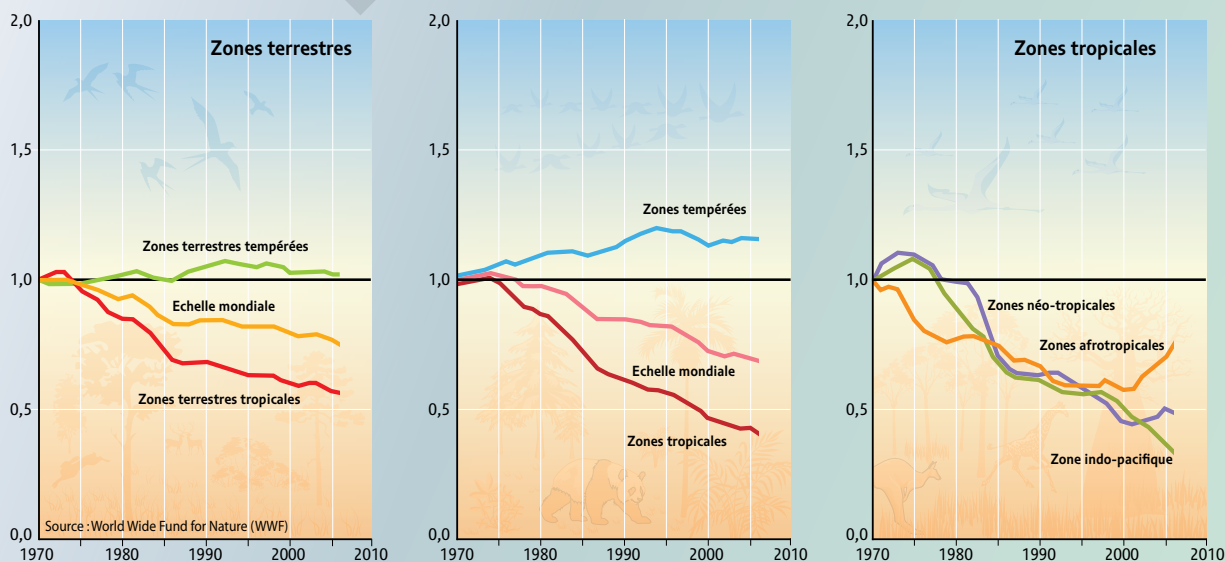
Durant les dernières décennies, les êtres humains ont joué un rôle majeur dans l'évolution de la biodiversité, en utilisant de manière intensive les ressources naturelles et en transformant radicalement les écosystèmes. Ceci a eu un impact important sur les populations animales et végétales qui occupaient ces écosystèmes.

L'indice Planète Vivante global (LPI), matérialisé par la ligne médiane a diminué de plus de 30 % depuis 1970 : en moyenne, la population des vertébrés a diminué de 30 % dans cette même période.

Sous les tropiques (ligne du bas) la diminution est plus flagrante (60%), tandis que dans les régions tempérées, les effectifs de certaines populations ont légèrement augmentés.

L'indice global prend compte les populations plus 2 300 espèces de mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens et poissons à travers le monde, observées en plus de 7 100 points du globe.

Source – Adapté de WWF/ Zoological Society of London. D'après les Perspectives mondiales pour la biodiversité 3. © Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique CC BY 3.0



2. L'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire et la notion de « services écosystémiques »

Un rapport intitulé *l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (Millennium Ecosystem Assessment, MA)*, commandé par le Secrétaire Général de l'ONU Kofi Annan en l'an 2000, permet d'identifier et de définir cette valeur de la nature et propose des outils afin de la chiffrer.

Le MA est un état des lieux mené pendant quatre ans, réunissant l'expertise de 1 360 scientifiques issus de 95 pays et destiné à évaluer – sur des bases scientifiques – l'ampleur et les conséquences des modifications subies par les écosystèmes, en tant qu'ils contribuent fondamentalement à l'existence et au bien-être de l'humanité.

Au cœur de cette évaluation émerge la notion de « services écosystémiques ».

Depuis que nous édifions nos cultures et nos sociétés, nous comptons sur la présence et la « mise à disposition » de ressources naturelles dont nous profitons largement. Il apparaît pertinent de qualifier ce bien commun obtenu de la nature.

Appréhender les écosystèmes comme des unités fournissant des services aux populations est un point

de vue issu d'une logique de développement à la fois social et humain, économique et environnemental, tel qu'il est préconisé par l'Objectif 15 des Objectifs de développement durable, fixés par l'ensemble des états membres de l'ONU : « Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité ».

Il permet notamment de mieux connaître et d'analyser dans le détail les processus naturels sur lesquels les communautés s'appuient pour élaborer leurs sociétés sans toujours les considérer.

La notion de « services » fournis par les écosystèmes permet d'identifier précisément la contribution de ceux-ci à notre bien-être. *

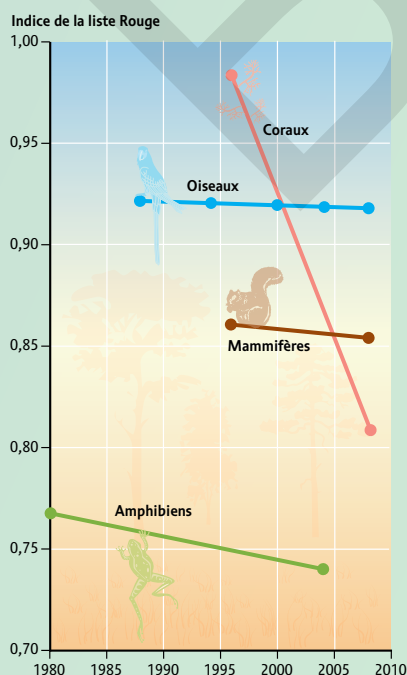
Ils nous procurent des biens matériels, des produits, des ressources naturelles au sens large, des espaces et des terrains où nous pouvons déambuler et œuvrer, des conditions favorables de vie, de climat, d'atmosphère, de croissance des végétaux, d'entretien

* Voir sur ces aspects

Vol 2, Act 7 Le jeu des espèces, des services et des produits

FIGURE 15 : INDICE DE LA LISTE ROUGE

De nombreuses espèces animales et végétales sont aujourd'hui menacées du fait des activités humaines, comme le montre l'indice de la liste rouge, calculé par l'IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)



D'après les Perspectives mondiales pour la biodiversité 3. © Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique CC BY 3.0

Un rapport titré *l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (Millennium Ecosystem Assessment, MA)*, commandé par le Secrétaire Général de l'ONU Kofi Annan en l'an 2000, permet d'identifier et de définir cette valeur de la nature et propose des outils afin de la chiffrer.



des sols pour que nous puissions vivre sur Terre et couvrir nos besoins fondamentaux.

Ainsi nous permettent-ils d'accomplir les fonctions essentielles de nos organismes : respirer, nous alimenter, nous abreuver, grandir, si possible améliorer notre alimentation, goûter, cultiver, récolter.

Ils nous permettent aussi de répondre à des besoins profonds de nos identités d'humains : nous développer à plus d'un titre, créer et construire, nous associer, vivre en harmonie avec nos congénères, assurer des conditions de vie harmonieuses à nos descendants, respecter et valoriser le contexte qui nous permet tout cela.

Les écosystèmes nous rendent donc de nombreux services identifiés par l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire qui distingue en premier lieu de précieux services d'approvisionnement.

Ceux-ci recouvrent les biens concrets que nous obtenons de la nature comme l'ensemble de la nourriture, les fibres naturelles, les molécules utiles ou d'intérêt pharmaceutique, les ressources énergétiques du bois de chauffe aux biocombustibles... et des produits moins directement « marchands » comme l'oxygène de l'air, nos réserves d'eau douce, le sol et sa couche arable.

D'autres services sont dits « de régulation ». Ce sont les bienfaits qui découlent de l'entretien et de la régulation des systèmes naturels liés aux écosystèmes. Il s'agit de

la régulation du climat local et global, de l'épuration naturelle des eaux, du traitement naturel des déchets, de la régulation des maladies, des organismes nuisibles comme les ravageurs, des espèces envahissantes.

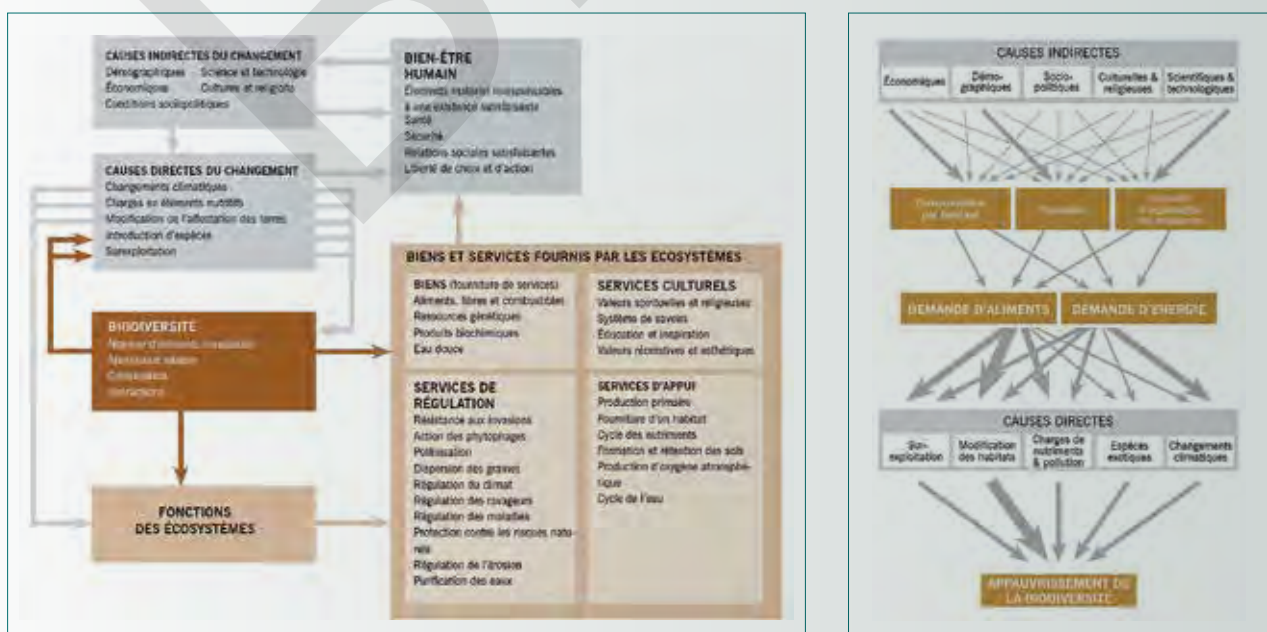
Une autre catégorie de services définie par l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire concerne les services culturels que sont les bienfaits non matériels que nous procurent les écosystèmes à travers le développement des systèmes cognitifs, notre capacité d'éveil, de réflexion et d'analyse, l'expérience esthétique et l'enrichissement spirituel. Ce sont des bénéfices d'ordre sensoriel, intellectuel, spirituel avec les systèmes de savoir, les valeurs éthiques, sociales, culturelles, et des bénéfices également récréatifs liés aux loisirs.

Enfin, les services de soutien désignent les services nécessaires à la vie sur Terre et à la production de tous les autres services. Ce sont des services liés aux processus naturels des écosystèmes comme la production de biomasse, le cycle des éléments nutritifs, la formation et la transformation des sols avec le recyclage de la nécromasse, les habitats naturels et le cycle du carbone.

Si l'on considère chacun de ces services isolément, on réalise l'importance du rôle de la biodiversité dans le bon fonctionnement de ceux-ci. La diversité biologique se situe à l'origine des bienfaits que nous obtenons des écosystèmes :

FIGURE 16 : SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

L'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire a permis de mettre en évidence les différents services que nous obtenons des écosystèmes.



Diversité biologique, fonctionnement des écosystèmes, services fournis par les écosystèmes et facteurs de changement.

Source : d'après les Perspectives mondiales pour la biodiversité 2.

© Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique CC BY 3.0

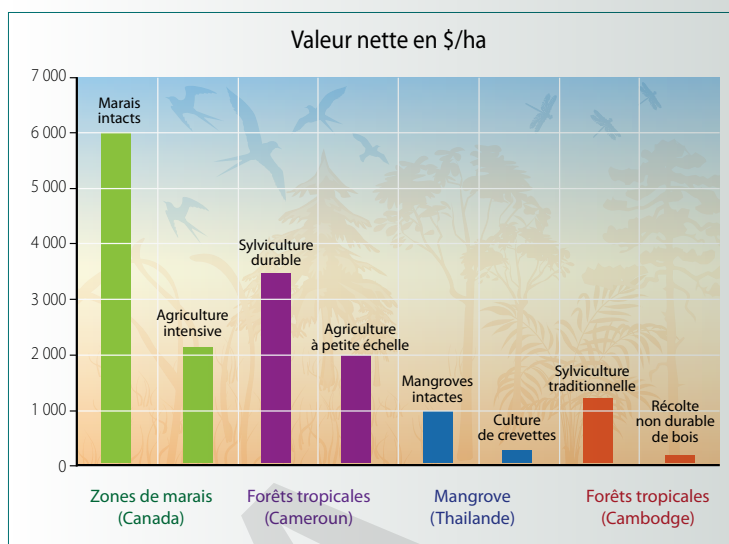
Liens entre la demande en aliments et en énergie et l'appauvrissement de la diversité biologique

Source : d'après les Perspectives mondiales pour la

biodiversité 2. © Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique CC BY 3.0

- Que l'on pense à la base trophique des écosystèmes terrestres, au premier maillon des chaînes alimentaires que constitue la libération des nutriments dans le sol, celle-ci s'effectue grâce à l'active participation de nécrophages, insectes décomposeurs, champignons ou bactéries.
- Tous les végétaux, producteurs de leur propre matière végétale, alimentent quantité d'organismes et fondent les communautés vivantes ;
- Sans les divers agents pollinisateurs, les plantes ne pourraient se reproduire, ni fructifier ;
- Sans la biodiversité naturellement disponible, issue par exemple des écosystèmes d'eau douce (rivières poissonneuses, marais fertiles), de nombreuses populations qui en ont besoin, souvent situées dans des zones rurales délaissées, seraient privées d'une source importante d'approvisionnement d'une grande valeur nutritionnelle ;
- Sans la présence d'arbres sur les versants qui permettent l'infiltration des eaux de ruissellement dans le sol, disparaîtrait un facteur naturel de lutte contre l'érosion et de régulation des inondations et des risques de coulées de boue ;
- Avec la disparition des paysages variés, coproduits au fil des siècles par la nature et les communautés humaines, et répartis en mosaïque à la surface de la planète, le climat local et global est perturbé et on constate localement un déclin de l'identité culturelle.

FIGURE 17 : BÉNÉFICES DE LA GESTION ALTERNATIVE DES ÉCOSYSTÈMES



Avantages économiques découlant de modes de gestions alternatifs.

Source : d'après les Perspectives mondiales pour la biodiversité 2.

© Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique CC BY 3.0

En résumé, l'ensemble des éléments issus des services fournis par les écosystèmes que nous avons listé, émane de la toile du vivant et des systèmes du vivant que constitue la diversité biologique de la planète.

3. Quelle évaluation des écosystèmes ?

Constat de leur dégradation et d'un déclin parallèle de la biodiversité

L'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire a clairement montré que près des deux tiers des services dispensés par la nature au genre humain sont en déclin, ce déclin des écosystèmes touchant nécessairement les espèces qui en font partie et confirmant le déclin manifeste de la biodiversité.

Parmi les services examinés lors de l'Évaluation, seuls quatre ont été améliorés par des changements induits par l'être humain : il s'agit des cultures et du rendement des récoltes, de l'élevage du bétail, de l'aquaculture et, dans une certaine mesure, de la séquestration du carbone ; et ceci, au dépit des autres services.

Les services dégradés concernent les prises de pêche, l'approvisionnement en eau, la capacité des écosystèmes à traiter la pollution du sol, la purification de l'eau, la protection contre les catastrophes naturelles, la régulation de la qualité de l'air, la régulation du climat local et global, la régulation de l'érosion et de nombreux services culturels.

Pour tous les services dégradés, on remarque que les écosystèmes fournissant les services ont été modifiés,

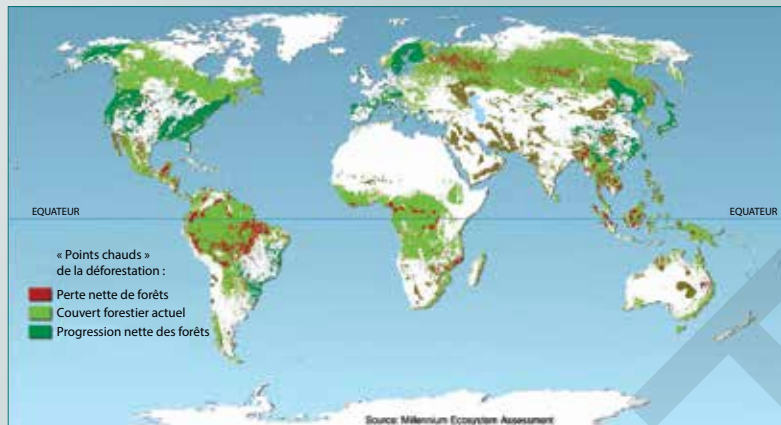
aménagés pour les besoins des populations avant que l'on fasse le constat de leur dégradation. Il s'agit souvent d'une modification drastique de ceux-ci, même si elle peut être relativement étalée dans le temps, comme la conversion de forêts ou de prairies semi-naturelles en zones de pacage, le remembrement d'une zone bocagère en une vaste étendue « illimitée » de monoculture, l'arrachage d'une forêt de mangroves pour les besoins de l'élevage de crustacées ou l'exploitation excessive d'espèces particulières. Ces changements fragilisent la capacité des écosystèmes à maintenir les peuplements, à recharger les stocks et à approvisionner les communautés.

D'après l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, les écosystèmes modifiés, soumis aux pressions d'origine anthropique ou naturelle qui continuent à s'exercer sur eux, ne parviennent plus à bien fonctionner et à fournir les services qu'ils procuraient initialement.

Dans un tel contexte, les modifications induites par les communautés humaines conduisent souvent à des dégradations dont il convient d'analyser les implications pour mieux les comprendre et les ralentir.

À la suite de la synthèse opérée dans les précédentes *Perspectives mondiales de la diversité biologique (GBO 2)* éditées par le Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique, on a pu dégager certaines tendances des modifications des écosystèmes. Ci-dessous sont présentées deux de ces tendances, à titre d'exemple.

FIGURE 18 : POINTS CHAUDS DE LA DÉFORESTATION



Perspectives mondiales pour la biodiversité 2.
© Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique
CC BY 3.0

Dans de nombreux cas, ces écosystèmes anciens, riches et composés de plusieurs strates sont transformés en monoculture intensive. De tous les types de forêts, ce sont les forêts tropicales de montagne qui disparaissent le plus vite, ce qui n'est pas sans incidence sur le réchauffement climatique.

1^{ère} tendance :

La conversion des écosystèmes forestiers en terres agricoles se produit à un rythme préoccupant. On estime à 6 millions d'hectares par an la perte de forêts primaires depuis l'an 2 000.

On ne mesure pas assez à quel point les forêts emmagasinent d'importantes quantités de carbone : le carbone est un élément que l'on retrouve dans la cellulose des plantes, dans l'amidon des plantes, etc. Mais, lorsque l'on abat massivement les arbres, puis qu'ils sont brûlés (bois énergie, production de charbon, culture sur brûlis), ce carbone est relâché dans l'atmosphère sous forme de CO₂. Il renforce alors l'effet de serre de manière importante.

2^{ème} tendance :

Malgré le large éventail de fonctions écologiques remplies par les écosystèmes d'eau douce, ceux-ci sont largement menacés par les aménagements récents perpétrés par les communautés.



L'irrigation des cultures supprime, dans certaines régions, la quantité d'eau douce disponible.

© G.Cattiau INRA

La création de barrages et de systèmes de captage d'eau à partir des fleuves a considérablement modifié les écosystèmes d'eau douce. Ces aménagements profitent à l'agriculture irriguée et aux activités industrielles mais perturbent le débit de nombreuses rivières, ce qui a pour effet de diminuer le flux des sédiments qui restent stockés derrière les barrages. Or ces sédiments constituent la source principale

d'éléments nutritifs pour les écosystèmes des estuaires qui jouent un rôle écologique majeur en tant que filtres de pollution naturels.

Les zones humides sont d'autre part les bassins de réception d'abondantes quantités d'eau se déversant lors de fortes pluies. Elles participent donc activement à la protection contre les inondations.

De plus, il faut s'inquiéter des difficultés d'approvisionnement en eau douce de certaines populations.



A travers le monde, les réserves d'eau douce ne sont pas accessibles de manière équivalente et certaines populations souffrent de la soif. © UN Photo/Fred Noy

Au contraire, d'autres régions sont soumises à des crues et inondations répétées. © H. Duval, INRA



Depuis 1960, la quantité d'eau retenue derrière les barrages a quadruplé et les réservoirs artificiels actuels contiennent plus d'eau que les fleuves et les rivières à écoulement naturel.

Au-delà du fait que des fleuves comme le Nil en Egypte ou le Fleuve Jaune en Chine n'atteignent plus les mers à certaines périodes de l'année, l'utilisation locale d'eau douce dépasse les réserves renouvelables ce qui entraîne une surexploitation des réserves souterraines.

Dans certaines régions où les ressources sont limitées du fait du stress hydrique, ce mode d'utilisation excessif des ressources n'est simplement pas durable et mène à court terme à une réelle difficulté pour l'approvisionnement en eau des populations.

La simple analyse de ces deux tendances démontre que la reconfiguration des écosystèmes perpétrée par les activités humaines depuis des décennies privilégie l'exploitation intensive des ressources, la production accrue des récoltes et d'autres usages intensifs de l'environnement dans l'optique de bénéfices financiers rapides.

Les services non marchands des écosystèmes comme la pollinisation ou la régulation naturelle de la pollution sont peu pris en compte et ne sont pas maintenus ou entretenus dans la gestion des écosystèmes. Or, lorsque les fonctions écologiques d'un écosystème ne sont pas remplies ou s'accomplissent mal, l'écosystème est fragilisé et sa capacité à fournir des services d'approvisionnement est compromise.

Si l'on considère l'exemple typique du processus de conversion d'un écosystème en monoculture, on saisit clairement les implications de ce processus :

- Au départ, les pratiques agricoles traditionnelles sont modifiées pour s'orienter vers une seule culture ;
- Les plantes compagnes, rudérales ou messicoles sont éliminées pour permettre l'augmentation des rendements de la monoculture, fertilisée grâce à l'apport d'engrais ;
- Les corridors écologiques tels que les haies, les bosquets et arbres isolés, les forêts éparses sont défrichés, fragmentant les espaces naturels et de nombreuses espèces se trouvent recluses dans des îlots semi-préservés.
- Sans véritable continuité éco-paysagère, le milieu n'offre plus vraiment d'habitats optimaux ou même viables à certaines espèces. Elles peuvent être contraintes de migrer en quête d'un habitat couvrant leurs besoins. Les moins ubiquistes (c'est-à-dire les espèces très spécialisées et qu'on retrouve dans des zones spécifiques) sont très fragilisées par la dégradation, les plus ubiquistes (c'est-à-dire les espèces dites généralistes et qu'on retrouve de façon plus généralisée) peuvent tenter de survivre un certain temps dans ces habitats « sous-optimaux ». Pour la grande majorité des espèces, les peuplements déclinent ou s'effritent rapidement.



- Dans un écosystème simplifié et appauvri en diversité d'espèces, souvent pollué en profondeur par des surplus d'engrais lessivés, les grands cycles naturels de la formation et de la régénération des sols, du recyclage des macroéléments, et les activités naturelles de pollinisation, de germination, de reproduction des végétaux et de flux de gènes s'accomplissent plus difficilement. Rappelons que la quantité totale d'azote mise à disposition des organismes par les activités humaines a été multipliée par 9 entre 1890 et 1990. Les processus naturels eux-mêmes forment une base modifiée.
- Ensuite, du fait de la décroissance des populations de plantes locales, de plantes dépolluantes, de prédateurs naturels, d'agents pollinisateurs, du fait aussi d'une litière parcellaire, d'un humus difficile à constituer et du fait d'un rejet permanent de substances nutritives en excès, les services de régulation de l'écosystème sont sollicités au-delà de leur capacité à assurer ces services.
- L'écosystème devient moins résistant, sa capacité à réguler la pollution du sol et de l'eau, à traiter naturellement les déchets, à contrôler les maladies, les ravageurs, les espèces envahissantes est compromise. Au-delà des services de régulation, ce sont bientôt les services d'approvisionnement qui sont affectés et le risque accru pour les populations de nombreuses régions d'être exposées à l'insécurité alimentaire.

La biodiversité est donc le socle, à la fois source et base de soutien des services écosystémiques. Et, à leur tour, les services assurés par des écosystèmes, riches en diversité biologique, constituent le socle du bien-être des êtres humains.

A chaque fonction écologique, à chaque service de soutien correspond un réseau de maillages dans la toile du vivant. Trouer ou dégrader la toile du vivant revient à dégrader les écosystèmes.

FIGURE 19 : AMENAGEMENT DU TERRITOIRE



La trame verte et bleue représente la répartition des fleuves et rivières (trame bleue) et des massifs forestiers (trame verte), à l'échelle du paysage.

L'exploitation agricole intensive a pour conséquence une modification de cette trame verte et bleue (rupture des corridors écologiques, espace fragmenté).

Trame verte et bleue. © Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (France)



4. Prendre la mesure de la dégradation rapide de la diversité biologique, notre capital

Nous avons pu établir un lien entre appauvrissement de la diversité biologique et écosystèmes dégradés ainsi qu'entre dégradation des services écosystémiques et menaces pesant sur le bien-être humain.

Mais, alors même que nous commençons à comprendre ce qui est en jeu, les gènes, les espèces et les habitats disparaissent rapidement. Car s'il est rare de voir une espèce connue disparaître à l'échelle de la vie humaine, on estime que les hommes ont multiplié par plus de 1 000, sur les 150 dernières années, le taux d'extinction à l'échelle globale par rapport au taux « naturel » observé au cours de l'histoire.

Parmi les espèces soumises à cette forte vague d'extinction, la grenouille plate à incubation gastrique

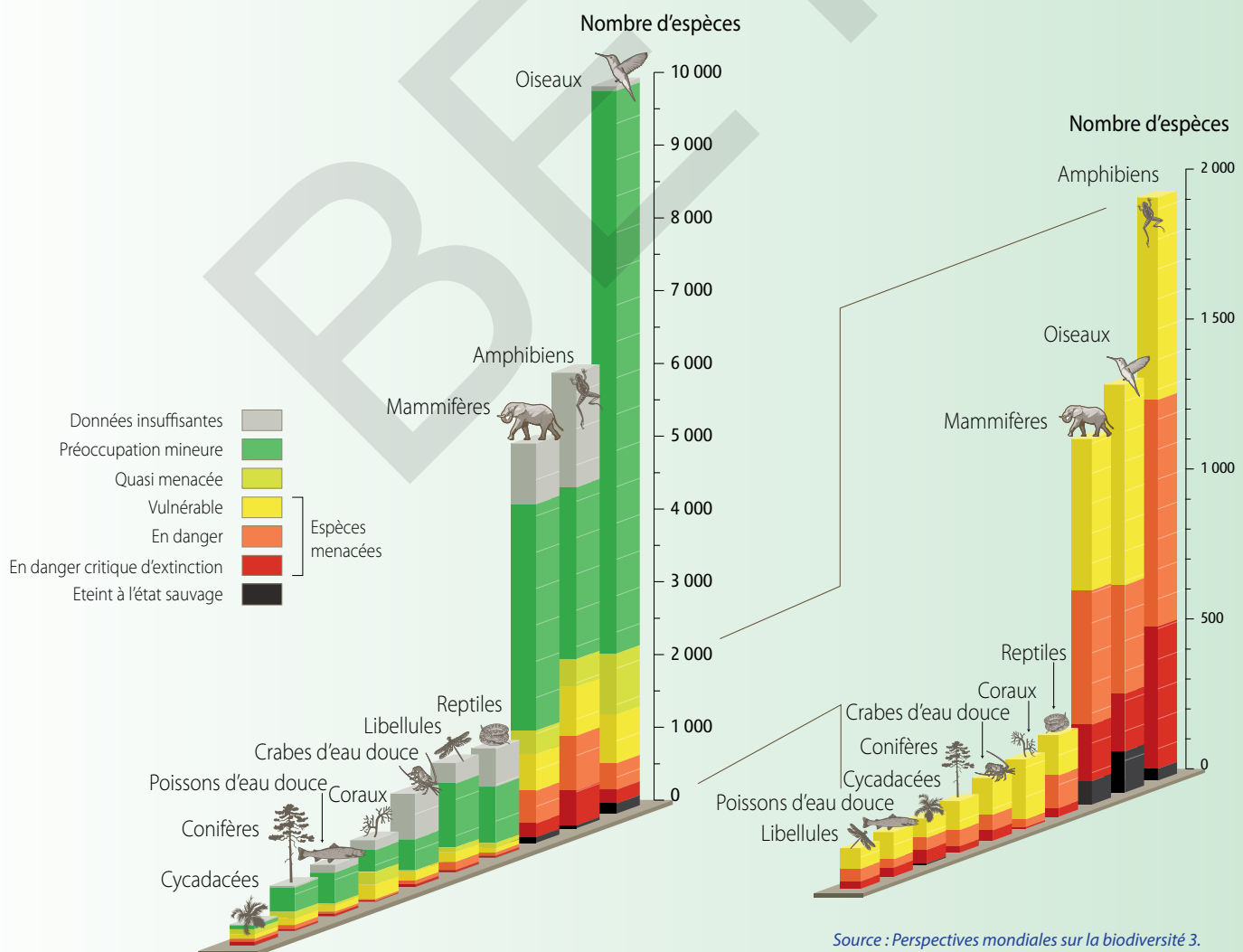
(*Rheobatrachus silus*) en Australie, le tigre de la Caspienne (*Panthera tigris virgata*) en Asie centrale, une espèce d'arbre de la famille des Fabacées *Sophora toromiro* sur l'île de Pâques, ont disparu au cours des cinquante dernières années, bien que pour cette dernière, éteinte à l'état sauvage, une réintroduction soit en cours.

A partir de données et d'indicateurs élaborés au titre de la Convention sur la Diversité Biologique sur lesquelles nous allons revenir, il est possible de préciser certains des aspects principaux de l'érosion de la biodiversité :

- La perte des habitats naturels directement générée par les effets de l'activité humaine a un impact considérable sur le déclin actuel des espèces.

FIGURE 20 : TAUX D'EXTINCTION DES ESPÈCES SELON LA LISTE ROUGE

Le taux d'extinction des espèces du monde vivant s'accélère suite aux activités humaines. Aujourd'hui, d'après l'indice de la Liste Rouge calculé par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN), seules 40 % des espèces appartiennent à la catégorie « préoccupation mineure ».



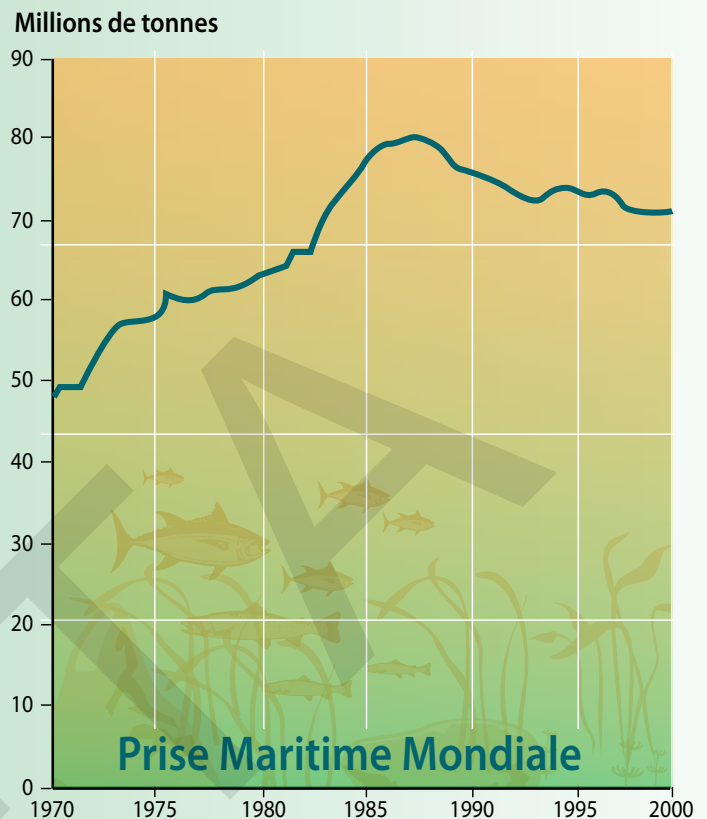
Avec le déboisement continu, ce sont les habitats les plus riches et les plus élaborés de la planète qui disparaissent ou se fragmentent. Ce morcellement des forêts perturbent des communautés entières d'espèces et ne permet plus aux écosystèmes forestiers de certaines régions de réguler la qualité de l'air, de réguler le débit des eaux, le climat lui-même, d'empêcher l'érosion des sols et de réduire les risques de glissements de terrain. De la même façon, les écosystèmes côtiers et marins sont marqués par la pression anthropique. Sur de nombreuses côtes, les forêts de varech (mélange d'algues vertes, brunes ou rouges), les prairies marines et les coraux disparaissent. Le couvert corallien dur, dont on sait qu'il abrite au total 30 % de la faune marine connue à ce jour et qu'il constitue de véritables barrières contre les tempêtes côtières et les raz de marée, a régressé de 10 à 50 % en vingt ans dans les Caraïbes. Avec la dégradation et la fragmentation des habitats naturels, les espèces occupent des espaces de plus en plus réduits. Elles sont donc de moins en moins abondantes et leurs populations déclinent.

- Un autre facteur entraînant la chute des effectifs est la surexploitation directe des ressources par les populations riveraines. Ainsi, l'efficacité croissante de l'industrie de la pêche, couplée à une intensification de la pratique, a véritablement décimé localement les populations de grands poissons comme les thons, les morues, les espadons et les bars dont on estime que 80% du tonnage a disparu par endroits.
- Au-delà du déclin des populations d'espèces analysées par l'indice Planète Vivante (cf. p 11), la variété entre les espèces et au sein de celles-ci a diminué significativement à l'échelle de la planète. L'activité humaine crée des paysages de plus en plus simplifiés et uniformisés où les formes de vie sont de moins en moins variées. Les pratiques culturelles qui leur sont liées font régresser la diversité biologique, qu'elle soit spécifique ou génétique, et menacent d'extinction des milliers d'espèces comme on peut le constater en étudiant la plupart des écosystèmes agricoles existants.
- Un autre facteur explique la répartition de plus en plus uniforme des espèces sur la terre, entraînant un risque d'extinction pour de nombreuses d'entre elles. Il s'agit de la perte de populations d'espèces qui ne sont présentes que dans certaines régions (les espèces dites endémiques) et de l'invasion ou de l'introduction d'espèces issues de régions différentes. Les espèces sont en fait déplacées par les populations humaines, transportées sous forme de spécimens, d'échantillons ou de matériel génétique. Or, une espèce introduite de l'extérieur peut modifier de façon considérable l'écosystème et les services qu'il fournit : elle peut éliminer d'autres espèces, fragiliser particulièrement les espèces endémiques et causer la perte définitive de diversité génétique. Car l'érosion génétique fait bien partie du déclin global de la biodiversité. A l'échelle du globe, la diversité

FIGURE 21 : L'EXPLOITATION DES RESSOURCES AQUATIQUES

L'exploitation des ressources aquatiques par la pêche a entraîné un effondrement des populations de poissons. Ainsi, les populations de morues ont quasiment disparu des côtes canadiennes. De même, les filets sont lancés de plus en plus profonds, au fur et à mesure que les couches superficielles se vident de poissons.

Source. Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire



Un alligator américain et un python birman dans une étroite mortelle, Parc des Everglades, Etats-Unis, par Lori Oberhofer.

© L. Oberhofer (National Park Service), Domaine Public

génétique entre les espèces a diminué, voire chuté, en particulier concernant les plantes cultivées, les animaux d'élevage et les espèces sauvages fortement exploitées à des fins commerciales.

Nous reviendrons dans la partie 3 de ce volume sur cet aspect de l'érosion génétique ainsi que sur les espèces étrangères envahissantes qui s'établissent et se propagent en dehors de leur zone de répartition géographique habituelle et qui sont aujourd'hui considérées comme une cause majeure d'extinction.

La partie 3 permettra de dresser un bilan de l'ensemble des facteurs directs causant de manière non équivoque la perte de biodiversité et que nous pouvons d'ores et déjà énumérer : la perte et la dégradation des habitats, les changements climatiques, les diverses formes de pollution dont l'apport excessif de nutriments (et l'impact direct des pratiques culturales sur l'érosion génétique), la surexploitation et l'utilisation non durable des ressources et les espèces exotiques envahissantes.

5. Les outils d'évaluation du risque d'extinction

A ce stade de la réflexion, il nous semble important de faire le point sur les populations d'espèces et les risques d'extinction. Sur ce dernier point notamment, le GBO4 met en avant certains outils d'évaluation.

Si des mesures de conservation ont permis de réduire le risque d'extinction de plusieurs espèces, celui-ci augmente pour un grand nombre d'espèce.

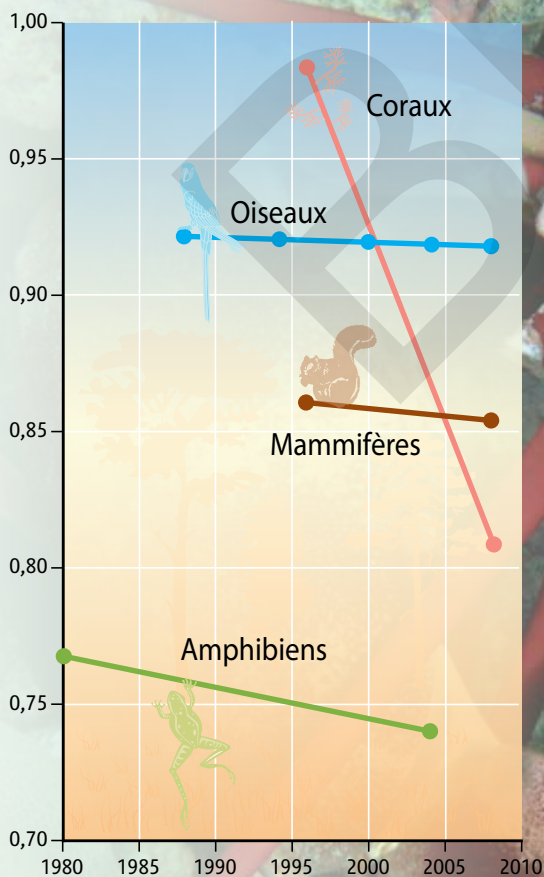
A ce jour la Liste rouge de l'Union Internationale pour la conservation de la nature (UICN) constitue l'outil de référence et l'inventaire le plus complet, à l'échelle mondiale, de l'état de conservation des espèces vivantes, végétales et animales.

Le risque d'extinction des espèces est évalué dans le contexte des catégories de la Liste rouge qui

Les coraux font parties des groupes du vivant dont le taux d'extinction progresse le plus rapidement.

Crabe des coraux attaquant un oursin crayon, Hawaï. © Brocken Inaglory, CC BY SA 3.0

FIGURE 22 : INDICE DE LA LISTE ROUGE



Source : *Perspectives mondiales pour la biodiversité 3.*

© Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique CC BY 3.0

déterminent la probabilité d'extinction d'une espèce dans la mesure où les conditions d'existence de cette espèce ne changent pas. Les espèces sont ainsi classées dans des catégories correspondant à leur risque d'extinction. Le risque est évalué sur la base des connaissances et des informations issues des travaux de milliers d'experts scientifiques dans le monde.

L'indice de la Liste rouge lui, évalue le risque d'extinction moyen des espèces au cours du temps. Il montre clairement que tous les groupes dont le risque d'extinction a été entièrement évalué sont de plus en plus menacés.

Parmi tous les groupes présentés, les coraux sont ceux qui présentent l'augmentation de leur risque d'extinction le plus important. Ils se dégradent actuellement à un rythme alarmant. Formé de la relation symbiotique entre un animal, le cnidaire, proche de l'anémone de mer et d'une algue, la zooxanthelle, le corail construit en permanence un squelette extérieur à partir de minéraux présents dans

l'eau océanique. L'accumulation de ces squelettes forme les récifs coralliens. Le réchauffement climatique, l'acidification des eaux océaniques, la présence de polluants, sont des facteurs associés qui causent la mort de l'algue et son expulsion du corail. Celui-ci connaît alors une phase de « blanchissement », il perd sa couleur, et meurt.*

Globalement, les familles d'espèces exposées au risque d'extinction le plus élevé et en progression constante sont les amphibiens. Que ce soit en Europe et, de façon plus marquée en Amérique latine, en Amérique centrale et dans les Caraïbes, on assiste au déclin inquiétant de ces populations d'espèces. A l'origine du phénomène, on retrouve encore une conjonction de facteurs : le réchauffement climatique et l'augmentation des radiations d'ultraviolets, l'émergence de nouvelles maladies comme la chytridiomycose, une redoutable maladie fongique, et... à ne pas sous-estimer, la surexploitation de leur utilisation en médecine, ainsi que localement, leur utilisation comme denrée alimentaire.

* Voir Partie 2

La contribution de la biodiversité aux services de soutien p. 116 et Les écosystèmes aquatiques p. 92

Atriolum robustum (Ascidie) sur un Siphonogorgia godeffroyi (arbre souple constitué d'un ou plusieurs coraux). © Nick Hobgood, CC BY SA 3.0



6. La nécessité vitale de préserver la diversité biologique afin d'assurer un avenir à tous

Face au constat de l'ampleur du phénomène d'érosion de la diversité biologique, il est utile de rappeler l'insistance de la Convention sur la Diversité Biologique sur la contribution de la conservation de la biodiversité à la réalisation des Objectifs de développement durable, notamment à la réalisation de l'Objectif 15, celui de « Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité »

Parce qu'elle fournit à l'ensemble des communautés humaines de tous les pays – y compris les plus pauvres de la planète – non seulement des moyens de bien-être mais des moyens de subsistance parmi les plus élémentaires, la diversité biologique est le fondement de tout développement.

Grâce aux produits naturels qu'elle fournit, elle est un filet de sécurité alimentaire pour de nombreuses familles démunies qui les utilisent comme produits de complément ou de remplacement selon les

cas. Dans l'éventualité de crises ou de catastrophes naturelles, elle prémunit ces familles contre la pauvreté absolue et la famine. Il importe donc de préserver la diversité biologique locale et de renforcer l'agro-biodiversité pour éliminer la faim et la malnutrition.

Mais qu'il s'agisse de produits de première nécessité, du développement de produits agricoles ou forestiers assurant des revenus à de nombreux foyers ruraux ou du matériel génétique d'où sont issues récoltes et bétail dans les pays développés, l'ensemble de la nourriture produite dans le monde reste le résultat des processus biologiques de la nature.

Notre nourriture, comme notre approvisionnement en eau douce, des besoins essentiels pour notre survie à l'échelle de la planète, sont des services fournis par la biodiversité, et en cela, le fonctionnement sain des chaînes alimentaires, est un capital d'une immense valeur économique. N'oublions pas non plus les services médicaux fournis par la biodiversité. En effet, si aujourd'hui un certain nombre de molécules médicamenteuses sont synthétisées en laboratoires, il n'en reste pas moins qu'elles ont été découvertes

Les taches bleues sur ce fromage français (Roquefort) sont dues au développement d'une moisissure du genre *Penicillium*.

Roquefort. © Chris Waits, CC BY SA 3.0

Diversité de produits entrant dans l'alimentation humaine. © J. Weber, INRA



dans la nature. Ainsi, l'aspirine (acide acétylsalicylique) est présente dans l'écorce de saule, la pénicilline est synthétisée par des moisissures (champignons microscopiques), l'arnica est une fleur jaune qui pousse en montagne, et bien d'autres espèces encore contribuent à notre santé !

Si l'on veut atteindre les Objectifs de développement durable, il est donc essentiel de bien comprendre et d'analyser la véritable valeur de la diversité biologique.

A cet effet, nous proposons de nous concentrer précisément sur la contribution de la biodiversité à chacun des services fournis par les écosystèmes aux êtres humains.

Les Objectifs de développement durable

En 2015, l'Organisation des Nations Unies a adopté l'Agenda 2030 pour le développement durable. Dix-sept objectifs, appelés les Objectifs de développement durable (ODD), comprenant 169 cibles ont été approuvés. Ils sont destinés à assurer la prospérité, la santé, l'égalité, l'inclusion et la paix pour toute l'humanité. Dans le même temps, les objectifs insistent sur l'importance de maintenir notre planète habitable en protégeant ses ressources naturelles et en promouvant les énergies renouvelables.

L'Objectif 15, de « Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité », est d'un intérêt particulier maintenant que la Décennie des Nations Unies pour la biodiversité (2011-2020) est dans sa seconde moitié. La perte de biodiversité demeure l'un des grands défis mondiaux de notre époque. Les causes de la perte de biodiversité peuvent être directes ou plus complexes en raison des facteurs économiques, sociaux et culturels.

L'humanité se maintient sur la Terre en raison d'un équilibre très délicat dans l'écosystème. La perte de la biodiversité signifie inévitablement que nous risquons de bouleverser cet équilibre. Le rôle des sciences écologiques combiné avec une interface des politiques scientifiques appropriées est donc plus important que jamais si nous voulons maintenir l'incroyable richesse des espèces sur notre planète - pas seulement pour nous mais aussi pour les générations à venir.

Les Objectifs de développement durable

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>

1. Éliminer la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde
2. Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable
3. Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge
4. Assurer à tous une éducation équitable, inclusive et de qualité et des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie
5. Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles
6. Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable
7. Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable
8. Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous
9. Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation
10. Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre
11. Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables
12. Établir des modes de consommation et de production durables
13. Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions
14. Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable
15. Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité
16. Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et inclusives aux fins du développement durable, assurer l'accès de tous à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes à tous
17. Renforcer les moyens de mettre en œuvre le Partenariat mondial pour le développement durable et le revitaliser

Biodiversité et approvisionnement : les écosystèmes agricoles

Il reste peu de forêts primaires, c'est-à-dire de forêts non plantées et n'ayant pas subi d'intervention humaine susceptible de perturber durablement les processus écologiques.

Les services d'approvisionnement fournis par les écosystèmes désignent les produits concrets que les écosystèmes nous procurent. Il s'agit de la nourriture, des fibres, des ressources énergétiques comme le bois de chauffage et les biocombustibles, du bois (bois d'œuvre et de construction) et des ressources génétiques essentiellement.

L'utilisation que les communautés humaines font de ces services n'a cessé d'augmenter au cours de la seconde moitié du XX^e siècle. Lorsqu'ils sont utilisés plus vite que les ressources ne peuvent se renouveler, on comprend que la capacité des écosystèmes à fournir ces services aux futures générations est compromise.

Or, si l'usage des services d'approvisionnement varie d'un endroit à l'autre de la planète, nous sommes forcés de constater que pour plusieurs d'entre eux l'usage qui en est fait n'est pas durable.

La conversion des écosystèmes naturels ou semi-naturels pour les besoins de l'agriculture, pour l'exploitation du bois ou d'autres usages intensifs a entraîné de profondes modifications de la couverture végétale en de nombreuses régions du monde.

Ces transformations ont souvent causé une régression nette de la superficie des forêts et le déclin de paysages agraires traditionnels comme la polyculture de champs ouverts, les paysages bocagers dans toute leur diversité ou encore les champs parsemés d'arbres des écosystèmes méditerranéens.

La conversion d'écosystèmes agricoles traditionnels induit le morcellement et la destruction d'habitats liés à l'agrobiodiversité. Cela va de pair avec l'appauvrissement de la diversité génétique.

Concernant les forêts, des milliers d'années d'activité ont réduit leur superficie d'environ 30 % par rapport à leur étendue initiale. **Il reste peu de forêts primaires, c'est-à-dire de forêts non plantées et n'ayant pas subi d'intervention humaine susceptible de perturber durablement les processus écologiques.**

1. Cultiver pour se nourrir

L'alimentation est le domaine de tout ce qui se rapporte à la nourriture permettant à un organisme vivant de fonctionner.

Nous, êtres humains, ne faisons pas exception et l'absorption des éléments nutritifs contenus dans notre nourriture est une fonction vitale à nos organismes.

Nous mangeons de l'organique et interagissons en permanence avec de l'organique : notre tube digestif, un écosystème à part entière, héberge des milliards de microorganismes issus de centaines d'espèces (bactéries, archées) qui sont essentiels à notre digestion en dégradant des molécules dont les celluloses et les amidons.

Si la libération d'énergie à partir de la nourriture est une caractéristique essentielle des organismes vivants, la transmission d'énergie en est une autre. Tous les végétaux et animaux sont une nourriture potentielle, les uns mangent les autres et c'est ainsi que la vie procède pour se maintenir.

Au sein du tissu vivant planétaire, la compétition fait rage pour que chaque individu au sein de chaque espèce s'assure les ressources nécessaires à sa survie et sa reproduction. Mais l'interaction biologique ne se réduit pas à la compétition et à la prédation. Il existe entre les individus et les espèces, nous l'avons vu*, de précieuses relations de collaboration.

*Une biodiversité d'espèces et d'écosystèmes fournissent des services divers aux populations : nourriture, construction, énergie, etc.
Echeveau de fibres de lin.
© J. Weber, INRA*

* Voir sur ces aspects

Vol 2, Act 9 Tableau de l'agro-diversité



D'un habitat semi-naturel...

© Archives Normandie 1939-45, Domain Public



... A un paysage d'agriculture intensive.

© Nicolás Pérez, CC BY-SA 3.0

L'être humain qui, de tous temps, a manipulé les autres espèces vivantes s'est longtemps appuyé sur une association durable avec les plantes et les animaux pour faire émerger et pour développer ses différentes formes de civilisation.

En découvrant qu'ils pouvaient semer et récolter certaines graminées sauvages au lieu d'en ramasser le grain au hasard, les êtres humains ont commencé à exploiter rationnellement les plantes comestibles. Ils ont ensuite sélectionné des variétés adaptées à l'extraordinaire diversité des conditions écologiques

terrestres, ce qui s'est traduit par un enrichissement considérable de la biodiversité. On peut effectivement parler de collaboration fructueuse : l'être humain s'est assuré une certaine sécurité alimentaire en élaborant des cultures tout en participant à enrichir la toile du vivant.

Or, aujourd'hui, avec la dégradation des écosystèmes, de nombreux points d'équilibre sur lesquels repose l'harmonie de la relation ont été rompus. Il s'agit de les identifier et de tenter de restaurer l'équilibre là où il n'existe plus.

De gauche à droite:

Biodiversité génétique de semences (tournesol, soja, colza, féverole, haricot, blé, pois). © C. Nicolas, INRA

Semences de pois. © P. Albaret, INRA

Différentes variétés de graines : pois pelliculés, graines de pois sans traitement, grains de blé sans traitement et grains de blé pelliculés. © G. Berthier, INRA

Différentes variétés de tomates. © F. Carreras, INRA



2. Systèmes agraires traditionnels et biodiversité

Le processus de domestication des plantes et des animaux a débuté il y a quelques 10 000 ans en Mésopotamie dans la région du Croissant fertile, une zone qui regroupe l'Irak, l'Iran et l'Arménie actuels. Du fait de la possibilité rapide de constituer des réserves de récolte et de semences et d'instaurer des échanges, les processus de sédentarisation et d'urbanisation se sont développés. L'expansion des plantes et des animaux domestiqués s'est faite depuis ces régions persiques en direction de l'Europe notamment.

D'après les inventaires, près de 500 espèces et variétés de légumes, de fruits, de condiments et d'arbres fruitiers ont été sélectionnées dans le Croissant fertile. Aujourd'hui l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) dénombre environ 250 000 variétés végétales propres à la culture parmi lesquelles 7 000 sont encore cultivées. Pour parvenir à un tel nombre de variétés sélectionnées, les agriculteurs et les chercheurs ont largement eu recours à la biodiversité locale.

De tous temps, les agriculteurs ont amélioré les semences provenant de leurs propres cultures en les mélangeant à des espèces sauvages apparentées afin d'accroître la diversité génétique et la résistance au microclimat de leurs cultures.

Pour les blés, les tétraploïdes comme le blé de Khorasan et le blé dur ont existé à l'état sauvage. Le blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) a été fortement hybridé pour résister à la culture industrielle et produire aujourd'hui l'essentiel de nos pâtes alimentaires.

Suite à des croisements, le blé de Khorasan (*Triticum turgidum* ssp. *turanicum*) a produit notre blé courant ou froment (*Triticum aestivum*). Il reste cependant cultivé de façon non hybridée ; il est alors commercialisé sous le nom de « kamut » et présente en tant qu'espèce, une valeur en protéines et en minéraux bien supérieure au blé classique.

Très couramment en Ethiopie, on isole, on sélectionne, on vend, on sème des semences de sorgho sauvage et on les mêle à des semis d'espèces cultivées de sorgho pour favoriser une fertilisation mutuelle.

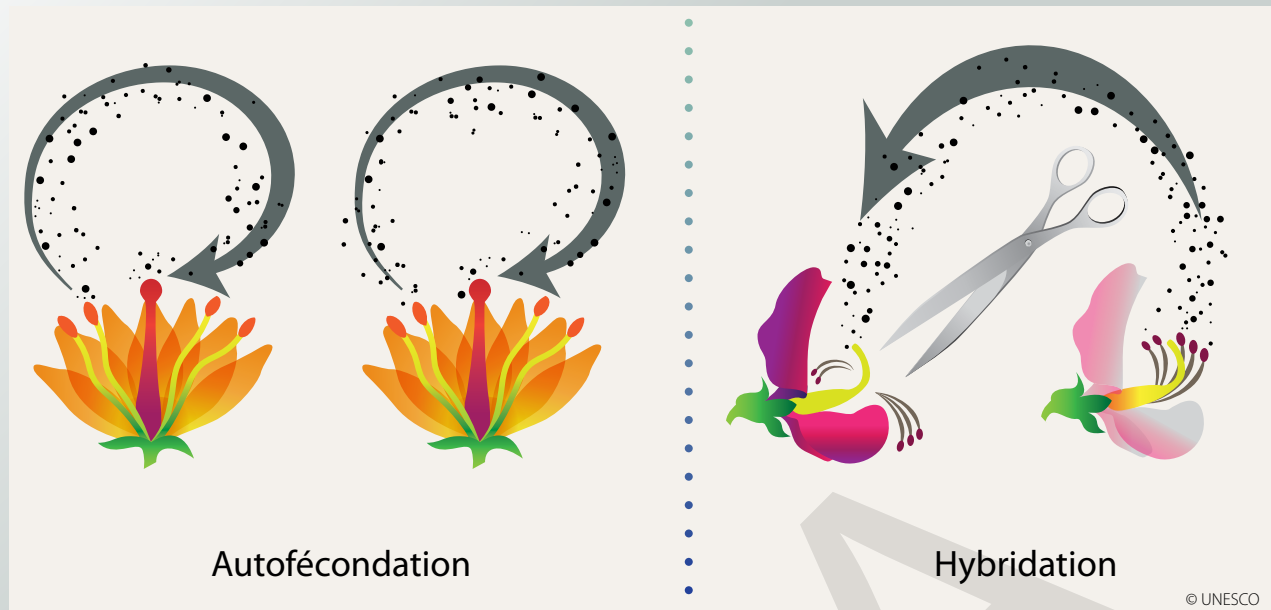
La FAO estime qu'environ 1,4 milliards d'agriculteurs, dont majoritairement des foyers modestes, continuent à améliorer leurs cultures grâce à l'apport de plantes locales.

Aujourd'hui, il existe 7 000 variétés végétales cultivées dans le monde.

Diversité observée chez l'orge (*Hordeum vulgare*). © E. Boulat et A. Didier, INRA



FIGURE 23 : AUTOFÉCONDATION ET HYBRIDATION DES PLANTES



Le processus d'amélioration des plantes. © Clermont Terrand Theix Lyon, Inra

Pour une même espèce végétale, de nombreuses variétés sont cultivées. Chaque variété répond à un besoin spécifique : demande du consommateur, résistance à la sécheresse, au gel, taille du fruit, etc. De gauche à droite :

Différentes variétés de pomme de terre. © C. Maitre, INRA

Différentes variétés de piments et poivrons. © C. Slagmulder, INRA



Varier les cultures

** Voir sur ce point

Vol 2, Act 11
Dialogue et
mobilisation autour de
l'agriculture durable

Dans les aménagements élaborés que constituent les terrasses andines, l'alternance des cultures selon les niveaux et les associations d'espèces cultivées au sein de chaque niveau traduisent une observation « séculaire » et une connaissance approfondie des espèces autochtones sauvages ainsi que des gradients écologiques, c'est à dire des aspects de l'environnement qui varient en fonction de l'altitude et qui influent sur la composition en espèces des communautés.

On a pu dénombrer plusieurs dizaines d'espèces sauvages de haricots du genre *Phaseolus* et quelques

200 espèces de pommes de terre sauvages en Amérique centrale et latine à partir desquelles les espèces cultivées ont été soigneusement sélectionnées. Le maintien de la diversité au sein des espèces est un phénomène encore remarquable dans les systèmes culturels traditionnels des Andes : plusieurs centaines de pommes de terre y sont cultivées dont certaines très résistantes au gel. Ces variétés cohabitent parfois par groupes différents sur une même parcelle et les agriculteurs les classent par ordre de niches écologiques qui conditionnent la grosseur des tubercules.

Recourir aux plantes indicatrices

D'autres pratiques agricoles traditionnelles maintiennent et utilisent la biodiversité locale comme le recours aux plantes indicatrices et aux engrais verts pour évaluer et améliorer la qualité des sols.

Dans les régions où la couche arable est fine et précieuse, où les sols sont soumis à des conditions climatiques rigoureuses, les agriculteurs savent souvent nommer, classer et caractériser les plantes indicatrices. Une indication par les plantes n'est valable qu'à partir d'un certain nombre de sujets mais lorsqu'un terrain est densément peuplé d'une espèce, cela reflète souvent non seulement les composants minéraux du sol (s'il est plutôt calcaire ou siliceux) mais aussi sa teneur en nutriments (un excès ou un défaut

de matières organiques et la nature des substances nutritives présentes comme l'azote ou le phosphore). Dans les régions tempérées, un peuplement concentré d'orties dioïques (*Urtica dioica*) révèle souvent une forte concentration du sol en fer et en nitrates. L'ortie a d'ailleurs un effet dépolluant en fixant organiquement, en métabolisant, ces éléments.

Sur un pâturage dégradé du fait d'un surplus d'azote, on observe souvent un peuplement de plantes épineuses, de cirses très épineux (*Cirsium spinosissimum*) accompagné d'autres plantes caractéristiques comme l'aconit napel (*Aconitum napellus*) dans les Alpes européennes. Si le pâturage est décalcifié, il est dans la plupart des cas, envahi d'une poacée coriace type

Aconitum napellus. © H. Zell, CC BY-SA 3.0



nard raide (*Nardus stricta*) ou d'autres poacées dans d'autres régions. Dans les Andes vénézuéliennes où le blé, le quinoa sont encore cultivés selon un rythme biennal, les agriculteurs ont constamment recours aux plantes indicatrices pour évaluer l'état de la terre : est-elle devenue « maigre » entre deux cultures ? Ou demeure-t-elle chargée en nutriments, alimentée ?

La présence massive d'une graminée comme barba de caballo (*Vulpia myurus*) dans les cultures ou autour de celles-ci incite le cultivateur à laisser la parcelle en jachère alors que la présence d'une fabacée comme le lupin ou chocho (*Lupinus paniculatus*) indique plutôt une bonne diffusion et circulation de l'azote dans le sol et donc une fertilité adéquate de la terre.

Utiliser les légumineuses

De façon générale, l'apport des plantes dites « légumineuses » issues de la famille des Fabacées comme la luzerne, les trèfles, les vesces, l'alfalfa est considérable.

Comme nous l'avons vu (cf. chap. 2 p. 42), ces espèces végétales fixent l'azote de l'air dans le sol et le rendent disponible aux autres plantes grâce aux nodosités de leur système racinaire. Elles représentent un atout certain pour l'installation et l'entretien de cultures sans faire constamment usage de fertilisants*.

En Afrique, en Asie, en Amérique latine, partout où l'on maintient la rotation des cultures, les agriculteurs introduisent des semis de plantes annuelles de céréales (blé, orge, maïs) après des semis d'engrais vert essentiellement des légumineuses. Celles-ci sont souvent issues d'espèces locales ou sauvages comme les différents lupins d'Amérique latine qui enrichissent les sols sableux ou diverses espèces de trèfles dont le trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum*).

La culture de céréales qui suit le carré de luzerne ou de trèfle bénéficie de l'apport azoté fixé par les légumineuses...

Quand les cultures ont du mal à s'implanter, les agriculteurs ont recours à des cultures intercalaires, ou à des cultures en couloirs à partir de haies de légumineuses arbustives pour que les plantes cultivées bénéficient en permanence de la présence des légumineuses.

Au Burundi, agriculteurs et agronomes ont expérimenté l'association d'une légumineuse cultivée en haies entre les rangs des caféiers et ont mesuré à long terme les bénéfices de la fixation d'azote sur la production de café.

Les arbustes – issus pour l'Afrique d'espèces autochtones du genre *Calliandra* (*Calliandra calothyrsus*), ou encore du néré (*Parkia biglobosa*), du pois d'Angole (*Cajanus cajan*) cloisonnent les cultures en couloirs et les agriculteurs les émondent afin de fertiliser les cultures par le dessus en tapissant le sol en surface. Les plantes cultivées sont ainsi doublement alimentées : par les nutriments du sol qui intègrent leurs racines et par les minéraux libérés lors de la décomposition des feuilles de légumineuses en surface.

* Voir sur ces aspects

Vol 2, Act 9 Tableau de l'aaro-diversité

Abeille sauvage sur fleurs de sarrasin. © J. Weber, INRA



Préserver les adventices

L'ensemble des plantes adventices sont utiles aux cultures. Par exemple, elles abritent des centaines d'espèces d'insectes, comme les abeilles qui participent à la pollinisation.

Les paysages agricoles classiques ont longtemps entretenu des populations de plantes adventices, issues d'espèces sauvages et associées aux cultures, ces adventices présentant de réels intérêts écologiques pour les cultures.

De tous temps, l'être humain a été un facteur d'ouverture de la végétation avec ses outils, l'action du feu, l'implantation du bétail. Les écosystèmes agricoles typiques, marqués par l'apparition des prairies, des prés de fauche, de la polyculture de champs ouverts ou de systèmes parcellaires clos, également marqués par la pérennité de méthodes culturales comme la rotation triennale avec son temps de friche, ont permis le développement d'adventices des cultures, de plantes hôtes des milieux modifiés par l'être humain, où elles se sont naturellement implantées.

Ces adventices des cultures parmi lesquelles le coquelicot (*Papaver rhoeas*), le bleuet (*Centaurea cyanus*), la nielle des blés (*Agrostemma githago*), les chrysanthèmes sauvages (*Chrysanthemum segetum*) se sont adaptées et ont évolué avec les cultures au point de leur être totalement associées comme la nielle des blés avec ses graines encapsulées qui ne tombent que lorsque le blé est battu. De nouvelles plantes cultivées comme le seigle (*Secale cereale*) ont réciproquement été sélectionnées à partir des plantes adventices.

L'enrichissement a été mutuel jusqu'à une période plus récente où, avec la production intensive, les adventices ou messicoles ont été défrichées et parfois radicalement éliminées par les désherbants. De même, les plantes rudérales vivant sur les bords des chemins, les talus, les creux de murs et les tas de terre ont souffert de l'agriculture intensive. Pourtant,

elles sont très utiles à l'exemple de la chicorée sauvage (*Cichorium intybus*) ou des chardons (*Carduus ssp.*) qui ameublissent les sols argileux trop tassés. L'ensemble de ces plantes adventices, messicoles ou rudérales sont pourtant utiles aux cultures. Elles constituent un capital de gènes unique renforçant la diversité biologique et quelques espèces seulement (une quarantaine en régions tempérées) abritent des centaines d'espèces d'insectes : des diptères, parmi lesquels les syrphes, les coccinelles, les chrysopes, prédateurs naturels des pucerons.

En abritant les prédateurs naturels des ravageurs, ces plantes protègent les cultures et limitent l'utilisation d'intrants artificiels dont on a que partiellement évalué les conséquences sur la santé humaine. De plus ces plantes sont souvent mellifères et garantissent pour une grande part la pollinisation des cultures*.

Pendant longtemps, les écosystèmes agricoles ont su préserver les niches écologiques disponibles pour la flore et la faune sauvage.

On peut s'inquiéter aujourd'hui de la disparition de ces derniers lieux où subsiste la nature, qui représentent souvent moins de 1 % de surfaces potentiellement exploitables, où les chemins sont supprimés et le moindre fossé comblé.

Les messicoles sont avec les plantes des milieux humides parmi les espèces les plus menacées des zones tempérées ; avec leur disparition s'amenuise dramatiquement la biodiversité locale.

* Voir sur ces points

Vol 2, Act 11 Dialogue et mobilisation autour de l'agriculture durable et Act 12 Jardin d'école, jardin bio-divers

Diversité floristique en bordure de champ.
© G. Louviot, INRA



Gestion traditionnelle des paysages et de la diversité biologique

Les paysages agricoles entretenus par les agriculteurs et les bergers au moyen de pratiques adaptées aux contraintes locales, permettent non seulement de préserver une diversité génétique relativement élevée au sein des cultures et des animaux d'élevage, mais peuvent aussi maintenir une diversité biologique sauvage spécifique. On retrouve ce type de paysages partout dans le monde ; ils résultent de l'application d'un vaste ensemble de connaissances et de pratiques culturelles constamment renouvelées et responsables de la formation de paysages possédant une biodiversité agricole importante sur le plan mondial. Des exemples de ce type de systèmes incluent :



Pisciculture de rizière.
© FAO, Lena Gubler

La pisciculture de rizière, pratiquée en Chine, existe au moins depuis la dynastie Han, il y a 2 000 ans. Dans ce système, des poissons sont introduits dans des rizières inondées afin de fournir de l'engrais, de ramollir les sols ainsi que d'éliminer les larves et les herbes indésirables, tandis que les rizières apportent de l'ombre et de la nourriture aux poissons. La grande qualité du poisson et du riz ainsi produits profite directement aux exploitants, grâce à un apport nutritionnel élevé, des coûts de main-d'œuvre réduits et des besoins moindres en engrais chimiques, en herbicides et en pesticides.



Terraces dans la Vallée Sacrée des Incas.
© FAO, Antonello Proto

Dans les vallées de Cusco et de Puno au Pérou, les peuples Quechua et Aymara utilisent un système de culture en terrasse leur permettant de cultiver différentes espèces, comme le maïs et la pomme de terre et de faire brouter les animaux sur des pentes raides, à des altitudes situées entre 2 800 et 4 500 mètres. Ce système abrite au moins 177 variétés de pomme de terre, domestiquées depuis plusieurs générations. Il limite également l'érosion des sols.



Paysage de Satoyama, Sado, Japon
© FAO, Parviz Koohafkan

Les paysages Satoyama au Japon sont de petites mosaïques composées de plusieurs types d'écosystèmes, dont des forêts secondaires, des bassins d'irrigation, des rizières, des pâturages et des prairies, lesquels fournissent à leurs propriétaires des ressources exploitées de manière traditionnelle et durable, telles que des plantes, des poissons, des champignons, de la litière forestière et du bois. Les paysages Satoyama sont le produit d'une interaction durable entre les populations et leur environnement. Des activités comme le déboisement périodique des forêts ou le ramassage de la litière empêchent que le système devienne dominé par un petit nombre d'espèces et permettent la coexistence d'une variété plus importante d'espèces, au sein d'un même système.

Fleurs de cosmos d'une jachère fleurie. © F. Carreras, INRA

3. Polyculture et alimentation en zone rurale pauvre : l'évolution actuelle

Au fil des générations, les communautés rurales situées dans des régions aux climats rudes, aux terres pauvres ou accidentées, ont acquis une somme de connaissances et d'expertise pour vivre de la terre et se maintenir en bonne santé.

Les méthodes agricoles traditionnelles ont longtemps garanti une certaine sécurité alimentaire et une valeur nutritionnelle relative de l'alimentation.

Un grand nombre d'agriculteurs sont de petits exploitants cultivant des surfaces réduites où il est donc vital d'inclure des cultures de subsistance en plus de cultures de denrées commercialisables.

Adeptes de l'exploitation de la diversité des cultures, ces agriculteurs ont fait cohabiter des cultures de céréales traditionnelles comme le sarrasin ou le millet des oiseaux dans l'Himalaya ou en Inde centrale avec



... on estime qu'un tiers des 6 500 races animales domestiquées serait actuellement menacé d'extinction.

des cultures de « légumes » secs comme le haricot de kulthi (*Macrotyloma uniflorum*) ou le haricot mungo (*Vigna radiata*) dont les graines sont mangées séchées, entières ou « cassées » dans le fameux « dal ».

Dans d'autres régions, en Afrique, on associe encore céréales et « légumineuses » à des légumes verts feuillus traditionnels ; en Ouganda, ce sont les légumes feuillus « vert-foncé » comme le biteku tekou (*Amaranthus hybridus*), le nakati (*Solanum aethiopicum*), les feuilles de manioc et de patate douce.

Lorsqu'une culture est moins productive, les autres espèces cultivées, souvent locales, peuvent compenser.

L'alimentation des sociétés traditionnelles repose néanmoins sur un produit principal : on peut citer le maïs, le manioc, les patates douces, les arachides, les pois d'Angole, les lentilles, les doliques à œil noir, les ignames, les bananes, le plantain, le millet, le sorgho qui sont des aliments de base pour des millions de personnes parmi les plus pauvres, leur fournissant l'essentiel de l'énergie alimentaire.

Pour compenser une certaine monotonie des repas, la plupart des communautés ont recherché une forme de transition alimentaire vers une alimentation plus variée et équilibrée. Les mets principaux étant très calorifiques mais pauvres en nutriments, les populations ont aussi exploité les légumes traditionnels ou collecté les espèces sauvages pour couvrir leurs besoins en vitamines et minéraux.

Ainsi, la cueillette de fruits et de produits forestiers est très répandue et les populations connaissent leur très haute valeur nutritive.

Dans les zones sèches, la jujube, fruit du jujubier, est notamment appréciée pour son fruit savoureux et sa teneur en vitamines. Si la teneur d'une orange en vitamines C est de 57 mg/100 g, celle du fruit du baobab est de 200 mg/100 g et celle du fruit du jujubier peut être de 500 mg/100 g...

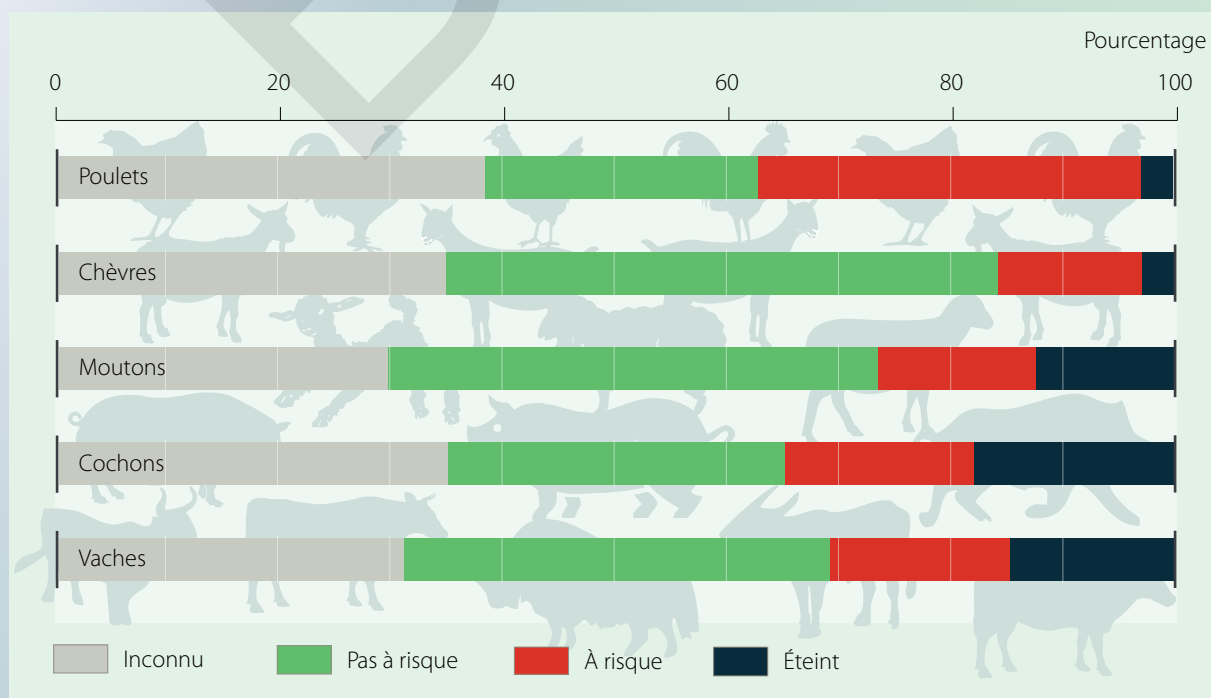
Les feuilles d'une plante encore relativement répandue, le « dattier du désert » ou « savonnier » (*Balanites aegyptiaca*) présente dans le Sahel, les pays du Moyen-Orient jusqu'au Pakistan, sont source de calcium à hauteur de 1000 mg/100 g et quelques feuilles sèches de baobab (*Adansonia digitata*) – 33 g environ mangées sous forme de condiments, couvrent les besoins journaliers d'un individu en calcium.

Les fruits au goût doux-amer de *Balanites aegyptiaca* sont sucés en remplacement des dattes et les jeunes feuilles sont consommées comme légumes ou en sauce avec le petit mil.

Si de tous temps, les populations ont compris le rôle des plantes indigènes dans la conservation de l'écosystème local et l'intérêt d'utiliser la biodiversité et les espèces sauvages pour varier et développer l'alimentation, on ne peut que constater actuellement une tendance à l'érosion des savoirs autochtones liés aux aliments locaux et aux pratiques agricoles traditionnelles ainsi que la réduction de la diversité agricole conduisant à l'insécurité alimentaire et à la malnutrition dans de nombreuses régions du monde.

FIGURE 24 : RISQUE D'EXTINCTION DE RACES DE BÉTAIL

Un grand nombre de races parmi les cinq principales espèces d'élevage sont menacées d'extinction. De manière plus générale, parmi les 35 espèces domestiquées, plus d'un cinquième des races d'élevage sont classées comme étant menacées d'extinction (Source : FAO)



Du fait de pressions diverses et combinées issues de la croissance démographique, des exigences de rentabilité économique de l'agriculture, elles-mêmes inscrites dans une économie de marché plus vaste visant l'intégration internationale, de nombreux producteurs ont délaissé la polyculture et les méthodes agricoles traditionnelles pour ne produire souvent qu'une seule espèce de manière intensive dans l'optique de bénéfices financiers rapides.

Le GBO3 dresse un tableau inquiétant du nombre limité de variétés d'espèces utilisées pour l'alimentation des êtres humains.

L'essentiel des approvisionnements alimentaires de près de la moitié de la population mondiale provient d'un petit nombre de variétés de trois méga-cultures que sont : le riz, le blé et le maïs, alors qu'un nombre considérable de variétés végétales propres à la culture sont délaissées, parfois abandonnées et menacées d'extinction.

Le même phénomène serait perceptible dans l'élevage où l'on estime qu'un tiers des 6 500 races animales domestiquées serait actuellement menacé d'extinction.

La FAO estime de son côté qu'environ 1 million d'agriculteurs d'Amérique latine et des Caraïbes sont aujourd'hui tributaires du riz et particulièrement de la culture d'une seule espèce (XX) qui constitue donc leur principale ressource d'énergie, mais également d'emploi et de revenus.

Dans ce contexte, on peut imaginer les conséquences dramatiques que peut avoir une mauvaise récolte.

A ce phénomène s'ajoute deux facteurs inquiétants : les menaces liées aux perturbations : crises diverses, récession économique actuelle, catastrophes naturelles, sécheresse et inondations intensifiées par le changement climatique, et les conséquences néfastes de la monoculture sur le bien-être des populations.

En effet, en de nombreuses régions, au Kenya par exemple, où les cultures de haricots noirs (njaha) ont été remplacées par la culture intensive de maïs, la monoculture a eu un effet négatif sur l'apport alimentaire global ; l'élimination de nombreuses variétés de haricots cultivés a entraîné un appauvrissement considérable du stock génétique agricole et la culture intensive a elle-même provoqué l'appauvrissement des sols.

La combinaison de l'ensemble de ces facteurs explique que 13 % des habitants de la planète parmi les plus pauvres soient encore aujourd'hui exposés à la pénurie alimentaire et sous-alimentés, alors que globalement l'insécurité alimentaire recule depuis ½ siècle.

La dénutrition demeure un grave problème de santé publique à l'échelle mondiale puisqu'elle cause plus de 15 % des maladies infectieuses et chroniques engendrées par la carence en protéines et nutriments notamment.

Quand parle-t-on de sécurité alimentaire ?

On parle de sécurité alimentaire quand la population a en tout temps un accès matériel, social et économique à des aliments sans danger et nutritifs en quantité suffisante pour couvrir ses besoins physiologiques, répondant à ses préférences alimentaires, et lui permettant de mener une vie active et d'être en bonne santé.

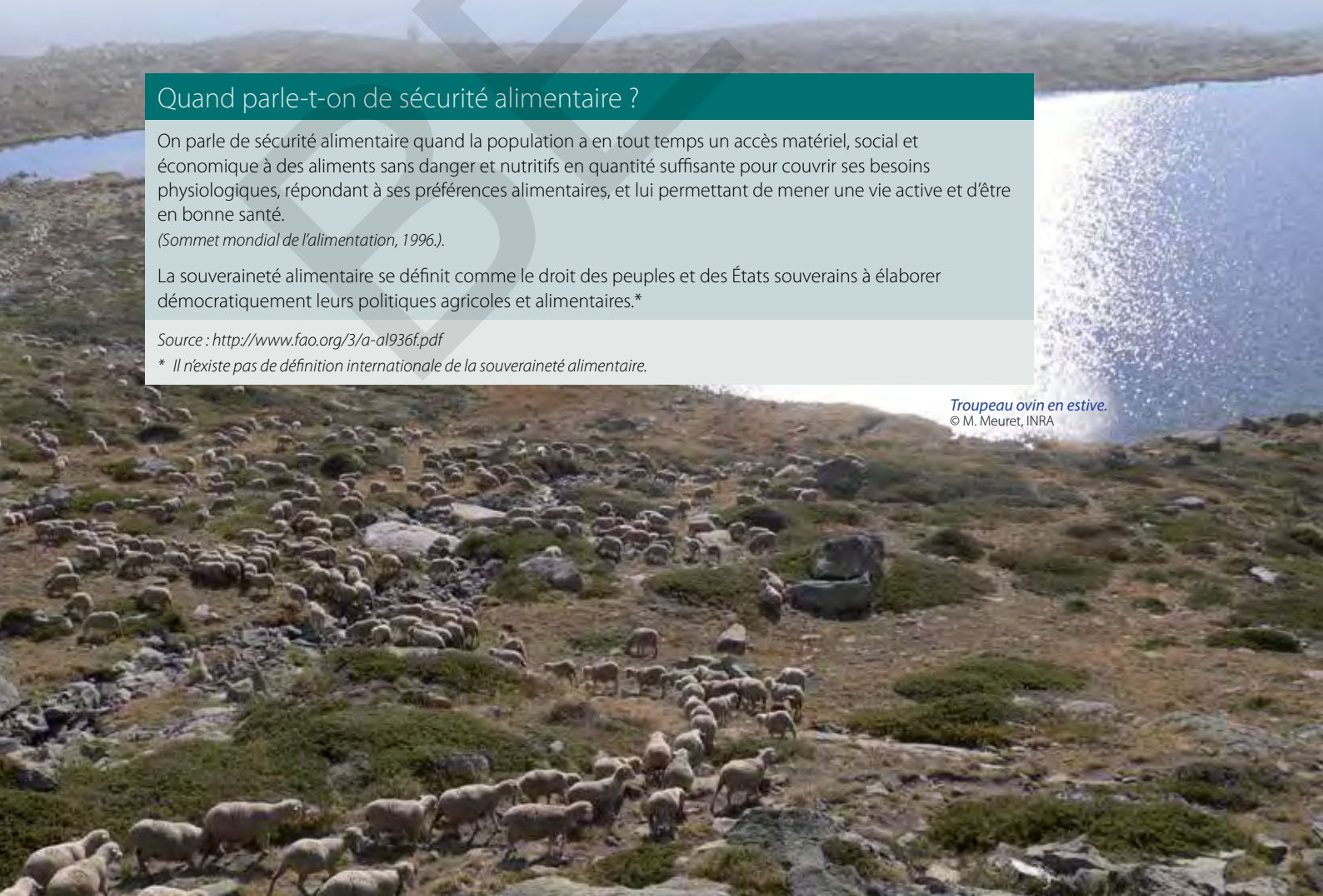
(Sommet mondial de l'alimentation, 1996.)

La souveraineté alimentaire se définit comme le droit des peuples et des États souverains à élaborer démocratiquement leurs politiques agricoles et alimentaires.*

Source : <http://www.fao.org/3/a-al936f.pdf>

* Il n'existe pas de définition internationale de la souveraineté alimentaire.

Troupeau ovin en estive.
© M. Meuret, INRA



L'érosion de la diversité génétique entraîne une dégradation conséquente des services écosystémiques relatifs à l'approvisionnement en nourriture dans les régions pauvres. En cas de crise, les populations ne peuvent plus se rabattre sur les produits naturels et les écosystèmes ne jouent plus alors leur rôle de filet de sécurité en les prémunissant contre la pauvreté absolue et la famine.

Comme le souligne le GBO3, il importe de préserver la diversité agricole pour éliminer la faim et la malnutrition parmi les communautés rurales.

La conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique créent des possibilités d'atténuer la pauvreté et d'améliorer le bien-être humain. L'inversion de l'appauvrissement de la diversité biologique est une dimension essentielle de l'Agenda 2030 pour le développement durable et contribue aux progrès accomplis dans la poursuite des Objectifs de développement durable de réduire l'extrême pauvreté et la faim, d'assurer la santé et l'éducation pour tous, de préserver l'environnement et de coopérer à l'échelon international.

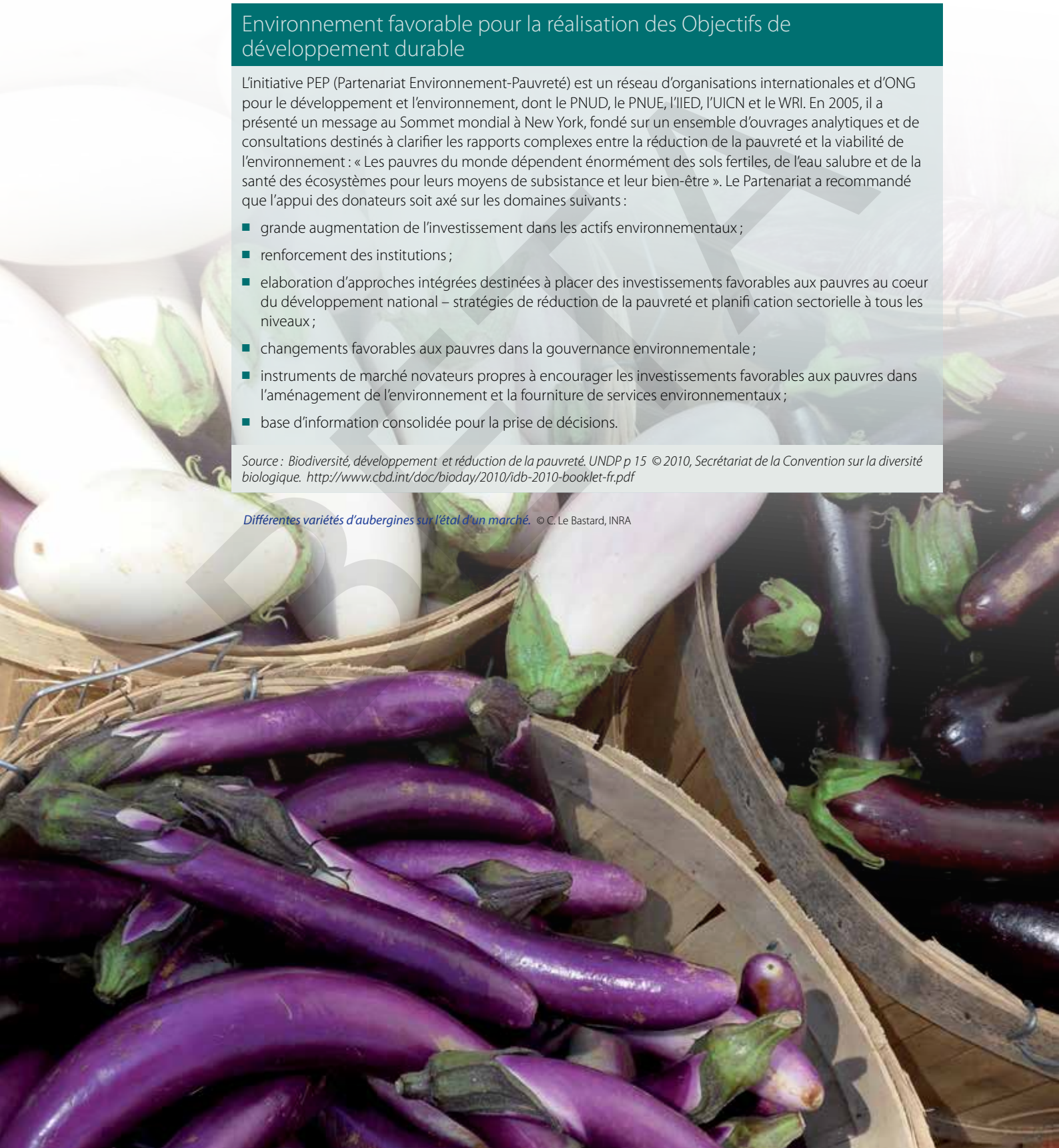
Environnement favorable pour la réalisation des Objectifs de développement durable

L'initiative PEP (Partenariat Environnement-Pauvreté) est un réseau d'organisations internationales et d'ONG pour le développement et l'environnement, dont le PNUD, le PNUE, l'IIED, l'UICN et le WRI. En 2005, il a présenté un message au Sommet mondial à New York, fondé sur un ensemble d'ouvrages analytiques et de consultations destinés à clarifier les rapports complexes entre la réduction de la pauvreté et la viabilité de l'environnement : « Les pauvres du monde dépendent énormément des sols fertiles, de l'eau salubre et de la santé des écosystèmes pour leurs moyens de subsistance et leur bien-être ». Le Partenariat a recommandé que l'appui des donateurs soit axé sur les domaines suivants :

- grande augmentation de l'investissement dans les actifs environnementaux ;
- renforcement des institutions ;
- élaboration d'approches intégrées destinées à placer des investissements favorables aux pauvres au cœur du développement national – stratégies de réduction de la pauvreté et planification sectorielle à tous les niveaux ;
- changements favorables aux pauvres dans la gouvernance environnementale ;
- instruments de marché novateurs propres à encourager les investissements favorables aux pauvres dans l'aménagement de l'environnement et la fourniture de services environnementaux ;
- base d'information consolidée pour la prise de décisions.

Source : Biodiversité, développement et réduction de la pauvreté. UNDP p 15 © 2010, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. <http://www.cbd.int/doc/bioday/2010/idb-2010-booklet-fr.pdf>

Différentes variétés d'aubergines sur l'étal d'un marché. © C. Le Bastard, INRA



4. Erosion génétique, pollution et mauvaise qualité alimentaire

Si la perte de biodiversité a des effets négatifs sur les services d'approvisionnement des écosystèmes de nombreuses régions du monde, exposant les populations les plus pauvres à une pénurie d'aliments de subsistance, elle a aussi des effets négatifs sur la capacité d'approvisionnement des écosystèmes des pays développés.

La spécialisation de la production s'est traduite par la disparition de la polyculture et l'apparition de paysages monotones.

Le remembrement a nivelé le paysage avec l'élimination des obstacles aux engins agricoles, la disparition des haies, des chemins, l'aplanissement des talus, le remblai des fossés, l'élimination des lieux où subsistent la végétation naturelle.

Même si aujourd'hui la tendance est à la réintroduction des haies et à la restauration des écosystèmes, la destruction et le morcellement des habitats liés au déclin des paysages agraires traditionnels ont causé la réduction de la taille des populations d'espèces et leur moindre répartition ainsi que l'appauvrissement de la diversité génétique comme nous venons de le voir. En outre, avec la mécanisation et l'emploi d'engrais

et de biocides chimiques, les techniques culturales modernes sont devenues si efficaces, que les éléments naturels ont disparu des écosystèmes cultivés. Ce qui n'est pas sans poser problème, car la capacité d'un écosystème à éliminer les organismes indésirables dépend fortement de la biodiversité et profite à la sécurité alimentaire.

Le processus d'érosion génétique auquel on assiste est en effet un phénomène plus qu'inquiétant car sur le long terme la diversité génétique est importante pour préserver la santé et l'adaptabilité des plantes. Elle contribue fortement à fournir des rendements élevés, à opposer une certaine résistance aux maladies, surtout aux nouvelles maladies émergentes, grâce à la présence des prédateurs naturels, à renforcer la résilience de l'écosystème, c'est-à-dire sa capacité à fonctionner et à se développer à nouveau après avoir subi une perturbation importante comme un incendie, le passage d'un cyclone, une grave période de sécheresse, une forme de colonisation spontanée par un organisme indésirable ; ce sont là des chocs et des bouleversements auxquels les écosystèmes sont de plus en plus exposés avec les problèmes croissants de réchauffement climatique et de pollution.

La spécialisation de la production s'est traduite par la disparition de la polyculture et l'apparition de paysages monotones.

Il existe des cultures piège à nitrate (CIPAN), qui permettent de capter l'azote du sol et donc de dépolluer le sol. Parmi ces cultures, on peut citer la moutarde ou le colza.

Récolte manuelle de champ de moutarde, Rajasthan, Inde. © R. Le Bastard, INRA



* Voir Partie 2

Les écosystèmes aquatiques p. 92 et Figure 16 sur les facteurs de perte p. 56

Aujourd'hui, plus de la moitié de l'azote réactif des écosystèmes de la planète provient de sources anthropiques, en particulier d'engrais synthétiques produits pour accroître la production agricole, ce qui a modifié les équilibres écologiques.

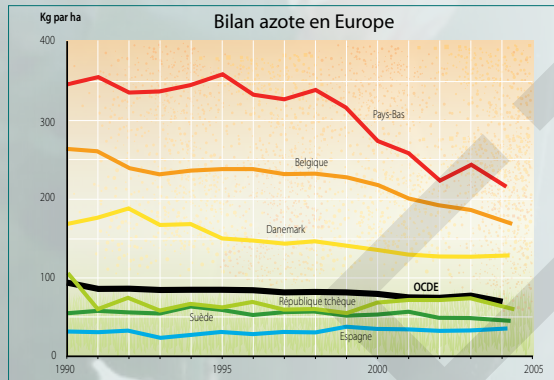
Les teneurs excessives en azote et en phosphore des plantes des écosystèmes ainsi que les dépôts d'azote atmosphérique engendrent des problèmes récurrents de pollution d'une part et d'eutrophisation des eaux d'autre part. Ces problèmes sont insuffisamment contrôlés par les services de régulation des écosystèmes mis à mal par l'absence des prédateurs et des organismes dépolluants.*

FIGURE 25 : LA POLLUTION ET LES CHARGES EN NUTRIMENTS

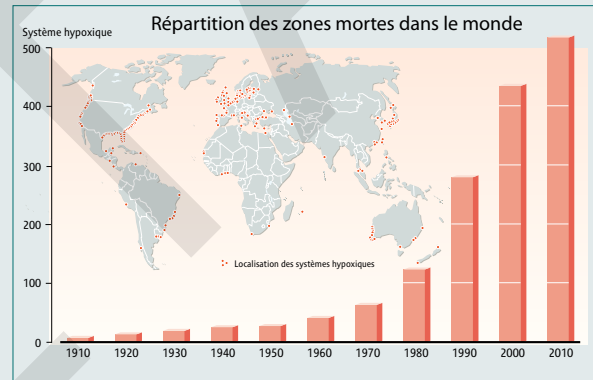
La pollution par les nutriments (azote et phosphore) et d'autres polluants représente une menace permanente et croissante pour la diversité biologique des écosystèmes terrestres, côtiers et ceux des eaux continentales. Les procédés industriels modernes, tels que la consommation de combustibles fossiles et les pratiques agricoles, en particulier l'utilisation d'engrais, ont multiplié par plus de deux la quantité d'azote dans l'environnement par rapport aux périodes préindustrielles.

Dans les écosystèmes des eaux continentales et des régions côtières, l'accumulation de phosphore et d'azote provenant essentiellement du ruissellement des terres agricoles et de la pollution apportée par les eaux usées, stimule la croissance d'algues et de certaines formes de bactéries, mettant en péril la fourniture de services rendus par les écosystèmes lacustres et coralliens et entraînant une baisse de la qualité de l'eau. Ces dépôts créent également des « zones mortes » dans les océans.

Bien que l'augmentation de la charge de nutriments représente l'une des perturbations les plus importantes causée par les êtres humains sur les écosystèmes, les décisions politiques prises dans certaines régions montrent que cette pression peut être contrôlée et avec le temps, inversée.



Source : Perspectives mondiales de la diversité biologique 3, p. 61. D'après l'OECD



Source : Diaz et Rosenberg 2008 actualisés

Au regard de l'ensemble de ces facteurs, il apparaît que la qualité de l'alimentation et sa valeur nutritionnelle n'est pas une priorité de la production de l'agriculture intensive conventionnelle. Celle-ci ne favorise pas forcément la mise à disposition d'un large éventail d'aliments qualitatifs qui mise sur la conservation de la biodiversité et qui garantissent un régime équilibré pour les populations.

Parallèlement à la faim qui sévit encore dans les pays en développement, il existe des problèmes de consommation alimentaire dans les pays développés, qui du fait de la mondialisation, deviennent des problèmes d'alimentation moderne à l'échelle globale.

La mauvaise santé peut être la conséquence d'une mauvaise alimentation ou de la suralimentation.

Dans les sociétés traditionnelles, de nombreux aliments consommés jusque là sont aujourd'hui stigmatisés comme « aliments du pauvre » au profit de produits de commercialisation courante issus de la modernisation de la production ou des importations. Ces derniers sont des produits plutôt bon marché, riches en matière grasse et en sucre, comme les

sodas, les boissons sucrées, les viandes transformées, le pain blanc fabriqués industriellement et jugés plus attrayants en dépit de leur très faible valeur nutritive.

La banalisation de la consommation alimentaire dans les pays développés, symbolisée par le « fast food », s'accompagne d'une baisse de la qualité et du manque de variétés des aliments consommés, les mêmes aliments riches en sucres et de faible valeur nutritive associés à l'accroissement du nombre de cas d'obésité et plus largement de maladies chroniques à l'échelle mondiale.

En évoquant les questions de santé humaine et de qualité alimentaire, il faut faire référence au problème de pollution des aliments, à la présence de résidu de pesticides, d'engrais, de métaux lourds, d'hormones, d'antibiotiques et autres additifs dans le système alimentaire et indirectement dans l'élevage à grande échelle.**

Il existe des liens directs, complexes, entre agriculture, santé et nutrition, entre biodiversité et nutrition. Il est urgent de reconsidérer l'amélioration de la santé humaine comme un objectif explicite de la politique agricole.

5. Agriculture et développement

Agro-biodiversité et sécurité alimentaire

De l'avis des rapports des institutions internationales (FAO, GBO, GEO, MA), le développement et la recherche en agriculture doivent être axés sur les céréales de base échangées dans le monde mais inclure les cultures de subsistance des communautés rurales et le développement de cultures de diversification et de « produits de niche à valeur ajoutée ». Ceux-ci regroupent des cultures de produits dont l'objectif est :

- de couvrir les besoins communautaires ;
- de répondre à une demande non saturée du marché interne (sur les marchés internes la demande est forte par exemple pour les fruits et les légumes locaux, et peut être encore amplifiée par une sensibilisation à apprécier leur rôle) ;
- de développer des filières commerciales pour l'exportation.

Parmi ces cultures, on peut citer les produits forestiers non ligneux, les cultures locales fruitières et maraîchères notoirement appréciées, les matières premières issues de productions locales destinées à la transformation alimentaire ou industrielle (les cultures destinées à la conserverie, à la confiserie, à la fabrication de jus, de lait, d'huile, de biocarburants, puis les cultures horticoles, aromatiques.

Ainsi, les programmes de sécurité alimentaire s'appuient sur l'agro-biodiversité, sur le recours accru à des espèces sauvages et des variétés sélectionnées de plantes locales, sur les produits de la forêt, sur la biodiversité issue des ressources aquatiques (bassins fluviaux, rizières, mangroves...), sur les races d'élevage indigènes (parfois menacées d'extinction) mais très adaptées aux systèmes de production de régions spécifiques.

Il s'agit de développer un secteur alimentaire viable, qui progressivement s'insère dans un système de commercialisation d'abord à l'échelle locale, puis nationale et internationale, en renforçant les marchés locaux et en développant, grâce au microcrédit notamment, la création de petites, moyennes voire micro-entreprises et infrastructures autochtones permettant aux producteurs de diversifier leurs sources de revenus.

La diversification des moyens d'existence combinant les cultures vivrières d'autoconsommation, la sélection et la mise en culture de plantes locales, l'agroforesterie, l'aquaculture, l'élevage et l'agro-alimentaire ainsi que la valorisation du potentiel agro-touristique permettent d'assurer la durabilité des communautés rurales et de conserver le patrimoine génétique local.

La recherche s'intéresse aussi à confirmer le fondement scientifique et à améliorer l'efficacité stratégique et économique de pratiques déjà existantes :

Les habitants du Sikkim et du Bhoutan vendent à de très bons prix des cardamones géantes qu'ils sélectionnent parmi les espèces de leurs versants ; d'autres agriculteurs himalayens exploitent durablement des espèces sauvages de citronniers et de manguiers en les vendant sur les marchés ; le safran, pigment et épice parmi les plus onéreuses, dont la récolte reste laborieuse à partir des stigmates de crocus, est une source durable et complémentaire de revenus pour de nombreux habitants de l'Anti-Atlas au Maroc. Le « programme des produits de montagne » de la FAO par exemple, permet localement d'améliorer la production, la transformation et la commercialisation du safran.

Le safran, pigment et épice parmi les plus onéreuses, dont la récolte reste laborieuse à partir des stigmates de crocus est une source durable et complémentaire de revenus pour de nombreux habitants de l'Anti-Atlas au Maroc. © J. Weber, INRA



6. Le contexte de l'IAASTD et le concept de multifonctionnalité de l'agriculture

L'IAASTD (International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development) est un rapport récent des Nations Unies faisant état de la situation de l'agriculture dans le monde.

Selon ce rapport, la réalisation des objectifs de développement et de durabilité à l'échelle mondiale passe par une réorientation importante des politiques, des institutions, des investissements en matière agricole et plus spécifiquement par une réorientation des CSTA (Connaissances, Sciences, Technologies Agricoles) qui peut influencer sur le renforcement des capacités.

L'IAASTD met en valeur le concept de multifonctionnalité de l'agriculture, le terme désignant l'interdépendance qui existe entre les différentes fonctions de l'agriculture.

Le concept de multifonctionnalité ne fait que reconnaître ou affirmer qu'au-delà de sa fonction première de production des aliments, des fibres, des biocarburants ou des produits médicinaux, l'agriculture fournit des services environnementaux, des services sociaux, des aménagements paysagers et des patrimoines culturels. Ces services rendus s'apparentent à des services publics, puisque le marché sur lequel ils pourraient s'échanger n'existe pas. C'est pourquoi on parle de multifonctionnalité : une

fonction de production, très diversifiée, et une fonction de services rendus aux populations, en général sans contrepartie financière.

Parmi les services environnementaux rendus par l'agriculture, citons la conservation des sols, la prévention contre les inondations, l'entretien des zones de pacage et de ce fait des pâturages et des haies, la protection de la faune sauvage et la gestion de la biodiversité.

Parmi les services sociaux, on peut citer la contribution de l'agriculture à l'emploi, la viabilité des communautés rurales soutenue par l'agriculture et toujours au plan local, en de nombreuses régions du monde, la sécurité alimentaire.

D'autre part, l'activité agricole façonne le paysage. A ce titre, l'agriculture participe à la création de l'identité du territoire : elle apporte, bien sûr, une composante sociale, physique, mais aussi esthétique, récréative et plus largement culturelle.

Le concept de multifonctionnalité suppose que ces fonctions sont imbriquées et qu'en exerçant par exemple une activité d'élevage bovin en Auvergne (France) ou en zone de forêt défrichée dans l'Himalaya, un agriculteur entretient la zone de pacage ; qu'ainsi, il

Zébu utilisé pour la traction animale. © JP. Choisis, INRA



entretient les haies, apporte du bien-être à la faune et a un impact paysager et environnemental.

Certaines fonctions peuvent être financées par le marché : ce sont bien sûr les matières premières mais également les produits transformés alimentant parfois des activités économiques structurées d'agrotourisme ou de commercialisation d'énergies renouvelables. D'autres fonctions par contre sont plutôt de l'ordre de biens communs (la conservation de la biodiversité, l'entretien du paysage) et s'inscrivent a priori dans le domaine « non marchand ».

Il semble ainsi justifié dans la gestion de ces fonctions de faire intervenir d'autres règles que celles du marché à travers l'attribution d'aides financières incitatives, de rémunération de services environnementaux.

La protection environnementale peut ainsi devenir un « produit » joint au produit agricole grâce à la définition de labels ou d'une identité qualitative des produits obtenus.

Inversement, des produits issus de procédés de production n'assurant aucun service environnemental devraient en un sens compenser ce manque et faire l'objet d'une taxe acquittée non par les seuls producteurs mais par l'ensemble des acteurs de la filière (industrie phytosanitaire, semencier).

Le rapport de l'IAASTD est fondamental en cela que la reconnaissance du concept de multifonctionnalité permet de souligner officiellement l'importance des

services environnementaux offerts par l'agriculture. En filigrane transparait un nouveau statut de l'agriculture locale et du rôle qu'elle pourrait tenir dans les enjeux actuels en termes de gestion durable des ressources, de sécurité alimentaire et de qualité alimentaire.

Ces questions débouchent sur l'élaboration de nouveaux cadres internationaux de concertation et de régulation économique.

Pour l'IAASTD un des objectifs majeurs de développement et de durabilité en agriculture est d'améliorer les moyens de subsistance des ruraux pauvres. L'évaluation préconise des mesures nécessaires pour faciliter l'accès des petits exploitants aux ressources foncières et économiques et pour accroître la valeur ajoutée locale de l'activité des petits exploitants. Il s'agit en fait de reconnaître les exploitants comme les producteurs et gérants des écosystèmes. Elle préconise aussi de nouveaux aménagements pour reconnaître la valeur des connaissances des agriculteurs, la valeur de la diversité biologique des ressources agricoles et naturelles, des plantes médicinales locales cultivées, et des systèmes semenciers locaux.

En relais des pouvoirs politiques et économiques et de nouveaux mécanismes institutionnels les CSTA pourraient permettre de diversifier la production agricole au niveau des petites exploitations, de mettre au point et de vulgariser des cultivars appropriés que l'on pourrait adapter aux conditions locales, de favoriser la production de cultures à forte valeur ajoutée.

Une ferme sur la route d'Osian, Rajasthan, Inde. © R. Le Bastard, INRA



... les écosystèmes agricoles, valorisés pour la diversité biologique de leurs ressources cultivées ou naturelles, sont essentiels à la vie et à la santé humaine



Récolte de la fleur de sel, marais salant de Guerande. © J. Weber, INRA

Différentes variétés de cucurbitacées. © M. Pitrat, INRA



Différents produits alimentaires à base de céréales.
© C. Maitre, INRA





Champs de culture dans le Vexin, France. © J. Weber, INRA



*Récolte manuelle de
champ de moutarde,
Rajasthan, Inde.*
© R. Le Bastard, INRA

Biodiversité et approvisionnement : les écosystèmes forestiers

En de nombreuses régions du monde, les écosystèmes forestiers jouent un rôle écologique majeur : ils abritent plus de la moitié des espèces

animales et végétales terrestres et les forêts tropicales contiennent à elles seules plus de 50 % de l'ensemble de ces espèces.

Cette biodiversité « foisonnante » entretient et renforce des écosystèmes parmi les plus riches de la planète, pourvoyeurs de ressources variées dont dépendent de nombreuses populations pour assurer leur vie quotidienne.

Les forêts jouent donc parallèlement un rôle économique et social important. Plus d'un milliard de personnes dans le monde dépendent fortement de l'exploitation des ressources forestières. Les services d'approvisionnement de ces écosystèmes répondent aux besoins commerciaux et industriels des communautés locales avec l'exploitation du bois d'œuvre, de la cellulose pour

le papier. Ils répondent plus largement à des besoins domestiques pour des produits non nécessairement commercialisés comme le bois-énergie (bois de chauffe, bois de cuisson), divers produits alimentaires (graines, fruits, végétaux comestibles, champignons, poissons, gibiers), des produits issus de prélèvement, d'extraction, de transformation (gomme, résine, huile, miel, liège), des fibres naturelles (rotin, bambou), des plantes médicinales ou bienfaitrices.

Rappelons sur ce dernier point que 80 % de la population mondiale utilise les plantes et les préparations traditionnelles pour leurs soins de santé quotidiens.

Les écosystèmes forestiers abritent plus de la moitié des espèces animales et végétales vivant sur Terre. Ce sont dans les forêts tropicales que l'on trouve le plus grand nombre d'espèces.

Huppe fasciée. © Luc Viatour, CC BY SA 3.0

Environ une personne sur 7 dans le monde dépend des forêts pour vivre et 8 personnes sur 10 pour se soigner.

Fruits amazoniens. © FAO, R. Faidutti CFU000409

Les forêts jouent
parallèlement
un rôle
économique
et social
important.



Cerfs élaphe.

© Luc Viatour, CC BY SA



Bien que les forêts jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes locaux et globaux, dans la répartition des différents types de paysages à la surface de la terre, en ayant une incidence sur le climat et en remplissant des

fonctions écologiques de « maillage » des territoires et de production des ressources locales, ces écosystèmes forestiers sont en forte régression.

1. Les caractéristiques de la perte et de la dégradation des habitats forestiers

La situation globale et la perte de forêts primaires

Comme le rappelle la 3^e édition des Perspectives mondiales sur la diversité biologique (GBO3), avant toute interférence humaine, les étendues boisées couvraient la moitié de la surface terrestre de la planète.

Après des millénaires d'implantation et d'activité humaine, celles-ci ont été réduites à 30 % de leur superficie initiale et couvrent actuellement 31 % de la surface terrestre.

Globalement, la déforestation se poursuit à un rythme alarmant, même si, selon le GBO3, elle a montré, en certaines régions, des signes de ralentissement ces dix dernières années.

En Amazonie brésilienne par exemple, la déforestation a diminué jusqu'à 70 % localement même si elle concerne toujours, de façon cumulée, 17 % du couvert initial.

La déforestation résulte principalement de la conversion des forêts en terres agricoles (des cultures vivrières aux cultures dévolues aux agro-carburants en passant par les pâturages et les cultures destinées à l'élevage). Elle résulte également de l'exploitation de certains types de bois prisés des forêts naturelles, du développement d'infrastructures : réseaux routiers, canaux de transport, constructions de logements, parfois exploitation de minerais ou de gisements selon les régions.

L'Asie du Sud-est est l'une des régions les plus touchées par la déforestation : du fait d'une augmentation de la demande en agro-carburants, de nombreuses forêts y ont été converties en plantations de palmiers à huile.

Lorsqu'un écosystème forestier est ainsi transformé en plantation industrielle uniforme, la biodiversité de l'écosystème est réduite de façon dramatique et sa reconstitution suite à des interventions de restauration écologique s'avère difficile voire impossible.

... avant toute interférence humaine, les étendues boisées couvraient la moitié de la surface terrestre de la planète.

Autrefois, les forêts couvraient la moitié des terres émergées de la planète. On trouve encore des vestiges de ces forêts immenses dans certaines parties du monde : près du cercle polaire, en montagne.

Forêts autour de la grande muraille de Chine. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal

Les forêts sont rasées pour laisser place aux champs, pour développer des routes, construire des logements, entre autres. 70% des forêts ont ainsi disparu suite aux activités humaines.

Dégagement de routes, Canada. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Les évaluations de la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) montrent que la perte d'habitats due aux activités agricoles et à la gestion non durable des forêts est la cause majeure du risque d'extinction des espèces.

Les évaluations de la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) montrent que la perte d'habitats due aux activités agricoles et à la gestion non durable des forêts est la cause majeure du risque d'extinction des espèces.

Comme nous avons pu le voir avec l'Indice Planète Vivante mis en valeur par le GBO3, l'appauvrissement généralisé des habitats forestiers provoque un déclin marqué des populations de vertébrés dans les zones tropicales notamment.

Ainsi, les oiseaux sont exposés à un risque d'extinction important en Asie du Sud-Est. Le GBO3 cite une étude récente selon laquelle la conversion des forêts en plantations de palmiers à huile aurait entraîné la disparition de 73 à 83 % des espèces d'oiseaux et de papillons appartenant à cet écosystème.

Un autre exemple de déforestation concerne la conversion des forêts en terres et cultures consacrées à l'élevage. Plus de 70% des terres montagneuses servent au pacage et, dans le monde, plus de 300 millions de personnes vivent de l'élevage.

Avec l'augmentation des populations dans certaines régions montagneuses et l'essor des marchés de la viande et des produits laitiers, l'expansion des terres d'alpage et de pâturage à outrance continue de contribuer à la déforestation.

De tous les types de forêts, les forêts tropicales de montagne parmi celles qui tendent à disparaître le plus vite. La forêt amazonienne est encore majoritairement détruite par incendies pour permettre l'extension de l'élevage bovin et la culture d'agro-carburants.

Une autre caractéristique de la dégradation des écosystèmes forestiers réside dans la perte du caractère naturel de ces écosystèmes confrontés à la pression d'une gestion non raisonnée, et parfois très peu encadrée, de l'exploitation forestière. Il serait erroné de penser que les communautés locales seraient les seules responsables de cette mauvaise gestion. En réalité, l'utilisation des ressources forestières s'inscrit souvent dans des logiques économiques à large échelle. Par conséquent, il est important que des politiques adéquates promouvant l'utilisation durable des écosystèmes forestiers soient agréées au niveau international et mises en place aux niveaux régional et national.

A l'échelle de la planète, un tiers de la superficie des forêts existantes est considérée comme des forêts primaires. Celles-ci couvriraient donc moins de 10% de la surface terrestre tout en abritant une portion très importante de la biodiversité des écosystèmes terrestres.

70% des terres montagneuses sont utilisées pour l'élevage. L'expansion des terres d'alpage pour répondre à la demande en viande et en produits laitiers contribue ainsi à la déforestation. On trouve aussi en altitude des champs de thé, de riz, par exemple. Culture de riz, Bolivie. © Neil Palmer (CIAT) CC BY-SA 2.0

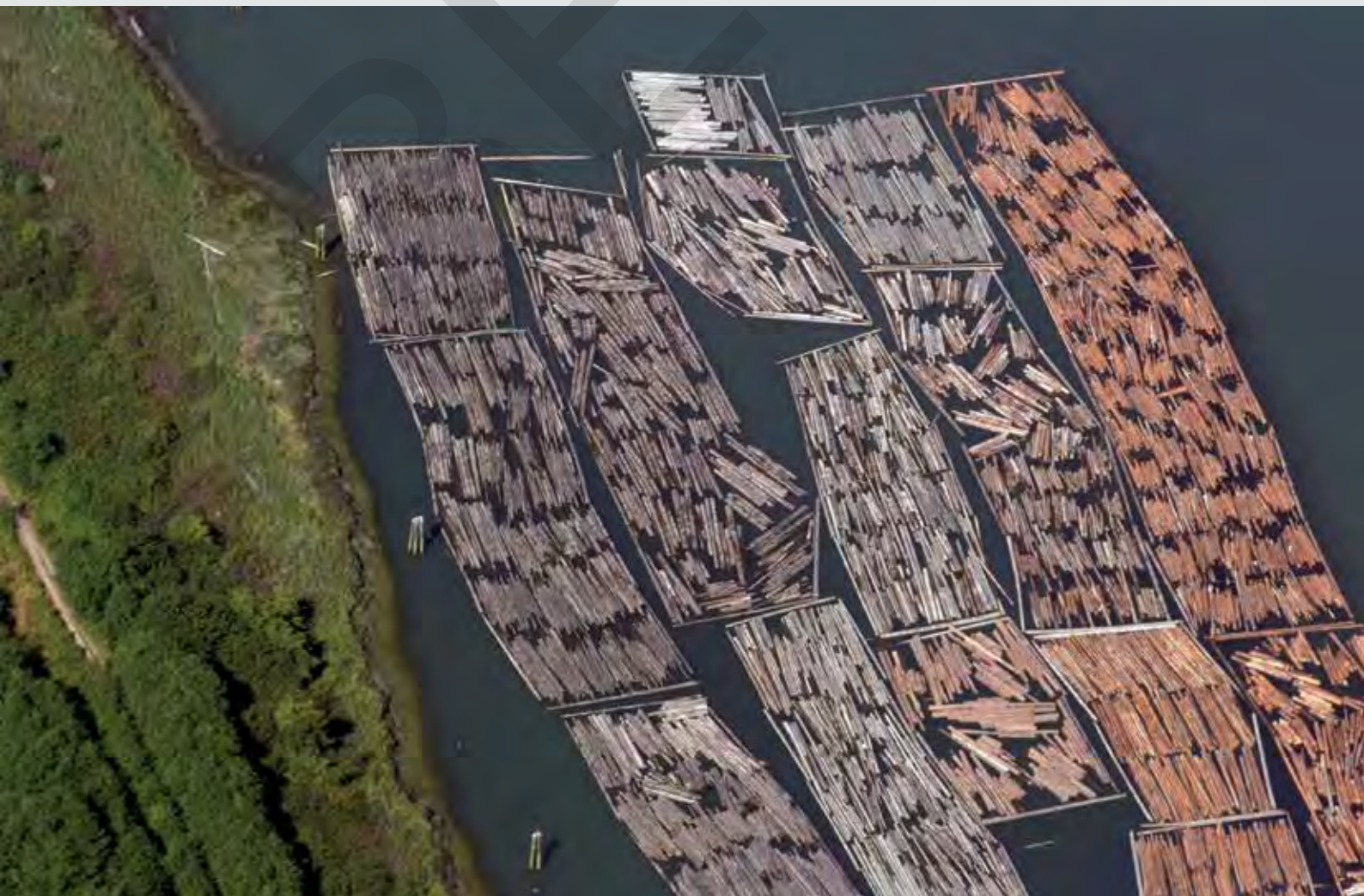




La forêt amazonienne est encore majoritairement détruite par incendies pour permettre l'extension de l'élevage bovin et la culture d'agro-carburants.
Forêt tropicale brûlée, Sumatra. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal

L'utilisation des ressources forestières s'inscrit souvent dans des logiques économiques à large échelle. Le bois parcourt ainsi de longues distances avant d'être utilisé.

Bois flottant. © Tony Hisgett, CC BY 2.0



Les forêts primaires sont des forêts dont la couverture végétale correspond sensiblement à la végétation d'origine.

Les forêts primaires sont des forêts dont la couverture végétale correspond sensiblement à la végétation d'origine ; ce sont des écosystèmes à haut degré de naturalité qui n'ont jamais subi d'intervention humaine susceptible de perturber ou même d'influencer les processus écologiques. Lorsqu'une forêt a subi une intervention humaine il y a très longtemps, et que depuis la forêt s'est régénérée (a atteint à nouveau un équilibre naturel), on parle de forêt secondaire. C'est le cas, par exemple, si une forêt primaire est exploitée ou même coupée, puis qu'elle est laissée à l'abandon pendant plusieurs siècles. Elle retrouve alors des caractères de forêt primaire (très vieux arbres, nombreux arbres morts dans la forêt, essences forestières adaptées à l'ombre), mais ce n'en est pas une : elle a subi une intervention humaine. C'est donc une forêt secondaire. Il ne subsiste que très peu de forêts primaires : sur le continent européen, seuls quelques îlots sont encore protégés en Pologne et Biélorussie (Forêt de Bielowieza), en Bosnie Herzégovine et en Scandinavie. Dans le monde, les forêts primaires sont principalement au Brésil, au Congo et en Indonésie.

Selon l'évaluation récente des ressources forestières mondiales de la FAO, quelques six millions d'hectares de forêts primaires ont été perdues ou modifiées chaque année depuis 1990, et il n'y a aucun signe de ralentissement de ce taux. Un recul imputable non seulement à la déforestation mais aussi à la modification des forêts du fait de coupes sélectives et d'autres interventions humaines qui en un sens « déclassent » ces forêts, les font passer de forêts primaires à forêts naturelles modifiées.

La diversité biologique des forêts est bien sûr différente selon les régions du monde : dans les grands pôles de forêts tropicales primaires, en Amazonie, dans le bassin du Congo et en Indonésie, il existe une très grande diversité d'espèces ligneuses, jusqu'à près de 300 espèces d'arbres différents par hectare alors qu'en zone tempérée, boréale ou subsaharienne, une dizaine d'espèces parmi les plus fréquentes concerne 50 % ou plus de la biomasse forestière.

On reconnaît une forêt primaire ou secondaire à l'âge avancé des arbres, leur densité et la fréquence d'arbres morts.

Vieux chêne, île de Vilm, Allemagne. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal



Cependant quelles que soient les forêts primaires, les coupes sélectives, intempestives, réalisées au cœur de celles-ci font peser une réelle menace sur le pourcentage d'espèces indigènes.

Selon le GBO3, les espèces d'arbres les plus rares, surtout celles dont la valeur commerciale est élevée, sont souvent menacées d'extinction. La FAO estime qu'en moyenne 5% des espèces indigènes forestières sont vulnérables, en danger, voire en danger critique d'extinction. Il peut s'agir d'espèces utiles pour le bois d'œuvre, utilisées de manière intensive pour la fabrication de meubles, d'objets, de moulures, dont le bois présente de grandes qualités de maniabilité, de résistance aux champignons. Il s'agit aussi d'espèces particulièrement précieuses, alimentant l'exportation depuis des décennies comme l'acajou ou l'ébène ou, moins connues, comme le bois de rose ou palissandre,

l'iroko, une essence de la famille des Moracées ou d'arbres utilisés en médecine depuis des siècles et également largement exportés.

Rappelons qu'en Afrique centrale, les forêts tropicales humides sont dégradées du fait d'une exploitation ciblée et très poussée des essences commerciales utilisées en menuiserie et en ébénisterie dans les pays européens.

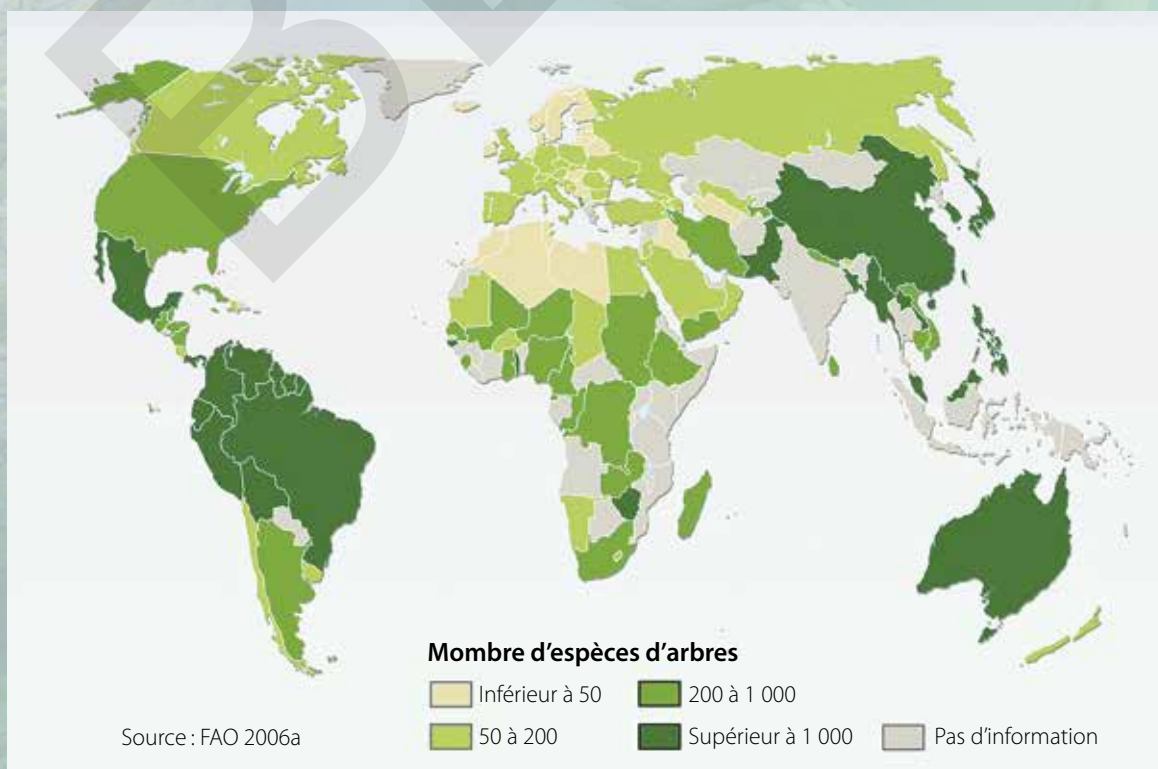
Les coupes sélectives d'espèces entraînent un morcellement des habitats, puis la disparition localisée de plantes compagnes et une pression qui s'exerce sur les espèces tributaires des essences prélevées ou coupées. Par exemple, les orangs outangs sont soumis à un risque réel de disparition, victimes de la dégradation et régression de la forêt de Bornéo.

Dans le monde, les forêts primaires sont principalement au Brésil, au Congo et en Indonésie.

Pin bristlecone.
© Stan Shebs, CC BY-SA 3.0

FIGURE 26 : LA BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE

La biodiversité forestière varie beaucoup selon les régions. Ainsi, dans les régions tropicales, on compte jusqu'à 300 espèces d'arbres par hectare, tandis qu'en zone tempérée 10 espèces représentent parfois jusqu'à 50% de la biomasse.



Biodiversité et approvisionnement : les écosystèmes aquatiques

Les estuaires
et les deltas sont les
lieux de rencontre entre
l'eau douce des fleuves
et l'eau salée
des mers et océans.

Delta de l'Irrawaddy,
Birmanie. © NASA



A l'échelle de notre biosphère, le cycle de l'eau permet que le faible pourcentage (environ 1 %) d'eau douce utilisable se renouvelle constamment. Sans ces minces ressources, champs et forêts flétriraient et le monde

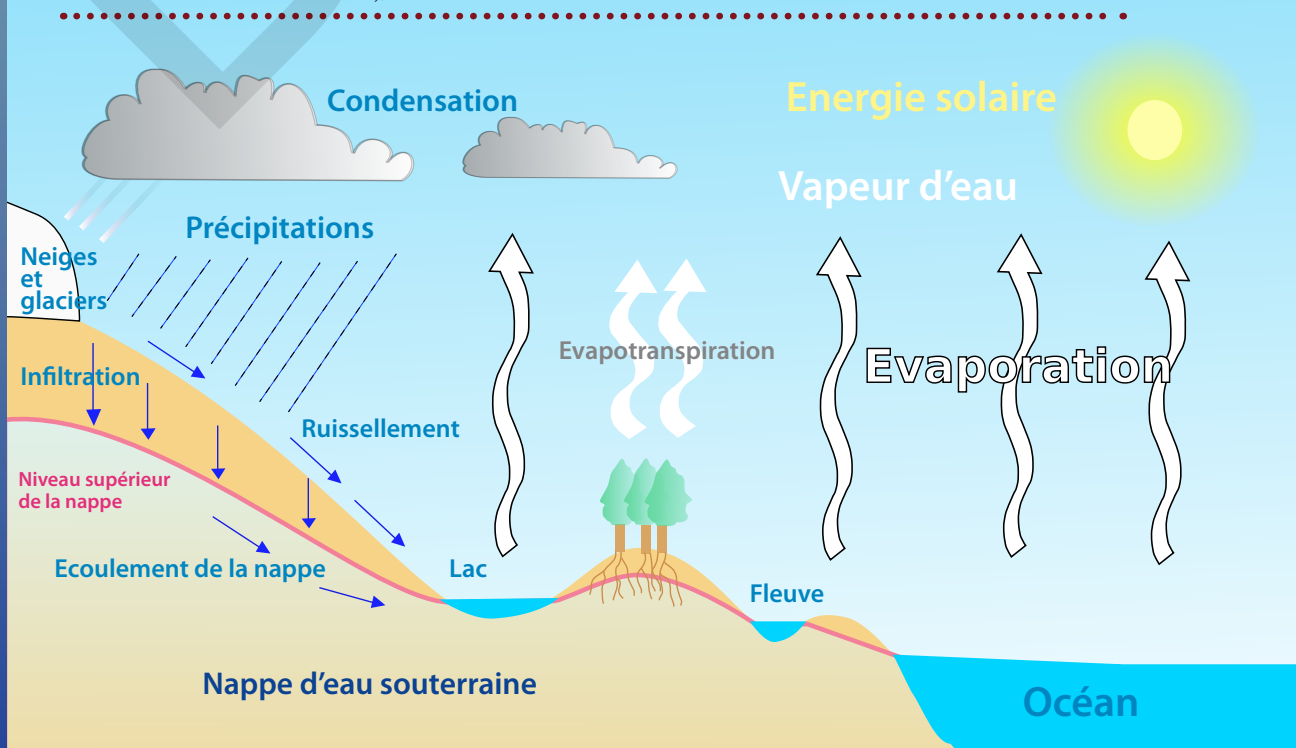
vivant disparaîtrait. L'eau est donc perpétuellement en mouvement, circulant entre la mer, l'air et la terre en un cycle complexe animé par le soleil qui fournit l'énergie nécessaire à l'évaporation.

Tout au long de ce cycle, de la vapeur condensée aux glaciers, de l'eau de fonte aux sources d'altitude, des ruisseaux aux lacs, des rivières aux deltas, des côtes rocheuses à la mer, l'eau engendre une grande variété d'écosystèmes aquatiques révélant les divers aspects de l'interaction entre la terre et l'eau.

A l'origine du cycle, l'eau de surface des océans, une solution saline qui va pourtant fournir l'eau douce et qui émane de l'immensité marine qui nous entoure, tous les océans formant un ensemble continu qui cerne nos continents.

Des écosystèmes de haute mer, des habitats d'eau profonde, nous ignorons encore beaucoup. Mais nous savons que ces milieux sont vivants et leur salubrité, leur santé, conditionnent l'équilibre de la biosphère. Par exemple, ils conditionnent la disponibilité de l'eau terrestre, indispensable à la vie. En effet, c'est cette eau qui, une fois évaporée, retombe en précipitations sur la terre et rejoint l'océan par la voie des fleuves. C'est de cette eau que nous tirons de multiples biens et services lorsqu'elle est superficielle, c'est cette même eau qui s'infiltre et nourrit les plantes par leurs racines ou rejoint les nappes phréatiques que nous forons pour assurer nos propres besoins en eau de consommation.

FIGURE 27 : CYCLE DE L'EAU © toony, CC BY 3.0



A l'échelle de
notre biosphère,
le cycle de
l'eau permet
que le faible
pourcentage
d'eau douce
utilisable se
renouvelle
constamment.

Pourtant, qu'il s'agisse des grands réseaux fluviaux, des zones humides continentales, des écosystèmes côtiers et marins, ceux-ci ont été altérés, modifiés et souvent dégradés au cours des dernières décennies. On constate une réduction considérable de l'étendue des habitats et des effectifs des espèces aquatiques, une altération profonde, parfois irréversible des milieux de vie.

Avant d'analyser les facteurs de perte à l'origine de la dégradation des écosystèmes aquatiques, il est essentiel de mettre en lumière la diversité de leurs caractéristiques et l'amplitude des services, en priorité d'approvisionnement, qu'ils nous rendent.

1. Les écosystèmes côtiers

Parmi la diversité des zones aquatiques, ce sont dans ces zones côtières où l'eau paraît stagner dans des dépressions, où elle s'étale en de vastes estuaires ou d'infinis deltas, évoquant l'idée de paysages mornes et sans vie, que se concentrent une vitalité et une productivité du vivant sans équivalent.

Lieux de rencontre de la terre et de la mer, lieux de brassage de l'eau douce et de l'eau salée, les écosystèmes côtiers concentrent dans leurs eaux des apports nutritifs considérables provenant en grande partie du transport des sédiments par les fleuves – des sédiments fertiles car des nutriments sont contenus dans l'argile qui les compose et beaucoup de sels minéraux indispensables sont ainsi apportés à la mer par les fleuves.

Partout sur les côtes, d'autres nutriments sont également acheminés par les courants verticaux ou les remontées qui les entraînent des profondeurs océaniques à la surface.

De cette concentration de matières nutritives naissent des réseaux de chaînes alimentaires qui vont engendrer les produits comestibles les plus appréciés

des écosystèmes aquatiques, coquillages, crustacés, et surtout en grande quantité et diversité dans les zones côtières, le poisson, une denrée alimentaire de base pour de nombreuses communautés humaines du monde.

Comme pour les écosystèmes terrestres, les nombreuses chaînes alimentaires des espèces aquatiques reposent sur les végétaux. Des algues unicellulaires aux entrelacs de varechs, des herbiers de phanérogames (plantes supérieures) dans les fonds sableux et vaseux aux plantes à fleurs flottantes et aux racines immergées comme les nénuphars, les végétaux prolifèrent dans les zones côtières et fournissent nourriture et habitats, selon les cas, nombre de mollusques, gastéropodes ou crustacés. Les zones côtières entretiennent aussi des colonies de larves, de nymphes, d'insectes, nourrissant toute la faune : poissons, oiseaux palustres, foulques et poules d'eau en Afrique, échassiers dont les hérons ou les aigrettes en Europe, rats musqués, ratons laveurs.

Si l'on se concentre d'abord sur les estuaires, ils constituent autant de systèmes physiques et écologiques dynamiques, formés de zones d'interférence avec la terre.

A mesure que les prairies inondables, deltas boueux ou estuaires se combent de débris et de sédiments, les eaux libres deviennent stagnantes, en général peu profondes, et sont recouvertes de plantes herbeuses.

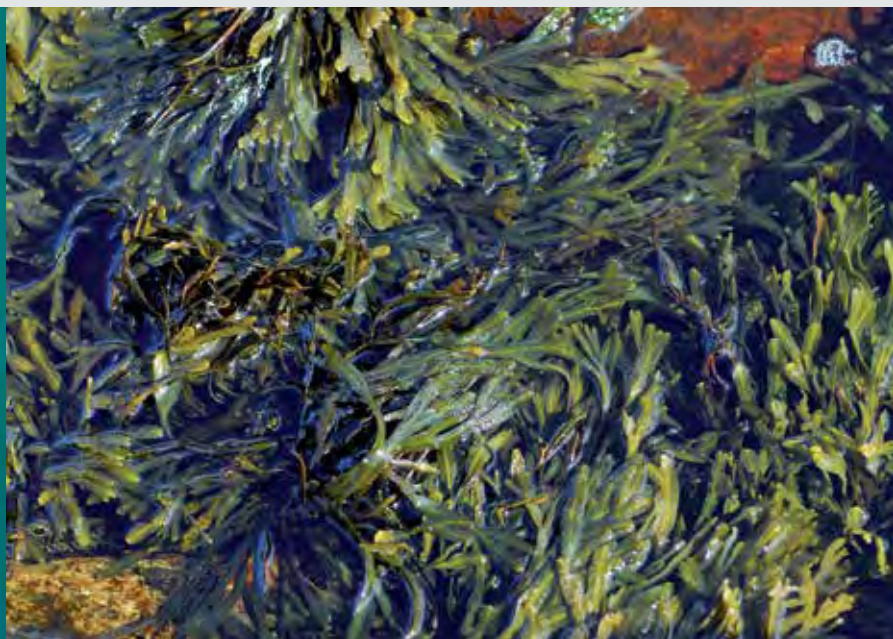
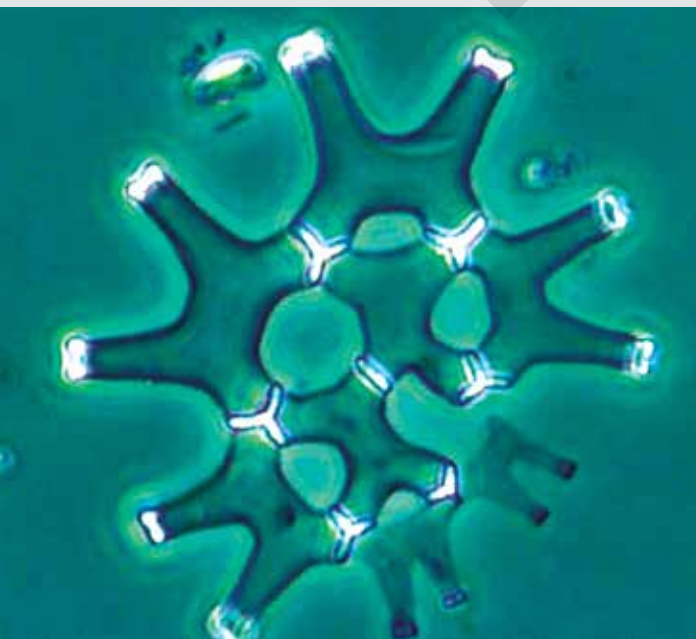
Comme pour les écosystèmes terrestres, les nombreuses chaînes alimentaires des espèces aquatiques reposent sur les végétaux.

Ces végétaux sont d'abord microscopiques (comme les algues unicellulaires et le phytoplancton)

Algue unicellulaire. © J-C Druart, INRA

Mais ils sont également présents sous la forme de véritables forêts sous-marines.

Algues brunes. © Peter Prokosch UNEP Grid-Arendal



Les marais, marais salés, marais salants et les herbiers marins

A mesure que les prairies inondables, deltas boueux ou estuaires se comblent de débris et de sédiments, les eaux libres deviennent stagnantes, en général peu profondes, et sont recouvertes de plantes herbeuses. On appelle marais ces zones humides dont la végétation est dominée par les Poacées (roseaux), les Typhacées (massettes), les Joncacées (joncs), les Cypéracées (carex).

Grâce à leurs souches rampantes, les variétés de typhas ou massettes se propagent rapidement et stabilisent les sols détrempés, formant une dense végétation d'herbes hautes où s'abritent les oiseaux nicheurs, râles et butors, canards, oies sauvages dans les deltas du Guadalquivir en Espagne ou du Rhône en France.

Cette masse de végétation émergée et immergée, d'algues filamenteuses, de plancton, nourrit la faune

grouillante des marais : larves et adultes d'insectes (éphémères, corises), crustacés minuscules, quelques 3500 espèces de moustiques aux alentours des eaux saumâtres dans le monde, dont une cinquantaine dans les marais côtiers d'Europe océanique ; ils pondent leurs œufs dans l'eau ; les larves et nymphes croissent dans l'eau et servent alors de pâture aux poissons.

Les marais côtiers constituent des zones de croissance naturelle pour les jeunes poissons ou alevins et de façon générale pour les jeunes animaux marins depuis les crevettes aux larves de tarpons des mers. En plus de nourrir la faune, la masse de végétation des Poacées et autres macrophytes des marais côtiers se décompose et enrichit les mers proches en libérant des nutriments et en produisant des débris organiques.

Exemples :

La jacinthe d'eau, (Eichhornia crassipes) est un macrophyte exotique envahissant dont les tiges grandissent de manière impressionnante dans les zones humides d'Asie du sud-est.

Elle y est aujourd'hui largement récoltée et utilisée comme matériau dans la confection de lits, de chaises et de canapés de qualité. Ses racines, une fois bouillies et séchées, sont assemblées en cordelettes puis tressées autour d'une armature en bambou. Une forme d'artisanat qui présente des avantages : il permet un ralentissement visible de l'invasion de la plante (qui par ailleurs ne doit pas être entretenu), dynamise le marché jusqu'à l'exportation et, avec l'émergence de l'éco-design, constitue une alternative aux meubles en cuir et plastique dont la fabrication est polluante (CO₂, utilisation de produits chimiques de tannerie et teintures).

Les premières zones humides déclarées « d'importance internationale » par la convention Ramsar se trouvent dans le Parc National de Garig Gunak Barlu au Nord de l'Australie, en territoire aborigène. Sur ce cliché de la NASA, on peut distinguer différents habitats du Parc : mangrove (vert foncé), plages de sable et vasières (blanc), forêt clairsemée d'eucalyptus (ocre).

Parc national de Garig Gunak Barlu, Australie. © USGS/ NASA Landsat: Données disponibles à la Commission géologique des Etats-Unis

Dans la région du lac Titicaca en Amérique latine, comme dans de nombreuses zones de marais côtiers, les populations utilisent un roseau local (totora) pour en faire des bateaux (caballitos), des maisons, des voiles et de nombreux objets quotidiens.

Titicaca. © Thomas Quine, CC BY 2.0

Les marais côtiers constituent des zones de croissance naturelle pour les jeunes poissons ou alevins et de façon générale pour les jeunes animaux marins depuis les crevettes aux larves de tarpons des mers.

Crevettes d'eau douce.
Albertomeg, Domaine public



Un autre atout de la végétation des marais est de fournir aux populations des tiges, des feuilles et des racines pour la vannerie et la confection d'objets d'ameublement et, lorsqu'il s'agit de plantes émergentes solides, de véritable matériau de construction.

Parmi les zones humides, les marais salés occupent une position particulière. On les trouve imbriqués au sein de lagunes peu profondes, le long de côtes basses, enfermés derrière des bancs de sable ou des îles.

Le flux et le reflux de la marée inondent deux fois par jour la plus grande partie de ces marais. On y trouve de nombreux végétaux halophiles, c'est-à-dire adaptés à la salinité, comme les salicornes qui excrètent le sel ; également la criste marine ou perce-pierre (*Crithmum maritimum*), plante crassulacée, ou la lavande de mer (*Limonium vulgare*) qui affectionne les prés salés, ainsi que de nombreux organismes capables de supporter des inondations périodiques aux heures de marée haute.

Balayés par les embruns et les marées, ces milieux sont constamment « alimentés » en éléments nutritifs frais et figurent parmi les écosystèmes les plus productifs qui soient ! Jonchés de vases et de débris organiques, les algues et les plantes s'y installent à grande vitesse. A marée basse, les fonds vaseux des marais salés se peuplent d'une infinité de crabes de toutes les espèces,

selon les lieux : crabe violoniste, crabe tourteau, Stone Crab, Bernard l'hermite et le crabe bleu. Ils sont accompagnés de nombreux coquillages, des moules cannelées aux couteaux enfouis dans la vase.

La chair des fruits de mer constituent un apport de protéines indispensable aux populations, parfois très pauvres, des zones côtières, et selon la Convention Ramsar sur les zones humides*, 75 % des stocks de poissons commerciaux mais aussi des fruits de mer tant appréciés dans plusieurs lieux et cultures, dépendent des estuaires, en particulier des mangroves et des zones lagunaires. Celles-ci sont elles-mêmes tributaires de zones d'eau douce situées en amont, fleuves, rivières, lacs, qui maintiennent la qualité de l'eau et permettent ainsi l'élaboration des chaînes alimentaires jusqu'aux fruits de mer.

Les marais-salants sont des bassins littoraux fonctionnant avec l'eau de mer où l'on récolte le sel obtenu par évaporation, sous l'action combinée du soleil et du vent. Ce sont des aménagements en relation à une pratique culturelle, de type agricole, la saliculture. Le savoir-faire des paludiers repose sur l'exploitation optimale des conditions naturelles des régions d'implantation : augmentation de la salinité en saison chaude, taux d'évaporation, selon que l'on se trouve au Maroc, sur la côte atlantique française ou dans la baie de San Francisco.

* Voir Partie 3

Une meilleure cohérence de l'action et de la juridiction, La convention de Ramsar

Parmi les zones humides, les marais salés occupent une position particulière. On les trouve imbriqués au sein de lagunes peu profondes, le long de côtes basses, enfermés derrière des bancs de sable ou des îles.

Marais salant. © F. Carreras, INRA

A marée basse, les fonds vaseux des marais salés se peuplent d'une infinité de crabes de toutes les espèces, selon les lieux : crabe violoniste, crabe tourteau, Stone Crab et le crabe bleu. Ils sont accompagnés de nombreux coquillages, des moules cannelées aux couteaux enfouis dans la vase.

Du haut vers le bas :

Crabe Reaita. © Remi Jouan, CC BY SA 3.0

Coques. © Benjamin Féron CC BY SA 3.0



* Voir sur ce point

Vol 2, Act 6 La fresque des terroirs p. 30 et Vol 1 Biodiversité et services culturels p. 130

Ces connaissances fines et poussées, le vocabulaire et les images qui leur sont liés, font des marais-salants des espaces de *terroirs*.*

Sur les côtes, les populations ont souvent conquis des espaces sur la mer pour répondre à des besoins de production ; ceux-ci concernent le pacage des animaux d'élevage, l'extraction du sel, l'affinage des huîtres (ostréiculture), l'élevage de poissons marins (aquaculture). Traditionnellement, les prés salés ont été consacrés à l'élevage bovin extensif, les marais-salants à la saliculture, les marais salés à l'ostréiculture et à l'aquaculture, et les marais saumâtres à la pisciculture extensive. De nos jours toutefois, la valorisation diversifiée de ces milieux et la spécialisation des usages qui s'y rattache sont plutôt délaissées et la prise en compte des différentes facettes des marais tend à disparaître.**

** Voir sur ce point

Biodiversité et services culturels p. 130

Les herbiers marins sont des prairies sous-marines constitués de populations denses de plantes à fleurs aux feuilles longues et étroites qui les apparentent à des pâturages. Ces « herbiers » abritent une multitude d'espèces associées dont de nombreux herbivores

marins. Parmi ces animaux, le dugong et le lamantin, deux espèces menacées, classées vulnérables dans la liste rouge de l'UICN (on considère qu'il y a un risque élevé d'extinction de ces espèces à l'état sauvage), constituent un maillon important dans la chaîne alimentaire des herbiers.

En mangeant régulièrement d'énormes quantités de plantes immergées des herbiers, les mammifères marins participent au maintien du taux élevé de productivité primaire de ces milieux qui sont extrêmement précieux. Ils constituent, avec les mangroves et les récifs coralliens (cf. ci-dessous), des zones de ponte et de reproduction sans équivalent pour les poissons.

Les écosystèmes des herbiers marins, en nette régression à l'échelle du globe, sont désormais reconnus comme des zones de soutien à la pêche commerciale ou tout du moins d'enrichissement des zones de pêche. Ils rendent aussi d'importants services écologiques en captant de grandes quantités de carbone.

Les herbiers marins sont des prairies sous-marines constitués de populations denses de plantes à fleurs aux feuilles longues et étroites qui les apparentent à des pâturages.

Herbier de Posidonies. © Gronk CC BY SA 3.0



Les mangroves

Dans les régions tempérées, les rivages sablonneux et les côtes rocheuses tracent une limite nette entre terre et mer.

Dans les régions tropicales et subtropicales où les côtes sont très boueuses et où des quantités importantes de sédiments s'accumulent, les plans d'eau sont de plus en plus comblés et les arbres s'installent dans les marais herbeux, les transformant en marécages boisés.

Les estuaires des régions tropicales sont ainsi bordés d'épaisses mangroves, de véritables forêts inondées qui prolongent la côte vers la mer, intégrant des groupements de végétaux ligneux spécifiques et halophiles, adaptés au milieu salé.

La Convention Ramsar, dans ses lignes directrices, définit les mangroves comme « des écosystèmes intertidaux boisés qui occupent les milieux côtiers tropicaux abrités et riches en sédiments que l'on trouve entre le 32° N (îles des Bermudes) et environ le 39° S (Victoria, Australie) ». On les rencontre en Asie sur les bords des deltas du Gange ou du Mékong, également sur les côtes du sud-est des Etats-Unis.

Le cyprès chauve (*Taxodium distichum*), le Tupelo (*Nyssa aquatica*) en Amérique du Nord, le palétuvier, terme générique désignant plusieurs genres dont *Rhizophora*, sont des espèces caractéristiques des mangroves. Beaucoup sont dotées de racines aériennes lignifiées, les pneumatophores ; ce sont à la fois des organes respiratoires servant à apporter de l'oxygène aux racines immergées et des systèmes d'ancrage sur les supports instables que sont les sols détrempés. Notons également le système de racines-échasses en forme d'arceaux des palétuviers qui leur permettent de s'ancrer, tout en s'extrayant de l'eau, sur pilotis.

Du fait de la productivité des écosystèmes, la quantité de lignine et de bois produite par ces espèces aux excroissances ligneuses est très importante.

Si le bois de Tupelo est très prisé par les ébénistes aux Etats-Unis, le bois des *Rhizophora spp.* l'est moins parmi les artisans. C'est un bois extrêmement lourd, dense et difficile à travailler.

La Convention Ramsar définit les mangroves comme « des écosystèmes intertidaux boisés qui occupent les milieux côtiers tropicaux abrités et riches en sédiments que l'on trouve entre le 32° N (îles des Bermudes) et environ le 39° S (Victoria, Australie) ».

Dans les régions tropicales, les côtes sont boueuses et les arbres s'installent dans les marais herbeux. Les estuaires des régions tropicales sont ainsi bordés de véritables forêts inondées, aux végétaux adaptés au milieu salé.

La plus grande de ces forêts se trouve dans le Delta du Gange, dans la région des Sundarbans, à cheval sur l'Inde et le Bangladesh.

Mangrove, Bali. © Ron CC BY-SA 2.0



Mais il convient parfaitement pour le gros œuvre. Au Vietnam, on l'utilise pour réaliser des murs et des parquets, au Bangladesh pour la construction des habitations avec le Sundri (*Heritiera formes*), autre arbre typique des mangroves halophytes, à Cuba pour fabriquer les traverses de chemin de fer.

Le bois des palétuviers est également très apprécié comme charbon de bois qui est d'ailleurs le principal produit des mangroves en Thaïlande, Malaisie, à Sumatra et Myanmar. L'écorce de palétuvier rouge en particulier (*Rhizophora mangle*) produit un excellent tanin qui convient bien à la teinture du cuir.

Dans beaucoup de forêts de mangroves, on récolte le miel. Les fleurs des différentes espèces de palétuviers ainsi que les grosses inflorescences compactes des Pandanus d'Asie et des îles du Pacifique sont extrêmement mellifères. A Cuba, plus de 30 000 ruches sont déplacées du sud au nord de l'île pour profiter de la floraison étalée du palétuvier *Avicennia*.

Les écosystèmes de mangroves entretiennent près de 2000 espèces de poissons, coquillages et crustacés, y compris des crevettes, crabes et huîtres. Ce sont les produits animaux des mangroves de loin les plus présents dans les sédiments retenus par les racines des arbres enchevêtrés ; ils sont tous amphibiés et sont un produit capital dans les économies des pays tropicaux. Ils alimentent des pêcheries de subsistance, à la fois vivrières et commerciales et fournissent

aux communautés une source de nourriture indispensable.

Les côtes rocheuses

Il s'agit là encore d'écosystèmes côtiers grouillants de vie, où l'on trouve une grande variété de produits végétaux et animaux, surtout dans la zone inférieure où les rochers ne sont exposés qu'au cours des marées les plus basses.

Les deux adaptations les plus répandues chez les espèces d'invertébrés des côtes rocheuses étant la recherche d'abri sous roche et le développement de systèmes de « crampons » pour s'amarrer solidement aux rochers et résister au ressac, les pêcheurs des côtes retournent souvent les fragments minéraux qui jonchent le littoral pour récolter les fruits de mer. La pêche y est néanmoins très importante. Selon les régions du monde, on y trouve des espèces spécifiques comme les petits gastéropodes à respiration aérienne que sont les bigorneaux en Europe océanique, concentrés sur les rochers, juste sous la surface de l'eau.

La zone infralittorale abrite souvent une riche végétation d'algues où vivent des animaux marins multicolores : étoiles de mer, oursins, éponges et anémones de mer, souvent recherchés pour leur

La zone infralittorale abrite souvent une riche végétation d'algues où vivent des animaux marins multicolores : étoiles de mer, oursins, éponges et anémones de mer, souvent recherchés pour leur beauté.

Anémone marine. © Parent Géry, Domaine public

Les écosystèmes des mangroves abritent près de 2 000 espèces de poissons, dont le périophtalme. Ce poisson typique des mangroves a développé des nageoires lui permettant de sortir de l'eau et de se déplacer.

Périophtalme.
© Self CC BY SA 3.0



beauté. Ces organismes, comme ceux des récifs coralliens, font l'objet d'une exploitation commerciale dans un cadre touristique : ils constituent des souvenirs, des objets de décoration, une exploitation parfois exagérée et menaçante pour les populations d'espèces. Plus récemment, ces organismes sont à l'origine d'activités de découverte des espèces dans leur milieu : promenade sur les côtes, excursions

pédagogiques, immersion grâce à des tubas, plongée à faible profondeur. Enfin, leur utilité dans l'identification de molécules importantes pour la santé ou l'amélioration des processus industriels est de plus en plus reconnue, ce qui engendre des risques pour la viabilité des populations de ces organismes comme certaines espèces d'éponges.

2. Les écosystèmes des eaux continentales

Que l'on considère les eaux vives des torrents, l'eau chargée des fleuves qui coulent en méandres, l'eau dormante ou parcourue de courants des plans d'eau, les écosystèmes aquatiques des eaux continentales ont été sensiblement altérés partout dans le monde, fragmentés, drainés, asséchés au cours des dernières décennies.

Des ruisseaux aux fleuves

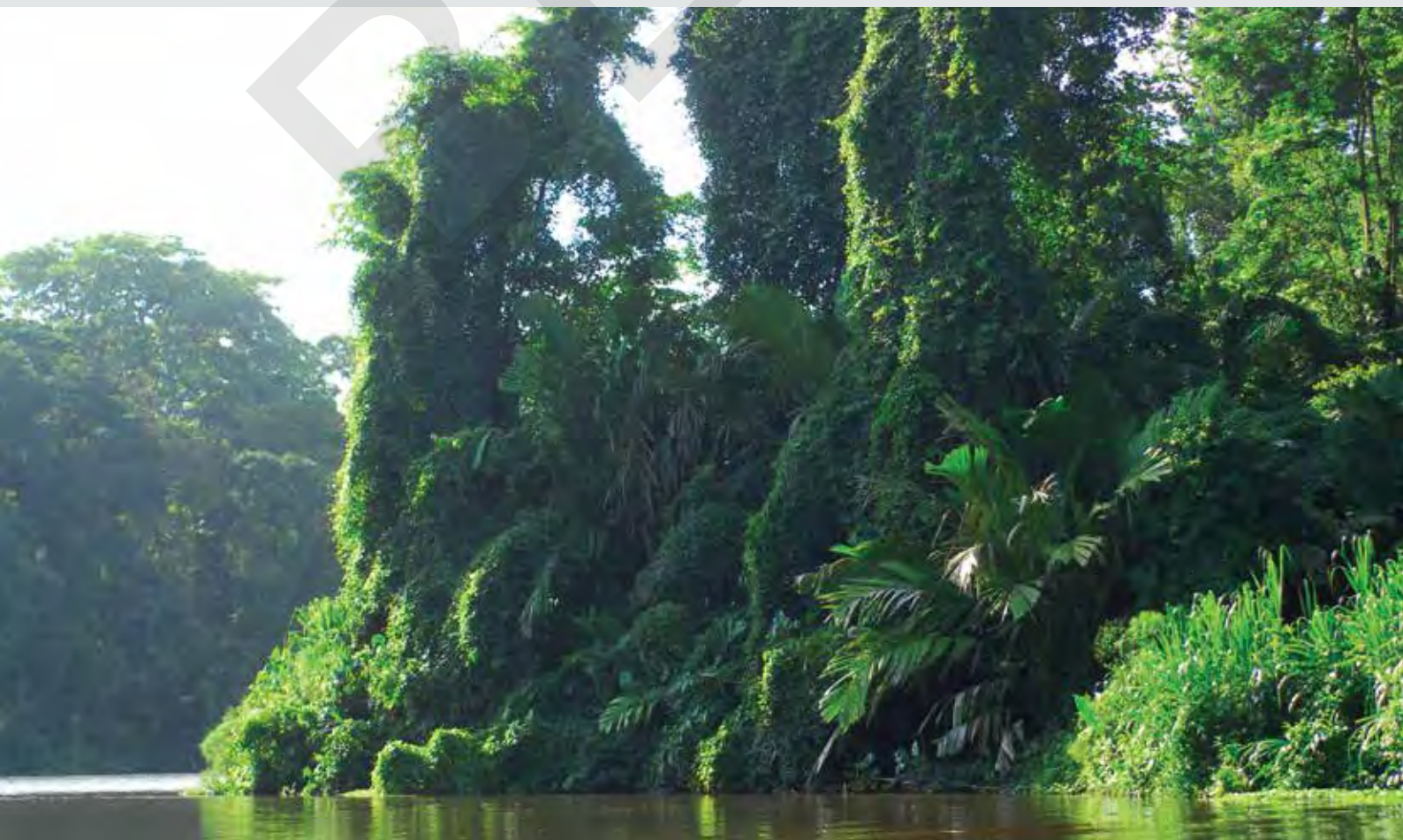
Par définition un cours d'eau est vivant. De la source à la mer, il alterne des phases de développement. En montagne, dans la zone des sources, un torrent naît de l'eau de fonte du glacier qui l'alimente ; il dévale des pentes abruptes, rebondit en cascades et creuse une vallée profonde en V. S'il prend sa source plus bas,

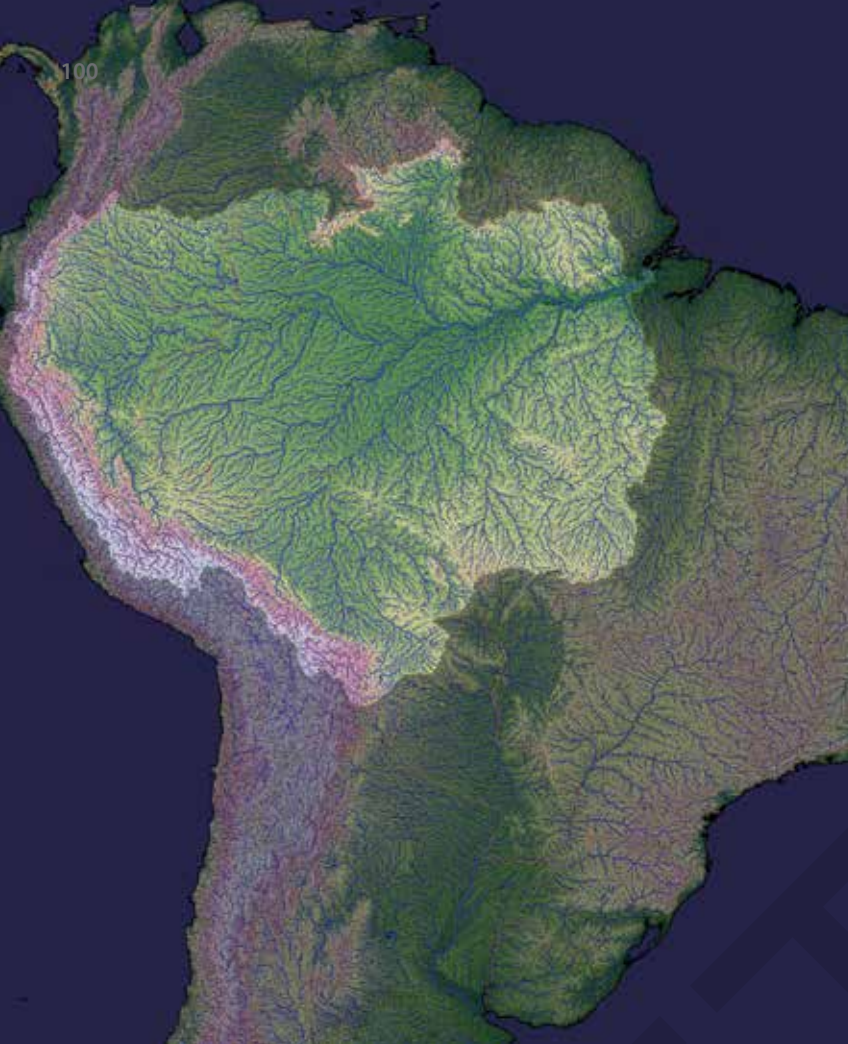
le cours d'eau prend la forme d'un ru alimenté par des sources d'eaux naturelles ou drainant un bassin versant ; il devient ensuite une rivière qui chemine dans les terres sous l'effet de la gravité, reçoit des affluents et se jette dans une autre rivière ou un fleuve. Un cours d'eau à maturité est un fleuve ; sa vallée s'élargit et prend la forme d'un U ; il s'étale, serpente jusqu'à son embouchure où il se jette dans la mer.

Un réseau hydrographique est en fait constitué du fleuve et, en amont, de l'ensemble des affluents et, plus loin, des sources qui l'alimentent. Un fleuve est ainsi alimenté par une multitude de cours d'eau, directement ou indirectement, qui convergent vers lui en une structure arborescente. La surface de territoire alimentée par le réseau dans sa globalité correspond au bassin hydrographique. Le bassin versant désigne la portion de territoire délimité par les lignes de crête

De la source à la mer, le cours d'eau alterne les phases de développement. Il naît en montagne, grandit en recevant des affluents, devient un fleuve et se jette dans la mer.

Parc National de Tortuguero, Costa Rica. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal





Un réseau hydrographique est constitué d'un fleuve et de l'ensemble des affluents qui l'alimentent. On parle également de bassin versant. Ici, le bassin versant de l'Amazone est représenté, de ses sources jusqu'à son estuaire, dans l'Océan Atlantique.

Bassin versant du fleuve Amazone. © Courtoisie d'image de la NASA Observatoire de la Terre

De la source à la mer, le cours d'eau alterne les phases de développement. Il naît en montagne, grandit en recevant des affluents, devient un fleuve et se jette dans la mer.

Volga, Russie. © UNESCO



(relief), dont les eaux sont naturellement drainées vers un exutoire commun, souvent le cours d'eau principal. On parle de cours d'eau au pluriel, le bassin versant se subdivise en un certain nombre de sous-bassins versants, autant de surfaces d'alimentation de cours d'eau, puis d'affluents se jetant dans le cours d'eau principal.

Ces éclaircissements permettent de comprendre les bassins fluviaux comme des systèmes naturels, parfois très étendus, d'écoulement, de stockage (drainage naturel), de régulation et de répartition de l'eau terrestre à travers les différentes régions du monde.

S'ils ne sont pas entravés, ces systèmes sont « libres » : dans la structure arborescente d'un bassin versant, le réseau des cours d'eau n'est pas écologiquement fragmentant ; l'eau y circule librement et les bassins fluviaux nous fournissent la première des denrées essentielles à la vie, l'eau douce.

Ils nous procurent des ressources en eau superficielles que nous utilisons massivement, à la condition qu'elles soient saines, pour la production alimentaire. Selon l'association Française Empreinte Positive, dans le document *Biodiversité Eau* : « La demande en eau douce s'accroît avec la croissance démographique et les besoins de l'agriculture irriguée qui utilise 70 % de la ressource disponible » souvent prélevée à la source.

Le rôle des fleuves est fondamental à la base de l'approvisionnement. L'eau des bassins fluviaux recouvre souvent des sédiments perméables au-dessus des aquifères et, percolant à travers les roches, permet de recharger et de maintenir à niveau les réserves d'eaux souterraines dont nous dépendons pour notre consommation directe.

Ainsi l'énorme bassin du fleuve Niger permet au pays du même nom, pourtant très sec, de disposer d'importantes ressources souterraines alors que la surexploitation du bassin du fleuve Hai en Chine a conduit à un abaissement significatif du niveau des nappes.

Les bassins fluviaux sont des routes, des canaux, des voies, qu'il faudrait maintenir en l'état ou éviter de perturber durablement, à l'opposé de la fragmentation qu'ils subissent (cf. ci-dessous). Ne parle-t-on pas de « fleuve sauvage » pour désigner le système écologique du fleuve dans son intégrité qui garantit la circulation de l'eau courante et celle de nombreuses espèces partageant leur vie entre les eaux douces et la mer ?

La plupart des saumons ont ainsi besoin d'eaux vives pour frayer et remontent les fleuves à contre-courant jusqu'au cours supérieur des torrents. Ils sont imités par d'autres animaux, des crabes notamment, qui remontent les fleuves sur des centaines de kilomètres afin de se reproduire. Les anguilles elles observent le mouvement inverse.

En entretenant ainsi des poissons charnus, souvent de grosse taille, esturgeons, carpes, brochets, barbeaux, les réseaux fluviaux procurent des ressources alimentaires de premier plan aux populations les plus pauvres dans

des zones isolées. La pêche de capture continentale à partir des rivières et des lacs est ainsi majoritairement pratiquée (à 90 %) en Asie et en Afrique.

Les plans d'eau douce : lacs, étangs, mares et tourbières

Il existe une grande variété de processus à l'origine de la formation des lacs, des étangs et des mares. Les lacs peuvent résulter d'une forme de glaciation, de mouvements de l'écorce terrestre, comme les lacs Tanganyika ou Victoria en Afrique de l'Est dans la vallée du Rift, ou être l'œuvre des populations afin de réguler le débit des eaux, comme les lacs de retenue.

De la même façon, étangs et mares peuvent être d'origine naturelle ou artificielle.

En Afrique ou en Asie, de nombreux étangs ont été creusés et endigués pour abreuver le bétail ; ici et là, les mares naturelles ont un cycle temporaire alternant entre assèchement et remplissage à la saison sèche et à la saison humide.

Les gueltas du Maghreb ou du Sahel doivent leur existence à la remontée des eaux souterraines vers la surface. Sous l'effet des précipitations saisonnières,

la nappe phréatique située juste sous la surface du sol augmente ou diminue, et sa profondeur fluctue.

Il y a peu de comparaison possible entre un lac de barrage, simple réservoir artificiel situé en zone de montagne, avant tout destiné à contenir, traiter et distribuer l'eau nécessaire à l'irrigation et aux usages domestiques et un grand lac africain naturel, situé en zone tropicale et caractérisé par un écosystème très développé et productif.

Les lacs et étangs tropicaux permanents entretiennent souvent une végétation riche, dominée par les plantes à fleurs, ainsi les nénuphars aux grandes feuilles dont la face supérieure capte la lumière et est dotée de stomates permettant la respiration. De nombreux animaux palustres (râles d'eau, foulques, poules d'eau) sont d'ailleurs adaptés à la marche sur les feuilles de nénuphars géants des lacs d'Ouganda, de Tanzanie, du Kenya.

Il existe une grande variété de processus à l'origine de la formation des lacs, des étangs et des mares, tout comme il existe une grande variété de lac, d'étangs et de mares.

Parmi ceux-ci, on peut citer le lac Baïkal (Russie), le plus profond du monde et 6ème par sa superficie, le lac Titicaca (Bolivie), le lac Victoria (Kenya, Ouganda), le lac Michigan-Huron, et bien d'autres encore.

Lac d'altitude, Suisse. © Simon Koopmann CC BY 2.5



Ces plans d'eau sont fertiles en poisson, barbeaux, carpes, le plus souvent introduits : on a ainsi pu recenser jusqu'à 500 espèces de Cichlidés dans le seul lac Tanganyika. On y pratique une pêche de subsistance à l'aide de barques, d'épuisettes, de filets, parfois à pied, en plongée superficielle, afin de collecter poissons, crevettes grises, escargots aquatiques de surface, écrevisses des fonds vaseux, qui se nourrissent de détritux organiques.

Ces ressources alimentaires peuvent être menacées suite à l'introduction d'espèces carnivores de grande taille.

Selon les régions et la qualité de l'eau (calcaire, alcaline, saumâtre), on trouve des algues filamenteuses et des plantes à feuilles très fines, myriophylles ou potamots, qui oxygènent et purifient l'eau au centre du bassin.

Les abords immédiats des plans d'eau sont occupés par la végétation typique jouxtant les zones humides d'eau douce : les Poacées, Typhacées et Joncacées. On peut y récolter, par exemple, des jeunes pousses de quenouille (*Typha latifolia* L.), en Afrique ou des bulbes de châtaigne d'eau (*Eleocharis dulcis*), en Asie.

Sur une ceinture de végétation un peu plus éloignée du bord, on trouve des arbres, le plus souvent des palmiers, qui fournissent partout du bois de construction ou de chauffage, de l'huile végétale et des denrées alimentaires.

Le palmier à huile africain (*Elaeis guineensis* Jacq.), typique des zones d'eau douce africaines, fournit l'huile de palme à partir de la pulpe de ses fruits, un produit indispensable pour la cuisson des aliments de populations entières. Il s'agit de la deuxième huile végétale la plus produite dans le monde, après celle de soja. On extrait de la même plante l'huile de palmiste à des fins industrielles exclusivement. Cette plante a été massivement introduite en Asie où sa culture, très rentable, est devenue un facteur de

déforestation et d'altération d'écosystèmes humides typiques de la région.

En Asie, un palmier originaire du Sud-Est asiatique, le sagoutier (*Metroxylon sagu*), répandu autour des plans d'eau douce, donne à partir de son tronc une farine alimentaire très prisée, en particulier pour l'alimentation du bétail, le « sagou ». On extrait beaucoup de féculs des palmiers, comme le « mouambe » obtenu par la cuisson de la pulpe des noix de palme (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Afrique, ou encore la farine extraite traditionnellement des fruits du palmier jupon (*Washingtonia filifera*) par les Amérindiens, proche du « sagou » de Bornéo. Dans tous les cas, ces féculs extrêmement nutritives sont obtenues à partir d'espèces ligneuses typiques des écosystèmes des eaux continentales.

Rappelons enfin que les plans d'eau douce tropicaux sont indispensables à l'élevage : ce sont des abreuvoirs naturels, mais aussi des zones de pâturage ou de pacage, car ils concentrent des plantes fourragères qui peuvent être récoltées.

Les tourbières se forment dans les milieux froids et humides, voire montagnards, où les lacs intérieurs se remplissent de sédiments s'accumulant sur les bords des lacs. Ceux-ci se comblent ensuite et finissent par supporter des végétaux plus grands qui, à leur tour, se décomposent pour former la tourbe. Cette dernière est issue du tassement et de l'accumulation progressive de matière organique non décomposée. Une fois séchée, la tourbe constitue un bon combustible, exploité dans les régions où les tourbières sont communes. Du fait de sa forte teneur en matières organiques, la tourbe est également prisée en horticulture (terreau).

L'exploitation industrielle de la tourbe en Europe de l'Est ou dans les régions boréales menace cependant les écosystèmes des tourbières qui jouent un rôle majeur de collecte et de stockage du carbone de l'atmosphère partout où ils existent.

La ferme en tourbe de Glaumbærp. © Johann Dréo CC BY 2.5



3. Les écosystèmes marins

Système d'information biogéographique sur les océans (Ocean Biogeographic Information System – OBIS)

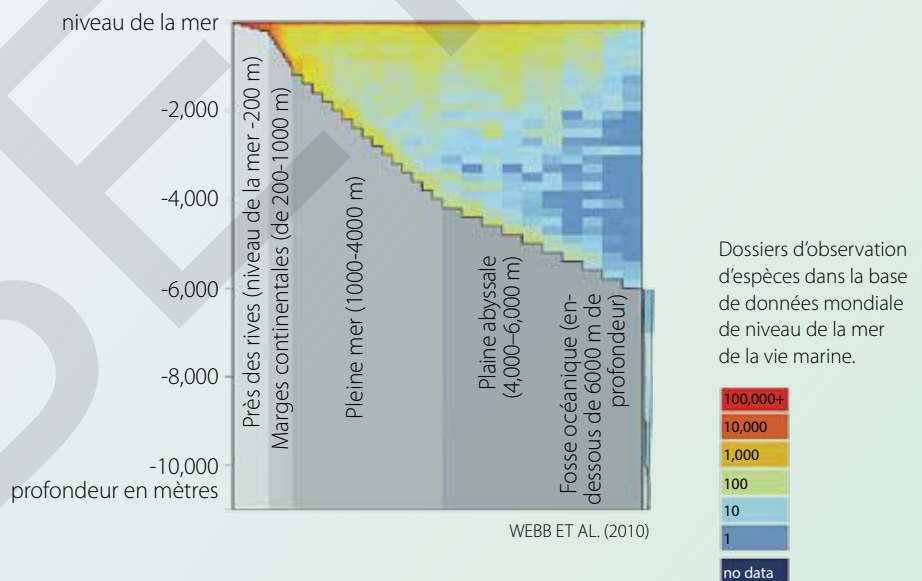
Le Système d'information biogéographique des océans (*Ocean Biogeographic Information System – OBIS*) est le plus grand système en ligne au monde pour enregistrer, organiser, intégrer et accéder à des données sur la vie dans l'océan. Il offre un accès libre à l'information sur la diversité, la répartition et l'abondance des espèces marines, et vise à aider les décideurs à gérer de manière durable les ressources biologiques de notre océan.

OBIS émane du programme décennale de recensement de la vie marine *Census of Marine Life* (2001–2010) et est intégré dans le programme de la **Commission océanographique intergouvernementale** (COI) de l'UNESCO sur les données océanographiques et échange d'informations.

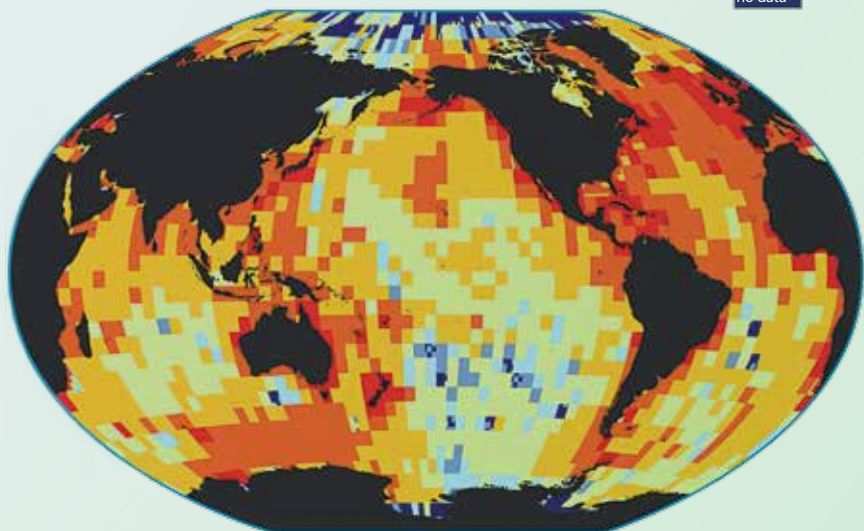
Le 8 Janvier 2013, les serveurs d'OBIS ont géo-référencé 35 millions d'observations d'espèces couvrant 120 000 espèces marines, des Pôles à l'équateur, de la surface de l'océan jusqu'aux fosses les plus profondes, et des microorganismes aux baleines. Toutefois, notre connaissance de la biodiversité marine reste encore très incomplète. Un tiers à deux tiers de toutes les espèces marines restent encore à découvrir, la majorité des espèces marines ne sont connues qu'à partir d'une seule observation ! La plupart de données contenues dans OBIS concerne les vertébrés et d'autres grands animaux marins (surtout les poissons, les mammifères et les oiseaux), alors que l'on sait que la plupart des espèces sont de petits invertébrés (crustacés, vers, mollusques). Les nombre le plus important des échantillons proviens des

FIGURE 28 : LE SYSTÈME OBIS: UN OUTIL D'OBSERVATION D'ESPÈCES MARINES

La plupart de l'océan ouvert et mer profonde est largement inexploré (www.iobis.org).



WEBB ET AL. (2010)

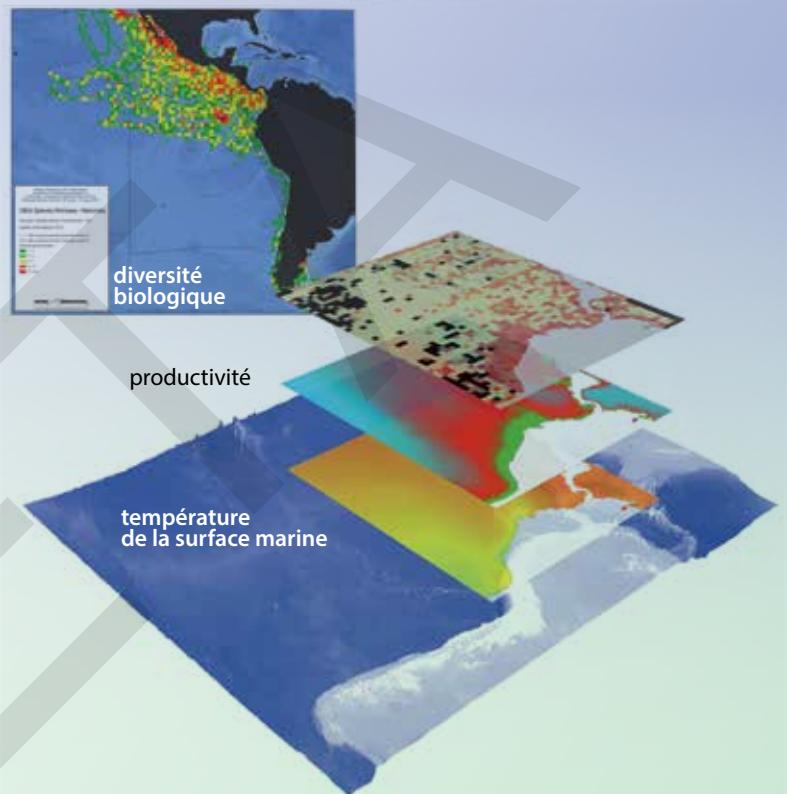


eaux côtières de l'hémisphère Nord, mais ~ 95% des eaux comprises dans les profondeurs de milieu de l'océan (le plus grand habitat de la Terre en volume) est essentiellement inexploré. En outre, des données historiques (la plupart datant d'après 1960) et des séries à long terme de plus de 10 ans sont insuffisantes.

Avec OBIS, l'UNESCO contribue à la protection des écosystèmes marins, en aidant à identifier les zones marines très riches en biodiversité et les processus écologiques à grande échelle.

Les données de l'OBIS sont utilisées pour soutenir l'identification des sites répondant aux critères des EBSA à chaque atelier régional. Couches de données OBIS comprennent: les observations d'espèces, les indices de la diversité biologique et les espèces de la Liste rouge de l'UICN.

Atelier *Eastern Tropical & Temperate Pacific EBSA*, Galapagos en Equateur, Août 2012. © OBIS



L'immensité marine est le refuge de nombreuses espèces. Certaines sont connues de tous comme les requins, les dauphins, les baleines et les raies. Mais la plupart reste à découvrir !

Baleine à bosse et son petit, Ile Ha'apai, Tonga. © Glenn Edney UNEP Grid-Arendal



Les récifs coralliens

Le corail en formation est vivant : les récifs coralliens qui s'apparentent à des rochers sont en fait constitués de squelettes ou polypiers de milliers de polypes qui vivent en colonies. Chaque polype ressemble à une anémone de mer avec une base en forme de petit sac et une couronne de tentacules urticants. La base est l'enveloppe calcaire secrétée par le polype afin de protéger son corps mou. Le corail est en fait le résultat d'une symbiose entre le cnidaire, cet animal proche de l'anémone de mer, et une algue microscopique, la zooxanthelle, qui se développe à l'intérieur des polypes. Les algues produisent par photosynthèse des nutriments, qu'elles transmettent en partie aux polypes. Elles aident ainsi les organismes animaux à fabriquer leurs squelettes calcaires et, en échange, les coraux fournissent un abri aux algues, leurs déchets leur apportant des aliments. Les récifs s'étendent à mesure que les coraux édifient leur squelette calcaire. Lorsqu'ils meurent, le squelette sert de base aux nouveaux individus.

Les algues contenues dans les coraux ont besoin de lumière pour survivre. Les récifs coralliens se développent donc dans des eaux peu profondes, très claires, directement exposées au soleil et à une faible distance des côtes.

Les principaux récifs se répartissent autour de l'équateur, dans une zone qui s'étend de la Floride au Brésil d'une part et de la Mer Rouge à Madagascar

pour remonter vers les îles Maldives, la côte nord-est de l'Australie et des îles du Pacifique Sud, d'autre part.

Il existe plusieurs types de récifs. Les plus simples sont les récifs frangeants (qui s'étendent le plus près des rivages). Ce sont des plates-formes immergées, accessibles aux visiteurs pour des activités touristiques, de plongée par exemple, pour lesquels il est important d'en réglementer l'accès. Les récifs-barrières se développent également le long des côtes mais en sont séparés par une vaste étendue d'eau. La Grande Barrière de corail, au large des côtes orientales de l'Australie, est le récif corallien le plus étendu.

En quoi la formation du corail est-elle utile aux populations en termes d'approvisionnement ?

Une fois fixés, les polypes produisent des bourgeons qui leur restent attachés. Il est fascinant de penser qu'un individu peut être à l'origine d'un récif, au fur et à mesure que les bourgeons se multiplient et que la colonie grandit, produisant un gigantesque « organisme-écosystème ».

Biologiques par définition, et milieux de vie, les récifs sont des écosystèmes précieux. Ils concentrent tous les aspects de la vie sous-marine : ce sont des zones de ponte, d'éclosion, d'alevinage, de croissance, de nutrition et de reproduction pour un nombre très important d'espèces marines.

Le corail en formation est vivant. Les récifs qui s'apparentent à des rochers sont en fait constitués de squelettes ou polypiers de milliers de polypes qui vivent en colonies. Les algues contenues dans les coraux ont besoin de lumière pour vivre : les récifs coralliens se développent donc dans des eaux peu profondes, claires, directement exposées au soleil.

Coraux, Atoll Baa, Maldives. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

Les récifs coralliens sont particulièrement riches en biodiversité. Ainsi, tous les groupes zoologiques marins y sont représentés (crustacés, mollusques, échinodermes, poissons, pieuvres, ...) et, d'après le GBO3, les récifs coralliens abritent 25 % de toutes les espèces de poissons de mers. De même, les récifs coralliens concentrent tous les aspects de la vie sous-marine : ce sont des zones de ponte, d'éclosion, d'alevinage, de croissance, de nutrition et de reproduction pour un très grand nombre d'espèces.

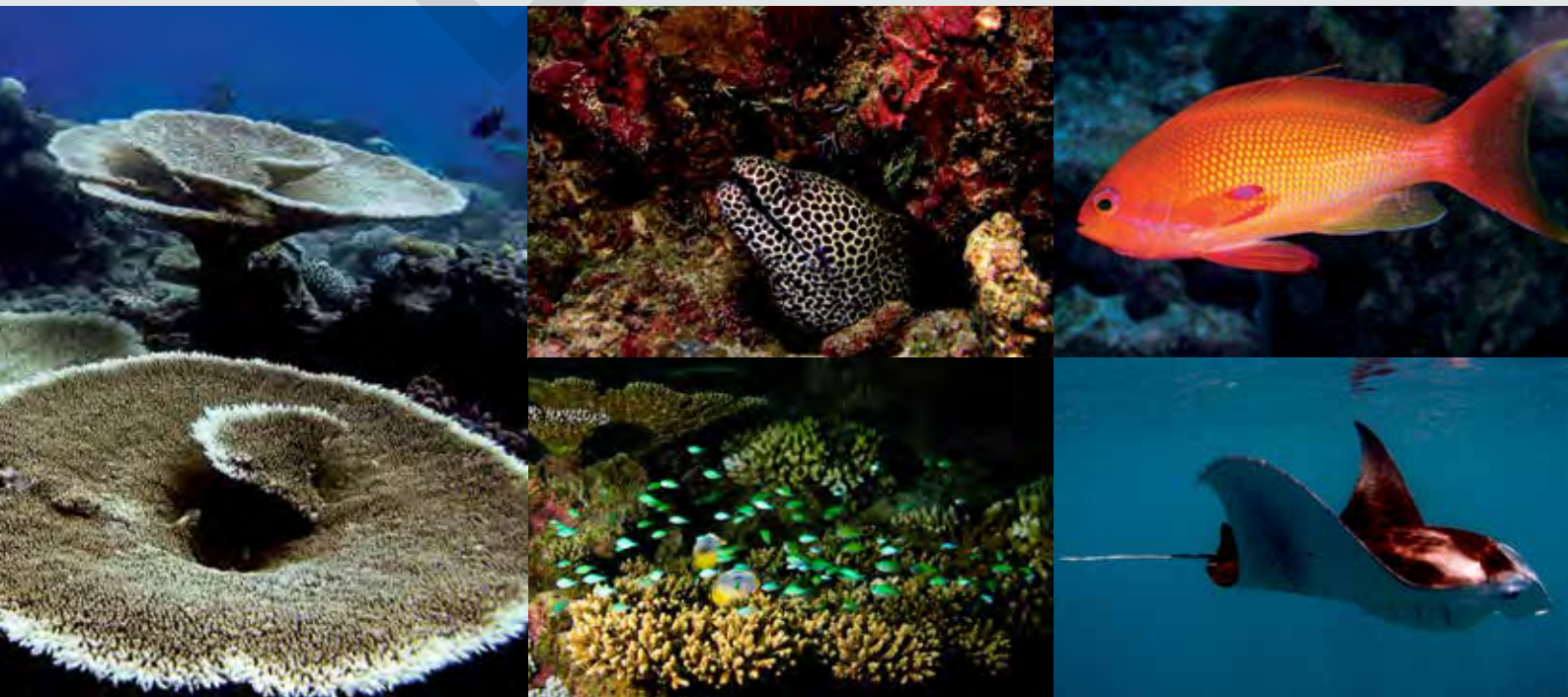
Du haut vers le bas et de gauche à droite :

Murène, Atoll de Baa, Maldives. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

Poissons des coraux, Atoll de Baa, Maldives. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

Poisson des coraux, Atoll de Baa, Maldives. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

Raie, Atoll de Baa, Maldives. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment



Le GBO3 estime qu'environ 700 millions d'êtres humains dépendent entièrement des récifs pour leur subsistance car ceux-ci abritent entre 1 et 3 millions d'espèces qui constituent 25 % de toutes les espèces de poissons d'eau de mer. L'exploitation des récifs donne lieu à une pêche de proximité considérable, voire à une surpêche, qui dès lors menace leur survie.

La collecte étant cependant fructueuse, les récifs sont souvent protégés par les populations et pour cela des lois coutumières ont été développées.

Peu de milieux rivalisent avec les récifs en termes de qualités esthétiques, de formes et de couleurs. Tous les grands groupes zoologiques marins sont représentés dans leur diversité : crustacés, échinodermes parmi lesquels des oursins aux piquants

très développés (*Diadema palmeri*), des astéries et des étoiles de mer, mollusques aux coquilles variées, pieuvres, éponges multicolores, anémones de mer, gorgones, bancs de petits poissons, bars de corail, bleu vif, jaune vif des Acanthuridés ou poissons chirurgiens (*Paracanthurus hepatus*, *Zebrazoma flavescens*), ocelles des poissons mandarins, rayures des poissons anges.

Cette beauté engendre des activités commerciales souvent prédatrices destinées à la pisciculture, à la décoration (aquariums), aux demandes de collectionneurs, aux marchés de souvenirs, qui ont recours à des pratiques de pêches destructrices pour l'environnement : pêche au cyanure afin de capturer les poissons vivants, pêche explosive ramenant un nombre important de proies et des fragments de coraux.

Les habitats de pleine mer et la question de la pêche

* Voir sur ce point

Protocole de Nagoya
p. 159

Bien que les mers et les océans occupent environ 71 % de la surface de notre planète, l'immensité marine ne rassemble à ce jour que 12 % des espèces connues, soit un peu plus de 220 000 espèces. Ceci s'explique

par le fait que la vie des mers est encore largement méconnue, car la biodiversité y est difficile d'accès.

Les profondeurs océaniques sont pourtant peuplées. Certes, les animaux y sont moins abondants que dans les couches supérieures, où l'énergie des rayons solaires est utilisée par le plancton et les plantes supérieures. Il y fait très froid, la pression de l'eau est intense et la lumière, rare. A proximité des sources hydrothermales, les niveaux de toxicité dus aux concentrations importantes de métaux lourds sont élevés. De telles conditions déterminent la présence d'une biodiversité très spécifique aux fonds profonds.

Les animaux qui vivent là sont adaptés à une vie de chasseur : congre, calmar abyssal, poisson-dragon.

A la base des réseaux trophiques se trouvent la chute ininterrompue de déchets et débris animaux et végétaux issus des couches supérieures, ainsi que l'énergie chimique fournie par les sources hydrothermales. Les nécrophages s'en nourrissent avant d'être dévorés par leurs prédateurs. Ces dernières décennies, la prospection biologique et pharmacologique de la biodiversité marine profonde, à proximité notamment des monts sous-marins où la biodiversité est élevée, a permis la découverte d'invertébrés rares, des fossiles vivants, dont l'un d'entre eux, un crinoïde (*Gymnochrinus richeri*) a permis d'isoler des composés actifs in vitro contre le virus de la dengue, maladie tropicale très répandue. L'exposition *Biodiversité Humanité* rappelle à ce sujet : « Sur 18 000 substances provenant d'organismes marins, 15 % ont permis l'isolement de nouvelles molécules actives. A ce jour, la composition chimique de 1 % seulement des espèces marines répertoriées a été analysée ». La faune profonde est détentrice de médicaments potentiels, il est important de la préserver, d'en protéger l'accès avec le soutien des populations locales et de soutenir les efforts de la recherche.*

De 0 à 200 m de profondeur, les océans et les mers sont peuplés d'un nombre important d'animaux.

Du haut vers le bas et de gauche à droite :

Dragon de mer feuillu. © UNESCO / Institut d'Océanographie Scripps, UC San Diego
Anémone, Atoll de Baa, Maldives. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment
Baleine. © UNESCO / Institut d'Océanographie Scripps, UC San Diego



L'AZT, médicament synthétique utilisé contre le virus du SIDA a été dérivé des molécules secrétées par une éponge des Caraïbes. L'espèce est aujourd'hui en danger.*

De 0 à 200 mètres de profondeur, dans la zone euphotique (caractérisée par la présence de lumière solaire) ou plateau continental, les océans ou les mers sont peuplés d'un nombre très important d'animaux marins : mammifères (dauphins, marsouins, baleines), calmars et pieuvres, poissons dont la grande majorité est constituée de poissons osseux, de la morue à l'empereur, et pour une faible part de poissons cartilagineux comme les requins et les raies. Tous sont de puissants nageurs pour se déplacer dans les courants de surface.

Dans la zone méso-pélagique que l'on établit à partir de 200 m jusqu'à 1000 m de profondeur, la température chute et la pénombre s'installe progressivement. Les communautés d'espèces que l'on y rencontre sont adaptées à ces profondeurs.

Le phytoplancton (plancton végétal) joue un rôle essentiel pour toutes les chaînes d'espèces marines. Composé d'une multitude de diatomées et autres algues unicellulaires et de cyanobactéries, le phytoplancton forme la base des réseaux trophiques océaniques. Dans « *La biodiversité, les réseaux de la vie* », publié par le Conseil scientifique du patrimoine naturel et de la biodiversité (CSPBN), du Ministère français en charge de l'environnement, les chercheurs estiment que « un millilitre d'eau de mer pourrait abriter 100 000 micro-algues, 0,5 à 1 million de bactéries et 10 millions de virus ! ».

Il fournit de la nourriture au zooplancton : copépodes (crustacés de quelques millimètres), krill, larves... qui à leur tour nourrissent les harengs, les anchois et autres petits poissons, qui sont eux-mêmes la proie de plus gros organismes.

Au sommet de la chaîne, se trouvent les plus gros carnivores, orques, requins, thons de grande taille qui échappent à la plupart des autres prédateurs (à l'exception de l'homme), mais qui puisent, indirectement, leur énergie du phytoplancton.

Ces dernières décennies, on a pu constater une diminution des populations de plusieurs espèces de requins due à la surpêche (attrait alimentaire de la chair du requin, ses ailerons en particulier) et à leur élimination un temps gratuite (mauvaise évaluation de leur dangerosité pour l'homme, en grande partie imaginaire). Leur raréfaction a entraîné une surpopulation de leurs proies, en particulier de certaines espèces de raies de grande taille et de petits requins. Cette surpopulation a, à son tour, causé l'effondrement des populations de coquilles Saint-Jacques et de palourdes en Amérique du nord, ce qui a été désastreux, en 2003 notamment, pour le commerce de coquillages (*La biodiversité, les réseaux de la vie*).

Le maintien des grands prédateurs est une condition importante de l'équilibre des écosystèmes océaniques, et leur élimination, un facteur important de la dégradation de ces écosystèmes.

La mer et son extraordinaire biodiversité ont de tous temps nourri les populations humaines.

Dans de nombreuses régions d'Asie et d'Afrique, le poisson demeure le premier apport de protéines consommées. C'est pourquoi la pêche est une activité de premier plan pour la sécurité alimentaire de l'humanité.

Pourtant, la surexploitation des océans, générée par la pêche contemporaine, menace cette ressource vitale. Avant de revenir sur l'état de dégradation des écosystèmes océaniques, il est opportun de soulever la question de l'évolution de la pêche actuelle.

« Un millilitre d'eau de mer pourrait abriter 100 000 micro-algues, 0,5 à 1 million de bactéries et 10 millions de virus ! ».

La quantité de poisson pêchée en 2004 s'est chiffrée à 95 millions de tonnes.

Marchand de poisson, Népal. © Lawrence Hislop / UNEP Grid-Arendal

Vente de poisson, Groenland. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal



* Voir sur ce point

Vol 2, Act 9 Tableau de
l'agro-diversité

La quantité de poisson pêchée en 2012 a été de 158 millions de tonnes d'après un rapport de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).

Le potentiel de pêche océanique a, en de nombreux points du globe, atteint son maximum. Il est devenu urgent d'apprendre à gérer les ressources alimentaires marines dans la perspective d'une viabilité à long terme des activités de pêche.

A cette fin, on distingue deux priorités essentielles :

- 1) éviter le déclin d'espèces actuellement exploitées à leur maximum (les volumes pêchés dépassent la production annuelle) sans lesquelles les écosystèmes ne peuvent être maintenus.

- 2) apprendre à manger du poisson sans surexploiter les océans, ce qui est indispensable, si nous voulons continuer à en manger.

Selon la FAO, 75 % des réserves mondiales d'espèces de poisson sauvage sont en danger ; c'est le cas pour le thon et l'espadon, mais également pour le cabillaud, le merlu, la plie, la sole, le turbot et même l'anguille ou encore la coquille St Jacques. Il ne faut pas exercer une pression trop importante sur ces espèces à l'état sauvage, mais en modérer la consommation, privilégier des espèces qui ne font pas l'objet d'une surpêche ou qui bénéficient d'un élevage contrôlé : la crevette grise, le lieu noir, l'huître, le hareng.*

4. Les services écologiques rendus par les écosystèmes aquatiques et leur état de dégradation

Les écosystèmes aquatiques ne nous approvisionnent pas seulement en produits végétaux, animaux et minéraux ; ils nous fournissent de précieux services écologiques, d'une grande diversité, qu'il s'agisse de rétention et de transport des sédiments et des matières nutritives, de maîtrise des crues ou d'épuration de l'eau.

On comprend mieux aujourd'hui la valeur économique des services écosystémiques fournis aux différentes sociétés humaines par les zones humides – en grande partie grâce au rapport précédemment cité *l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire* des Nations Unies qui,

en 1997, fixe cette valeur à 15 000 milliards de dollars. Pourtant, de nombreux signes inquiétants montrent que les écosystèmes aquatiques disparaissent à un rythme beaucoup plus rapide que d'autres types d'écosystèmes.

En étudiant la contribution des zones humides et aquatiques au fonctionnement des systèmes naturels, on cerne mieux quels sont les aspects des activités humaines, souvent motivés par l'attrait de profits à court terme, qui continuent de provoquer la destruction et la dégradation de ces zones autour du monde.

Dans leurs multiples liens et interactions, les écosystèmes côtiers, qu'ils soient estuariens, deltas, marais, prairie inondable, marécage boisé, sont des zones de stockage des sédiments transportés par les fleuves.

Fleuve Hugli, Inde. © Courtoisie d'image de la NASA Observatoire de la Terre

Le Fleuve Nil alimentant le lac Nasser. © Courtoisie d'image de la NASA Observatoire de la Terre



Les services de soutien et de régulation

Dans leurs multiples liens et interactions, les écosystèmes côtiers, qu'ils soient estuariens, deltas, marais, prairie inondable, marécage boisé, sont des zones de stockage des sédiments transportés par les fleuves. Les sédiments étant naturellement enrichis en matières nutritives, ces zones sont des maillons essentiels dans le cycle des nutriments, en permettant leur accumulation mais aussi leur absorption à travers la chaîne du vivant.

Ces lieux sont à l'interface de la terre et de la mer et assurent un service de soutien aux écosystèmes en offrant habitats naturels et sources d'alimentation à une très grande partie des organismes aquatiques, qu'ils soient marins ou côtiers, adaptés à l'eau saumâtre ou à l'eau douce.

Les formations végétales liées aux écosystèmes côtiers, à savoir les mangroves, des forêts parfois très denses étendues sur les vasières, mais aussi les marais herbeux et les récifs coralliens, remplissent un service de régulation significatif en matière de prévention des catastrophes naturelles : elles protègent nos côtes.

En formant de précieuses barrières contre les tempêtes côtières et les raz de marée, ces formations constituent un facteur de contrôle et de régulation des tempêtes. La Convention Ramsar l'indique clairement dans plusieurs dossiers d'information : les racines des plantes des écosystèmes côtiers « cimentent le littoral, résistent à l'érosion éolienne et à l'abrasion des vagues et fournissent une barrière physique qui freine les ondes de tempête et les raz-de-marée, réduisant leur hauteur et leur puissance destructrice ».

Lors du violent tsunami de décembre 2004 en Thaïlande, il a été largement reconnu que les régions dont les écosystèmes côtiers étaient les moins endommagés par des conversions liées aux activités humaines ont été mieux protégées contre la force du raz de marée.

Dans les écosystèmes côtiers, les plantes des marais qui se propagent grâce à leurs rhizomes sous terre pour former rapidement de nouvelles touffes, emmagasinent le carbone qui s'accumule dans les sédiments tourbeux des marais salés. Ces formations végétales participent à l'atténuation des effets des changements climatiques en réduisant les teneurs en gaz à effets de serre pénétrant dans l'atmosphère.

Selon la GBO3, on estime qu'aux Etats-Unis, « malgré leur superficie restreinte, les marais salants absorbent plus d'un cinquième de la totalité du carbone stocké par tous les écosystèmes ».

De façon générale, « la quantité de carbone stockée chaque année par les habitats côtiers recouverts de végétation, comme les mangroves, les marais salants et les herbiers marins, est comprise entre 120 et 329 millions de tonnes, l'équivalent de la totalité des émissions annuelles de gaz à effet de serre du Japon. »

Parmi les écosystèmes des eaux continentales, les fleuves et leur bassin hydrographique canalisent naturellement et stockent d'énormes quantités d'eau superficielle. Nous avons vu ci-dessus à quel point cette eau des bassins fluviaux qui percole à travers les

Parmi les écosystèmes des eaux continentales les fleuves et leur bassin hydrographique canalisent naturellement et stockent d'énormes quantités d'eau superficielle.

Les zones humides fournissent un service de régulation des inondations : elles forment des bassins de rétention et de stockage pour les eaux d'écoulement lorsque celles-ci affluent.

Marais de Bukta, Lituanie. © UNESCO / Vytautas Knyva

Les formations végétales liées aux écosystèmes aquatiques, comme les mangroves ou les marais herbeux, forment une barrière contre les tempêtes et les raz de marée. Elles protègent les terres intérieures.

Mangrove, Kenya. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal



sols et les roches concourt à recharger le niveau des aquifères et à nous approvisionner en eau douce.

Si les fleuves satisfont une demande croissante avec l'essor démographique et les besoins constants de l'agriculture irriguée, ils constituent d'autre part d'ingénieuses canalisations naturelles permettant de réguler le débit des eaux à travers leur réseau. Même s'il arrive fréquemment que les eaux de ruissellement débordent de leur lit majeur, les fleuves contiennent souvent ces eaux boueuses et empêchent les inondations lors des fortes pluies.

Les fleuves jouent un rôle majeur non seulement dans le stockage, mais également dans le transport des sédiments. Ruisseaux puis rivières se rejoignent pour former et transporter de vastes quantités de sédiments à travers le paysage. On peut dire que l'état de fertilité des estuaires ou des écosystèmes côtiers est tributaire de la qualité des eaux des écosystèmes fluviaux situés en amont ; la diversité des espèces vivant dans les milieux côtiers dépend des connections qui se forment entre les différentes parties du bassin hydrographique, de la source à la mer, au fur et à mesure que l'eau, les sédiments et les nutriments s'écoulent.

Toute perturbation du débit des fleuves a une incidence sur le transport des sédiments, l'alimentation des espèces, la migration des poissons et l'ensemble de la diversité biologique des eaux douces.

Les zones humides ou plans d'eau de l'intérieur des terres, lacs, étangs, mares, fournissent également ce service de régulation des inondations en constituant de véritables bassins de rétention et de stockage des eaux d'écoulement lorsque celles-ci affluent.*

En outre, les zones humides intérieures jouent un rôle en matière de contrôle de la pollution : elles fournissent un service d'assainissement naturel.

Grâce à leurs végétaux qui agissent comme un « filtre biologique », ces zones fonctionnent comme de véritables stations d'épuration naturelles en retenant les polluants contenus dans les sédiments, les sols et la végétation. Selon les cas, on utilise le pouvoir épurateur de végétaux « macrophytes » comme les roseaux (*Phragmites*), d'hydrophytes ou plantes d'eau libres, de végétaux « microphytes » comme les algues unicellulaires.

La plupart de ces végétaux absorbent pour se nourrir les composés phosphorés et azotés, des nutriments qui, en excès, constituent des polluants. Cette absorption se fait à travers les parois cellulaires des tiges et des feuilles.

En bio-remédiation, l'intérêt de ces végétaux est aussi de servir de support à de nombreux organismes microscopiques – dont des bactéries aérobies, qui éliminent les composés carbonés en utilisant cette matière organique comme source d'énergie.

En 1997, la ville de New-York a consacré 1,5 milliard de dollars à l'achat de terres et à la protection des zones humides du bassin versant en vue de l'épuration naturelle des eaux publiques.

New York. © Derek Jensen, Domaine Public



La valeur économique de la fonction d'épuration des zones humides intérieures peut être très élevée, par exemple en matière de traitement des eaux résiduaires urbaines et industrielles par élimination de la pollution organique soluble (sucres, graisses, protéines).

En 1997, la ville de New York a consacré 1,5 milliards de dollars à l'achat de terres et à la protection des zones humides du bassin versant en vue de l'épuration naturelle des eaux publiques.

Les océans et les écosystèmes d'eau profonde assurent de nombreux services écosystémiques. Ils fournissent, des ressources alimentaires variées, des ressources génétiques précieuses en vue de l'élaboration de médicaments, des ressources minérales ouvrant de nouvelles perspectives d'approvisionnement, à partir de « cailloux » riches en métaux, sources de manganèse, de cuivre, de nickel ou de cobalt.

Ces écosystèmes en interaction avec l'atmosphère sont de ce fait impliqués dans la régulation du climat.

La surface océanique est la source essentielle d'eau atmosphérique qui, par évaporation et condensation, entretient en permanence le cycle de l'eau animé par l'énergie solaire. De plus, l'océan réchauffe l'atmosphère par sa capacité à emmagasiner la chaleur et l'humidifie par le cycle de l'évaporation. L'atmosphère adoucit l'océan avec l'apport des pluies (eau douce) et le met en mouvement sous l'action des vents.

Depuis de longues décennies, les gaz émis par les activités humaines (gaz carbonique, méthane) interceptent une partie du rayonnement infrarouge émis par la Terre ; la chaleur ainsi piégée entraîne un réchauffement de la température atmosphérique et une augmentation de la température terrestre globale. L'océan a la capacité d'absorber une grande partie du gaz carbonique de l'atmosphère ainsi qu'une partie de la chaleur induite par l'effet de serre.

Mais surtout, les océans sont de précieux puits naturels de carbone, assimilé par l'intermédiaire du plancton, des coraux et de la macrofaune, par la suite transformé en roche sédimentaire (sur les fonds marins) ou en roche biogénique, à la base des squelettes et des coquilles calcaires.

A l'instar des végétaux, le phytoplancton marin utilise le mécanisme de la photosynthèse pour extraire le carbone du CO_2 et rejette d'énormes quantités de dioxygène (O_2) et pourvoit ainsi à la moitié des besoins des êtres vivants hétérotrophes. Le phytoplancton, organisme autotrophe au carbone, est à la base des chaînes alimentaires océaniques. Mais, plus largement, le mécanisme de captation du carbone dissous dans l'eau ou prélevé dans la nourriture, par le plancton et les coraux, est fondamental pour l'élimination du CO_2 à l'échelle de la biosphère... mais ce mécanisme est sérieusement mis en péril.

Les océans forment des puits de carbone grâce au phytoplancton, qui extrait le carbone du CO_2 par photosynthèse.

Développement de phytoplancton au large de l'Argentine (en bleu clair). © Courtoisie d'image de la NASA Observatoire de la Terre

Les océans, qui recouvrent 71% de la surface de la planète, sont de précieux puits naturels de carbone, entretiennent le cycle de l'eau et régule la température de l'atmosphère.

La Terre, la « planète bleue ». © Courtoisie d'image de la NASA Observatoire de la Terre



L'état de dégradation inquiétant des écosystèmes aquatiques

Dans toutes les régions du monde, les écosystèmes des eaux continentales ont été plus bouleversés ou altérés que tous les autres types d'écosystèmes durant ces cinquante dernières années. Il faut également s'inquiéter de l'état des écosystèmes marins et des habitats d'eau profonde qui ont subi directement l'impact et les dommages d'activités liées à la pêche, ou causés par les retombées de nos systèmes de production (avec l'acidification des océans, due à l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'eau).

Partout la conversion des zones humides, lacs, plaines inondables, marais, marécages, mangroves, pour les besoins de l'aquaculture, en vue d'aménagements côtiers, pour récupérer ou drainer des terres agricoles, a conduit au morcellement et la destruction d'habitats naturels liés à la biodiversité aquatique.

La superficie des zones humides situées en régions côtières ou intérieures a décliné de façon considérable : selon le *GBO3*, entre 56 et 65 % des systèmes hydriques continentaux et des zones humides propices à l'intensification de la production agricole ont été asséchés avant 1985 en Europe, dont 73 % des marécages situés dans le Nord de la Grèce et 60 % de la superficie originelle des zones humides en Espagne.

Comme le résume bien le rapport de *l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire*, un marécage est encore trop souvent perçu comme du terrain gaspillé, sa seule

valeur se résumant à celles des cultures qui pourraient y être exploitées s'il était drainé.

Les activités d'aquaculture intensive, notamment l'élevage de crevettes, ont aussi entraîné la perte d'écosystèmes côtiers précieux comme les mangroves dont on estime que 35 % ont été détruits. Plus d'un tiers de ces destructions sont directement imputables à l'élevage intensif de crevette, en Thaïlande notamment. Cette activité génère une pollution de l'environnement due au recours à des taux massifs d'engrais, de pesticides et d'antibiotiques associés. De plus, elle n'est pas durable car l'utilisation prolongée d'un étang entraîne la formation d'une boue toxique dans le fond du bassin, issue des excréments et des aliments non absorbés. Cette boue ne pouvant pas être complètement éliminée par la vidange, les étangs des élevages intensifs sont souvent abandonnés, laissant des zones incultes.*

L'implantation de cultures n'est pas le seul facteur de perte des habitats naturels côtiers. Ainsi, en France, le mitage des côtes dans les années 80 par l'urbanisation (parkings, architecture bétonnée) a détruit 60 % du littoral et 50 % des zones humides.

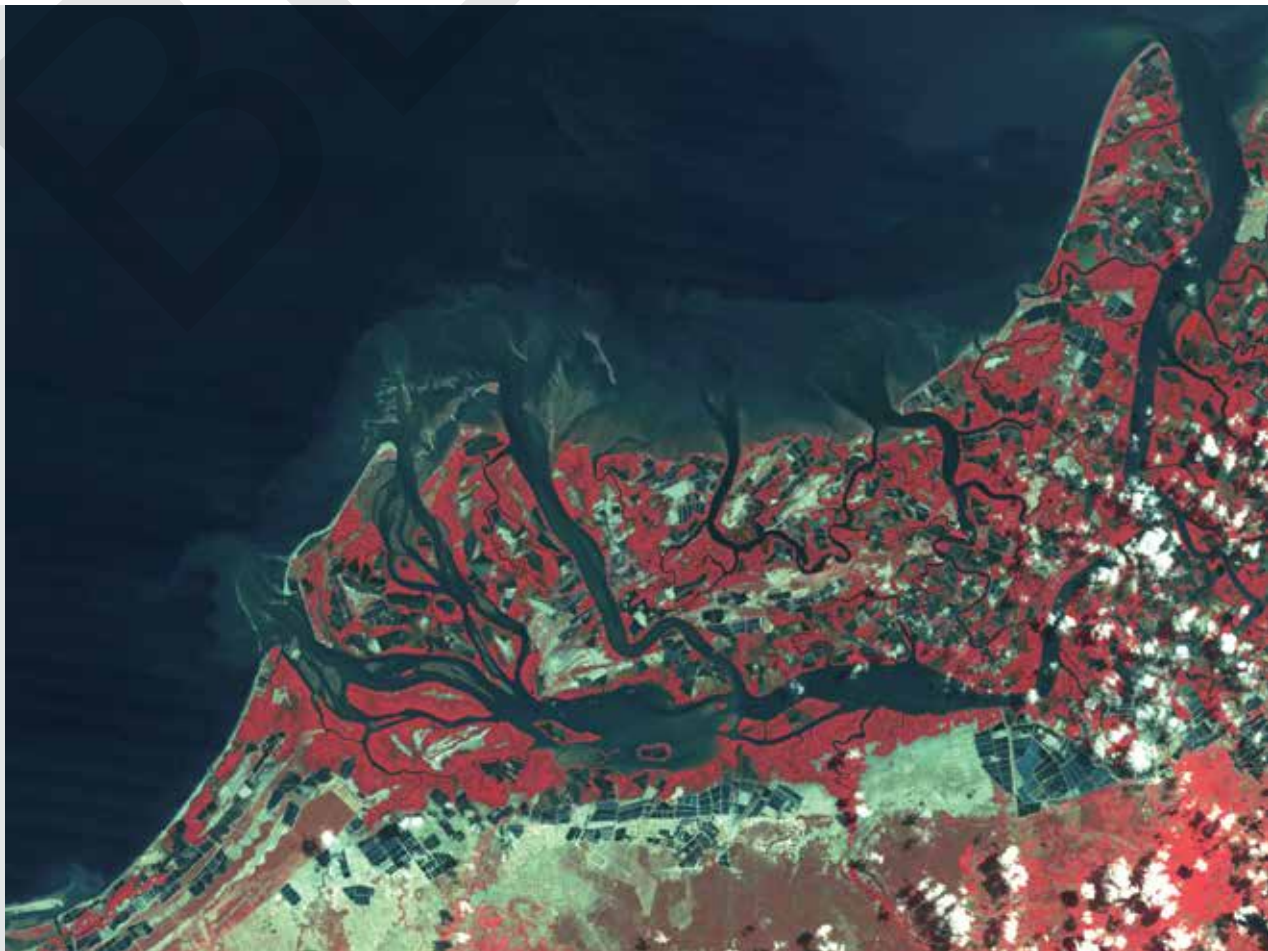
Rappelons d'autre part, concernant les écosystèmes côtiers, que 40 % du débit des fleuves à l'échelle mondiale est aujourd'hui intercepté par de grands barrages et qu'un tiers des sédiments destinés aux zones côtières ne les atteignent plus. Ainsi les fleuves tels que le Nil en Afrique, le Colorado en Amérique

* Voir sur ces points

Vol 2, Act 9 Tableau de l'agro-diversité

Les activités d'aquaculture intensive, notamment l'élevage de crevettes, ont entraîné la perte d'écosystèmes côtiers précieux comme les mangroves dont on estime que 35% ont été détruits, menaçants la survie de la faune spécifique de ces écosystèmes.

Elevages de crevette (parcelles bleues), Equateur. © Courtoisie d'image de la NASA Observatoire de la Terre



du Nord et le Fleuve Jaune en Chine n'atteignent périodiquement plus l'océan.

Ces perturbations ont bien sûr des incidences très importantes sur la migration des poissons, la diversité des formes de vie et des organismes des milieux d'interface entre terre et mer affectés par une diminution des quantités d'apports nutritifs naturels.

Dans le bassin hydrographique du Mississippi, au niveau du Golfe du Mexique, on peut déplorer la création d'une « zone morte » de 16 000 km² environ, très pauvre en oxygène, et incapable d'entretenir la vie animale, résultant de la surcharge de nutriments issus des composés azotés des effluents industriels et agricoles.

Les bassins fluviaux n'ont pas été plus épargnés à l'échelle mondiale.

Le rapport de *l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire* indique que depuis 1960, la quantité d'eau retenue derrière les barrages a quadruplé et les réservoirs artificiels contiennent aujourd'hui plus d'eau que les fleuves et rivières à écoulement naturel.

D'une part les cours d'eau sont détournés, leur débit ayant subi une réduction considérable (au cours de la même période, la quantité d'eau prélevée pour l'irrigation, pour couvrir les besoins industriels et les besoins domestiques des populations a doublé) ; d'autre part, ils sont fragmentés, et les habitats naturels qu'ils constituent tout au long des bassins le sont tout autant. Seul 12 % des 292 grands réseaux fluviaux

évalués dans le monde ne sont pas touchés par les impacts des barrages.

Comme le signale le *GBO3*, les rivières les plus fragmentées se trouvent dans les régions industrielles, telles que la majeure partie des Etats-Unis et de l'Europe et dans les pays ou régions fortement peuplés (Chine, Egypte).

Cette fragmentation des écosystèmes au fil des cours d'eau a un impact désastreux sur les êtres vivants, les connections interrompues ayant un impact sur les milieux situés en amont et en aval.

Ainsi les effectifs des espèces d'eaux douces intérieures (esturgeons, anguilles, brochets, saumons, amphibiens) ont fléchi de 50 % en Europe, alors qu'en couvrant moins de 1 % de la surface terrestre, les habitats d'eau douce abritent une biodiversité unique : 25 % des vertébrés décrits, plus de 100 000 espèces animales, de 2000 plantes macrophytes.

Un autre facteur de dégradation des bassins fluviaux est la pollution.

Les cours d'eau sont en effet affectés par de nombreuses sources de pollution : pollutions accidentelles, résidus lessivés par les fortes pluies, effluents industriels, le plus souvent constitués de métaux lourds, d'hydrocarbures, effluents agricoles avec les résidus de nitrates, de phosphates, de pesticides, d'engrais azotés, effluents d'élevage qui peuvent entraîner une pollution bactériologique de l'eau jusqu'aux nappes phréatiques.



40 % du débit des fleuves à l'échelle mondiale est aujourd'hui intercepté par de grands barrages.

Barrage d'Emosson, Suisse. © Mike Bean
CC BY 2.0

Selon le constat du *GBO3*, le traitement des eaux usées et la gestion des effluents industriels a permis une amélioration de la qualité de l'eau de nombreux écosystèmes hydriques continentaux (notamment par le recours à la phyto-remédiation et les interactions entre les plantes, le sol et les micro-organismes qui fonctionnent très bien sur les composés organiques ou inorganiques en excès, cf. ci-dessus). Néanmoins, la pollution d'origine agricole, parfois individuelle, demeure un problème important dans de nombreuses régions du monde.

Il est difficile d'obtenir des informations fiables sur les variations de la qualité de l'eau consommée par les populations souvent denses des pays en développement où les besoins en eau sont importants.

L'accès à une eau douce et salubre qui, par ailleurs, est très inégalement répartie et accessible sur la terre, devient un problème de plus en plus critique pour la survie de nombreuses espèces, population humaine comprise.

Dans certaines régions du monde, comme le Moyen-Orient, l'eau prélevée pour l'irrigation excède celle que les réseaux fluviaux peuvent fournir. La différence est alors prélevée dans des nappes phréatiques, non renouvelables. Ce problème de quantité d'eau prélevée dans les cours d'eau pour l'irrigation peut se doubler d'un problème de salinisation (suite au déboisement, à l'irrigation et au drainage) ou d'un problème d'eutrophisation de l'eau (un déséquilibre causé par une surcharge de phosphates et de nitrates dans l'eau). Dans ce cas, la pénurie d'eau devient très préoccupante et beaucoup d'espèces sont en situation de stress hydrique, le bétail en particulier.

L'analyse du *GBO3* est claire sur ce point : l'épuisement et la pollution des ressources hydriques économiquement importantes ont atteint un point de non-retour et l'éventualité d'un avenir dépourvu de systèmes fiables de ressources en eau est devenue une perspective réelle dans certaines parties du monde.

Si les écosystèmes d'eau douce sont confrontés à un problème croissant de pollution, l'immensité des milieux océaniques l'est également.

L'acidification des océans (diminution progressive de leur pH) s'explique principalement par une concentration accrue de carbone dissout puis absorbé en milieu marin, provenant des émissions de dioxyde de carbone (CO_2) par la combustion des carburants fossiles, les chauffages et les différents types de combustion ou de fermentation industrielles.

Ce phénomène est profondément nocif pour les habitats et les espèces océaniques. Il rend la formation du carbonate de calcium plus difficile, ce qui affecte les populations de crustacés et de mollusques dans la fabrication de leur squelette calcaire. Mollusques et crustacés jouent pourtant un rôle indispensable dans le filtrage de l'eau de mer.

Mais surtout, l'acidification des océans affecte la production primaire du phytoplancton (diatomées, par exemple) qui est responsable de l'absorption de grandes quantités de CO_2 à l'échelle de la planète. Elle affecte aussi les coraux, qui continuent de décroître à un rythme alarmant, ce qui pose problème quand on sait que la couverture corallienne absorbe d'énormes quantités de CO_2 atmosphérique. Dans les Caraïbes, le couvert corallien dur a régressé de 50 à 10 % en

La surexploitation des ressources est la principale pression directe exercée sur les écosystèmes marins.

Pêche. © C. Madzak, INRA



moyenne au cours des trois dernières décennies. L'acidification entraîne le blanchissement du corail suite à l'expulsion de l'algue zooxanthelle avec laquelle il vit en symbiose. L'animal, ne supportant pas le milieu acide et l'augmentation de la température de l'eau, expulse son symbiote, perd sa couleur et finit par dépérir. Par ailleurs, la diminution de la calcification lui nuit également.

La surexploitation des ressources est cependant la principale pression directe exercée sur les écosystèmes marins. Des années 50 à la fin des années 90, le volume des prélèvements halieutiques (issus de la pêche) a été multiplié par 4. En conséquence, on constate aujourd'hui que malgré l'accroissement des efforts de pêche, le volume total des prises a diminué, ce qui indique que de nombreux stocks de poissons marins n'ont plus la capacité de se reconstituer.

La raison principale de l'érosion des stocks de poissons marins est la pratique de collectes destructrices due à la capacité des flottes de pêche visant la rentabilité et le profit immédiat de l'exploitation. Il faut ajouter l'utilisation de techniques et de matériels modernes comme le chalutage de fond et le recours à des équipements mobiles de pêche qui ont des impacts comparables sur l'écosystème marin à ceux d'une coupe rase en forêt.

Dans une moindre proportion, la pêche de capture continentale est également marquée par l'usage d'une large gamme d'engins et d'outils de pêche permettant de capturer une multitude d'espèces simultanément et conduisant à l'augmentation constante des prises (9,2 millions de tonnes en 2004). Ceci implique la prise d'espèces qui ne présentent pas d'intérêt commercial

et qui sont relâchées, mortes, dans le milieu sans être utilisées. Par ailleurs, le ciblage systématique d'espèces particulièrement appréciées a conduit à la décroissance des populations d'espèces comme le tilapia dans les bassins fluviaux africains.

Concernant les écosystèmes de pleine mer, la surpêche d'espèces ciblées comme les grands prédateurs (requins, espadons, thons géants) est clairement une cause profonde de dégradation. Le *GBO3* indique qu'en 2007, 14 % des stocks de poissons évalués s'étaient effondrés. Or, il faut entendre par stocks toutes les espèces de poissons rassemblées dans une zone de pêche, et l'on constate que le déclin des stocks est particulièrement manifeste dans les zones où les grands prédateurs ont été capturés. Cette capture ciblée d'espèces entraîne un déséquilibre dans les populations. L'écosystème, sans l'intégrité de ses communautés d'espèces, devient beaucoup moins productif. On constate ainsi qu'en Méditerranée, l'extension des zones de pêche s'est faite vers des zones où les stocks de poissons ne sont pas dégradés par la capture des grands prédateurs.

Des études récentes sur les conditions nécessaires à la reconstitution des stocks préconisent une transformation des flottes et du matériel de pêche et la création d'aires marines protégées. Ainsi, des changements apportés à la gestion des pêches dans certaines régions ont contribué au développement de pratiques durables. Voir sur ce point *Des voies alternatives pour les écosystèmes aquatiques, les aires marines protégées* et les options de gestion des ressources avec *Le système des QIT (Quotas Individuels Transférables)*.

Il faut entendre par stocks toutes les espèces de poissons rassemblées dans une zone de pêche.

Des années 50 à la fin des années 90, le volume des prélèvements halieutiques (issus de la pêche) a été multiplié par 4.

Pêche. © C. Maitre, INRA



La contribution de la biodiversité aux services de soutien

Les services de soutien fournis par les écosystèmes, terrestres et aquatiques, sont les services nécessaires à la production de tous les autres services. Ils maintiennent les conditions favorables à la vie sur Terre que ce soit par la formation des sols, le cycle

des éléments nutritifs, la production de biomasse, l'offre en habitats naturels, la rétention et le transport des sédiments, la production de dioxygène atmosphérique, le cycle de l'eau ou celui du carbone.

La biodiversité influe constamment sur ces processus clés, en premier lieu sur la formation des sols.

Il est utile de rappeler que la différence entre biomes, en matière de processus liés aux écosystèmes, est d'abord due à des différences de climat et de disponibilité des ressources, comme les ressources hydriques qui conditionnent le taux d'humidité du sol et sa capacité de fertilisation naturelle.

La biodiversité, et notamment sa dégradation, peut avoir un impact à plus long terme sur les services de soutien fournis par un écosystème en réduisant sa capacité à s'adapter à d'intenses perturbations.

A l'origine de la formation des sols, on trouve la matière minérale qui, lorsqu'elle affleure, est dure mais dégradable.

1. Formation des sols

A l'origine de la formation des sols, on trouve la matière minérale qui, lorsqu'elle affleure, est dure mais dégradable.

Ses premières transformations résultent de l'action du climat (succession de gel et dégel, chaleur), de l'eau, de l'atmosphère, qui interagissent avec la roche, la transforment et la dégradent.

Sur les affleurements de roche nue, les premières et parfois les seules plantes à s'installer sont des lichens, aptes à vivre sans sol et produisant des acides capables de désagréger la roche en surface.

On appelle érosion biochimique l'action des racines qui se glissent dans les interstices et, par leurs exsudats, dégradent les minéraux.

Les produits de la dégradation minérale se mêlent aux déchets végétaux pour former un sol épais là où il n'y avait qu'un rocher nu : quand les lichens meurent, leurs restes s'incorporent aux particules minérales, formant un milieu où des espèces herbacées, puis des arbustes, pourront se développer.

Ce processus est très lent, ce n'est qu'au fil du temps que les plantes réussissent à s'implanter sur les débris amassés.

*** Voir sur ce point**
Vol 2, Act 10 Scénarios divergents à partir des services de soutien et de régulation

2. Recyclage de la nécromasse

Le sol est cependant une matrice complexe.

Les débris végétaux forment une couche de matière organique, la litière, jonchant le sol et provoquant, par sa dégradation, l'érosion de la roche. Mais la litière n'est pas seulement composée de branches, feuilles, fruits et racines des végétaux morts. Elle se compose aussi de cadavres d'insectes, d'animaux, d'excréments, de mucus, de mues, et forme une couche de déchets divers produits par les êtres vivants : la nécromasse (matière organique morte), par opposition à la biomasse (matière organique vivante).

Elle est décomposée et recyclée par une chaîne d'organismes (insectes, champignons, micro-organismes) vivant dans le sol ou à sa surface, produisant ainsi l'humus, riche en éléments minéraux.*

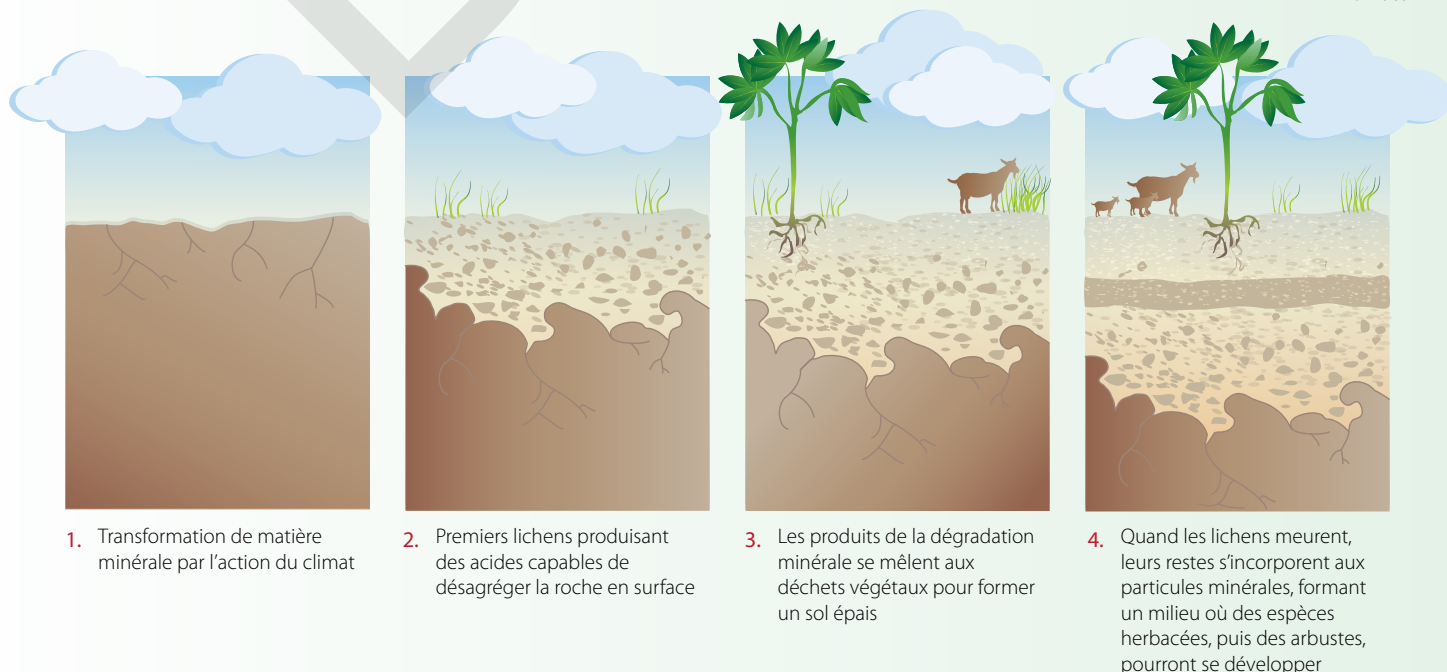
Les produits de la dégradation minérale se mêlent aux déchets végétaux pour former un sol épais là où il n'y avait que la roche nue.

Fourmi.
© Remulazz CC BY-SA 3.0



FIGURE 29 : FORMATION DES SOLS

© UNESCO



Parmi ces décomposeurs, on peut citer ce champignon dont les filaments mycéliens recouvrent le cadavre d'un criquet ; les fourmis, qui dissèquent de gros morceaux de brindilles ou de graines. Les insectes nécrophages (spécialisés dans les cadavres) comme la mouche bleue, les coprophages, comme les bousiers, qui, enterrant les débris dans le sol, éliminent les organismes parasites et autres vecteurs de maladies qu'ils peuvent contenir.

Certains décomposeurs, dont les champignons et de nombreuses bactéries, affinent la matière morte et la transforment jusqu'à l'inorganique, recyclant ainsi les éléments nutritifs dans le sol.

En zone de forêts tempérées, l'absence de nécromasse ligneuse peut indiquer une surexploitation des forêts.

Le Fonds mondial de la nature (WWF) rapporte que près d'un tiers des espèces forestières animales, végétales et fongiques de ces régions, dépendent de la nécromasse et du bois mort.

Un arbre mort peut être l'habitat et la source de nourriture de plusieurs centaines d'espèces pendant des dizaines d'années : insectes saproxylophages (qui mangent le bois mort) parmi lesquels des coléoptères (scarabées, capricornes) à l'état larvaire ou adulte, champignons aux couleurs vives, pics d'espèces différentes selon les régions, tous grimpeurs et établissant des nids spacieux, rapaces, chouettes ou hiboux comme le grand-duc d'Europe, chauve-souris, écureuils, rongeurs comme les loirs. Le bois mort mobilise un grand nombre d'organismes spécialisés dans le recyclage du bois, se succédant par familles et groupes associés tout au long du processus de décomposition.

Ainsi, il est essentiel de conserver le bois mort, en tant que vivier de biodiversité et facteur de vitalité et de qualité de l'écosystème forestier, plutôt que de « nettoyer » les forêts.

La nécrosasse joue un rôle majeur dans la fertilité du sol et le cycle des nutriments.

Feuilles mortes. © Florian Prischl, CC BY-SA 3.0

La nécrosasse est un indicateur de la biodiversité d'un milieu.

Décomposition de la matière organique. © Jörg Hempel, CC BY-SA 3.0



3. Production de l'humus

En se décomposant, la matière organique se minéralise (des composés minéraux sont libérés) et les composés organiques mous se lient entre eux et aux argiles : l'humus se forme.

L'humus est une couche de terre foncée, naturellement protectrice, retenant bien l'eau, un engrais dont la nature chimique varie selon la composition en matière organique. Il entretient durablement les couches inférieures du sol, plus ou moins perméables et aérées, et les recharge naturellement en nutriments : il rend le sol fertile.

Dans les régions arides ou désertiques, en l'absence de couverture végétale, l'humus a du mal à se former. Le sol devient alors plus vulnérable à l'érosion et peut être détruit.

Il s'agit de protéger les terres nues des averses violentes et des vents, grâce à des haies protectrices ou à des cultures de plantes à croissance rapide qui fixent les terres exposées.



Les détritivores contribuent à l'élimination des déchets et de la matière organique. Scarabée. © Dewet, CC BY-SA 2.0

4. Cycle des nutriments

Les nutriments (azote, phosphore, magnésium, potassium, cuivre) sont indispensables à la croissance des plantes et donc à l'édification et au maintien des écosystèmes.

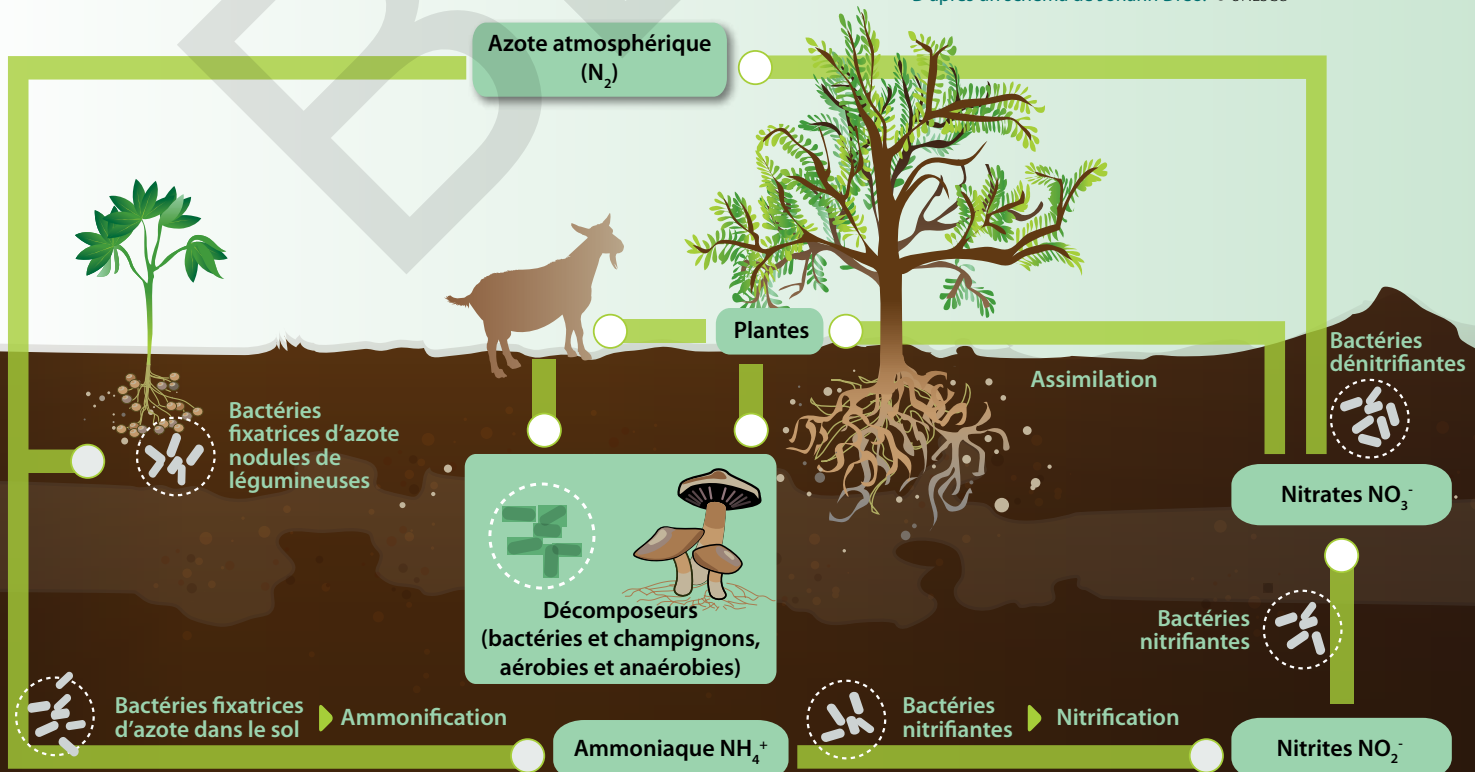
Toutes les espèces participent au cycle des nutriments : elles les absorbent par leur nourriture ou les puisent dans leur milieu (comme les végétaux par leurs racines), elles les stockent ou les transmettent (quand les végétaux sont consommés par les

animaux), elles les recyclent lorsqu'elles décomposent la nécromasse ou lorsque leurs restes décomposés libèrent des nutriments. Ainsi, les nutriments passent constamment du vivant au non vivant et la biodiversité constitue leur support, leur véhicule.

Parmi les nutriments, on distingue les macroéléments comme le carbone ou l'azote qui sont utilisés en grande quantité par les êtres vivants.

FIGURE 30 : CYCLE DE L'AZOTE

D'après un schéma de Johann Dréo. © UNESCO



* **Voir sur ce point**

Vol 2, Act 10 Scénarios divergents à partir des services de soutien et de régulation

L'azote est naturellement présent dans l'atmosphère (78% d'azote), mais nous, êtres humains, ne pouvons pas le mobiliser directement.

Comme la plupart des espèces, nous faisons appel à la chaîne du vivant pour couvrir nos besoins en azote, en le puisant dans notre nourriture : seules certaines bactéries peuvent utiliser directement l'azote atmosphérique, et rejettent alors de l'ammoniac. Ce sont, par exemple, les bactéries du genre *Rhizobium*, fixées sur les racines des légumineuses (haricots, luzerne, trèfles, vesces, alfalfa selon les régions) où elles forment des nodules fixateurs d'azote.* L'ammoniac

peut être utilisé, directement par les plantes ou par d'autres bactéries.

L'exemple du cycle de l'azote, comme celui du carbone ou du phosphore, nous permet de mesurer l'imbrication des grands cycles écologiques des macroéléments avec la chaîne du vivant. Nous-mêmes sommes « imbriqués » dans cette toile, à la fois acteurs (nous libérons par exemple des composés azotés lorsque nous mourons) et dépendants de groupes actifs de bactéries et de précieuses familles végétales pour impulser ces cycles au cours desquels nous couvrons nos besoins métaboliques en substances pures.

5. Production de biomasse

On entend par « biomasse » la masse totale d'organismes vivants mesurée dans une unité donnée, sur une aire précise ou dans une population.

Parmi les services de soutien fournis par les écosystèmes et maintenant les conditions nécessaires à la vie sur Terre, la production de biomasse est un service essentiel.

On entend par « biomasse » la masse totale d'organismes vivants mesurée dans une unité donnée, sur une aire précise ou dans une population.

Le plus souvent, le terme renvoie à l'ensemble de la matière végétale car les plantes représentent près de 90% de la biomasse. On le constate en regardant autour de nous notre environnement naturel : on voit essentiellement des plantes qui constituent la structure spatiale des écosystèmes.

A la base des chaînes alimentaires, les plantes sont des producteurs autotrophes : elles utilisent de la matière non vivante (eau, lumière, sels minéraux) pour se développer et donc produire de la matière

vivante (nouvelles tiges, feuilles, fleurs, racines). Les animaux sont, eux, hétérotrophes : ils utilisent de la matière biologique (viande, plantes, etc.) pour se développer. C'est pour cela que l'on parle de producteurs secondaires (ils produisent du vivant à partir d'autres producteurs), tandis que les plantes sont des producteurs primaires.

Le plus souvent enracinées dans le sol, les végétaux absorbent de l'eau et des éléments nutritifs par leurs racines, ainsi que du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'oxygène (O_2) par les stomates de leurs feuilles.

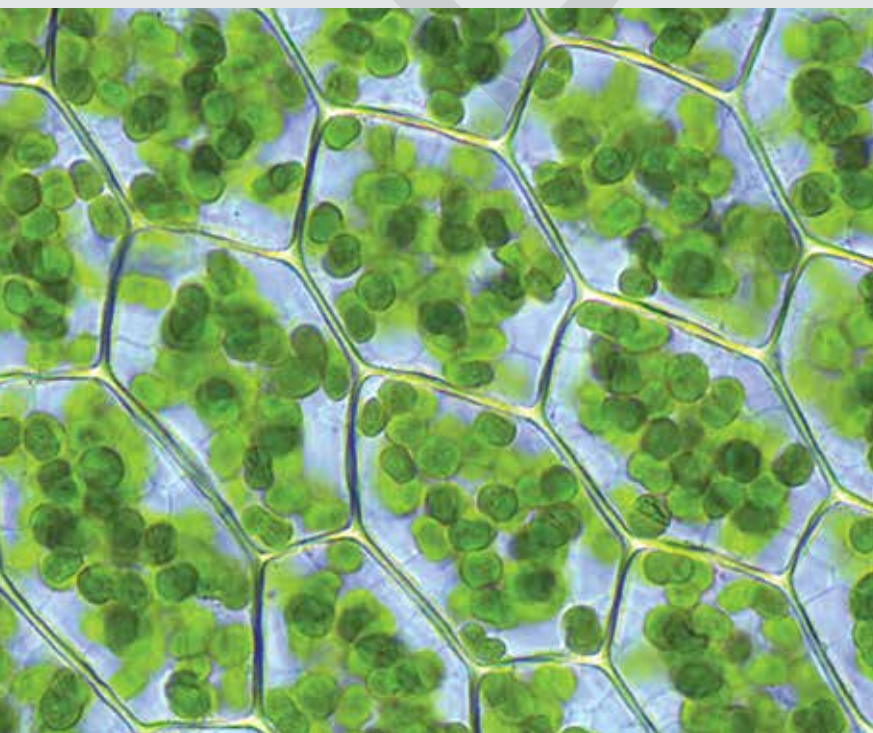
Les plantes captent l'énergie solaire et, grâce à la chlorophylle contenue dans les cellules de leurs feuilles, s'en servent pour convertir l'eau et le gaz carbonique en sucres simples qui constituent leur nourriture. Ce phénomène se nomme la photosynthèse : il permet de synthétiser des sucres à partir de photons, les particules qui constituent la lumière.

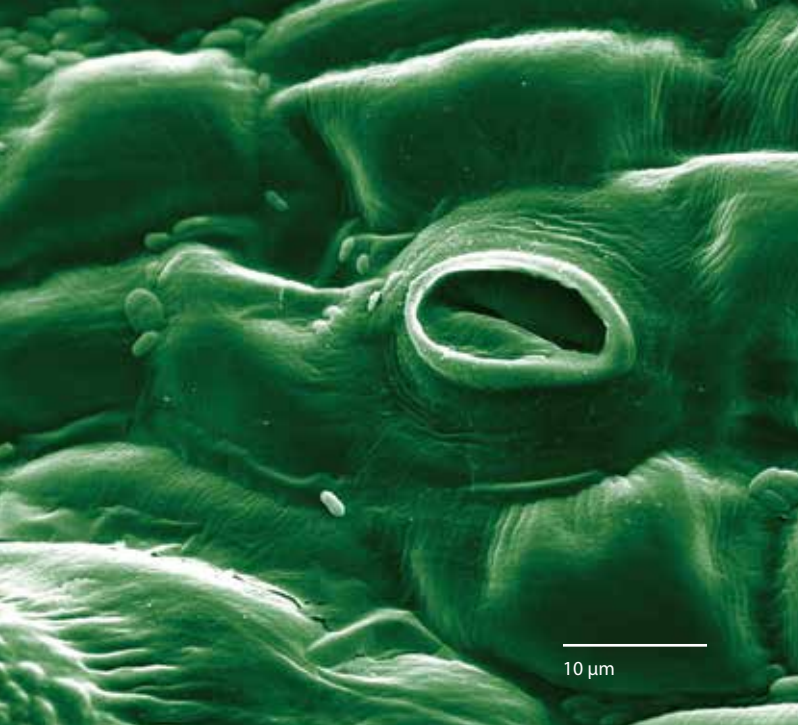
Fragment de feuille observée au microscope.

Photosynthèse. © Kristian Peters CC BY SA

Bactéries du genre *Rhizobium*, fixées sur les racines du soja où elles forment des nodules fixateurs d'azote.

Image microscopique d'un rizome. © United States Department of Agriculture, Domaine public





Les stomates, minuscules pores à la surface des feuilles, permettent aux plantes d'absorber les gaz de l'atmosphère. Elles utilisent le CO_2 lors de la photosynthèse et l' O_2 pour respirer.

Stomate de tomate. © Vojtěch Dostál, Domaine public



Les plantes angiospermes font appel aux pollinisateurs pour les assister dans leur reproduction.

Abeille. © José Reynaldo da Fonseca CC BY 2.5

Les plantes produisent ainsi de la matière végétale qui, par la suite, va nourrir d'autres organismes vivants.

Au-delà de la photosynthèse, la biodiversité participe autrement à la production de biomasse. En effet, un nombre important d'organismes différents a permis la colonisation de nouveaux écosystèmes et donc l'augmentation du nombre total d'êtres vivants et donc de la biomasse.

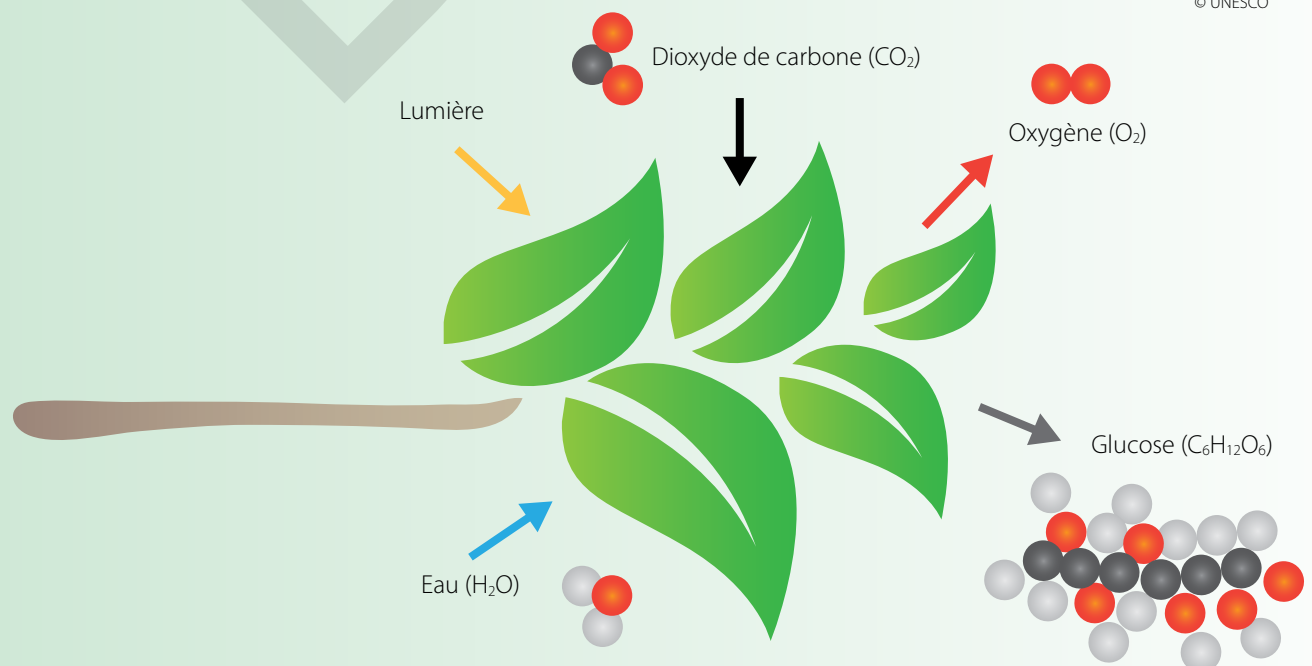
C'est le succès des plantes à fleurs ou angiospermes, apparues il y a 150 millions d'années, qui est en partie à l'origine de cette diversité.

Les nombreuses familles et espèces d'angiospermes qui constituent la grande majorité de nos plantes actuelles, assurent leur reproduction de manière sexuée en faisant appel à des « tiers », à d'autres espèces pour les assister dans les étapes de reproduction: pollinisateurs, disséminateurs variés.

Cette stratégie, contrairement à la reproduction asexuée (clonage) de certaines fougères, par exemple, permet, par un brassage génétique, l'adaptation plus rapide des plantes à leur milieu et aux changements de leur milieu. Cet avantage sélectif a permis aux plantes à fleurs de coloniser de nouveaux écosystèmes plus rapidement que d'autres plantes.

FIGURE 31 : SCHÉMA PHOTOSYNTÈSE

D'après un schéma de TPEphotosyntheseartificielle, CC BY SA 3.0 © UNESCO



Une étude parue dans Ecological Economics menée par un panel de chercheurs français et allemands a chiffré à 153 milliards d'euros la valeur de l'activité pollinisatrice des insectes dans le monde durant l'année 2005, en se limitant aux principales cultures dont l'homme se nourrit.

Les angiospermes ont souvent co-évolué avec les espèces dont elles dépendent pour leur reproduction. Ceci a suscité une extraordinaire diversité : telle forme de corolle ou telle disposition d'organes pour tel agent pollinisateur, telle capsule de graines pour tel disséminateur, telle proportion pour tel type de plante compagne ayant tel besoin en lumière.

C'est donc le foisonnement de nouvelles espèces qui a permis la production de biomasse en tous les points de la planète.

Il est important de comprendre que préserver un service de soutien comme la production de biomasse revient à préserver les maillons précieux des interactions biologiques qui la conditionnent.

Or, une réduction de la diversité des insectes pollinisateurs essentiels à la reproduction des plantes a été observée. Les polluants atmosphériques, parmi lesquels des biocides, insecticides ou fongicides, dégradent les molécules de l'arôme des fleurs et réduisent la portée des fragrances florales et autres phytohormones. Cela rend plus difficile la localisation des fleurs par les pollinisateurs, ce phénomène expliquant en partie le déclin des populations d'abeilles mais également d'oiseaux et de chauve-souris nectarivores dans de nombreux pays dotés de systèmes industriels et agricoles puissants.

Une étude parue dans *Ecological Economics* menée par un panel de chercheurs français et allemands a chiffré à

153 milliards d'euros la valeur de l'activité pollinisatrice des insectes dans le monde durant l'année 2005, en se limitant aux principales cultures dont l'homme se nourrit.

La valeur induite du service de pollinisation rendu gratuitement par la biodiversité, à l'origine du maintien du service de soutien qu'est la production de biomasse, bien au-delà de la production des cultures, est donc colossale et sans doute inestimable.

Rappelons aussi le rôle important joué par les agents disséminateurs ou « germinateurs ».

Les fourmis granivores qui vivent dans les écosystèmes semi-désertiques australiens, consomment l'enveloppe des graines de plantes herbacées, rejettent le reste de ces graines et concourt à les disséminer très uniformément, ce qui explique la densité des magnifiques tapis floraux dès le retour des pluies au printemps.

Un autre exemple de coopération concernant l'activité germinative est celui des bousiers coprophages des forêts humides d'Amérique centrale qui, en enfouissant dans le sol les graines contenues dans les excréments d'animaux frugivores en facilitent la germination.

Ces exemples d'associations, ici de zoochorie, montrent le raffinement des interactions biologiques qui rendent un service aussi attendu et commun que la production de biomasse.

La régression des effectifs de pollinisateurs influe sur le taux de reproduction de certaines espèces.

Epipactis palustris. © H. Krisp, CC BY 3.0

Une autre association particulièrement remarquable implique le casse-noix moucheté et l'arole ou pin cembro en montagne : l'oiseau consomme les grosses amandes contenues dans les cônes du pin, les emmagasine dans son oesophage et sous sa langue pour les dégorger ensuite et les enfouir çà et là en prévision de l'hiver. Les graines oubliées vont germer et assurer la propagation du pin dans les territoires les plus inaccessibles.

Nucifraga caryocatactes, *Kotka Finland*. © Jyrki Salmi, CC BY SA 2.0





Nos activités humaines industrielles ou liées aux infrastructures, utilisent massivement la combustion de roches carbonées (charbon, pétrole et gaz) et lorsque ces combustibles fossiles sont brûlés, le carbone est libéré dans l'atmosphère.

Pollution partant du Beijing vers le fleuve Yangtze. © NASA/GSFC, MODIS Rapid Response, Domaine public

6. Biodiversité et cycle du carbone

Au cours de la photosynthèse, les végétaux absorbent le carbone atmosphérique sous forme de gaz carbonique et le transforment en molécules organiques énergétiques (glucides, protéines, lipides). Les animaux eux, comme pour l'azote, absorbent du carbone en mangeant des végétaux ou d'autres animaux.

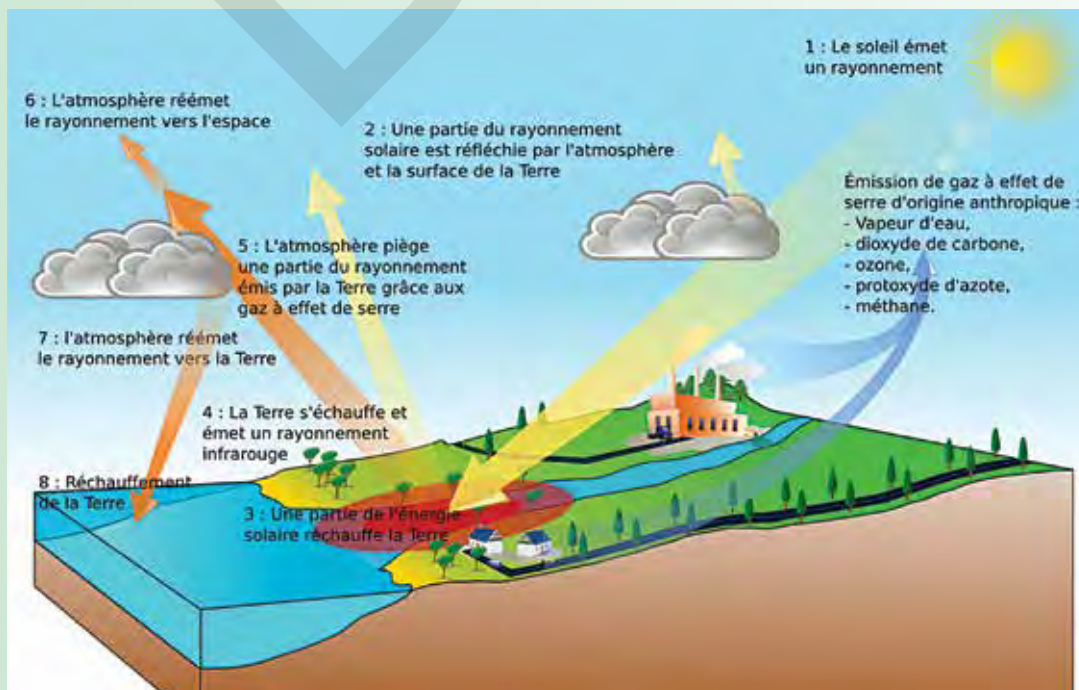
Lorsque les êtres vivants meurent et sont décomposés par des micro-organismes, la majeure partie de leur carbone retourne dans l'atmosphère.

Là où il n'y a pas assez d'oxygène générant une réelle activité microbienne dans le sol, les micro-organismes ne décomposent pas les restes carbonés et ceux-ci s'accumulent, immobilisés sous terre. Ils finissent par se transformer en charbon, pétrole ou gaz naturel et constituent des réserves naturelles de carbone.

Nos activités humaines industrielles ou liées aux infrastructures, utilisent massivement la combustion de roches carbonées (charbon, pétrole et gaz) : lorsque ces combustibles fossiles sont brûlés, le carbone est libéré dans l'atmosphère.

FIGURE 32 : LE CYCLE DU CARBONE

Comme le cycle de l'azote, le cycle du carbone est un des grands cycles biogéochimiques de notre planète. Il correspond à l'ensemble complexe des échanges d'éléments carbone entre l'eau, les roches, la matière vivante, la nécromasse et l'atmosphère de la terre. Au même titre que l'azote, c'est un macroélément ; tous les êtres vivants renferment l'élément carbone.



Une autre source importante de rejet de gaz carbonique d'origine humaine est la combustion massive de matières organiques due à la déforestation.

Encore largement pratiquée dans les zones tropicales pour des raisons de développement économique, la déforestation correspond souvent à une destruction radicale des forêts par le feu pour en convertir les territoires en terres de culture. On estime ainsi que 750 millions d'ha de savanes sont brûlés chaque année, dont près de la moitié en Afrique.

L'impact des interventions humaines sur la modification du cycle du carbone est aujourd'hui chiffrable : au cours des deux derniers siècles, la concentration de dioxyde de carbone atmosphérique a augmenté d'un tiers.

Et ce déséquilibre est en grande partie à l'origine d'un phénomène conséquent de réchauffement climatique causé par l'action de gaz à effet de serre du dioxyde de carbone et du méthane anormalement concentrés dans l'atmosphère.

Si l'on considère aujourd'hui la possibilité de quantifier et de comprendre précisément l'incidence des activités humaines sur le changement climatique en cours, il est essentiel d'analyser et de prendre en compte le rôle de la biodiversité dans la régulation du climat et le stockage potentiel de carbone par la photosynthèse. Celle-ci est en effet le principal mécanisme de séquestration du carbone.

La photosynthèse ne concourt pas à réduire les émissions de CO₂ mais plutôt à « extraire » le dioxyde de carbone de l'atmosphère en le piégeant ou le stockant dans les réservoirs naturels que sont par exemple les forêts.

Si le bilan en carbone d'un écosystème forestier est encore difficile à estimer, il est établi qu'une forêt tropicale en phase de croissance et une forêt tempérée non soumise aux incendies sont de véritables « puits de carbone » par fixation du gaz carbonique dans le bois et le sol.

Dans une forêt, toutes les formes de biomasse stockent du carbone : par la cellulose, la lignine, la nécromasse, la biomasse animale, microbienne et fongique.

Les changements drastiques effectués dans l'affectation des sols et la couverture forestière à l'échelle de la planète, qui ont un impact sur la biodiversité, ont une incidence sur la régulation du cycle du carbone et sur le climat au niveau local, régional et mondial.

Imaginons ce qu'il adviendrait en termes de réchauffement climatique si la forêt amazonienne évoluait d'un rôle de « puits de carbone » vers un rôle de « source » de carbone pour l'atmosphère.

Chaque année la forêt amazonienne, à travers notamment ses plantations récentes en phase de croissance, recycle 66 milliards de tonnes de dioxyde de carbone qui correspondent à près de 3 fois les émissions des carburants fossiles brûlés dans le monde.

L'Amazonie. © Neil Palmer/CIAT, CC BY 2.0



7. Biodiversité et autres services de soutien

Par la photosynthèse, les plantes assurent leur croissance grâce à la transformation du gaz carbonique qu'elles prélèvent dans l'atmosphère. Par le même processus, elles rejettent de l'oxygène, gaz indispensable aux êtres vivants, car nécessaire pour la respiration des cellules.

Les végétaux fournissent les 21% de dioxygène qui rendent l'atmosphère terrestre respirable ; les plus grands producteurs sont les cyanobactéries, les algues et les végétaux microscopiques qui forment la composante végétale du plancton et le phytoplancton, avant les grandes forêts. Une grande partie de l'oxygène océanique produit par le phytoplancton est en effet libéré dans l'atmosphère.

Si le taux d'oxygène libéré dans l'atmosphère est constant, il résulte d'un état d'équilibre entre sa production par photosynthèse et sa consommation (par la respiration et la combustion).

Or, on a constaté une diminution des teneurs en oxygène dans les océans en partie due à une défaillance du phytoplancton pour régénérer l'oxygène par la photosynthèse. Ce phénomène serait en partie causé par l'acidification des eaux océaniques.

En effet, les cycles du carbone et de l'oxygène étant liés, les océans fournisseurs d'oxygène sont aussi d'immenses puits de carbone, assimilé via le plancton, les coraux et les poissons, puis transformé en roche sédimentaire (calcaire biogène).

L'accroissement du niveau de CO₂ au-delà d'un seuil critique dans l'atmosphère, l'augmentation de la concentration de ce gaz en milieu océanique et les retombées d'acide nitrique et d'ammoniac contenues dans les pluies acides, tendent à acidifier les eaux et créent des conditions non compatibles avec la biominéralisation, la croissance du corail et la vitalité du phytoplancton.

Les océans, devenant acides, pourraient détruire le phytoplancton qui piège le carbone et fournit l'atmosphère en oxygène.

Lorsque les eaux ruissellent à la surface des sols, l'action des racines qui pénètrent la terre est essentielle : elles maintiennent d'abord les sols en place, sur les versants en particulier, en les structurant par leurs divisions ; elles permettent ensuite aux eaux de s'infiltrer à travers ces fissures naturelles et à percoler en migrant lentement à travers les sols pour alimenter les nappes phréatiques.

Les récifs coralliens produisent le carbonate de calcium, principal puits de carbone océanique et planétaire.

Récife Flynn. © Toby Hudson, CC BY SA 3.0

La biodiversité contribue également à la production d'eau douce. Même si le cycle de l'eau est essentiellement biochimique, les organismes vivants, et notamment les végétaux ont une grande influence sur ce cycle.

Source. © Ana Eduarda Gonçalves de Barros, FAO FO-7404



Dans des régions où la déforestation est importante, sous une pression démographique constante comme en Inde du Nord, dans le Pamir ou certains sites d'Asie du Sud-Est où la couverture forestière ne retient plus l'eau des pluies intenses des moussons ou l'eau de fonte des montagnes, le ruissellement augmente, les sols n'absorbent plus les précipitations et sont eux-mêmes déstructurés par l'absence d'humus.

La déforestation entraîne alors des inondations, des coulées de boue meurtrières, tandis que les sols lessivés s'érodent et s'assèchent. Un effet cumulé de la dégradation de la couverture végétale est de voir diminuer l'évapotranspiration : l'eau infiltrée dans le sol est absorbée par les racines des végétaux, qui la « pompent » et en libèrent une partie dans l'atmosphère par la respiration. L'eau atmosphérique est directement absorbée par contact des feuilles, des tiges et des épidermes. Toutes les plantes qui constituent la couverture végétale retiennent de l'eau pour le fonctionnement de leurs cellules.

La déforestation, pratiquée intensivement dans une région, a pour effet de diminuer l'évapotranspiration et le cycle de l'eau peut s'en trouver modifié fortement au niveau local, et entraîner des perturbations comme les inondations.

Parmi les services de soutien fournis par les écosystèmes, l'offre en habitats naturels est un service précieux auquel certaines espèces dans la toile du vivant contribuent très directement.

Ces espèces sont de véritables clés de voûte des communautés d'espèces ; elles démontrent souvent de grandes qualités « d'ingénierie » écologique ; on les qualifie souvent d'« organismes ingénieurs » car elles construisent ou constituent elles-mêmes des sources d'habitats pour d'autres organismes.

On a pu citer les gros arbres des forêts caducifoliées qui vivants, et surtout morts, abritent des communautés d'espèces successives au fil du temps ;

On peut citer les récifs coralliens qui ressemblent à des rochers sculptés mais sont en fait des squelettes de corail, les polypiers, où des milliers de polypes vivent en colonies. Des algues microscopiques vivent à l'intérieur des polypes et y produisent de la nourriture qu'elles transmettent aux coraux et distribuent à des milliers d'espèces récifales, des poissons, des algues tapissantes, des limaces gastéropodes qui elles-mêmes sont les proies des prédateurs des récifs.

Egalement les castors qui coupent le bois, assemblent et entretiennent des barrages où ils abritent des communautés d'invertébrés et de micro-organismes aquatiques, à la base des chaînes alimentaires.

Comme dans le cas de prédateurs naturels introduits pour la lutte biologique, leur possible introduction ou renforcement dans les écosystèmes nécessite de multiples précautions : une analyse fine de leur sensibilité aux conditions environnementales et de leur capacité de dispersion.





Grande barrière de corail. © Sarah Ackerman, CC BY 2.0

Barrage des Castors : Ces exemples d'organismes ingénieurs nous rappellent qu'ils peuvent être de précieux partenaires dans la restauration ou la régulation d'écosystèmes menacés.

Barrage des castors. © Schmiebel, CC BY-SA 3.0



Parmi les espèces animales ingénieurs, citons les vers de terre qui ont une action mécanique considérable sur les sols : ils aèrent la terre et, de ce fait, l'alimentent en oxygène pour un bon développement de l'activité microbienne ; ils concentrent les ressources dans leurs terrioles et créent des concentrations, des « patches » de nutriments pour la faune et la flore du sol, accélérant la croissance des plantes.

Lumbricus terrestris. © David Perez, CC BY 3.0

Le point de basculement est défini comme « une situation dans laquelle un écosystème évolue vers un nouvel état, impliquant des changements importants dans la diversité biologique... »

Biodiversité et le concept de point de basculement

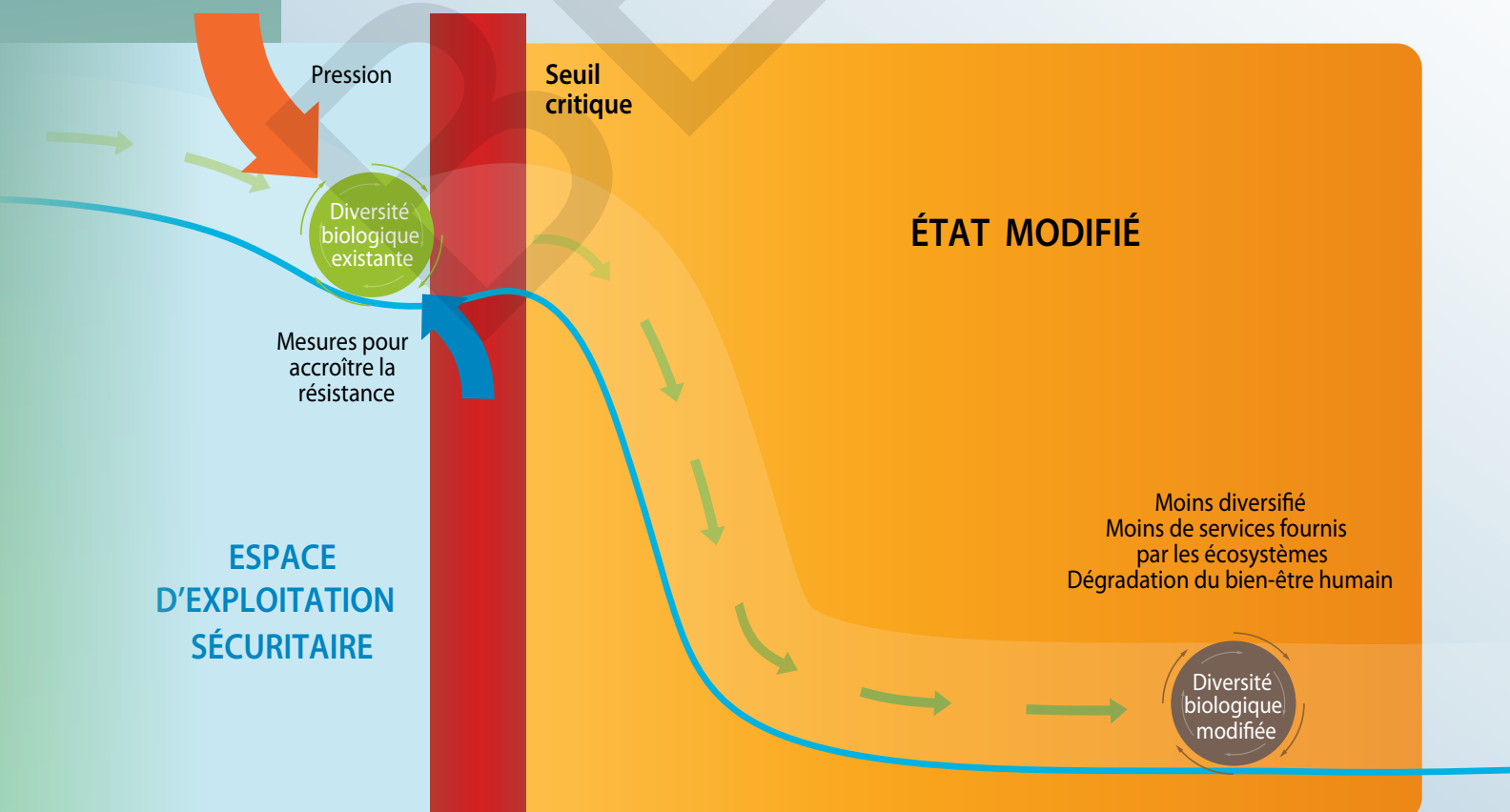
Dans le cadre du GBO3, le point de basculement est défini comme « une situation dans laquelle un écosystème évolue vers un nouvel état, impliquant des changements importants dans la diversité biologique et les services rendus aux populations par cet écosystème, à l'échelle régionale ou mondiale ».

Le rapport relève plusieurs aspects communs aux points de basculement qui en présentent au moins un :

- Le changement s'auto-entretient par le biais de rétroactions positives ; à titre d'exemple, la déforestation entraîne une baisse des précipitations à l'échelle régionale, ce qui augmente le risque d'incendie, avec un dépérissement des forêts et davantage de sécheresse.
- Il existe un seuil au-delà duquel une modification brutale de l'état écologique se produit, même si ce seuil peut rarement être calculé avec précision ;

FIGURE 33 : LES POINTS DE BASCULEMENT – UNE ILLUSTRATION DU CONCEPT

Les pressions croissantes exercées sur la diversité biologique risquent de faire évoluer certains écosystèmes vers de nouveaux états, avec des conséquences préoccupantes pour le bien-être humain au fur et à mesure que des points de basculement seront franchis. Bien que les points de basculement soient difficiles à identifier précisément, on admet qu'une fois qu'un écosystème a changé d'état, il peut être difficile, sinon impossible, de le ramener à son état antérieur.



- Les changements sont persistants et difficiles à inverser ;
- Il existe un décalage temporel important entre les pressions qui conduisent à un changement et l'apparition de ce changement, ce qui rend difficile la gestion écologique.

Du fait de leur impact potentiellement important sur la diversité biologique ainsi que sur les services rendus par les écosystèmes et le bien-être humain, les points de basculement constituent une préoccupation majeure pour les experts scientifiques, les gestionnaires et les responsables politiques.

Le GBO3 rappelle enfin « qu'il peut être extrêmement difficile pour des sociétés de s'adapter à des changements rapides et potentiellement irréversibles

du fonctionnement et de la nature d'un écosystème dont ces sociétés dépendent.

Même s'il est presque sûr que certains points de basculement seront franchis dans l'avenir, leurs dynamiques ne peuvent, à l'heure actuelle et dans la plupart des cas, être anticipées avec suffisamment de précision et d'avance, pour pouvoir adopter des approches spécifiques et ciblées permettant de les éviter ou d'en atténuer les effets. »

Il est donc recommandé d'exercer une gestion responsable du risque en appliquant le principe de précaution aux activités humaines connues pour entraîner un appauvrissement de la diversité biologique.*

*** Voir sur ce point**

Vol 2, Act 10 *Scénarios divergents à partir des services de soutien et de régulation*



Rennes. © Lawrence Hislop, UNEP GRID-Arendal

Ours polaire, Svalbard. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal

Pingouins. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



Biodiversité et services culturels des écosystèmes

Nos usages singuliers, distinctifs, de la nature, à travers la chasse, la pêche, la cueillette, l'agriculture, l'élevage, et ainsi nos modes de vie, ont été façonnés par la disponibilité des ressources naturelles et par les contraintes, surtout climatiques, du milieu.

1. Nature et culture à l'échelle universelle

Dans leur histoire et leur construction, les sociétés humaines ont évolué en interaction permanente avec la nature environnante. Le milieu naturel a forgé la diversité de nos sociétés. Nos usages singuliers, distinctifs, de la nature, à travers la chasse, la pêche, la cueillette, l'agriculture, l'élevage, et ainsi nos modes de vie, ont été façonnés par la disponibilité des ressources naturelles et par les contraintes, surtout climatiques, du milieu. Chaque communauté humaine a ainsi inventé, élaboré un ensemble complexe de solutions, de réponses afin de faire face aux défis de son environnement naturel.

On entend par diversité bio-culturelle l'ensemble de ces différences à l'échelle du monde, dérivée des multiples façons dont les humains interagissent avec leur environnement naturel. La coévolution des groupes humains et des environnements naturels a généré des connaissances écologiques et des coutumes locales : un réservoir vital d'expériences, de méthodes et de compétences aidant les différentes sociétés à gérer leurs ressources.

On ne peut cependant pas résumer la culture à un ensemble d'interactions avec l'environnement naturel car elle découle autant de l'influence de facteurs directement humains et sociaux.

Au fil de l'Histoire, si l'*Homo sapiens* a pu apprivoiser la nature, et développer des usages de celle-ci, il le doit à sa spécificité d'être « percevant », d'être « pensant », doté d'un psychisme complexe et d'une mémoire très développée.

Percevoir, pour un être humain, est un phénomène physiologique certes, mais qui n'est pas réductible à l'action d'un organe (l'œil, par exemple) ni même à l'interprétation du seul individu en train de percevoir : c'est une opération mentale complexe, liée à notre psychisme tout entier.

De tous temps, nous avons perçu la nature et conçu le monde à travers de puissants déterminismes idéologiques. Dès lors, si, en chaque point de la planète, nous percevons, notre manière de percevoir

Pêcheurs du lac de Pátzcuaro, Mexique. © Fergar CC BY-SA 3.0

Matériel de récolte de vin de palme. © Ji-Elle Domaine public





n'est pas universelle : nous percevons surtout ce que nous connaissons du monde.

La culture reflète l'évolution d'une communauté humaine avec sa propre identité, déterminée par son origine ethnique, son histoire, sa langue, sa religion et ses expressions artistiques.

En résumé, perception et mémoire ont fait que les êtres humains, de manière différente en chaque région de la planète, ont pu reconnaître des situations, des expériences, et ont élaboré des représentations de la nature et, plus largement, des systèmes, des constructions, pour faire face à leur environnement naturel et social et apprendre à les gérer.

Parmi ces systèmes, on trouve les langues, les systèmes de connaissances (acquisition du savoir, de connaissances pratiques et de savoir-faire), les systèmes de valeurs (éthiques, morales, spirituelles), les systèmes de croyances (religion, vision du monde), les expressions artistiques, les systèmes économiques (modes de production et d'échange), les systèmes

sociaux (institutions), les systèmes légaux, les systèmes fonciers...

Tous ces systèmes se sont construits en interaction avec le monde naturel : les communautés humaines ne se sont pas appuyées sur les processus naturels du seul point de vue de la satisfaction de leurs besoins vitaux, tels que respirer, boire, ou s'alimenter. Les processus naturels ont stimulé chez l'homme le besoin de se développer de manière intellectuelle, sensible, spirituelle ou encore artistique. En termes d'évolution, c'est dans l'interface avec la nature que nous avons vécu puis enrichi nos premières émotions de ce type.

La diversité du monde biologique constitue en un sens le ferment de notre expérience. La coévolution des humains et de leurs environnements naturels a permis qu'émergent nos représentations toujours plus complexes du monde, autant de visions du monde, plurielles et variées, autant de manières éthiques d'aborder la vie. En ceci, la nature remplit de précieuses fonctions.

Peinture rupestre représentant des buffles, grotte de La Covaciella, Espagne.
© José Manuel Benito, Domaine public

Fresque mêlant des scènes de vie et des hiéroglyphes, Égypte.
© Domine public



« La mascarada » de La Viajanera est un rituel en Cantabria en honneur à la nature.
© Cerofe CC BY-SA 3.0





La voie lactée. © BlaiseThirard CC BY-SA 3.0

Aurore boréale. © Sennheiserz CC BY-SA 3.0

Cryolophosaurus elliot. © D. Gordon E.Robertson CC BY-SA 3.0



Biodiversité et perception

La diversité du vivant joue un rôle dans l'éveil de la sensibilité individuelle.

N'avons-nous pas tous été émerveillés un jour devant les formes foisonnantes des végétaux tropicaux, devant les lignes d'un relief montagneux, l'éclat des couleurs des floraisons printanières, la beauté d'un paysage entre ciel, terre et mer?*

La biodiversité joue aussi un rôle essentiel dans l'élaboration de nos systèmes de désignation et

de classification. En effet, notre capacité à classer, à ordonner, que ce soit par la classification scientifique (en botanique ou en paléontologie) ou artistique (nuanciers de couleurs), sont dérivés de la richesse de la diversité naturelle. Ainsi, la palette de nos sensations trouve son origine, en partie, dans la diversité des saveurs des plantes condimentaires, des espèces fruitières et légumières, dans les nombreux constituants volatils des plantes qui nous entourent.**

* Voir sur ce point

Act 7 et Act 8 Le jeu des espèces, des services et des produits et Act 8 Carnet d'étude de la nature inspiratrice

** Voir sur ce point

Act 8 Carnet d'étude de la nature inspiratrice

Biodiversité et expressions artistiques

Le vivant nous a de tous temps inspiré en termes d'émotions esthétiques et d'expressions artistiques.

Dans la civilisation occidentale, la représentation analogique de la nature est extrêmement répandue dans les productions artistiques. L'image est clairement un signe visuel, un objet renvoyant à un autre objet, et qui existe dès lors par sa représentation. Nous avons traditionnellement copié le monde visible et, à fortiori, la diversité biologique pour la restituer en fresque, en peinture, en sculpture, en dessin, en photo ou encore en cinéma.

Citons l'engouement des peintres hollandais et espagnols de l'Âge d'Or (XVII^e siècle) pour les sujets de nature, présentés dans un contexte



Petits chevaux en papier mâché, Mexique.
© Tomascastelazo, CC BY SA 3.0

Nature morte. © Cornelis de Heem, Domaine public



Arbre de vie, Azerbaïdjan. © Urek Meniashvili CC BY SA 3.0



d'utilité domestique. Ces sont les espèces composant les mets, les bouquets, ornant les murs des cuisines, captées dans un réalisme cru, presque décoratif : crustacés, huîtres ouvertes, gibier, noix, grenade, coing, citron au zeste en spirale, à demi épluché, chardon... Parfois, un intrus, lézard ou papillon, porteur de valeur d'impermanence, voire représentant le périssable, comme un poisson en cours de décomposition ou les têtes de mort des *Vanités* (Nature morte dont la composition suggère que la vie humaine est précaire et vide de sens). Dans d'autres contextes d'expression culturelle, on retrouve la même célébration de la diversité biologique, comme en atteste les têtes en bronze de style Ifé, découvertes en 1938 dans le sud du Nigéria.

Dans les cultures autochtones d'Afrique ou d'Australie, la révérence pour la nature s'exprime souvent de manière plus ritualisée, théâtralisée, dans des mythes et des croyances à la limite entre l'art et la religion qui structurent les sociétés elles-mêmes.

Les représentations du monde transmises par ces mythes permettent aux peuples de définir leur mode de vie dans un lien d'appartenance à la nature, d'établir des mises en scène et des rites de célébration codés, ainsi que des règles d'accès et d'usage des ressources naturelles.*

* Voir sur ce point

Vol 2, Act 8 Carnet
d'étude de la nature
inspiratrice

Les représentations artistiques qui en sont issues sont de l'ordre de masques, de peintures, de totems, de sculptures, de danses et s'inscrivent dans ce contexte de rites et de célébrations. Elles participent aux pratiques de « catharsis », de « purification des passions ».

L'œuvre d'art analogique occidentale participe elle d'une forme de transcription, exprime un besoin irrésistible de restituer sous des formes artistiques diverses les sensations et les émotions éprouvées devant la nature.

Dans les deux cas cependant, les productions artistiques qui mettent en scène la diversité du vivant dépassent les individus ou les communautés qui les produisent pour trouver leur public.

Rappelons la définition d'une œuvre d'art donnée par Ernst Gombrich dans son *Histoire de l'art*: « Ce que nous nommons œuvre d'art n'est pas le produit d'une activité plus ou moins mystérieuse, mais bien un objet fait de main d'homme pour l'usage d'autres hommes ».

L'art peut être décrit comme un don, une « offrande » de la part d'artistes, des « passeurs », qui nous apprennent à voir et revoir dans la diversité naturelle des aspects toujours nouveaux, insoupçonnés.

Wawadit'la – la maison de Mungo Martin – et ses totems, Parc Thunderbird, Columbia Britannique. © Ryan Bushby CC BY SA 2.5



Fête de la récolte, Allemagne. © Eeignes Werk CC BY SA 3.0



Instruit par eux, notre regard s'aiguise à découvrir l'infini dans la finitude, le caractère fantastique de la diversité biologique sous son réalisme apparent, et dans les réalisations d'artistes contemporains

(Chapman Brothers, Damian Hirst, Fabrice Hybert) les scénarios mi-imaginaires mi-visionnaires du risque d'emballement, de mutation du vivant, contraint, exposé de toutes parts à d'intenses pressions.

Les différentes communautés humaines ont développé des usages de la nature en s'adaptant aux disponibilités des ressources et contraintes du milieu.

2. Biodiversité et savoirs autochtones

La nature nous rend d'autre part de précieux services culturels en matière de formation et d'expertise technique à travers l'acquisition de connaissances autochtones et de savoir-faire.

Les différentes communautés humaines ont développé des usages de la nature en s'adaptant aux disponibilités des ressources et contraintes du milieu. Au fil de leur expérience, elles ont su ajuster et modifier l'environnement naturel pour satisfaire leurs besoins, tout en tirant des enseignements de cette relation interactive.

Les paysages ont ainsi été aménagés : des pratiques agricoles se sont mises en place. Les termes de « terroirs » en Europe, de « Satoyama » au Japon font référence à ces paysages nés de l'union de la nature et de la culture. Ils traduisent une connaissance fine des milieux naturels et de leur biodiversité, ainsi que des modes de gestion souvent harmonieux et durables.*

L'UNESCO et l'Association *Terroirs et Cultures* définissent le terroir comme « un espace géographique délimité, défini à partir d'une communauté humaine qui construit au cours de son histoire un ensemble de traits culturels distinctifs, de savoirs et de pratiques fondés sur un système d'interactions entre le milieu naturel et les facteurs humains ».

Les terroirs constituent des aménagements paysagers qui illustrent une ou plusieurs pratiques agricoles: terrasses, palmeraies, marais-salants, vignobles, paysages marqués par le sylvo-pastoralisme ou l'élevage bovin, bocages... Ils se définissent aussi par l'ensemble des savoirs et des connaissances qu'ils véhiculent : des connaissances approfondies sur les espèces et les milieux, sur l'utilisation des ressources, sur la gestion et la modification des semences, sur la rotation des cultures, reposant sur une base d'indicateurs et de techniques de diagnostics utilisés localement.

* Voir sur ce point

Vol 2, Act 6 La fresque des terroirs

Ces savoirs empiriques reposent sur les caractéristiques du milieu naturel, ils varient d'une région à l'autre. Le maintien des écosystèmes locaux et de leur diversité biologique permet l'édification de ces systèmes de savoirs et leur transmission d'une génération à l'autre.

Vignoble, Cully-Lavaux, Suisse. © Ricardo Hurtubia, CC BY 2.0

Agriculture traditionnelle, Afrique. © Neil Palmer (CIAT), CC BY SA 2.0





Femme Miao broyant du maïs. Chine. © Yves Picq, CC BY SA 3.0

Touaregs nomades. © Garrondo, CC BY SA 3.0



La reconnaissance des savoirs locaux dans les processus et politiques de développement est une des priorités du programme intersectoriel LINKS (Programme des systèmes de savoirs locaux et autochtones) de l'UNESCO lancé en 2002. Ce programme assimile les savoirs locaux à des « savoirs écologiques traditionnels », recouvrant des connaissances et interprétations accumulées par des peuples ayant une longue histoire d'interaction avec l'environnement naturel. LINKS met en évidence le lien de ces systèmes de savoirs à des rituels, à la spiritualité et à une vision du monde.

Il existe des liens importants entre expression artistique et spiritualité, mais aussi entre savoirs locaux et spiritualité dans de nombreuses sociétés autochtones.

Dans la tradition orale de ces sociétés, les connaissances écologiques traditionnelles sont enseignées, apprises et transmises uniquement par l'action. Ainsi, chez les Inuits, l'enseignement d'une technique de chasse s'accompagne d'un rite de passage à l'âge adulte. Au Maroc, lors de l'édification de terrasses dans l'Atlas, les femmes dansent et chantent sur les ouvrages une fois la pluie passée. Par leur piétinement, elles tassent les sols, les rendant imperméables, en même temps qu'elles invoquent une forme de protection divine pour les ouvrages.

Les sociétés traditionnelles n'opposent pas les valeurs de rationalité et de spiritualité : l'utilisation et la gestion des écosystèmes et de leur biocénose alimentent directement les savoirs locaux, transparaissent dans les expressions artistiques qui mettent en scène la diversité du vivant et font l'objet de dévotion.

Ainsi, certains territoires situés dans des zones reculées (le Páramo andin, les forêts sacrées des sherpas tibétains) peuvent être assimilés à des sanctuaires réservés au culte des ancêtres. D'autres lieux, souvent dotés d'exceptionnelles qualités physiques (formes du relief, qualités du minéral) concentrent de puissantes associations religieuses et artistiques, tel le Parc national Uluru-Kata Tjuta (Ayers Rock) pour la communauté aborigène.

Ces sites sont d'ailleurs classés par la Convention du Patrimoine Mondial de l'UNESCO dans la catégorie des *Paysages culturels associatifs*. Ils démontrent l'indivisibilité de la nature et de la culture dans ces sociétés.

Plus largement, on constate que même des paysages jouant aujourd'hui un rôle social et économique actif peuvent être empreints de révérence et de significations religieuses. Ainsi, les terrasses de riz des cordillères philippines, ouvrage sacralisé par leurs fondateurs, le peuple Ifugao, le sont toujours.

3. Erosion de la diversité biologique et de la diversité culturelle

Nous entretenons tous une relation avec la biodiversité et les raisons que nous avons de l'apprécier sont à chaque fois différentes.

Aujourd'hui majoritairement habitants des villes, notre contact avec la nature est souvent indirect, au moins en apparence, car nos besoins physiologiques de manger et de goûter une eau saine, de respirer un air plus léger, nous ramène au vivant, et par extension, à la place que nous lui accordons dans nos vies et nos sociétés. Paradoxalement, on assiste simultanément à un véritable rétrécissement de la nature. Les zones naturelles sont grignotées, les habitats fragmentés, les populations isolées.

En parallèle à un déclin massif des populations d'espèces locales et sauvages, on constate une érosion des spécificités culturelles. En effet, chaque plante à usage médicinal participe à la préservation des connaissances en matière de médecine traditionnelle, chaque espèce ligneuse à la préservation des savoir-faire en ébénisterie, chaque espèce aromatique compte pour préserver la variété des saveurs utilisées dans la cuisine locale.

La disparition des espèces entraîne ainsi la disparition de précieuses connaissances autochtones sur lesquelles se fondent ou s'élaborent nos identités culturelles. Or, perdre son identité ou, plus largement, vivre un état de dérive identitaire, c'est perdre l'accès à une existence intellectuelle, affective, morale et spirituelle satisfaisante.

Le document de travail de la *Conférence internationale sur la diversité biologique et culturelle* qui s'est tenue en juin 2010 à Montréal attirait l'attention sur ce double phénomène d'érosion de la diversité biologique et culturelle : « 2010... sonne aussi le signal d'alarme sur les changements sans précédent subis par les principales composantes biologiques et culturelles de la planète... Dans ce contexte actuel de changement mondial, la perte de diversité biologique, jumelée avec la perte simultanée des langues, des systèmes de connaissances et des modes de vie spécifiques, a engendré de nouveaux défis pour les systèmes socio-écologiques ».

L'érosion des savoirs autochtones peut contribuer à une forme d'acculturation, c'est-à-dire d'abandon progressif de tout ou partie de ses propres valeurs culturelles pour assimiler celles d'un autre groupe humain. Ce processus constitue une menace s'il équivaut à une forme d'aliénation ou de désorientation, des jeunes en particulier. Or, de nombreux peuples autochtones sont menacés par les pressions conjuguées de l'acculturation et de la réduction de leurs ressources naturelles.

Dans certains contextes indiqués par le GBO3, ces pressions se sont accompagnées de choix économiques qui se sont révélés néfastes pour les communautés.

Du fait des exigences de rentabilité économique, de nombreux petits producteurs agricoles, forestiers ou

Dans les pays développés, on voit émerger une demande sociale de nature de plus en plus grande à laquelle nous répondons par des plages de temps consacrées à des activités récréatives au contact du vivant : tourisme vert, activités de plein air.

Parc dans la ville d'Oslo. © Omar Hoftun, CC BY SA 4.0



aquacoles, ont délaissé les méthodes traditionnelles de gestion des ressources limitant par exemple la collecte d'une écorce précieuse en médecine ou fermant certaines zones à la pêche. En conséquence, l'accès et l'exploitation des ressources sont moins réglementés et ces dernières peuvent être pillées, privant les populations de biens précieux et d'une grande valeur culturelle.

Pour les mêmes raisons, la polyculture ou l'implantation de cultures vivrières sont parfois délaissées au profit d'une seule culture conduite de manière intensive dans un but de bénéfices financiers rapides. Ces choix, souvent dictés par des exigences à court terme parfaitement compréhensibles, ont des conséquences désastreuses en cas de mauvaise récolte ou de surexploitation. Ils fragilisent alors les populations locales, confrontées à la malnutrition, à la maladie, voire à la famine.

4. Diversité bio-culturelle et développement

Le maintien de la biodiversité (et des savoirs autochtones qui en découlent) doit être une priorité des programmes et politiques de développement et de lutte contre la pauvreté : notre autosuffisance alimentaire et notre santé dépendent des écosystèmes qui nous entourent et des biens et services qu'ils garantissent.

Il est essentiel de considérer cette diversité, biologique et culturelle, comme facteur de développement socio-économique. Les acteurs de chaque région doivent pouvoir protéger et mettre en valeur des techniques ancestrales d'usage du territoire, particulièrement adaptées dans le contexte de l'environnement naturel où elles ont été développées.

Il s'agit d'enjeux d'avenir : ces savoirs, tels les connaissances locales en matière d'amélioration des semences à partir d'espèces sauvages apparentées, ont prouvé leur utilité et inspiré les technologies modernes.

Il est donc important de renforcer les capacités des communautés à assimiler savoirs exogènes et endogènes.

Sur ce point, les institutions internationales travaillent à la reconnaissance des droits à la propriété intellectuelle des peuples autochtones, ainsi qu'à l'accès aux bénéfices tirés de l'exploitation de leurs connaissances.

Grenades, marché d'Istanbul. © Mstyslav Chernov, CC BY-SA 3.0

Xamã guarani. © Roosevelt Pinheiro, Abr CC BY 3.0 BR



Le tourisme peut également permettre un développement lié à la biodiversité.

Imaginons ce que représente, en termes d'investissements et d'apports économiques et sociaux, une mise en valeur de ces éléments naturels pour les fonctions éducatives, esthétiques, récréatives, spirituelles qu'ils remplissent auprès des humains qui les côtoient ou les visitent. La mise en valeur éducative des paysages est faite partiellement à travers les observatoires de biodiversité, les jardins botaniques, les clubs nature. Il s'agit de mettre en valeur les essences qui les composent, leur intérêt botanique, leur richesse génétique, leur histoire, leur gestion actuelle ainsi que leurs aspects esthétiques (couleurs, textures, parfums) et les usages différents qui en sont faits par les exploitants.

La mise en valeur des aspects esthétiques d'un paysage naturel, à travers l'histoire de l'art ou l'interaction entre le naturel et le bâti, requiert l'élaboration d'un tourisme culturel ciblé.

Découvrir une région par les produits, modes de production et artisanats locaux est déjà proposé par l'écotourisme : en Europe, ces voyages gastronomiques sont organisés dans la plupart des régions françaises, la Toscane, la Campanie et la Sicile en Italie, le sud de l'Allemagne, le Wachau en Autriche.

La Convention pour la sauvegarde du patrimoine culturel immatériel de l'UNESCO a de plus récemment classé le repas gastronomique des Français, la cuisine traditionnelle mexicaine et le paradigme de Michoacán, la diète méditerranéenne, mais beaucoup reste à faire concernant les traditions culinaires asiatiques et des pays arabes. Des modes d'occupation particuliers du territoire peuvent être l'occasion de découvertes inspirantes et d'échanges culturels bénéfiques, lors, par exemple, de la découverte de la navigation traditionnelle dans le Pacifique, des modes de vie des chasseurs-pêcheurs-trappeurs eskimos, des éleveurs de rennes dans la Taïga, des pasteurs himalayens ou jordaniens, ou du mode de pêche des Moken (nomades des mers) en Thaïlande.

En valorisant les atouts culturels que la biodiversité nous offre localement, il s'agit de développer une forme de tourisme de proximité, de qualité, ciblé, alliant respect de l'environnement et respect des populations.

En effet, la population est nécessairement partie prenante et bénéficiaire de cette forme de tourisme. Les communautés sont sollicitées, participent aux initiatives et aux décisions et engrangent aussi les profits des opérations, tandis que les organisateurs et les opérateurs servent de relais entre la gestion locale et la planification. L'initiative touristique concourt dès lors à justifier la protection d'espèces locales.

Le washoku est une pratique sociale basée sur un ensemble de savoir-faire, de connaissances, de pratiques et de traditions liés à la production, au traitement, à la préparation et à la consommation d'aliments. Il a été inscrit sur la Liste représentative du patrimoine culturel immatériel de l'humanité en 2013.

Le washoku est associé à un principe fondamental de respect de la nature étroitement lié à l'utilisation durable des ressources naturelles. Les connaissances de base ainsi que les caractéristiques sociales et culturelles associées au washoku sont généralement visibles lors des fêtes du Nouvel An.

Le washoku. © Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japon



5. L'UNESCO et les liens entre diversité biologique et diversité culturelle

Comme le rappelle le document de travail de la *Conférence internationale sur la diversité biologique et culturelle* de 2010 à Montréal, les Conventions et Programmes de l'UNESCO portant sur la diversité biologique et culturelle sont bien placés pour diriger l'attention sur les liens entre la diversité biologique et culturelle au niveau international.

Le programme des systèmes de savoirs locaux et autochtones (LINKS), précédemment cité, souligne, dans un contexte de recherche pluridisciplinaire, « les corrélations entre la biodiversité et la diversité linguistique ». Il montre l'importance de valoriser les langues comme sources de connaissances, de pratiques et de transmission des savoirs empiriques liés à la nature, au sein des cultures essentiellement orales.

La biodiversité constituant le patrimoine naturel de l'humanité, force est de constater que ce dernier est encore peu valorisé.

Le Comité du patrimoine mondial a cependant adopté à sa 16^e session (1992) la catégorie des « paysages culturels », intégrée aux Orientations devant guider la mise en œuvre de la Convention du Patrimoine Mondial.

L'UNESCO a ainsi acquis une précieuse expérience en matière d'identification, de protection et de gestion des paysages culturels présentant une valeur universelle exceptionnelle.

Il est aussi devenu possible de donner une reconnaissance internationale à certains sites de patrimoine naturel par leur désignation en tant que paysages culturels.

Les paysages culturels sont sélectionnés pour leur valeur universelle exceptionnelle, leur représentativité dans une région géoculturelle clairement définie, et leur capacité à illustrer les éléments culturels essentiels de ces régions. L'accent est mis sur l'histoire de la région et la continuité des traditions culturelles.

Le « paysage culturel vivant », classé dans la catégorie des paysages essentiellement évolutifs, est identifiable, car il continue à jouer un rôle social et économique dans la société contemporaine, tout en étant étroitement associé au mode de vie traditionnel.

Un des exemples communément cité de « paysage culturel vivant » est l'ensemble des terrasses de riz des cordillères philippines, ouvrages reflétant le lien inextricable entre la nature et la culture et renvoyant à des techniques spécifiques d'utilisation des terres.



En choisissant de classer et de protéger ce type de paysage, la Convention contribue à rehausser les valeurs naturelles du paysage au sein de l'entité « paysage culturel » et, par la protection de formes traditionnelles d'usage de la terre, elle protège simultanément la diversité du vivant. Au-delà de la protection patrimoniale se pose également la question du maintien effectif de la biodiversité comme condition préalable au maintien de la diversité culturelle.

Selon la Synthèse sur l'état de la recherche et des travaux politiques, élaborée lors de la Conférence internationale sur la diversité biologique et culturelle, l'expertise technique dans le développement et l'application d'approches intégrées, dans le cadre de la gestion des paysages, augmente.

Des approches parallèles et complémentaires à la conservation, reposant sur les liens entre diversité biologique et diversité culturelle, sont ainsi élaborées ou expérimentées par le réseau Planète Terroirs, l'initiative Satoyama ou encore le réseau des Réserves de biosphère du programme MAB de l'UNESCO.

En conclusion, les accords internationaux et programmes de l'UNESCO relatifs aux savoirs autochtones, au terroir et au paysage, à l'aménagement de zones et de sites en aires protégées, à la conservation des ressources naturelles, sont des instruments très utiles pour aider les gestionnaires à protéger les écosystèmes et la biodiversité, à préserver les services culturels qu'ils assurent, et à organiser une planification et une gestion efficace des territoires, du plan local à la coopération internationale.*

*** Voir sur ce point**

Diversité des habitats, des biomes et des paysages p.26 et Partie 3 p. 143



Récolte du riz au Népal. © FAO Mountain Partnership / Jack D. Ives CC BY-NC 2.0

Réserve de biosphère de Mont Viso dans la région nord-alpine de l'Italie. © UNESCO MAB / Renzo Ribetto

Cerisiers dans la réserve de biosphère des Alpes de Minami, Japon. © UNESCO/Yamanashi Prefecture Minami-Alps





Partie 3

: Le devenir de la **diversité biologique** et les conditions de sa **conservation**

A gauche :
Eléphant transportant les billes de bois
en Thaïlande. © J. Weber, INRA

En haut à droite, du haut vers le bas :
Plantation d'arganier.
© Luc Viatour, CC BY-SA 3.0
Coopération pour la
conservation de la planète.

© Jürgen from Sandesneben CC BY 2.0
Ours blanc sur un banc de
glace de Wager Bay (parc national
d'Ukkusikaslik, Nunavut, Canada).
© Ansgar Walk CC BY 2.5

Des voies alternatives

pour les écosystèmes terrestres

Les émissions de gaz à effet de serre associées à une conversion à grande échelle des forêts devraient être pleinement prises en compte.

1. La prise en compte associée des émissions de CO₂ et de la conversion des écosystèmes naturels

Selon le GBO3 « il est essentiel d'atténuer les pressions liées aux changements d'utilisation du sol des régions tropicales, si l'on veut minimiser les impacts négatifs de l'appauvrissement de la diversité biologique terrestre et des services écosystémiques qui lui sont associés. Ceci nécessite de prendre un ensemble de mesures et en particulier d'augmenter la productivité des terres cultivées et des zones de pâturage existantes, de réduire les pertes après récolte, de gérer

durablement les forêts et de réduire le gaspillage et la surconsommation de protéines animales. »

Concernant les écosystèmes terrestres, les émissions de gaz à effet de serre associées à une conversion à grande échelle des forêts et d'autres écosystèmes en terres agricoles devraient être pleinement prises en compte.

Paysage après déforestation, Madagascar.

© UNEP Grid-Arendal, Peter Prokosch

De nombreuses recherches sont en cours afin de transformer la lignine et la cellulose des végétaux (paille, bois) en alcool ou en gaz (filière lignocellulosique-biocombustible).

Torche d'un champ pétrolifère à Prudhoe Bay.

© UNEP Grid-Arendal



Production du charbon végétal.
© CIFOR, Ollivier Girard



Toujours selon le GBO3, cela limiterait les effets pervers des aides qui réduisent la diversité biologique en favorisant le déploiement à grande échelle des agrocarburants, sous couvert d'atténuation des changements climatiques. Les politiques gouvernementales et les programmes de développement peuvent en effet aggraver la situation en accordant des subsides directs et indirects pour favoriser la production à grande échelle ou la monoculture d'agrocarburants par exemple. En Asie du Sud Est le développement des plantations de

palmiers à huile a été considérable du fait d'un soutien de la demande en agrocarburants.

Avec la prise en compte des émissions résultant des changements d'utilisation des sols, en plus des émissions issues de la production énergétique, on observe l'émergence d'opportunités de développement plausibles (elles aussi), permettant de s'attaquer au problème des changements climatiques sans généraliser l'utilisation d'agrocarburants.

2. Le paiement des services écosystémiques

L'utilisation du paiement des services écosystémiques comme dans le cadre des mécanismes de *Réduction des émissions provenant de la déforestation et de la dégradation* (REDD) peut aider à aligner les objectifs de réduction de l'appauvrissement de la diversité biologique et ceux relatifs aux changements climatiques.

En effet, les points de basculement pourront plus facilement être évités concernant certains écosystèmes terrestres si des mesures d'atténuation des changements climatiques, propres à maintenir une augmentation moyenne des températures en deçà de deux degrés, s'accompagnent de mesures réduisant l'impact d'autres facteurs causant la dégradation

de l'état des écosystèmes comme la conversion des habitats naturels en terres de culture ou d'élevage.

L'expansion des terres d'alpage et de pâturage à outrance a parfois été réduite en montagne grâce à la mise en place de pratiques de gestion intégrée des écosystèmes dans le contexte de projets régionaux, adoptés en Amérique latine notamment, au cours desquels les producteurs et agriculteurs ont été rémunérés sous la forme de paiements de services environnementaux afin d'adopter des pratiques sylvo pastorales durables (comme la plantation de clôtures vivantes autour des pâturages) ou plus largement afin de réduire les superficies de pâturage en obtenant des pâturages améliorés.*

* Voir sur ce point

Vol 2, Act 11c
Dialogue et
mobilisation autour
de la sylviculture
durable

Forêts de montagne au nord de Pékin, Chine.

© Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



Amélioration des techniques agricoles, pour favoriser les pratiques durables. © Scott Bauer, USDA ARS





Papillons Monarque.
© Liajes, CC BY-SA 4.0

3. La gestion des régions très menacées

Dans la forêt amazonienne, on estime que si la superficie de la zone déforestée était maintenue en deçà de 20% du couvert forestier initial, ceci réduirait substantiellement le risque de dépérissement généralisé de cette forêt. Rappelons que si l'Amazonie est peu propice à l'agriculture extensive du fait de terres peu fertiles, elle recèle un potentiel de ressources alimentaires et de productions agricoles à mettre en valeur par une exploitation améliorée.

Dans la zone méditerranéenne, l'amélioration des techniques de gestion forestière (cf. ci-dessous : les plans d'aménagement forestiers et techniques d'exploitation durable), notamment par l'utilisation

accrue d'espèces indigènes à feuilles larges ainsi que l'amélioration des politiques d'aménagement du territoire, pourraient rendre cette région moins vulnérable aux incendies de forêt.

Dans la zone sahélienne, une assistante technique agricole pour mettre au point des semences et des cultivars appropriés aux conditions locales, une lutte adéquate contre la pauvreté par le développement d'un système alimentaire, agricole et économique viable, et surtout une meilleure gouvernance afin d'améliorer la gestion à tous les niveaux pourraient offrir à l'Afrique sub-saharienne une alternative aux cycles actuels de pauvreté et de dégradation des terres.

Réserve nationale de bisons, Montana.
© Hagerty Ryan, U.S. Fish and Wildlife Service



4. Innover en matière de conservation

Il conviendra enfin, selon le GBO3, d'adopter des approches de conservation innovantes afin d'empêcher l'appauvrissement de la diversité biologique terrestre, à l'intérieur comme à l'extérieur des aires protégées. En effet les espèces ne survivent pas en vase clos. La constitution de réserves ne suffit pas à la conservation des espèces animales qui, par exemple, se déplacent sans cesse à la recherche de nourriture et de partenaires sexuels. Pour survivre et prospérer, le maintien des possibilités de déplacement leur est indispensable.

Au sein de vastes zones préservées ou de renaturation, il est relativement aisé de rétablir une certaine continuité entre les milieux par des éléments naturels ou de mettre en place des dispositifs simples facilitant le déplacement des animaux. Cependant, il conviendra

d'accorder une plus grande importance à la gestion de la diversité biologique dans des paysages dominés par les activités humaines car les changements climatiques, en modifiant les aires de répartition des espèces, rendent cette priorité doublement indispensable.

Déjà cantonnées dans des écosystèmes morcelés, les espèces sont de plus en plus vulnérables aux maladies et à la consanguinité. Leur circulation doit être facilitée au cœur des villes, dans les grands paysages agricoles, autour des infrastructures routières, car ces zones d'intense présence humaine sont amenées à jouer un rôle croissant de corridors écologiques au fur à mesure que les communautés d'espèces seront amenées à migrer pour s'adapter aux changements climatiques (cf. ci-dessous les aires protégées).

*Giraffes Reserve Masai
Mara Kenya.*
© Peter Prokosch, UNEP
Grid-Arendal



Lutte adaptée contre la pauvreté par le développement d'un système alimentaire, agricole et économique viable.

Les femmes commencent le processus de fabrication du beurre de karité. © CIFOR / Ollivier Girard

De nombreux éléphants peuvent être aperçus dans la Réserve spéciale de forêt dense de Dzanga Sangha. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Des voies alternatives

pour les écosystèmes aquatiques

1. Favoriser la dépollution et le traitement des eaux usées par les procédés biologiques

Selon le GBO3, il est possible d'atténuer le risque d'eutrophisation des eaux en contrôlant mieux le ruissellement des eaux résiduaires agricoles, en restaurant les zones humides dont on a vu qu'elles fournissent gratuitement un service d'assainissement naturel des eaux grâce au pouvoir épurateur de leur végétation, et en investissant dans le traitement des eaux usées.

La qualité de l'eau de nombreux écosystèmes hydriques continentaux a pu être considérablement améliorée dans les pays développés grâce aux traitements des eaux usées et des effluents industriels par les filières biologiques. Cela peut être étendu aux pays en développement et au contrôle de la pollution d'origine agricole.

L'usage répandu de produits agrochimiques pour la culture du coton, les systèmes d'irrigation inefficaces, et les réseaux de drainage insuffisants sont des exemples des conditions qui ont encouragé l'absorption d'eaux salines et contaminées dans le sol.

Pollution des eaux, Delta d'Amu darya Ouzbékistan. © Science and Analysis Laboratory, NASA-Johnson Space Center



Les systèmes de phyto-épuration offrent une solution économique et durable pour l'épuration des eaux usées.

L'objectif principal du recyclage des eaux usées est de favoriser le cycle d'épuration naturelle de l'eau, afin de fournir des quantités d'eau complémentaires pour différents usages, ou de participer à combler les déficits hydriques ; ceci paraît indispensable dans certains pays où les réserves s'amenuisent, situés par exemple en région aride ou semi-aride. La ville de Mexico a mis au point le projet le plus important de réutilisation des eaux usées urbaines en recyclant la quasi-totalité des eaux usées de la ville pour l'irrigation de près de 90 000 ha de cultures agricoles.

L'épuration des eaux par les procédés biologiques sert à la décontamination d'eaux chargées en matière

organique ou en contaminants divers (métaux lourds, hydrocarbures, pesticides, engrais de synthèse). Selon les cas, on peut choisir d'installer un bassin de lagunage à microphytes, un bassin à macrophytes ou un bassin de finition à hydrophytes, mais c'est l'association de ces systèmes qui aboutit aux meilleures performances.

A l'échelle mondiale, il est essentiel d'économiser les réserves d'eau à l'avenir et d'améliorer l'efficacité de son utilisation, dans les secteurs agricole et industriel, afin de faire face à la demande croissante en eau douce. De nombreuses agences, dont la FAO, communiquent régulièrement sur les mesures permettant d'améliorer par exemple l'efficacité de l'eau d'irrigation en réduisant l'évaporation directe, les pertes durant le transport, ou en limitant les pertes par ruissellement.

Eau fraîche, Pakistan.
© DFID – UK Department for International Development
CC BY 2.0

Excavation d'un cours d'eau asséché au Kenya.
© DFID – UK Department for International Development, CC BY 2.0

Les cénotes sont produits par un phénomène de dissolution et d'effondrement des terrains calcaires situés au-dessus d'un réseau souterrain de grottes et rivières. Ils sont totalement ou partiellement remplis d'une couche superficielle d'eau douce et parfois d'une couche inférieure d'eau de mer s'ils communiquent avec l'océan par des failles ou autres conduits.

Cénotes. © Tony Hisgett, CC BY 2.0



2. Restaurer ou maintenir les connexions des cours d'eau ou entre les points d'eau

L'impact environnemental de la fragmentation des cours d'eau peut être réduit, voire en partie corrigé, si l'on inverse la tendance à la dégradation. Favoriser à nouveau la circulation des espèces, le transport des sédiments au fil des cours d'eau, en restaurant les processus perturbés comme la reconnexion des bras latéraux d'un fleuve, le retour de l'eau dans les plaines inondables, est devenu prioritaire.

Selon le GBO3, une gestion plus intégrée des écosystèmes d'eau douce par des politiques d'aménagement du territoire et des réseaux d'aires protégées peut permettre de répondre aux problèmes spécifiques de ces écosystèmes. Il s'agit de protéger l'intégrité écologique d'un fleuve par exemple, l'espace de liberté qu'il constitue pour les espèces sauvages, et sa dynamique fluviale ; de sauvegarder les processus écologiques propres aux zones humides

dans leurs interactions fonctionnelles aussi bien avec les écosystèmes terrestres qu'avec les écosystèmes marins ; de permettre la progression vers l'intérieur des terres des écosystèmes côtiers : espaces de marais, de marécages et de mangroves, en maintenant les connexions existantes avec le réseau d'eau situé en amont. Ce dernier point nécessite notamment de revoir les installations de barrage, de permettre un écoulement naturel des sédiments et de veiller à la salubrité des activités entreprises en amont.

On peut imaginer, à l'instar du GBO3, le paiement de services environnementaux récompensant les communautés qui maintiennent et veillent au bon fonctionnement de l'ensemble de ces services écologiques fournis aux utilisateurs tout au long des bassins hydrographiques.

Fleuve Congo.
© Christina Bergey,
CC BY SA 3.0

Écluse triple de Fontfile à Blomac. © Tournasol7, CC BY SA 3.0

Irrigation de parcelles de riz au Viêt-Nam avec un système de pédalier, région de Danang. © INRA / J. Forneau



3. Favoriser la reconstitution des ressources marines

Les autorités responsables de la pêche et des prélèvements halieutiques ont la responsabilité urgente de dégager des options de gestion durable des ressources marines pour la viabilité à long terme des pêcheries.

Allouer directement à des pêcheurs, à des communautés ou à des coopératives un certain pourcentage des prises totales autorisées sur le stock d'une espèce donnée, peut inciter les acteurs à maintenir ces stocks en bonne santé.

Cela va à l'encontre des effets pervers du système classique d'établissement de quotas de pêche, en référence auxquels les prises allouées sont exprimées en tonnes, et qui en un sens entretiennent l'optimisation des prises à court terme.*

Selon certaines études récentes permettant de modéliser l'activité de la pêche, quelques efforts

ciblés et bien coordonnés concernant une réduction relative du volume des prises, un relèvement de la taille des prises et une responsabilisation des acteurs dans la participation au maintien de l'intégrité et de la productivité de l'écosystème, pourrait permettre une amélioration importante de l'état des écosystèmes marins, tout en améliorant la rentabilité et la viabilité de l'activité.

Les autorités compétentes doivent également s'attacher à mieux gérer la pêche illégale, non déclarée et non réglementée. Enfin, on peut imaginer qu'un mode d'aquaculture à l'impact moins dommageable sur l'environnement puisse se développer, qui intégrerait certaines conditions de viabilité concernant l'épandage des déchets et les aliments des espèces aquacoles. Un tel développement contribuerait à répondre à la demande alimentaire grandissante en poisson, tout en allégeant les pressions exercées sur les stocks de poissons sauvages.

* Voir sur ce point

Partie 3, Vers une gestion concertée et raisonnée, Les Quotas Individuels de pêche Transférables (QIT)



Salar d'Uyuni, Bolivie. © Cecilia RG, CC BY SA 3.0
Inuits pêcheurs. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal

Séchage traditionnelle de morue, Norvège. © Lawrence Hislop, UNEP GRID-Arendal



4. Réduire les menaces pesant sur les systèmes coralliens

S'il paraît difficile de stopper rapidement la dégradation des écosystèmes récifaux causée par les effets corollaires aux changements climatiques, à savoir l'acidification des océans, l'élévation des températures des eaux océaniques et la hausse du niveau des mers, il est possible d'engager des solutions urgentes d'atténuation du processus au niveau international.

Pour agir sur le réchauffement de la planète et espérer limiter la hausse globale des températures à un maximum de 2°C au dessus des valeurs préindustrielles, il faut établir des mesures rapides de limitation des émissions mondiales de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre (méthane, protoxyde d'azote) qui doivent atteindre leur pic entre 2015 et 2020 pour décroître ensuite rapidement. A cette fin, il paraît essentiel de relancer la dynamique du Protocole de Kyoto et de ne pas utiliser les mécanismes de flexibilité pour différer l'adoption de mesures nationales fortes dans les pays développés.

La réduction d'autres pressions s'exerçant sur les systèmes coralliens pourrait cependant les rendre moins vulnérables à l'impact des changements climatiques. Ainsi près de 80% des pollutions marines sont d'origine terrestre et anthropique ; les substances

toxiques présentes en masse dans un bassin versant finissent toujours par rejoindre l'océan.

L'accès facile à des données tangibles peut permettre de limiter radicalement la pollution des océans par les métaux lourds, par le plomb, le mercure, l'arsenic ou le cadmium, issus des rejets d'activités industrielles situées sur les côtes ou à l'intérieur des terres, comme certaines fonderies, des incinérateurs d'ordures, voire des installations minières abandonnées dans des régions précises.

Eviter la surexploitation des poissons herbivores permet en outre de maintenir l'équilibre au sein de la symbiose entre le corail et l'algue qui l'occupe. La présence de poissons herbivores comme les poissons perroquets (*Scaridae*) qui broient les coraux morts et consomment des algues, sont indispensables au renouvellement des coraux. Une suspension de la pêche ciblée de ces espèces, permet d'éviter une perturbation conséquente des récifs, car la chute des effectifs de poissons herbivores entraîne une prolifération des algues. Le corail est par endroits envahi et bientôt remplacé par les algues, ce qui diminue la capacité de résilience de tout l'écosystème.

Récif Arc en ciel (Rainbow Reef), Fidji. © World Fish / David Burdick, CC BY NC ND 2.0



Récif corallien, îles Salomon. © World Fish / Sharon Suri, CC BY NC ND 2.0



Éviter la surexploitation des poissons herbivores permet en outre de maintenir l'équilibre au sein de la symbiose entre le corail et l'algue qui l'occupe.



Poisson-clown des Maldives (Amphiprion nigripes). © Thomas Badstuebner for MDC Sea Marc Maldives, CC BY SA 4.0

Canal d'Itajuru, Brésil. © Halley Pacheco de Oliveira, CC BY SA 3.0



Les actions *des* institutions internationales *pour la protection de la Biodiversité*

1. Une meilleure cohérence de l'action et de la juridiction

Le rôle des institutions internationales

The United Nations (UN) is perhaps the organisation with the largest impact and power at the global level. It has 192 member States, and conducts both regular and special meetings to address important environmental topics. Some of the most important summits include:

- The first UN Environment Conference, held in Stockholm, Sweden in 1972, leading to the establishment of the UN Environment Programme, headquartered in Nairobi, Kenya;
- The UN Conference on Environment and Development (or the 'Rio Earth Summit'), held in Rio de Janeiro, Brazil in 1992, which brought together over 179 world leaders and over 2 400 NGO representatives. It was the largest intergovernmental gathering in history, resulting in Agenda 21 (a plan of action for sustainable development), the Rio Declaration on Environment and Development, the Statement of Forest Principles, the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Convention on Biological Diversity (CBD);
- The Millennium Summit held in New York, USA in 2000 where the Millennium Declaration, which includes as one of its targets the reduction of

biodiversity loss, was adopted. In addition to working with nations around the world, the UN system supports partnerships with the public and private sectors and with civil society. The UN consults NGOs and CSOs on policy and programme matters, and hosts briefings, meetings and conferences for NGO representatives.

La Convention sur la diversité biologique et le nouveau Plan stratégique 2011-2020

Depuis son adoption en 1992 lors du sommet de la Terre à Rio de Janeiro, La Convention sur la diversité biologique a pour objectif développer des stratégies nationales pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité.

Ce texte a valeur de traité pour les pays qui l'ont ratifié et il reconnaît pour la première fois au niveau du droit international, que la conservation de la diversité biologique est une préoccupation commune pour l'ensemble de l'humanité. Les dispositions de la Convention sont donc d'abord exprimées sous forme d'objectifs et de politiques d'ensemble, tandis que des mesures de mise en œuvre particulières sont élaborées en fonction de la situation et des capacités de chaque Partie ou pays signataire. Son application a besoin des efforts coordonnés entre les Etats signataires et les institutions internationales.





Plan stratégique pour la biodiversité biologique 2011–2020. © CDB/PNUJ

La mise en œuvre de la Convention nécessite la mobilisation d'informations et de ressources à l'échelle nationale. Dans cet objectif, la Convention stipule que les Parties doivent élaborer des stratégies, des plans ou des programmes nationaux qui tendent à assurer la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique. Chaque partie a dès lors pour obligation de fournir un rapport annuel.

En pratique, la mise en œuvre de la Convention est soutenue par des organismes et des groupes de travail qui rendent compte à l'organe gouvernant de la Convention, la *Conférence des Parties (COP)*, dont le rôle est d'évaluer les progrès accomplis dans la mise en pratique et d'adopter de nouveaux programmes afin d'atteindre les objectifs, ainsi qu'au SBSTTA, l'*Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques*.

Le Secrétariat de la Convention (SCBD), a, entres autres, pour fonction de s'occuper des préparatifs et des services entourant les réunions de la COP et des organes subsidiaires de la Convention, et d'assurer la coordination avec d'autres organismes internationaux.

La dixième réunion de la Conférence des parties à Nagoya, en octobre 2010, a une importance historique du point de vue de ses acquis, dans l'histoire de la Convention. Elle a permis d'adopter un Plan stratégique révisé et mis à jour pour la diversité biologique, nouveau cadre général à l'échelle internationale pour l'ensemble des conventions relatives à la biodiversité du système des Nations Unies.

Ce plan intègre, concernant la période 2011-2020, les objectifs d'Aichi pour la biodiversité, au nombre de 20, dont :

- Réduire de moitié au moins et si possible ramener à près de zéro le rythme d'appauvrissement des habitats naturels, y compris les forêts ;
- Établir une cible de conservation de 17% des zones terrestres et d'eaux intérieures et 10% des zones marines et côtières ;
- Restaurer au moins 15% des zones dégradées grâce aux mesures de conservation et de restauration ;
- Faire un effort spécial pour réduire les pressions exercées sur les récifs coralliens.

Les éléments de ce Plan ont été formulés sur la base des conclusions de la troisième édition des *Perspectives mondiales de la diversité biologique (GBO3)*. Ils doivent être rapidement converti en stratégies et plans d'action nationaux et donner lieu à des mesures efficaces et urgentes afin d'assurer les objectifs prévus de réduction de l'appauvrissement de la diversité biologique d'ici 2020.

Ce plan prometteur s'est doublé de l'adoption d'un *Protocole sur l'Accès et le Partage des Avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques* (voir ci-dessous), considéré comme un instrument juridique majeur pour la protection de la biodiversité. Selon Ahmed Djoghlaïf, premier Secrétaire exécutif de la Convention, le Protocole va permettre de « mettre en œuvre la totalité de la Convention », de jeter les bases « d'un nouvel ordre écologique et économique international fondé sur le respect de la nature dans sa diversité ».

Les acquis de la Conférence de Nagoya et de l'*Année internationale sur la Diversité biologique* créent donc l'occasion d'intégrer véritablement la diversité biologique dans la prise de décision.

Famille des crabes, Sri Lanka.

© Bernd Thaller, CC BY NC ND 2.0



Le Groupe de liaison sur la biodiversité impulsé par la Convention sur la diversité biologique



En matière de conservation de la biodiversité, la Convention sur la diversité biologique favorise la coopération et le partenariat avec un éventail d'autres conventions, institutions et dispositifs afin d'améliorer la cohérence des politiques au niveau international.

Le Secrétariat a établi un groupe formel de liaison entre les secrétariats des conventions relatives à la biodiversité : le Groupe de liaison sur la biodiversité. Celui-ci regroupe donc la collaboration de :

- La Convention sur la diversité biologique (CBD)
- La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction (CITES)
- La Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS)
- Le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO
- La Convention sur les zones humides aussi appelée Convention de RAMSAR
- La Convention du patrimoine mondial (WHC)

Milvus aegyptius, parc national Nakuru, Kenya.

© Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal

Des mémorandums de coopération ont été signés entre les conventions et des programmes de travail conjoints adoptés décrivant formellement les activités et les cibles convenues.

Ainsi, des études de cas sur les espèces migratoires et leurs habitats ont été diffusées à travers le centre d'échanges (CHM) facilitant la coopération scientifique et technique entre CBD/CMS ou CBD/Ramsar.

La CBD et la CITES travaillent conjointement à la mise en œuvre de la *Stratégie mondiale pour la conservation des plantes* et spécifiquement à la réalisation de l'objectif 11 : « Aucune espèce issue de la flore sauvage ne doit être menacée par le commerce international ».

Le rôle de la CITES

La CITES a pour but de veiller à ce que le commerce international des spécimens d'animaux et de plantes sauvages ne menace pas la survie des espèces auxquelles ils appartiennent.

Le commerce des plantes et des animaux sauvages dépassant le cadre national, sa réglementation doit faire l'objet d'une coopération internationale pour préserver certaines espèces de la surexploitation. Aussi les états qui ratifient la CITES, les parties à la Convention, doivent-ils adopter une législation garantissant le respect de la Convention au niveau national.

De nombreuses espèces commercialisées ne sont pas en danger d'extinction mais l'existence d'un accord garantissant un commerce durable est importante pour préserver ces ressources à long terme.

Daman du Cap, Lac Nakuru, Kenya. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal

Gorille orphelin, Congo. © Tim Freccia UNEP GRID-Arendal



A ce jour, la CITES confère une protection à plus de 30 000 espèces sauvages : ces espèces sont inscrites à l'une des trois annexes de la Convention selon le degré de protection dont elles ont besoin. Toute importation, exportation ou introduction de spécimens des espèces couvertes par la Convention doit être autorisée dans le cadre d'un système de permis.

Les rapports annuels fournis par les Parties à la Convention constituent les réels moyens disponibles de conduire la mise en œuvre de la Convention au niveau du commerce international des spécimens d'espèces listées (le nombre et la nature des permis et des certificats délivrés y sont indiqués).

L'efficacité du recours à des quotas d'exportation a été reconnue. Pour les pays signataires, les quotas sont établis unilatéralement au niveau national, mais la Conférence des Parties peut elle-même établir certains quotas, dans le cas d'espèces comme l'éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*), le léopard (*Panthera pardus*) ou la tortue sillonnée (*Geochelone sulcata*)...

Le rôle du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO

Selon sa propre définition, le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture vise d'abord à reconnaître l'énorme contribution des agriculteurs à la diversité des cultures qui nourrissent le monde. Il tend à mettre en

place un système mondial permettant de fournir aux agriculteurs, aux sélectionneurs de végétaux et aux scientifiques un accès aux matériels phyto-génétiques et surtout à s'assurer que les bénéficiaires partagent les avantages qu'ils tirent de l'utilisation de ces matériels génétiques avec les pays d'où ils proviennent.

La dimension originale et novatrice du Traité en matière d'accès et de partage des avantages est de déclarer que les plantes majeures cultivées (64 espèces produisant 80% de la consommation humaine) soient incluses dans un pool de ressources génétiques accessible à tous. Les pays signataires acceptent donc de mettre à disposition de la communauté agricole internationale la diversité génétique des espèces qu'ils cultivent entreposées dans leurs banques de gènes et les informations qui s'y rapportent.

Les matériels stockés peuvent ainsi être améliorés et les laboratoires des pays développés intègrent un contexte cadré et facilité pour apporter leur savoir-faire technique aux agriculteurs des pays en développement afin de prolonger ou de développer l'action que ceux-ci ont entreprise sur leurs propres terres.

Le Traité reconnaît avant tout la contribution des communautés locales à la conservation et à la mise en valeur des ressources phyto-génétiques et incitent les gouvernements à prendre des mesures pour protéger les droits des agriculteurs, qu'il s'agisse de protection des connaissances traditionnelles, de droit de participer au partage des avantages ou de droit de participer aux prises de décisions dans le domaine au niveau national.

Epi de blé triticale, France.
© Humpapa, CC BY-NC 2.0

Bourgeons d'amandier, Prunus dulcis. © Abalg, Domaine Public

Agama agama arc en ciel ou margouillat, lac Nakuru, Kenya.
© Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal





La Convention de RAMSAR

La Convention sur les zones humides, appelée Convention de Ramsar (du nom de la ville iranienne où il a été adopté), est un traité intergouvernemental, entré en vigueur en 1975, qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources.

L'utilisation rationnelle des zones humides est définie comme « le maintien de leurs caractéristiques écologiques obtenu par la mise en œuvre d'approches par écosystème dans le contexte du développement durable ». Autrement dit, au cœur de ce concept, réside l'idée de conservation et d'utilisation durable des zones humides au bénéfice des communautés humaines de la planète entière. Car ces zones fournissent des services écologiques fondamentaux en régulant les régimes hydrologiques, en jouant un rôle vital dans l'atténuation des changements climatiques et en formant des réservoirs de biodiversité. Elles constituent en elles-mêmes une ressource de grande valeur, à la fois économique, scientifique, culturelle et récréative pour l'humanité toute entière.

La Convention a adopté une optique large pour définir les types de zones humides qui relèvent de sa mission ; elle y inclut les marécages et marais, lacs et cours d'eau, prairies humides et tourbières, oasis, estuaires, deltas et zones intertidales, zones marines côtières, mangroves

et récifs coralliens et zones humides artificielles telles que les bassins de pisciculture, les rizières, les retenues et les marais salins.

Le rôle des pays signataires est donc de maintenir les caractéristiques écologiques de leurs zones humides d'importance internationale ; d'inscrire pour cela les zones humides appropriées sur la *Liste des zones humides d'importance internationale* (« Liste de Ramsar ») et de veiller ensuite à leur gestion efficace.

En mars 2009, plus de 1830 zones humides étaient inscrites sur la Liste de Ramsar.

La création de l'IPBES (Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)

Lors de sa session plénière du 21 décembre 2010, l'Assemblée générale des Nations Unies a approuvé la création d'une Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services éco-systémiques (IPBES).

Celle-ci a pour but d'améliorer l'interface entre les connaissances scientifiques et les décisions politiques sur les enjeux de la biodiversité et de veiller en



particulier au renforcement des capacités en vue d'une meilleure utilisation de la science dans l'élaboration des politiques.

De la même manière que le GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat)* a pour mandat de faire régulièrement le point sur l'état des connaissances concernant les changements climatiques et de publier à cette fin des rapports d'évaluation en « expertisant » l'information scientifique afin de renseigner les décideurs sans leur faire de recommandations (« une information pertinente mais non normative »), l'IPBES a pour rôle d'éclairer les gouvernements et de leur fournir les meilleures connaissances scientifiques disponibles sur la biodiversité et les services éco-systémiques afin de prendre les décisions nécessaires.

Une des fonctions clés de l'IPBES est donc d'aider indirectement à la formulation et à la mise en œuvre des politiques en identifiant des outils et des méthodologies utiles pour l'élaboration de celles-ci.

Suite à la résolution de l'Assemblée générale des Nations Unies et du compte rendu de la 3^e réunion intergouvernementale de Busan en Corée, il a été décidé par le Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE) et les organisations internationales partenaires (UNESCO, FAO, PNUD) de rendre l'IPBES rapidement opérationnel. Deux sessions de l'assemblée plénière de l'IPBES sont donc prévues fin 2010 et début 2011 afin de déterminer la structure de gouvernance de la plateforme.

Afin d'anticiper les futures discussions sur les modalités de fonctionnement de l'IPBES et sur

les arrangements institutionnels inhérents à son organisation, l'UNESCO s'est attaché à examiner les éléments qui pourraient permettre à la plateforme d'assumer une fonction de production de savoirs. Il a été notamment suggéré que la communauté scientifique puisse définir une stratégie de production de savoirs afin de répondre de manière stratégique aux besoins de nouvelles connaissances en matière de biodiversité et de services éco-systémiques.

Le Protocole de Nagoya sur l'Accès et le Partage des Avantages

La Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique (COP), qui se tient régulièrement depuis sa création, s'est attachée à mettre en place des programmes de travail thématiques correspondant aux principaux biomes de la planète (diversité biologique des forêts, diversité biologique des terres sèches et subhumides...). Elle a également initié des travaux sur certaines questions intersectorielles qui constituent des problématiques pertinentes à tous les programmes thématiques.

La question de l'accès aux ressources, génétiques notamment, et au partage des avantages est une de ces problématiques.

* Voir sur ce point

Figure 16 sur les facteurs de perte p. 56

Fleur. © Flower's lover CC BY 2.0

Agroforesterie à Lubuk Beringin. © CIFOR / Tri Saputro



L'approche par écosystème cherche à mieux définir, puis à maintenir ou à rétablir les avantages de tout ordre découlant des services, surtout les bénéfiques découlant de la production et de la gestion de ceux-ci.

Selon la Convention, en matière de gestion des écosystèmes, il est essentiel de continuer à développer les connaissances sur la diversité biologique fonctionnelle et à gérer les écosystèmes dans le cadre d'une « approche par écosystème » reposant sur la connaissance et l'analyse de la contribution de la diversité biologique aux services écosystémiques.

L'approche par écosystème cherche à mieux définir, puis à maintenir ou à rétablir les avantages de tout ordre découlant des services, surtout les bénéfiques découlant de la production et de la gestion de ceux-ci.

En cela, il est capital d'étudier le rôle écologique de la biodiversité en tant que telle dans la production des services, afin de mieux conserver la structure et la dynamique d'ensemble de l'écosystème et de préserver les différents services qu'il assure.

Le fonctionnement et la résilience d'un écosystème dépendent de la biodiversité à tous les niveaux : de la relation dynamique au sein des espèces, d'une espèce à l'autre, entre les espèces et leur environnement abiotique, ainsi que d'interactions physiques et chimiques à l'intérieur de l'environnement auxquelles la biodiversité contribue.

La conservation et, le cas échéant, la régénération de ces relations et processus sont plus importantes à long terme pour la conservation de la diversité biologique, de l'écosystème, et pour le maintien des services écosystémiques, que la simple protection des espèces.

Au cœur de cette action, les peuples autochtones et autres communautés locales vivant de la terre sont des intervenants importants, et leurs droits comme leurs intérêts doivent être reconnus.

Compte tenu des avantages potentiels de la gestion des services écosystémiques, il convient que les avantages découlant de ces services soient partagés, en particulier entre ceux qui favorisent la conservation sur le terrain comme les populations à l'échelle locale, et les intervenants responsables de la production et de la gestion des services (dans de nombreux cas, des représentants d'industries des pays développés qui ont accès aux ressources naturelles d'un pays tiers). En dernière analyse, tous les écosystèmes devraient être gérés à l'avantage des humains, que cet avantage se rattache ou non à la consommation.

Lors de sa dernière session au Japon en octobre 2010, la Conférence des Parties à la Convention a adopté le Protocole de Nagoya sur l'Accès et le Partage des Avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques.

L'objectif du protocole est d'assurer notamment que les pays en développement, riches en biodiversité, obtiennent un partage juste et équitable des avantages liés à l'utilisation de ressources génétiques issues de leurs territoires.

A cette fin, le Protocole établit des obligations pour les états Parties à la Convention auxquels il incombe d'adopter des mesures en matière d'accès aux

Tintilou, Burkina Faso. © CIFOR/Olivier Girard CC BY-NC-SA 2.0

Boromo, Burkina Faso. © CIFOR/Olivier Girard CC BY-NC-SA 2.0



ressources génétiques, de partage des avantages et de respect des obligations. En termes d'accès par exemple, il est notamment prévu qu'un permis ou son équivalent soit délivré lorsque l'accès à une ressource est accordé. Les Parties contractantes devront d'autre part s'assurer du consentement préalable des communautés autochtones et locales pour l'accès aux ressources génétiques dont les communautés bénéficient d'un droit reconnu d'accorder leur accès.

En termes d'avantage, les états Parties devront adopter des mesures afin d'assurer le partage juste et équitable des bénéfices découlant de l'utilisation, puis de la commercialisation des ressources génétiques. Ainsi, le partage des bénéfices sera-t-il soumis à un accord commun entre la Partie contractante utilisatrice des ressources (dans un contexte de recherche et de développement essentiellement lié à la génétique ou à la biochimie) et la Partie contractante qui fournit les ressources. Sont donc ainsi clairement établies les règles selon lesquelles une entreprise, par exemple pharmaceutique ou cosmétique, peut utiliser une molécule issue d'une plante médicinale d'un pays tiers, et la commercialiser en partageant les bénéfices avec le pays d'origine.

Cependant, les avantages dérivés des ressources génétiques ne sont pas forcément monétaires ; ceux-ci incluent aussi bien les résultats de programmes de recherche et de développement effectués sur certaines ressources génétiques, le transfert de technologies utilisant ces ressources, la participation à des programmes de recherche en biotechnologies et

les bénéfices financiers liés à la commercialisation de produits issus de ressources génétiques.

Exemples de partage des avantages :

- Echanges dans le cadre de la recherche : un chercheur d'un pays fournisseur en
- ressources génétiques collabore avec un membre de l'équipe de recherche du pays utilisateur ;
- Paiement de royalties : les royalties générées par l'exploitation de ressources
- génétiques sont partagées entre le fournisseur et l'utilisateur des ressources génétiques et les détenteurs du savoir traditionnel associé ;
- Accès préférentiel du pays fournisseur à toutes formes de médicaments dérivés de
- ressources génétiques ou de savoir traditionnel associé qu'il a pu fournir ; par exemple : taux préférentiel pour l'achat des médicaments en question ;
- Détention partagée de droits à la propriété intellectuelle : on recherche une détention
- partagée des droits à la propriété intellectuelle entre l'utilisateur et le fournisseur de ressources génétiques pour les produits brevetés issus de ces ressources génétiques rendues accessibles.

Vente des épis du maïs, Népal. © Subash S.P./CIMMYT



Euphorbia mauritanica. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



Sur tous ces aspects, le Protocole cherche à apporter des réponses cohérentes. Parmi les outils et mécanismes destinés à appuyer la mise en œuvre, le Protocole prévoit la création d'un fonds baptisé « Mécanisme multilatéral de partage des avantages » qui s'applique notamment au renforcement des capacités afin de soutenir les pays à élaborer une législation nationale, à mettre en place par exemple le cadre d'un accord, à négocier cet accord, à exercer une gestion ciblée de connaissances traditionnelles associées à l'utilisation de ressources génétiques... Ce soutien financier sera financé par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM).

La Décennie des Nations Unies pour la Biodiversité (DNUB) 2011-2020

Durant sa 65^e session de décembre 2010, l'Assemblée générale des Nations Unies a proclamé la période 2011-2020 « Décennie des Nations Unies pour la diversité biologique, en vue de contribuer à la mise en œuvre du Plan stratégique pour la biodiversité 2011-2020 ».

En premier lieu, la Décennie doit servir de véhicule pour soutenir la mise en œuvre des objectifs du Plan stratégique pour la biodiversité en cherchant notamment à promouvoir l'implication d'acteurs variés, afin d'intégrer la biodiversité dans les activités économiques et les plans de développement.

Elle pourra ainsi soutenir des actions qui traitent des causes sous-jacentes de la perte de biodiversité comme les modes de production et de consommation ou celles qui vont aider à contourner l'obstacle du manque de sensibilisation du public à l'importance de la biodiversité.

La résolution des Nations Unies considère également la coordination des activités de la Décennie comme un moyen de renforcer les synergies entre les diverses conventions relatives à la biodiversité.

Selon les Objectifs stratégiques pour la Décennie, il s'agit précisément de fournir un cadre souple pour la mise en œuvre du Plan stratégique, de fournir des directives en ce sens aux organisations régionales et internationales, et surtout de continuer à sensibiliser le public aux questions de biodiversité. A cette fin, le plan de mise en œuvre prévoit de fournir des messages clés sur la biodiversité et sa valeur en même temps que des directives de communication pour les adapter aux cultures locales ; de construire des partenariats avec des organismes de communication à travers le monde afin de diffuser ces messages et de les adapter au niveau local ; de développer également des principes pour intégrer la biodiversité dans « les programmes d'études nationaux » en mettant l'accent sur les principes de l'éducation au service du développement durable (EDD).

*La création
d'aires
protégées
demeure
le principal
outil de
conservation de
la biodiversité.*



Couverture de la brochure
« La Biodiversité c'est la vie 2010.
La biodiversité c'est notre vie ».
© CDB

L'objectif de 2010 pour la diversité biologique

« Assurer, d'ici à 2010, une forte réduction du rythme actuel de perte de diversité biologique aux niveaux mondial, régional et national à titre de contribution à l'atténuation de la pauvreté et au profit de toutes les formes de vie sur la planète »

Extrait de « La Biodiversité c'est la vie 2010.
La biodiversité c'est notre vie ». © CDB

2. Vers une gestion concertée et raisonnée

Les aires protégées terrestres

La création d'aires protégées demeure le principal outil de conservation de la biodiversité.

D'après les chiffres les plus récents, les aires protégées couvrent actuellement 13,5 % de la surface terrestre et 120 000 aires bénéficieraient d'une protection juridique.

L'objectif que la communauté internationale s'était fixé en 2002 de protéger au moins 10% de chacune des régions écologiques du monde (écorégions) n'a pas été atteint et de ce fait de nombreux sites primordiaux pour la conservation de la diversité biologique se trouvent à l'extérieur des aires protégées. Le nouveau plan stratégique en 20 points adopté lors de la Conférence des Parties (COP) en octobre 2010, visant à freiner l'érosion massive de la biodiversité à l'horizon 2020, prévoit de porter les aires terrestres protégées à 17% de la surface (contre 13,5% donc actuellement).

Sur l'ensemble des aires protégées dont la Convention a pu mesurer l'efficacité de gestion à travers les rapports nationaux, on estime que 13% bénéficient d'une gestion réellement adéquate, 5% d'une gestion efficace et la proportion restante d'une gestion juste satisfaisante. Certaines de ces aires protégées sont encore des créations administratives manquant de capitaux et de personnel pour être convenablement gérées.

Le réseau *Alliance for Zero Extinction* a pour objectif d'identifier des sites critiques pour la conservation de la diversité biologique, dont la protection est prioritaire pour éviter la disparition d'espèces par ailleurs en danger, ou en danger critique d'extinction. Il apparaît que beaucoup de ces sites ne bénéficient actuellement d'aucune protection juridique.

Afin de réaliser les objectifs de la Convention sur la diversité biologique, les aires protégées ont cherché à gérer les ressources naturelles selon l'Approche par écosystème préconisée par la Convention et à impliquer tous les secteurs de la société dans la conservation et la gestion de la biodiversité. Certaines sont devenues non seulement des outils de protection des écosystèmes et de conservation de la biodiversité en général, mais aussi des outils de développement économique et social et ont ainsi concouru à faire considérablement évoluer l'idée de conservation durant ces dernières décennies.

- Il s'agit toujours d'abord de conserver au sens 1^{er} du terme, de sauver les espèces menacées et les espaces naturels, de pratiquer la conservation ex-situ si nécessaire, en établissant par exemple des peuplements de conservation quand la conservation in-situ n'est pas possible et de maintenir ainsi le patrimoine génétique d'espèces très menacées, même si la priorité est de les réintroduire dans leur milieu naturel.

Alaska. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



Grue royale (*Balearica regulorum*). © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



- Il s'agit de plus en plus de restaurer les écosystèmes, de réintroduire des haies et des connexions naturelles dans les paysages, de dépolluer les cours d'eau, d'améliorer les zones de pacage et de pâturage surexploitées ; de plus, la restauration écologique est un moyen d'impliquer largement les communautés locales et de combiner de façon pertinente l'innovation scientifique et de nouvelles approches et techniques de conservation avec la revalorisation des savoirs traditionnels.

Mais au-delà de ces actions, il s'agit de prendre en compte la biodiversité comme un partenaire naturel de vie et de développement, d'accompagner la dimension naturellement productive et diversifiée des écosystèmes. Les aires protégées, appartenant en particulier au réseau mondial des Réserves de biosphère du programme MAB de l'UNESCO, 621 sites à ce jour dans 117 pays, sont de plus en plus intégrées à la vie économique locale et contribue activement à l'application de l'Approche par écosystème, en cherchant à promouvoir simultanément la conservation des ressources, la gestion durable de celles-ci et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques à travers les actions menées.

On y mène de nouveaux enjeux, parmi lesquels :

- Identifier et évaluer le rôle fonctionnel de la biodiversité dans la production des services écosystémiques, en particulier des services de régulation et des services de soutien (cf. Figure 16 sur les facteurs de perte p. 56) ; En effet, si de nombreuses espèces nous rendent de précieux services d'approvisionnement (en nourriture, en bois), il est urgent de considérer les espèces qui permettent que cet approvisionnement ait lieu : citons les espèces clés de voûte, les espèces dotées de traits fonctionnels caractéristiques, grâce auxquels elles participent encore plus activement que d'autres à des fonctions écologiques primordiales, comme la production de biomasse, le cycle des nutriments, le recyclages des éléments nutritifs, les systèmes de pollinisation, les systèmes de dissémination des graines, les systèmes de lutte biologique...
- Mieux chiffrer et évaluer globalement les services de soutien et de régulation des écosystèmes et leurs apports, et identifier les personnes et les actions qui les entretiennent ;
- Se concentrer sur la régénération et le maintien des relations et des processus entre les espèces, et entre celles-ci et leur milieu, qui sont à l'origine de ces services afin de conserver la structure et la dynamique de l'écosystème (structure temporelle, structure verticale, structure en plan, structure trophique...);
- Mieux s'appuyer sur l'étude combinée du rôle des éléments constitutifs de la diversité biologique et de la fonction écologique de la biodiversité en tant que telle pour comprendre les facteurs de la diversité biologique locale qui vont déterminer les décisions en matière de gestion (en référence au Principe 5 de l'Approche par écosystème) ;
- Soutenir concrètement les acteurs locaux de la conservation, forts de leurs connaissances agricoles traditionnelles, par l'harmonisation des

Reserve de Mont Viso. © UNESCO-MAB



Bashkirskiyi. © LA. Sultangareeva



mesures d'incitation (suppression des subventions ayant un effet pervers, paiement de services environnementaux) et par le renforcement des capacités (en aidant au développement des savoirs locaux dans un contexte de progrès scientifique et technologique et de gestion intégrée des écosystèmes) ;

- Tendre de plus en plus à une gestion communautaire des ressources biologiques en encourageant les populations à participer à cette gestion dans un objectif de développement économique ; Certains pays comme la Namibie ont d'ailleurs transféré aux communautés villageoises volontaires la protection de la faune sauvage ;
- Encourager, à travers l'action menée, l'évolution des politiques publiques et l'adoption de mesures législatives en matière de biodiversité tant au niveau international – grâce à une prise de décision concertée sur le plan interétatique, après le plan national – qu'au niveau du terrain, par l'attribution de subventions publiques pour des pratiques favorables à la biodiversité comme le développement de l'agriculture biologique, le recours aux prairies permanentes et aux cultures sans labour, le maintien d'une couverture des sols en hiver.
- Conduire la politique et l'action de conservation dans un contexte éco-régional, à une échelle compatible avec les processus écologiques et favoriser ainsi la participation à des initiatives de gestion et de coopération transfrontalière.

Rhodiola rosea. Alpes de Minami, Japon. © UNESCO/Yamanashi Prefecture Minami-Alps

RÉSERVES DE BIOSPHÈRE, QUELQUES STATISTIQUES*

Il existe **621 réserves de biosphère** dans **117 pays**, dont **12 sites transfrontières**. Elles se répartissent comme suit :



64
dans **28 pays**
d'**Afrique**

27
dans **11 pays** dans
la région des
États arabes

124
dans **23 pays**
d'**Asie et du**
Pacifique

289
dans **34 pays**
d'**Europe et**
d'**Amérique du Nord**

117
dans **21 pays**
d'**Amérique latine**
et des **Caraïbes**

Les réserves de biosphère du monde entier couvrent une superficie totale de plus de **570.000.000** hectares

* en février 2014

Les aires marines protégées

La protection des zones marine et côtières se situe loin derrière celle assurée par les aires protégées terrestres. Avec moins de 1% de la surface totale des océans, 0,6% précisément, et 5,9% des eaux territoriales (proches des lignes de base), les écosystèmes aquatiques semblent encore trop souvent les laissés-pour-compte de la conservation, même si cette situation évolue rapidement.

Le Plan stratégique 2011-2020 pour la biodiversité prévoit de porter la superficie mondiale des réserves marines et côtières à 10% de la superficie des 232 éco-régions marines existantes. Comme l'indique le GBO3, la haute mer n'est pratiquement pas représentée dans le réseau d'aires protégées, ce qui illustre la difficulté de créer des zones de protection au-delà des zones économiques déterminées.

Même si une zone aquatique semble plus difficile à définir dans l'espace, un écosystème ou, plus largement, un biome aquatique répondant moins aux critères de zonalité qu'un biome terrestre en raison de vastes courants qui parcourent les océans, une aire marine protégée est un espace délimité en mer sur lequel est fixé un ou plusieurs objectifs de conservation à long terme.

Il existe souvent d'ailleurs plusieurs objectifs de conservation comme de protéger ou de reconstituer les ressources halieutiques, de protéger des espèces endémiques ou des habitats rares qui sont menacés, de protéger plus largement la biodiversité ou de préserver un ensemble d'habitats remarquables.

Le programme international sur les aires protégées dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique induit, au-delà de la dimension locale, l'emboîtement d'échelle caractéristique d'une aire marine protégée qui joue un rôle, du niveau local au niveau international, en constituant souvent une zone de migration des oiseaux, une zone de frayère pour les poissons, de reproduction pour de multiples espèces. A ce titre, le programme fait référence à la nécessité de constituer des réseaux nationaux et régionaux cohérents, représentatifs et bien gérés.

Le succès des Aires marines protégées dépend beaucoup du contexte de mise en œuvre de la réserve : de l'identification du projet et de l'adhésion des populations, d'une implication importante de la population dans la prise de décision, de la mise en œuvre du plan de gestion et de l'application des règles de gestion. Ainsi La Soufrière Marine Management Area (SMMA) à Sainte Lucie est un bon exemple de succès de la conservation marine. Le projet a été créé pour répondre notamment à une réduction de la biodiversité et des ressources halieutiques côtières. La mise en place d'une AMP a permis d'augmenter considérablement la biomasse de poisson : toutes les familles d'espèces, dont les espèces commerciales de poisson-perroquet et de poisson chirurgical ont augmenté en termes de biomasse sur l'ensemble du site jusqu'à quadrupler. Les résultats sont notoires au niveau de la reconstitution des populations d'espèces, des stocks de pêche, et les conflits d'usages entre les utilisateurs traditionnels (les pêcheurs) et les acteurs du secteur touristique (hôteliers, plaisanciers) se sont apaisés du fait d'une augmentation des revenus des pêcheurs. Ceux-ci tirent des bénéfices

Cormorans, Afrique du Sud.
© Peter Prokosch / UNEP GRID-Arendal

Somateria est un genre qui regroupe de grands canards migrateurs communément appelés Eider. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



complémentaires du développement du tourisme. Des emplois ont été créés et les populations au sens large de la région se sentent impliquées. On peut noter que le projet a été financé en grande partie grâce à la flexibilité de fonds propres comme le FFEM qui peuvent parfois avoir une utilité complémentaire à la contribution des pays au FEM (GEF *Global Environment Facility*) et à l'action engagée par ce dernier.

L'exemple des Aires marines gérées localement (LMMA)

Ces dernières années, plus de 12000 km² de la région du Pacifique Sud selon le GBO3, ont été gérés grâce au réseau des aires marines gérées localement (LMMA), un système communautaire de gestion des ressources marines.

L'initiative a concerné près de 500 communautés vivant dans les Etats insulaires du Pacifique Sud. Les communautés et leurs chefs locaux ont travaillé conjointement avec leur gouvernement, des ONGs, les institutions internationales, afin de développer des plans de gestion de la pêche et des objectifs de conservation susceptibles de répondre à leur problème d'épuisement des ressources, en utilisant les systèmes de gestion traditionnels.

Ces systèmes s'appuient pour beaucoup sur des connaissances autochtones et sur le régime foncier coutumier qui prévoit des interdictions saisonnières et des zones d'interdiction temporaires de pêche. Ces aspects ont été intégrés à une gestion technique et scientifique plus moderne.



Pêche artisanale. © FAO / Filipe Branquinho

Crabe de cocotier, Île d'Henderson. © UNESCO / Ron Van Oers



Les objectifs économiques et de conservation ont été atteints, dans les îles Fidji par exemple: des prises de poisson multipliées par 3, une augmentation de 35 à 45 % des revenus des ménages, une augmentation des populations d'espèces exploitées.

Les populations humaines sont de fait sensibilisées à ces initiatives du fait des avantages obtenus : la reconstitution des stocks de pêche, la sécurité alimentaire, le refuge offert aux espèces patrimoniales vulnérables à la pêche, la restauration de l'écosystème après des perturbations majeures, une forme de régénération culturelle et le renforcement de l'organisation communautaire...

Les Quotas Individuels de pêche Transférables (QIT)

Différents modes de gestion des ressources halieutiques ont vu le jour ces dernières années parmi lesquels les Quotas Individuels Transférables.

Par ce système, les totaux autorisés de captures par espèces et par zones de pêche, sont directement attribués à des pêcheurs sous forme de quotas transférables, c'est-à-dire qu'ils peuvent les louer, les vendre à d'autres, d'étaler leurs prises sur l'année ou d'acheter de nouveaux quotas lorsqu'ils ont épuisé les leurs. En fait, ce système permet d'allouer à des pêcheurs individuels, des groupes de pêcheurs

(communautés) ou des coopératives un pourcentage spécifique des prises totales d'un stock de poisson donné. La spécification peut porter sur l'espèce, la zone de pêche ou la quantité de captures. Ainsi, les entreprises de pêche ne sont autorisées à capturer et à vendre davantage de poissons que s'il y a plus de poissons, mais elles ont la sécurité de bénéficier d'une quantité déterminée de poissons.

Les pêcheurs deviennent des acteurs plus impliqués, ils développent un intérêt direct à connaître les stocks, à les maintenir en bon état, à protéger les ressources halieutiques.

Ceci induit une diminution de l'effort de pêche permanent, de l'optimisation des prises à court terme et de la compétition effrénée.

Selon le GBO3, une étude portant sur environ 120 pêches réglementées par des QIT en 2008, a montré que leur risque d'effondrement était diminué de moitié par rapport aux pêches utilisant d'autres méthodes de gestion.

Cependant, avant de considérer définitivement les QIT comme une option de gestion durable, il faudrait dissiper certains inconvénients potentiels, comme de « privilégier » les entreprises les plus développées et viables économiquement... qui peuvent acheter des quotas aisément, le système semblant pour le moment délaissé les petites entreprises.

Pêches artisanales, Malaisie. © WorldFish/Jamie Oliver CC BY-NC-ND 2.0.

Banc de Thon. © TheAnimalDay.org CC BY 2.0



Les plans d'aménagement forestiers et la mise en place d'une foresterie durable

La mise en œuvre de plans d'aménagement forestiers constitue une évolution positive vers une exploitation plus rationnelle et écologique des massifs forestiers. Ceux-ci permettent notamment de calculer la quantité de bois pouvant être prélevé sans mettre à mal la capacité de régénération de la forêt. Ce sont des outils de planification à long terme des prélèvements et des activités d'exploitation gérés parallèlement aux mesures à prendre en faveur de l'environnement et des populations locales. Ils se révèlent particulièrement utiles dans les régions tropicales.

Les étapes de planification consistent à produire un nombre de diagnostics à partir de l'aire concernée pour ensuite rédiger le plan d'aménagement. Il s'agit donc d'évaluer la ressource commercialisable et de déterminer des paramètres d'aménagement à partir d'une reconnaissance des peuplements. Quels diamètres minimaux d'exploitation ? Quel taux de reconstitution des peuplements ? Quels objectifs selon les essences ? Faut-il protéger impérativement certaines essences ? Protéger des spécimens à l'intérieur des essences ? Protéger des échantillons représentatifs de peuplements d'espèces associées ?

Il s'agit aussi d'évaluer la biodiversité ambiante et le milieu naturel. Suite à des inventaires floristiques,

certaines zones fragiles doivent elles être mises en réserve ?

Il est enfin essentiel d'évaluer l'environnement socio-économique du site, analyser les infrastructures, l'économie locale, l'impact sur les riverains et les conditions de vie et de travail de personnels prévus par le plan d'aménagement. Une fois ces étapes menées, le plan peut être élaboré et la planification opérationnelle s'organiser.

Favoriser ainsi l'aménagement des concessions en y intégrant les questions relatives à la biodiversité et une prise en compte et participation des populations locales est un mode de gestion répandue sur plus de 5 millions d'hectares dans les six pays forestiers d'Afrique centrale et le bassin du Congo. L'aménagement nécessite cependant du temps et d'importants moyens humains et financiers, des paramètres qui pourraient être améliorés grâce au renforcement des capacités (formation et efficacité des sociétés d'exploitation, sécurisation des entreprises, partenariats facilités avec des institutions ou des ONG spécialisés dans le domaine de la conservation, application des dispositions légales...).

La lutte contre l'exploitation illégale et la mise en application de pratiques d'exploitation à impact réduit, souvent connues par les communautés, sont des actions à mener en parallèle, des avancées à confirmer, pour garantir la durabilité.

Les étapes de planification consistent à produire un nombre de diagnostics à partir de l'aire concernée pour ensuite rédiger le plan d'aménagement.

Bassin de la Dordogne, la Dordogne à Trémolat.

© F. Ehrhardt-EPIDOR

Une souche en botanique est la base d'un tronc d'arbre ainsi que ses racines.

En sylviculture, c'est ce qui reste après l'abattage d'un arbre. © Lawrence Hislop, UNEP GRID-Arendal





Le Souimanga orangé (*Anthobaphes violacea*) est une espèce de passereaux appartenant à la famille des Nectariniidae.
© Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal

Cependant même en appliquant ces modes de gestion et pratiques d'exploitation, il est peu probable que l'exploitation forestière puisse satisfaire les besoins grandissants de population en forte croissance.

Il est urgent d'intégrer plus loin dans la vision de la planification, les connaissances les plus pointues issues de la recherche, notamment dans le domaine de la sylviculture et de biologie de la forêt, sur les aspects du comportement et de la dynamique écologique des essences spécifiques. Valoriser, en un mot, les acquis de la recherche.

Le Forest Stewardship Council (FSC)

Le FSC est un écolabel reconnu internationalement, qui assure que la production d'un produit à base de bois a respecté des procédures censées garantir la gestion durable des forêts.

Dans sa structure, le FSC est un conseil issu d'une ONG (Organisation non gouvernementale) créé en 1993, suite au Sommet de la Terre.

La notion de gestion forestière, ne se limite pas, selon le FSC, à l'exploitation commerciale qui est faite de la ressource bois dans le contexte de la forêt. Pour garantir la gestion durable des forêts, la production d'un produit doit répondre à des critères de

qualité et performances environnementales, mais également sociales et économiques.

Le FSC développe deux types de certification : la certification de la gestion forestière et la certification de la chaîne de traçabilité. Cette dernière garantit chaque étape du produit dans la filière d'approvisionnement : sa production au niveau de l'unité de gestion de la forêt certifiée, sa transformation et éventuellement son origine ou sa possibilité de recyclage (déchets bois-papier). Voir le logo de certification *Forest Stewardship Council* nous aide à opter pour une consommation responsable, intégrant le maintien et la conservation de la biodiversité dans les produits manufacturés et les biens de consommation qui nous sont proposés, en même temps qu'il permet une responsabilisation de certains secteurs, des acteurs de la filière bois, des acteurs commerciaux, et plus largement une sensibilisation du grand public à la relation qu'il entretient à la nature et aux ressources naturelles.

Le Marine Stewardship Council (MSC)

De la même manière que le FSC, Le MSC ou Conseil pour la bonne gestion des ressources marines, a pour but d'appuyer une politique de sensibilisation favorisant la mise en œuvre de pratiques de pêche durables, en signalant au consommateur que le produit situé en bout de chaîne provient de système de gestion respectueux, sur le long terme, de la viabilité des ressources et de la santé des écosystèmes marins.

Marine Stewardship Council. Campagne de sensibilisation. © MSC / Sandra Mies CC BY-NC-ND 2.0



Le consommateur a ainsi le choix d'acheter un produit qui n'a pas (ou le moins possible) contribué à dégrader, ou surexploiter les ressources naturelles,

De plus, les produits de la mer qui satisfont aux critères d'une telle certification peuvent procurer des avantages aux pêcheurs concernés, sous forme de parts de marché. Le MSC parvient ainsi à aider et protéger la petite pêche artisanale qui ne surexploite pas ses stocks.

Les labels d'agriculture biologique

Les labels *Biogarantie* en Belgique, *AB* en France, *OF&G* en Grande-Bretagne, *Bourgeon* en Suisse, *Biologique Canada* au Canada, *China Green Food Development Center* en Chine... sont des labels d'agriculture biologique qui, dans le monde entier, constituent une certification du mode de production des produits issus de l'agriculture biologique.

Ces labels nous indiquent et nous permettent de mieux choisir des denrées essentiellement alimentaires, produites selon un système de production agricole basé sur le respect du vivant et des cycles naturels, qui favorise la biodiversité, interdit l'usage d'engrais ou de biocides chimiques et se préoccupe en premier lieu du respect du sol et du maintien de sa fertilité.*



* Voir sur ce point

Vol 2, Act 11, *Dialogue et mobilisation autour de l'agriculture durable*

Lukolela, République Démocratique du Congo.
© CIFOR/Ollivier Girard CC BY-NC-ND 2.0

Les Himalayas. © Lawrence Hislop UNEP GRID-Arendal



3. Notre empreinte écologique

L'empreinte écologique est un outil de mesure de la pression exercée par l'homme sur la nature. L'unité employée correspond à la surface biologiquement productive de terre et d'eau nécessaire pour produire les ressources qu'un individu, une population (ou encore une activité) consomme...et pour absorber les déchets que celui-ci (ou celle-ci) génère.

Nous avons aujourd'hui les moyens d'évaluer les aliments et le bois que nous consommons par habitant ou par population, l'équipement que nous utilisons, et la surface de terre productive nécessaire pour absorber le CO₂ produit par les combustibles fossiles que nous utilisons.

Le système de calcul de l'empreinte écologique permet de comparer l'empreinte d'une population par rapport à la surface bio-productive locale ou planétaire estimée disponible.

Elle part de l'hypothèse que la capacité de régénération de la Terre pourrait être le facteur limitant pour notre économie planétaire, si elle continue à surexploiter les ressources que notre biosphère est capable de fournir et... de renouveler.








L'empreinte écologique moyenne d'une personne à la surface du globe est de 2,2 hectares globaux (il existe bien sûr une grande différence entre l'empreinte écologique d'un habitant des Etats-Unis et celui d'un habitant du Malawi) ; or, il n'y a que 1,8 hectare de surface biologiquement productive à disposition de chacun. On qualifie cette surconsommation d'« overshoot » et, dans cette perspective, il nous faudrait plusieurs planètes pour espérer prolonger ce train de vie à l'avenir. Or, c'est indéniable, la « finitude écologique » de notre monde, son extraordinaire fonctionnement à l'intérieur d'un système naturel établissant ses propres limites, est une réalité...

A long terme, le dépassement des limites écologiques de la biosphère engendre la destruction des services écologiques des écosystèmes et la perte massive de biodiversité, dont dépend absolument notre économie.

Il reste possible, pour chacun de nous, de rester vigilant et combatif dans notre engagement humain...celui qui permet à chacun d'entre nous de vivre la vie de son choix dans les limites écologiques de la biosphère.



Décodage de
l'empreinte écologique.
© WWF

		<p>carbone</p> <p>Elle est calculée à partir de la surface forestière nécessaire à la séquestration des émissions de CO₂ issues de la combustion des énergies fossiles, déduction faite de la fraction absorbée par les océans.</p>
 <p>Terres cultivées</p> <p>Elle est calculée à partir de la surface affectée aux cultures assurant la production de denrées alimentaires et de fibres pour l'homme, ainsi que d'aliments pour les animaux, de cultures oléagineuses et de caoutchouc.</p>		 <p>Pâturages</p> <p>Elle est calculée à partir de la surface servant à faire paître le bétail élevé pour sa viande, son lait, sa peau et sa laine.</p>
 <p>Forêts</p> <p>Elle est calculée à partir de la surface forestière fournissant le bois de construction, le bois à pulpe et le bois de chauffage.</p>	 <p>Terrains bâtis</p> <p>Elle est calculée à partir de la surface terrestre accueillant les infrastructures humaines, en particulier les transports, les habitations, les installations industrielles et les réservoirs pour l'hydroélectricité.</p>	 <p>Surfaces de pêche</p> <p>Elle est calculée à partir de l'estimation de la production primaire nécessaire à la survie de poissons et autres animaux marins comestibles sur la base des données comptabilisant les prises d'espèces marines et d'eau douce.</p>

Marais salants et habitat d'eau douce, Parc national de la côte ouest, Afrique du Sud.

© Peter Prokosch UNEP Grid-Arendal



Nous avons la possibilité d'agir dans le contexte de nos classes, de nos entreprises, de nos institutions... de calculer notre propre empreinte écologique avec l'aide de nos professeurs, de nos formateurs, durant les activités de sensibilisation au développement durable proposées par les établissements scolaires en relais de la mise en œuvre de la Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable... de nous engager dans des actions de conservation des espèces et des ressources auprès des ONG... d'encourager nos villes, nos décideurs, nos gouvernements locaux, à justifier nos consommations en ressources naturelles... de devenir des planificateurs actifs qui intègrent l'empreinte écologique dans les systèmes d'indicateurs et de rapport sur le développement durable et qui participent aux efforts internationaux, en élaborant et réalisant sur le terrain des plans d'action pour un développement local durable, dans le maintien, la préservation et l'utilisation durable de la biodiversité.*

* Voir Volume 2

Se reporter de façon générale à l'ensemble des activités proposées dans le volume 2 de ce kit éducatif sur la biodiversité, le *Livret des activités*

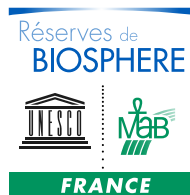
Le cornouiller de Suède (Cornus suecica) est une plante herbacée vivace de la famille des Cornaceae. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



BERETIA



UNESCO Programme d'action global
pour l'Éducation au développement durable



Écoles
associées
de l'UNESCO



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Fonds-en-dépôt
japonais