

Université Mustapha Benboulaïd (Batna 2)
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Ecologie et Environnement
licence S2 « Ecologie et environnement »

Matière « Biodiversité et changements globaux »

1- Historique des centres de la biodiversité dans le monde

Au cours de la domestication, l'évolution des plantes cultivées donnait naissance à une très grande diversité génétique. De Candolle (1883) peut être considéré comme le précurseur de la Biogéographie. Il s'est basé sur de nombreuses données botaniques, archéologiques, linguistiques et historiques pour tenter de déterminer l'origine des plantes cultivées.

Cette science trouve son essor avec les travaux de Vavilov (1926). En effet, Vavilov (1926) a constaté que la diversité des espèces cultivées n'était pas distribuée uniformément dans le monde et les centres de diversité correspondent aux centres d'origine.

Ce même auteur remarque que la plus grande diversité des espèces végétales se concentrerait dans huit grandes régions du monde avec trois sous centres comme il est indiqué dans la figure 11. Ces centres sont également des foyers de développement de l'agriculture, c'est :

1 : La Chine 2 :

L'inde et (2a) le sous centre Indo-malaisien

3 : L'Asie Centrale (Pakistan, Kashmir, Afghanistan et Turkestan)

4 : Le Proche Orient

5 : La Méditerranée

6 : L'Abyssinie

7 : Le Sud du Mexique et l'Amérique Centrale

8 : L'Amérique du Sud (le Pérou, la Bolivie et l'Equateur), avec deux sous centres secondaires qui sont (8a) les îles Chiloé et le Chili et, (8b) le Brésil et l'Uruguay.

En 1968, Zhukhovsky, porte le nombre de centres d'origine à douze, en ajoutant quatre centres à ceux reconnus par Vavilov, ce sont figure 12 :

-Indochinois –indonésien (2).

- Australie et la Nouvelle Zélande (3).
- Européen -sibérien (9).
- Nord américain (12).



Figure 11 : Les huit centres d'origine de l'agriculture selon Vavilov (1926) modifié par Harlan (1975)

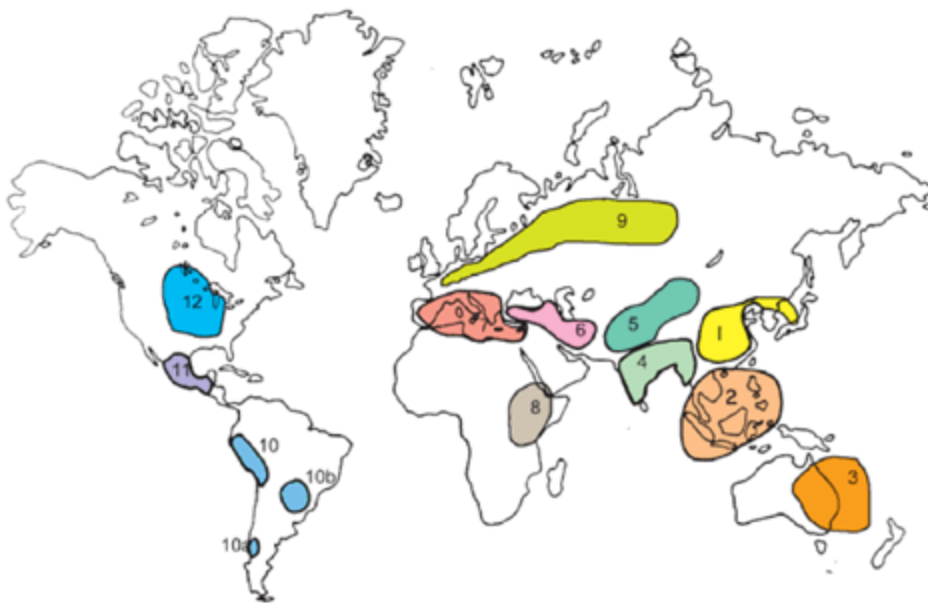


Figure 12: Les principaux centres d'origine des plantes cultivées dans le monde (IPGRI, 2001) in (GNIS, 2006)

Depuis ces travaux en 1983, Hawkes propose un système alternatif avec les trois divisions suivantes (Tableau I1) :

- ✓ les centres nucléaires qui sont à l'origine de l'agriculture.
- ✓ les régions de diversité qui se sont développées plus tardivement quand l'agriculture s'est répandue en dehors des centres nucléaires.
- ✓ les centres mineurs d'origine plus récente.

Tableau I1 : Système alternatif des centres d'origines des plantes cultivées

Centres nucléaires	Régions de diversité	Centres mineurs
A- Chine du Nord	I- Chine II- Inde III- Sud Est de l'Asie	1-Japon 2- Nouvelle Guinée 3- Iles Salomon, Fidji et du Pacifique Sud
B- Proche Orient	IV- Asie centrale V- Proche Orient VI- Méditerranée VII- Ethiopie VIII- Afrique du l'Ouest	4-Nord-Ouest de l'Europe
C- Mexique du Sud	IX- Amérique centrale	5- Etat -Unis, Canada 6- Caraïbes
D- Centre et Sud du Pérou	X- Nord de la zone andine (du Venezuela à la Bolivie)	7- Sud du Chili 8- Brésil

2- Définition et rôle de la biodiversité

2-1-Définition :

Le terme biodiversité synonyme de diversité biologique est un néologisme apparu au début des années 1980 au sein de l'UCIN (union mondiale pour la nature) mais son usage ne s'est largement répandu qu'à partir de la Conférence de Rio sur l'environnement et le développement organisée par les Nations Unies en 1992, qui représente un tournant majeur dans la prise de conscience des enjeux du patrimoine naturel.

L'expression diversité biologique a été évoquée par Thomas Lovejoy en 1980, tandis que le terme biodiversité a été introduit par Walter G. Rosen en 1985 in Hottos et Missa (2001) , et popularisé par le professeur d'entomologie Edward O. Wilson lors du forum sur la diversité biologique de la National Research Council de l'Académie des Sciences américaine en 1986, et à travers son livre « Biodiversity » (1988), il donne la définition suivante : « C'est la totalité de toutes les variations de tout le vivant ».

Dans sa forme la plus simple la biodiversité représente la vie sur terre. Alors que, Ramade (1993) définit la biodiversité comme la variété des espèces vivantes qui peuplent la biosphère. Pris au sens le plus simple, la biodiversité se mesure par le nombre total d'espèces vivantes que renferme l'ensemble des écosystèmes terrestres et aquatiques, se rencontrant actuellement sur la planète.

Selon Fontaubert *et al.* (1996), le terme biodiversité est défini par la variabilité des organismes vivants de toutes origines y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie.

Alors que Levêque et Mounolou (2001) définissent la biodiversité comme la nature utile, c'est-à-dire l'ensemble des espèces ou des gènes que l'homme utilise à son profit, qu'ils proviennent du milieu naturel ou de la domestication. Plus précisément, la biodiversité est la dynamique des interactions dans des milieux en changement. Ce concept désigne la variété des formes de vie comprenant les plantes, les animaux et les micro-organismes, les gènes qu'ils contiennent et les écosystèmes qu'ils forment.

En agriculture, la biodiversité a été très largement enrichie par l'homme à partir d'espèces sauvages qu'il a domestiquées depuis la préhistoire. L'homme a ainsi créé des variétés pour les plantes, il a largement recomposé le paysage. Il a sans cesse amélioré l'expression du patrimoine génétique des plantes cultivées pour leurs différents usages. Le patrimoine génétique des plantes est contenu dans les semences ou graines qui les transmettent (GNIS, 2006).

2-2- Rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes :

Chaque espèce a sa place dans l'écosystème, et va jouer un rôle dans le maintien des écosystèmes.

Plus un écosystème contiendra d'espèces, plus il sera diversifié. Et par conséquent, plus il sera apte à supporter la disparition d'espèces du fait de l'impact anthropique. Les espèces interagissent à plusieurs niveaux au sein de l'écosystème, l'exemple qui vient le plus souvent à l'esprit est celui de la chaîne alimentaire (producteurs primaires, consommateurs primaires, consommateurs secondaires et décomposeurs) mais il en existe d'autres : les relations de prédation, les relations de parasitisme,...

La majorité des efforts de conservation s'articulent actuellement autour d'espèces emblématiques (ours, pandas,...), ignorant de ce fait des espèces pourtant clés dans le fonctionnement des écosystèmes et qui sont tout autant menacées de disparition que les autres. C'est ainsi qu'aucun programme de conservation ne concerne les insectes

pollinisateurs ou encore les animaux qui dispersent les graines pour la reproduction des espèces floristiques ; sans parler des microorganismes du sol qui jouent un rôle indispensable dans le recyclage de la matière organique, la base de la chaîne alimentaire. Les espèces emblématiques ont pourtant besoin que la flore nécessaire à leur survie soit préservée, et cette préservation passe par la conservation des espèces pollinisatrices et des espèces permettant le recyclage des nutriments dans le sol, même si ces dernières n'attirent pas l'intérêt du public. Il est donc absolument nécessaire de se préoccuper de l'ensemble des espèces vivantes, et de développer des programmes de conservation et de protection.

Nous citerons également le rôle de la biodiversité dans le maintien de la qualité de l'atmosphère et des cycles de régulation du climat, mais aussi dans le contrôle de la qualité de l'eau et de l'intégrité des cycles hydriques. Les forêts non perturbées du bassin amazonien absorberaient près du tiers des émissions mondiales de carbone d'origine anthropique. La réduction d'évapotranspiration causerait un déficit de 20% en précipitation, l'élévation de la température au niveau du sol, et donc un plus grand impact de la saison sèche. Les grandes déforestations engendrent des modifications très sévères du cycle hydraulique et ont souvent des conséquences régionales très marquées.

La **biodiversité** joue également un rôle dans les **services de régulation** qui régissent les **processus liés aux écosystèmes**, le climat, les inondations et la qualité de l'eau :

- La résistance aux **espèces envahissantes** d'un grand nombre d'**écosystèmes** naturels ou semi-naturels peut être améliorée en préservant le nombre, le type et l'abondance relative des **espèces** propres à ces écosystèmes.
- Des réductions de la **diversité** des insectes pollinisateurs, essentiels à la reproduction de nombreuses plantes, ont été observées partout dans le monde.
- La **biodiversité**, en particulier la diversité des types de plantes et la répartition des différents type de **paysages**, influence le climat aux niveaux local, régional et mondial. Par conséquent, des **changements** dans l'**affectation des sols** et dans la couverture végétale, qui ont un impact sur la biodiversité, peuvent aussi avoir une incidence sur le climat. Certaines composantes de la biodiversité jouent un rôle dans la **séquestration du carbone** et sont donc importantes pour lutter contre les changements climatiques.
- La capacité d'un **écosystème** à éliminer les organismes nuisibles dépend fortement de la biodiversité et profite à la sécurité alimentaire, aux ménages ruraux et au revenu national de nombreux pays.

- Les microbes qui vivent dans la mer contribuent à lutter contre la pollution en éliminant des substances toxiques, mais on ne comprend pas bien en quoi la diversité des espèces influence cette élimination.

La **biodiversité** joue un rôle important dans le fonctionnement des **écosystèmes** et dans les **services** qu'ils fournissent. Ces services dépendent autant voire plus des **espèces** qui composent l'**écosystème** que de la **diversité** des espèces. En effet, le fonctionnement d'un écosystème, et par conséquent sa capacité à offrir des services aux êtres humains, est fortement influencé par les caractéristiques écologiques des espèces les plus abondantes et non par le nombre total d'espèces présentes au sein de l'écosystème.

Localement, la disparition d'une **espèce** importante peut perturber les **services fournis par un écosystème** pendant longtemps. Des **changements** dans les interactions entre **espèces** peuvent également avoir des effets négatifs sur les **processus liés aux écosystèmes**.

Sur la terre ferme, la **biodiversité** influe sur des processus clés liés aux **écosystèmes**, tels que la **production** de matière vivante, les **cycle des éléments nutritifs** et de l'**eau**, ainsi que la formation et la rétention des sols. Tous ces processus régissent et assurent les **services de soutien** qui sont nécessaires à tous les autres **services fournis par les écosystèmes**. Les différences entre régions en matière de **processus liés aux écosystèmes** sont dues principalement à des différences de climat, de disponibilité des ressources et à d'autres facteurs externes – et non pas à des différences liées au nombre d'**espèces** présentes. Bien que des pertes de biodiversité pourraient n'avoir, à court terme, que de faibles impacts sur un **écosystème**, elles pourraient réduire sa capacité à s'adapter à des environnements changeants dans le futur.

Rôle socio-économique de la biodiversité :

Bien que l'on n'ait pas encore d'idée très précise de la valeur socio-économique de la biodiversité, son rôle est incontestable. Un grand nombre de personnes bénéficient actuellement des services qu'elle offre. Sa préservation permettra ainsi le maintien de cette économie.

En 1992, Lévêque et Glachant ont décrit plusieurs valeurs de la biodiversité :

La valeur d'usage qui peut être divisée en trois sous catégories :

- La valeur de consommation : elle suppose une consommation directe des ressources sans transformation. C'est le cas notamment de la cueillette, de la chasse et de la pêche.

- La valeur productive : les ressources génétiques sont utilisées dans des cycles productifs. On peut citer par exemple les médicaments à base de plantes ou l'exploitation forestière pour le bois.

- La valeur récréative : la biodiversité est exploitée pour les loisirs sans prélèvement pour la consommation, c'est le cas des promenades dans la nature. La valeur écologique est le rôle des organismes dans le bon fonctionnement de l'écosystème et dans la pérennité de la biosphère.

La valeur d'option est la possibilité d'exploiter différemment dans le futur les ressources génétiques.

La valeur d'existence est liée à la satisfaction et au bien être que procure la biodiversité.

On peut citer également dans cette catégorie le rôle joué par la biodiversité d'un point de vue agronomique. L'homme a cherché au cours de l'évolution à sélectionner les espèces animales et végétales particulières qui possèdent un haut rendement afin de maximiser la production, et par conséquent la rentabilité. Mais ce choix n'est pas sans danger, car cela entraîne une uniformité génétique et par conséquent une plus grande vulnérabilité aux épidémies et maladies.

Rôle alimentaire de la biodiversité :

L'homme a été depuis le début de son existence, il y a deux millions d'années, dépendant de la faune et de la flore pour se nourrir. Il prélève ainsi dans le milieu naturel les aliments nécessaires à sa survie : plantes, viande, poissons...

L'homme a sélectionné depuis le début de l'agriculture il y a 10 000 ans les variétés végétales et les races animales les mieux adaptées à ses besoins, assurant ainsi 90 % de son alimentation avec 14 espèces domestiques et seules quatre espèces - blé, maïs, riz, pomme de terre - couvrent la moitié de ses besoins énergétiques tirés des végétaux. En parallèle, beaucoup de races et de variétés rustiques disparaissent. Sur quelque 6 300 races domestiques recensées, 1 350 sont menacées d'extinction voire déjà éteintes.

Cependant, le capital génétique de la biodiversité contribue pour moitié à l'augmentation annuelle des récoltes céréalières. Il est un élément clé de la capacité des écosystèmes à répondre aux changements climatiques, aux maladies, aux ravageurs des cultures et à diversifier les espèces domestiques actuelles. Outre le nombre des espèces, il est

également essentiel de conserver la diversité génétique au sein de chaque espèce. L'agriculture moderne a encouragé de nombreux agriculteurs à adopter des variétés uniformes de plantes et d'animaux à haut rendement. Cette tendance menace d'extinction un grand nombre d'essences végétales et d'espèces animales et entraîne par là même, la disparition de leurs traits spécifiques. Les experts sont alarmés par la diminution rapide de ce réservoir génétique. Disposer d'une vaste panoplie de caractéristiques uniques permet la sélection des plantes et des animaux susceptibles de s'adapter aux évolutions du milieu.

Depuis toujours les organismes vivants favorisent la régénération, la décomposition et l'aération naturelle des sols. Les insectes pollinisateurs nous assurent fruits et légumes. La richesse de la biodiversité est également copiée pour améliorer les pratiques agricoles.

L'intensification de l'agriculture a entraîné des déséquilibres biologiques et la stérilisation des sols. L'épandage d'engrais et de produits chimiques, la **pollution** des nappes phréatiques, la consommation excessive d'eau et les techniques agricoles destructrices nuisent à la biodiversité. À terme, la production alimentaire et la santé du consommateur sont menacées. Or d'ici 2050, la demande alimentaire aura doublé. Ainsi, la production agricole du 20ème siècle a provoqué la stérilisation d'un quart des terres cultivables de la planète.

Rôle pharmaceutique de la biodiversité :

La biodiversité joue également un rôle dans l'industrie pharmaceutique et par conséquent la santé humaine. En effet, certaines molécules fournies par les espèces végétales ou animales sont utilisées pour la fabrication des médicaments. On estime que près de la moitié des médicaments utilisés (40%) sont issus d'une matière active naturelle extraite du vivant (dans les deux tiers des cas d'une plante).

Les industries pharmaceutiques ont d'ailleurs compris l'importance de la biodiversité puisqu'elles sont très impliquées dans sa connaissance et son maintien. Citons l'exemple du laboratoire Merck qui a passé une convention en 1991 avec l'Institut National de la Biodiversité du Costa Rica, elle a rapporté 5 millions de dollars par espèce végétale qui apportait un principe actif.

Les organismes vivants élaborent des molécules dotées de propriétés remarquables. Ainsi l'aspirine, anti-inflammatoire, a été extraite de l'écorce du saule en 1829. D'après

l'OMS, 80 % de la population mondiale dépend des remèdes traditionnels basés sur des espèces sauvages.

Au Maroc, parmi les 4500 espèces de plantes présentes, 600 sont utilisées dans la médecine traditionnelle et 75 sont menacées du fait de la surexploitation des ressources. En Chine, sur les 30.000 espèces recensées de plantes supérieures, plus de 5.000 espèces sont utilisées à des fins thérapeutiques.

La nature est détentrice de nombreux médicaments potentiels qui disparaissent en même temps qu'elle. Sur 18 000 substances provenant d'organismes marins, 15 % ont permis l'isolement de nouvelles molécules actives. À ce jour, la composition chimique de 1 % seulement des espèces marines répertoriées a été analysée. L'AZT, dérivé synthétique utilisé contre le virus du SIDA, provient de molécules sécrétées par une éponge des coraux des Caraïbes, aujourd'hui en danger.

Nous pouvons citer par exemple le rôle du Thym qui fournit le thymol utilisé comme antifongique, la Menthe qui fournit le menthol utilisé comme vasodilatateur, la Colchique fournissant la colchicine utilisée comme agent anti tumoral ou encore l'If qui fournit le taxol utilisé dans le traitement de certains cancers.

Toutes ces espèces sont pour l'instant courantes et exploitées de manière plus ou moins intensive, mais il est important de veiller à ne pas effectuer une surexploitation qui pourrait entraîner leur raréfaction – et par conséquent des conséquences non négligeables sur la santé humaine.

3- Niveaux de biodiversité

On reconnaît généralement trois grands niveaux organisationnels d'approche de la biodiversité : diversité génique, diversité spécifique ou taxinomique et diversité écosystémique (Solbrig, 1991; Meffe et Carroll, 1994 ; Heywood et Watson, 1995) qu'on peut aussi appeler diversité génique, organismique et écologique (Marty *et al.*, 2005).

3-1- Diversité génique ou intraspécifique

Elle peut se définir sur le plan des allèles, celui des gènes entiers, ou celui d'unités plus vastes que les gènes. Ainsi, même si toutes les cellules d'un organisme ont précisément les mêmes gènes, c'est l'expression de certains gènes et l'inactivation d'autres gènes qui font que les cellules auront des formes et des fonctions diverses (Rusell, 1992).

La diversité génique est le fondement de la biodiversité. Elle est constituée par la variabilité génétique qui existe au sein des organismes vivants, en autre terme par les 44 différences génétiques entre populations d'une même espèce et entre individus appartenant à la même population (Glowka *et al.*, 1996).

3-2- Diversité spécifique ou interspécifique

Ernst Mayer (1942) in Spichiger *et al.* (2002) définit l'espèce selon le concept biologique comme, un groupe de population naturelle, effectivement ou potentiellement interfécondable, qui est génétiquement isolée d'autres groupes similaires. Mais comme on trouve de la reproduction asexuée (ou une parthénogenèse) aussi bien chez les animaux que chez les végétaux, le concept d'espèce ne peut plus être lié à l'interfertilité.

L'espèce est une population d'organismes vivants capables de se croiser librement entre eux dans les conditions naturelles. Plus précisément, l'espèce est un groupe d'organismes qui a évolué de manière à présenter des caractères distincts, pouvant être transmis à la génération suivante, et qui occupe une zone géographique qui lui est propre. Généralement, les représentants d'une espèce ne se croisent pas avec ceux d'autres espèces. Pour de nombreuses raisons : différences génétiques, comportement et besoins biologiques différents, et séparation géographiques. Mais dans le règne végétal, l'hybride interspécifique est assez fréquent. Cela signifie que la notion d'espèce doit être acceptée de façon moins rigoureuse qu'on ne le pensait jadis (Glowka *et al.*, 1996).

Selon Demol *et al.* (2002), l'espèce est une unité de base du monde vivant (dans des conditions naturelles de vie ne procède à aucun échange de gènes avec des espèces voisines), et une unité de reproduction (d'où l'espèce n'est pas absolument homogène). Les individus qui la composent peuvent différer les uns des autres par quelques traits héréditaires. Cette variabilité au sein de l'espèce permet parfois de la scinder en sous espèce, biotypes, races et variétés. Ces niveaux sub-spécifiques sont souvent difficiles à définir.

La variété est un ensemble homogène de plantes clairement identifiées par des caractères morphologiques, physiologiques et génétiques qui les distinguent des autres plantes de la même espèce (GNIS, 1990). La variété est plus précisément un regroupement végétal dans un seul taxon botanique du plus petit rang connu inférieur à sous espèce. Ce

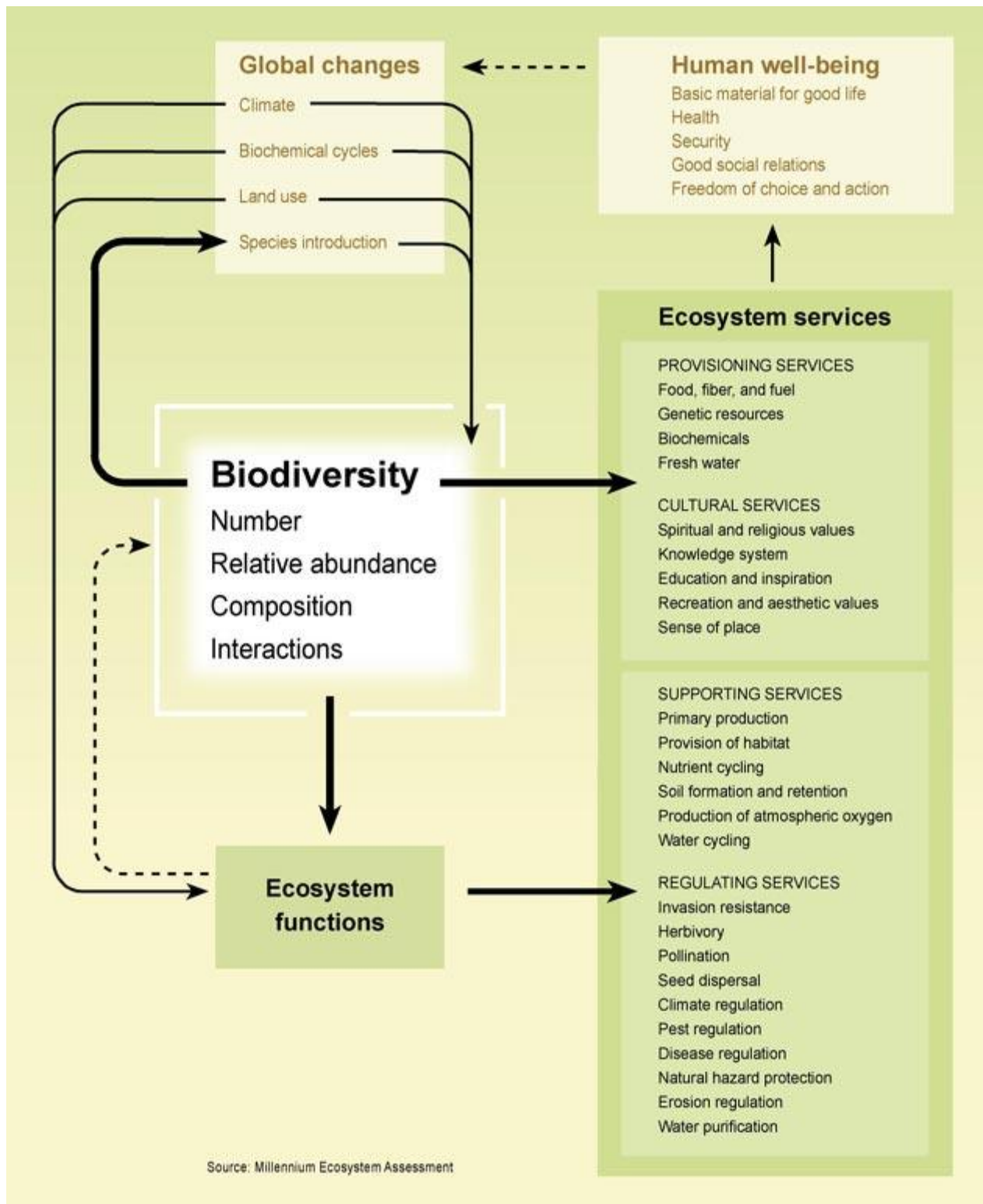
regroupement peut être défini par l'expression de caractéristiques résultant d'un génotype donné ou d'une combinaison de génotype. Il peut se distinguer d'un autre regroupement végétal par l'expression d'au moins une des caractéristiques et être considéré comme une unité car il est capable de se propager sous la même forme (Anonyme, 2003 ; Berthet, 2006).

La diversité des espèces, c'est la variabilité qui existe au niveau des différentes espèces rencontrées dans une aire donnée, ou bien c'est la richesse en espèce dans un habitat donné. Selon Glowka *et al.*, (1996), la diversité interspécifique est une expression qui désigne la variabilité des espèces sauvages ou domestiques dans une zone géographique particulière.

3-3- Diversité écosystémiques

C'est la variabilité qui existe au niveau des écosystèmes en tenant compte des fonctions des espèces et les interactions entre-elles. Les **services fournis par les écosystèmes** sont les bienfaits que les **écosystèmes** procurent aux humains. Ceux-ci comprennent:

- les **services d'approvisionnement**, tels que la nourriture, l'eau propre, le bois, les fibres et les ressources génétiques ;
- les **services de régulation**, comme la régulation du climat, des inondations, des maladies, de la qualité de l'eau et de la pollinisation ;
- les **services culturels**, tels que les bienfaits récréatifs, esthétiques et spirituels ;
- les **services de soutien**, comme la formation des sols et le **cycle des éléments nutritifs**.



4- Evaluation de la biodiversité

4-1- Comment mesurer la biodiversité ?

Selon le point de vue précédemment défini, il ne peut y avoir de mesure unique objective de la biodiversité, mais uniquement des mesures relatives à des tendances ou

objectifs précis d'utilisation ou d'application. On devrait parler donc plutôt d'« indices » de biodiversité que de véritables **indicateurs**. Ils commencent à être relevés à l'échelle mondiale, par des **observatoires de la biodiversité**, dans le cadre notamment de l'**Imoseb** (Le processus consultatif vers un **IMoSEB (International Mechanism of Scientific Expertise on Biodiversity)** était un processus exploratoire de 2005-2008 visant à évaluer le besoin, la forme et les différentes options possibles pour un Mécanisme d'Expertise Scientifique sur la Biodiversité. Impliquant de nombreuses parties prenantes de la biodiversité et avec une audience de portée médiatique ; l'objectif de la consultation était d'apporter une véritable valeur ajoutée, prenant pleinement en compte le rôle et actions des mécanismes, structures et institutions existantes).

Les conservationnistes cherchent à évaluer quantitativement et qualitativement une valeur, reconnue par ceux pour qui ils font cette estimation, et élément d'aide à la décision pour les espèces ou habitats ayant besoin de **protection**. D'autres cherchent une mesure plus facilement défendable d'un point de vue économique, permettant de garantir le maintien de l'utilisation (dont pour les générations futures) de la biodiversité et de ses possibilités d'évolution, en assurant la protection de l'**environnement** dans un monde en constante évolution.

Les biologistes accordent une importance croissante à la **diversité génétique** et à la circulation des gènes. L'avenir étant inconnu, nul ne peut savoir quels gènes seront les plus importants pour l'**évolution**. Il y a donc consensus sur le fait que le meilleur choix de conservation de la biodiversité est d'assurer la sauvegarde du plus large pool génétique possible sur des habitats suffisamment représentatifs et **interconnectés** pour que les échanges de gènes restent possibles.

Certains considèrent cette approche comme parfois inadéquate et trop restrictive, notamment parce qu'elle ne prend pas en compte les fonctions aménitaires et culturelles de la biodiversité.

Une étude récente⁶ montre que le déclin des **papillons** dans une zone donnée est lié à celui de la biodiversité dans cette même zone. La présence ou l'absence de papillons serait donc un bon **indice** de mesure de la biodiversité.

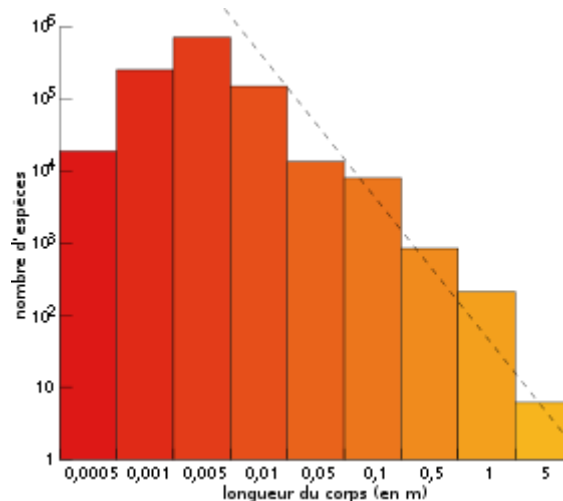


Schéma 1 : Relation entre le nombre d'espèces et la taille des organismes

4-2- Les différentes dimensions de la biodiversité

La biodiversité doit d'une part être considérée en tant que processus **dynamique**, dans sa dimension temporelle ou sa structure. Elle est un système en évolution constante, du point de vue de l'espèce autant que celui de l'individu. La **demi-vie** moyenne d'une espèce est d'environ un million d'années et 99% des espèces qui ont vécu sur terre sont aujourd'hui éteintes.

Elle peut aussi être considérée dans sa composante spatiale : la biodiversité n'est pas distribuée de façon régulière sur terre. La **flore** et la **faune** diffèrent selon de nombreux critères comme le **climat**, l'altitude, les sols ou les autres espèces (critères que l'homme modifie de plus en plus fortement et rapidement). Et dans sa fonction (les processus qui génèrent la biodiversité et qui affectent la structure et la composition).

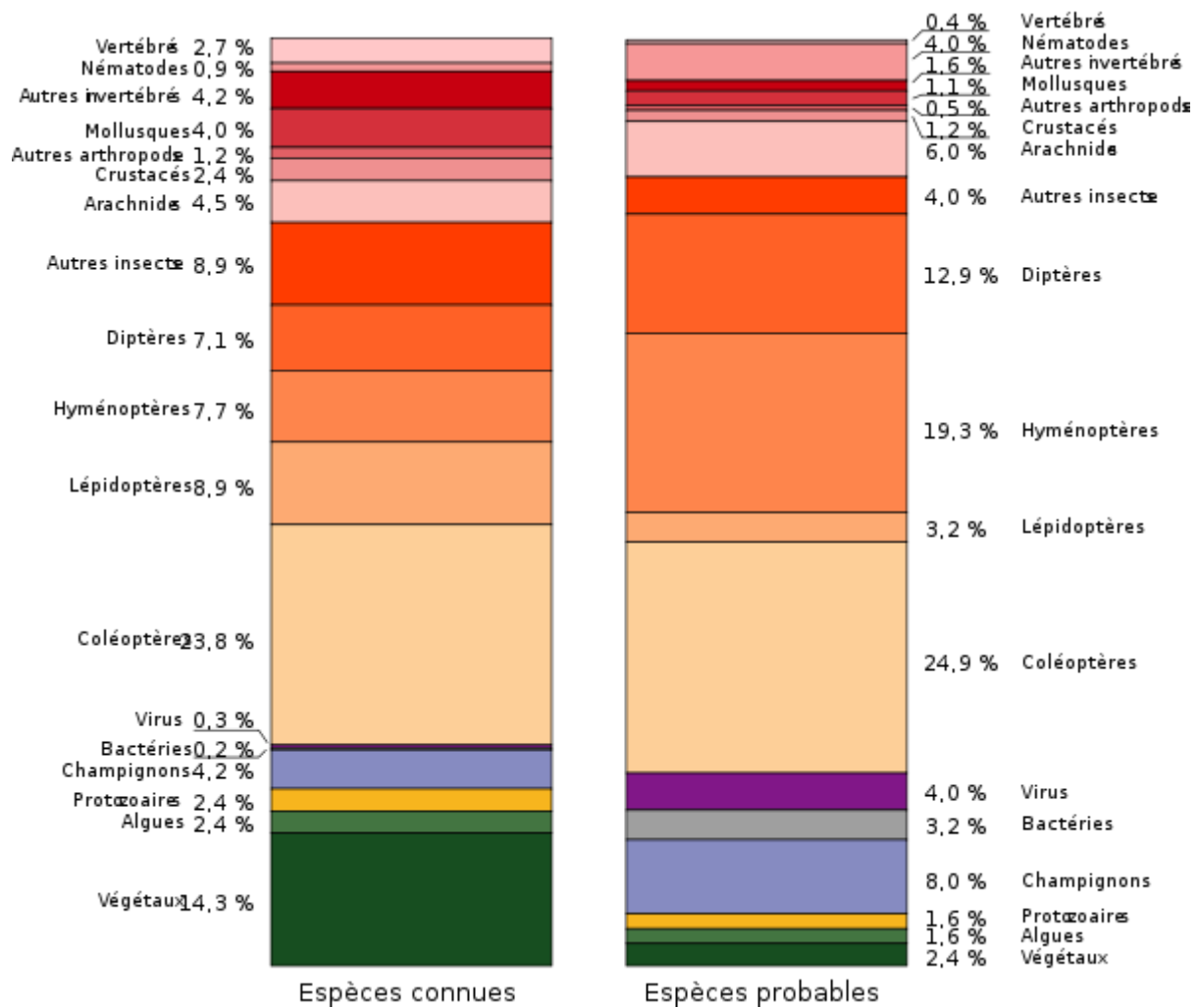
4-3- L'inventaire des espèces

La **systematique** explore la biodiversité dans sa capacité à distinguer un organisme ou un **taxon** d'un autre. Elle est confrontée aux problèmes de temps et de nombre : 1,75 million d'espèces ont été décrites, alors les estimations vont de 3,6 à plus de 100 millions d'espèces. La systematique n'est qu'un des aspects de la biodiversité, néanmoins utile à la compréhension des **écosystèmes**, de la **biosphère** et de leurs fonctions et interactions.

Tableau 1. Quelques études estimant le nombre d'espèces décrites (d'après WCMC, 1992).

Groupe	Mayr <i>et al.</i> (1953)	Barnes (1989)	May (1988)	May (1990)	Brusca & Brusca (1990)
Protozoaires ⁷	—	—	260 000	32 000	35 000
Porifères	4 500	5 00	10 000	—	9 000
Cnidaires	9 000	9 000	10 000	9 600	9 000
Platyhelminthes	6 000	12 700	—	—	20 000
Rotifères	1 500	1 500	—	—	1 800
Nématodes	10 000	12 000	1 000 000 ⁸	—	12 000
Ectoproctes	3 300	4 000	4 000	—	4 500
Echinodermatas	4 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Urochordata	1 600	1 250	—	1 600	3 000
Vertébrés	37 790	49 933	43 300	42 900	47 000
Chélicérates	35 000	68 000	63 000	—	65 000
Crustacés	25 000	42 000	39 000	—	32 000
Myriapodes ⁹	13 000	10 500	—	—	13 120

Hexapodes	850 000	751 012	1 000 000 ¹⁰	790 000	+827 175
Mollusques	80 000	50 000	100 000	45 000	100 000 ¹¹
Annélides	7 000	8 700	15 000	–	15 000



Graphique 2 : comparaison de l'importance des différents taxons entre ce que nous savons (à gauche) et ce qui existe probablement (à droite) (D'après WCMC, 1992)

4-3-1- Estimations du nombre d'espèces

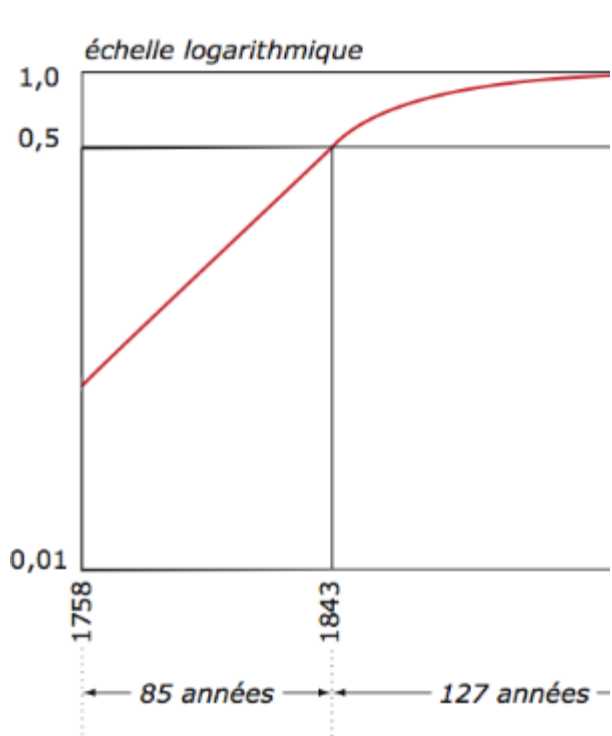
Certains groupes (virus, bactéries, pico et nano-plancton, micro-invertébrés..) sont très mal connus. Faire des estimations, même prudentes, est alors très délicat.

Tableau 2. Estimation du nombre d'espèces des principaux groupes taxinomiques (d'après WCMC, 1992).

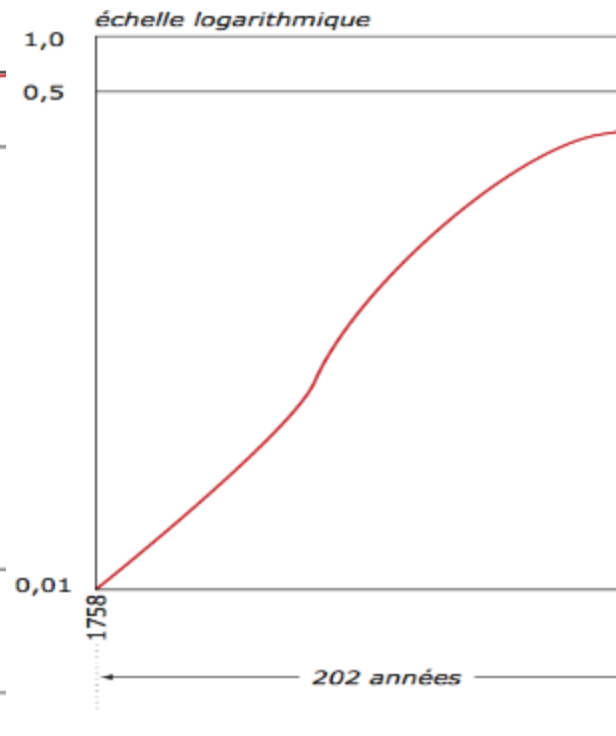
Groupe	Espèces déjà décrites	Espèces à décrire	
		estimation la plus haute ¹²	estimation probable ¹³
Virus	5 000	500 000	500 000
Bactéries	4 000	3 000 000	400 000 ¹⁴
Champignons	70 000	1 500 000	1 000 000
Protozoaires	40 000	100 000	200 000
Végétaux	250 000	500 000	300 000
Vertébrés	45 000	50 000	50 000
Nématodes	15 000	1 000 000	500 000
Mollusques	70 000	200 000	180 000
Crustacés	40 000	150 000	150 000
Arachnides	75 000	1 000 000	750 000
Insectes	950 000	100 000 000	8 000 000

4-3-2- Le rythme des découvertes

Nombre d'espèces restent donc à découvrir, à un rythme qui différera selon les groupes zoologiques. Ainsi, chez les oiseaux (graphique 3, voir ci-dessous), il a fallu 87 ans pour découvrir la moitié des espèces aujourd'hui connues et 125 ans pour l'autre moitié. Ce qui indique que les espèces sont de plus en plus difficiles à découvrir. Dans le cas des **arachnides** et des **crustacés** (graphique 4, voir ci-dessous), on a découvert en seulement dix ans (de 1960 à 1970), autant d'espèces que depuis 1758, soit 202 ans. Cela indique qu'il existe encore de nombreuses espèces communes encore inconnues mais aussi qu'en découvrir de nouvelles sera de plus en plus difficile.



Graphique 3 : rythme des découvertes d'espèces d'oiseaux (d'après WCMC, 1992, May, 1990, et Simon, 1983)



Graphique 4 : rythme des découvertes d'espèces d'araignées et de mollusques (d'après WCMC, 1992, May, 1990, et Simon, 1983)

4-4- Evaluation des trois niveaux de biodiversité

4-4-1- Evaluation de la diversité génétique

✓ **Les fréquences alléliques** ou bien la diversité allélique mesure la variation de la composition de gène des individus. En général, plus il y a d'allèles, et plus diverses sont leurs fréquences, plus la diversité génétique est grande. En fait la moyenne d'hétérozygotie et la probabilité de deux allèles prélevés au hasard sont génétiquement différentes.

Généralement cette méthode est employée comme mesure globale. Un certain nombre de différents indices peuvent être appliqués à la mesure de la distance de la fréquence allélique.

✓ **Les traits phénotypiques :** ils constituent une autre approche de mesure de la diversité génétique. Ils permettent de vérifier si les individus partagent les mêmes traits de phénotype. Cette méthode évite l'examen de la structure allélique fondamentale et se concentre sur la mesure de variance de certains traits. En général, elle implique les caractères mesurables morphologiques et physiologiques d'un individu.

✓ **L'ordonnance d'ADN ou bien l'information d'ordre d'ADN** : elle est obtenue par l'utilisation d'une réaction en chaîne de polymérisations. Une cellule est exigée pour obtenir les données ordonnées d'ordre d'ADN. Les espèces étroitement liées peuvent partager jusqu'à 95% de leurs ordres d'ADN, de ce fait ayant peu de diversité dans leur information génétique globale (Antonovic, 1990).

4-4-2- Evaluation de la diversité spécifique

L'évaluation de la diversité spécifique la plus couramment utilisée par les biologistes et les gestionnaires des milieux naturels étant : la richesse spécifique, l'abondance de tout ou partie des espèces présentes, la densité relative de chaque espèce (la régularité ou l'évenness), leur degré de rareté, la superficie de l'habitat, le degré de naturalité ou de représentativité des espèces ou des communautés, ainsi que diverses caractéristiques liées aux usages (valeur touristique ou culturelle, cinématique, halieutique)...etc (Usher, 1986 ; Brunaud, 1987 ; Ledant, 1991 ; Spellerberg, 1992 ; Ricklefs et Schluter, 1993 ; Humphries *et al.*, 1995 ; Oertlie *et al.*, 2000).

✓ **L'abondance ou le nombre d'individus** d'une population est un paramètre fondamental qui conditionne très largement la reproduction de l'espèce et sa capacité de dissémination vers l'extérieur. Il mérite donc d'être pris en compte dans l'évaluation de la biodiversité des sites, ceux qui hébergent des populations assez importantes pour rester viables à long terme ayant une grande valeur pour la conservation des espèces (Joly, 2002).

✓ **La richesse et la diversité spécifique** qui peuvent être déterminées pour l'ensemble des taxons présents dans un milieu, ou pour des sous-ensembles de taxons sont l'unité de mesure la plus courante (Levêque et Mounolou, 2001).

Selon Frochot (2002) la diversité spécifique peut être évaluée finement par des indices reflétant la structure du peuplement étudié.

✓ **La densité relative de chaque espèce ou la régularité (Evenness)** est utilisée pour comparer différentes communautés ou écosystèmes (Levêque et Mounolou, 2001).

Selon Van Kooten (1998), trois aspects interviennent dans la mesure de la biodiversité spécifique : l'échelle, la composition et le point de vue.

A. L'échelle

Elle est souvent basée sur des échantillons. Elle est utile, mais elle est sujette facilement à la polarisation c'est-à-dire l'attribution du qualificatif ancestral ou du qualificatif dérivé à un caractère du taxon. Généralement, il y a beaucoup d'incertitude concernant le nombre d'espèces. Whittaker (1960 et 1972), considère que la mesure de cette diversité est divisée en 3 échelles principales :

❖ **Diversité α** : C'est le nombre d'espèces en employant seulement leur présence (et pas leur abondance) dans une aire donnée. Ou bien c'est la richesse en espèces au sein d'un écosystème local (Huston, 1994).

Il existe une multitude d'indices de mesure développés, parmi lesquels les plus utilisés sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III1 : Les indices de la diversité spécifique les plus utilisés

Indice	Formule
Indice d'équitabilité de Shannon (1948) selon Bornard <i>et al.</i> (2006)	$H' = - \sum ((Ni / N) \log_2 (Ni / N))$ $H' = - \sum pi (\log_2 pi)$ $H' = - \sum pi \ln pi$ <p>Pi : abondance proportionnelle ou % d'importance de l'espèce Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée N : nombre total d'individus H' : varie entre 0 bits et 5 bits/individus</p>
Indice de diversité de Shannon- Weaver (1948) (Evenness) selon Ricklefs et Miller (2005) et Bornard <i>et al.</i> (2006).	$E = H' / H' \max$ <p>H' : indice de diversité spécifique H' max : logarithme du nombre total d'espèces dans l'échantillon E : varie entre 0 à 1</p>
Indice de diversité de Simpson (1949) selon Ricklefs et Miller (2005)	$D = 1 - (\sum pi^2)$ $D = \sum Ni (Ni - 1) / N (N-1)$ <p>D : varie de 0 à 1-1/S</p>

	S : nombre d'espèces
Indice d'équitabilité de Simpson (1949) selon Ricklefs et Miller (2005)	$E = (\sum p_i^2)$
Indice de diversité de Margalef (1958) selon Ricklefs et Miller (2005)	$D = (S - 1) / \ln(N)$

Exemple tiré de Krebs (1978) in Morin et Findlay (2004): Habitat A composé de 11 espèces, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau III2 : Exemple de calcul de la diversité spécifique alfa

Espèce	Abondance	Abondance pi	Log (pi)	Pi* log (pi)	Pi2
1	521	0,521	-0,28	-0,15	0,27
2	324	0,324	-0,49	-0,16	0,10
3	46	0,046	-1,34	-0,06	0,00
4	36	0,036	-1,44	-0,05	0,00
5	26	0,026	-1,59	-0,04	0,00
6	25	0,025	-1,60	-0,04	0,00
7	9	0,009	-2,05	-0,02	0,00
8	6	0,006	-2,22	-0,01	0,00
9	4	0,004	-2,40	-0,01	0,00
10	2	0,002	-2,70	-0,01	0,00
11	1	0,001	-3,00	0,00	0,00

S = 11 N = 1000 H' = -0,55 0,38

-Indice d'équitabilité de Shannon : $E = H' / H'_{\max} = H' / \log S = 1 - 0,551 / 1,04 = 0,53$

-Indice de diversité de Simpson : $D = 1 - (\sum p_i^2) = 0,62$

$$\text{Diversité Max} = 1 - 1/S = 0,91$$

-Indice de diversité de Margalef : $D = (S - 1) / \ln(N) = 4,17$

❖ **Diversité β** : Elle reflète les modifications de la diversité α lorsque l'on passe d'un écosystème à un autre dans un site. C'est le taux de remplacement des espèces dans un gradient topographique, climatique, ou d'habitat dans une zone géographique donnée. Ou bien c'est l'hétérogénéité au sein d'un écosystème.

Il existe deux coefficients de mesure de similarité comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau III3 : Les coefficients de mesure de similarité

Coefficient	Formule	Mesure

Jaccard	CJ = j / (a+b-j) a: richesse en premier site b: richesse en deuxième site j : espèces communes aux deux	Le changement entre 2 sites le long d'un gradient dans la même région géographique. Un indice plus grand indique moins de similarité dans la composition des espèces entre les différents habitats
Sorenson	CS = 2j / (a + b)	

Exemple (tiré de Krebs, 1978 in Morin et Findlay, 2004) : 2 zones avec 3 habitats, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau III4 : Distribution des espèces dans 2 sites et chaque site comprenant 3 habitats

Zone	1			2		
Habitat	A	B	C	A	B	C
A	100	50	10	120	48	19
B	50	160	25	48	90	32
C	10	25	80	19	32	65

- Coefficient de Jaccard

Habitat	AB	AC	BC
Zone 1	0.24	0.06	0.12
Zone 2	0.30	0.11	0.49

Plus de similarité dans la zone 2 alors plus de diversité dans la zone 1.

- Coefficient de Sorenson

Habitat	AB	AC	BC
Zone 1	0.38	0.11	0.21
Zone 2	0.46	0.21	0.41

Plus de similarité dans la zone 2 alors plus de diversité dans la zone 1.

❖ **Diversité γ :** Elle est souvent employée pour évaluer la présence et l'abondance globale d'espèces dans une grande région ou au niveau d'un paysage (Noss, 1983 ; Franklin, 1993). Elle correspond à la richesse en espèces au niveau régional ou encore c'est l'hétérogénéité au plan géographique.

Exemple tiré de Morin (2001) : Une biologiste de la conservation est chargée de quantifier la biodiversité des amphibiens et des reptiles dans deux zones contiguës (A et B). Elle échantillonne le long d'un transect qui parcourt les deux zones en entier. Le long de ce transect, à tous les 500 m, elle note le type d'habitat et identifie les espèces présentes dans une zone de 100 m². Elle obtient les résultats qui sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau III 5 : Distribution des espèces dans 2 zones

Zone	Position (km)	Habitat	Espèces présentes
A	0	Marais	1, 2, 3, 4, 5
A	0.5	Forêt	6, 7
A	1	Forêt	4, 6, 7, 8
A	1.5	Forêt	6, 7, 8
A	2	Marais	1, 2, 8, 9, 10
A	2.5	Marais	1, 2, 8, 9, 10, 11
A	3	Forêt	6, 7, 8, 9
A	3.5	Marais	8, 9
A	4	Forêt	4, 5, 6, 7
A	4.5	Forêt	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
B	5	Marais	3, 4, 5
B	5.5	Forêt	6, 7, 8, 9
B	6	Forêt	6, 7, 8, 9
B	6.5	Marais	1, 4, 5, 6
B	7	Marais	10, 11, 12
B	7.5	Marais	10, 11, 12, 13
B	8	Forêt	6, 7, 8, 9
B	8.5	Forêt	6, 7, 8, 9
B	9	Forêt	6, 7, 8
B	9.5	Marais	1, 2, 4, 6, 8, 11, 12, 13

- Calculer la diversité gamma ?

Espèce	% des marais zone	%des marais zone	%des forêts zone	%des forêts zone
	A	B	A	B

1	75	40	0	0
2	75	20	0	0
3	25	20	0	0
4	25	60	33	0
5	25	40	17	0
6	0	40	100	100
7	0	0	100	100
8	75	20	67	100
9	75	0	33	80
10	50	40	17	0
11	25	60	17	0
12	0	60	17	0
13	0	40	0	0

Ce qui implique que, dans les marais, la diversité gamma est légèrement plus élevée dans la Zone B, mais que c'est le contraire dans les forêts où la diversité gamma est nettement plus grande dans la Zone A.

B. La composition : C'est la détermination de ce qui constitue une population minimum viable pour la survie d'une espèce. C'est une opération voisine de la fixation de norme minimum de sécurité pour les espèces.

C. Le point de vue : renvoie à l'existence de nombreux points de vue (pratique, moral, esthétique). Perlman et Adelson (1997) examinent l'attribution de valeurs de façon plus poussée. Ils font observer que le point de vue est nécessairement subjectif et chargé de valeur et que certains critères ont une importance théorique et juridique indépendamment de leur utilisation souhaitée ou de leur fondement éthique.

4-4-3- Evaluation de la diversité écosystémique

Elle inclut l'évaluation de l'éco-région ou de l'éco-zone, basée sur la distribution des espèces, des attributs particuliers physiques, tels que des sols et des climats et des types distincts d'écosystèmes (UNEP, 1995).

La théorie des écosystèmes s'intéresse à la répartition des espèces, aux schèmes de développement des communautés, ainsi qu'au rôle et à la fonction des principales espèces. Elle étudie à la fois les fonctions des espèces et leurs interactions entre elles. Le terme « écosystème » désigne ici tous les niveaux supérieurs à celui de l'espèce : les associations, les communautés, les écosystèmes au sens strict, etc. Plusieurs termes spécialisés désignent ce niveau, lequel peut d'ailleurs se subdiviser en plusieurs sous-niveaux, comme la communauté et l'écosystème. Le présent survol porte sur tous ces niveaux. Des trois paliers de la diversité que nous examinons ici, celui-ci, du fait de la complexité des interactions, est sans conteste le moins bien connu. Il est en effet extrêmement ardu de relever toutes les espèces d'un écosystème puis de saisir non seulement les impacts que chacune d'elles exerce sur les autres et sur son environnement, mais aussi ceux que ces autres espèces et cet environnement exercent sur elle.

L'une des grandes difficultés auxquelles se heurtent les chercheurs qui étudient les communautés, c'est que les frontières entre elles ne sont pas étanches et clairement tranchées. Un lac est délimité par ses rives et se distingue nettement de la forêt caducifoliée (à feuilles caduques) qui l'entoure. Par contre, c'est graduellement que cette forêt se transforme en prairie ou en forêt de conifères. Caractéristique des communautés « ouvertes » (par opposition aux communautés « fermées », qui se distinguent par des changements brusques entre elles), cette absence de délimitations franches rend difficiles la définition et la délimitation mêmes des écosystèmes et donc, leur étude.

Pour certains chercheurs, la communauté se résume à la somme de ses espèces et de ses processus. Pour eux, donc, les propriétés découvertes dans ces communautés ne sont pas typiques de ce niveau. Toutefois, de nombreux autres experts s'inscrivent en faux contre cette conception et considèrent au contraire que les caractéristiques des communautés leur sont propres pour la plupart et ne peuvent pas être extrapolées à partir d'une simple étude des espèces en présence. Parmi ces caractéristiques, citons notamment les différents paliers de la chaîne alimentaire et l'agencement des espèces à chacun d'eux, les guildes (les espèces qui, dans une communauté donnée, ont les mêmes fonctions), et les autres modes d'interaction.

L'analyse des communautés biologiques ou biocénoses se fait à travers la quantification de plusieurs paramètres caractéristiques qui sont : abondance, fréquence, constance, dominance, fidélité, structure, périodicité et diversité.

La diversité est la richesse d'une biocénose en espèces. Elle peut être appréciée par l'indice de Fisher, Corbet & Williams (1943) :

$$S = \frac{1}{\alpha} \log (1 + N/\alpha)$$

où S est le nombre d'espèces, N le nombre d'individus et α l'indice de diversité ; log est le logarithme népérien.

L'indice de diversité permet de comparer la richesse de deux biocénoses, en particulier lorsque le nombre d'individus récoltés dans chacune d'entre elles est très différent.

L'indice de diversité est la traduction chiffrée du principe biocénotique ndeg.1 de Thienemann : **lorsque les conditions de milieu sont favorables on trouve de nombreuses espèces et chacune d'elles est représentée par un petit nombre d'individus.** L'indice de diversité est alors élevé. Lorsque les conditions de milieu sont défavorables, on ne rencontre qu'un petit nombre d'espèces mais chacune d'elles est en général représentée par de nombreux individus. L'indice de diversité est alors faible.

Le nombre d'espèces présentes dans une aire déterminée varie beaucoup en fonction de la situation géographique. L'accroissement du nombre d'espèces est particulièrement net lorsque l'on se déplace des régions polaires vers l'équateur. Par exemple, la forêt tropicale qui ne couvre que 7 % de la surface terrestre abrite plus de la moitié des espèces végétales et animales du globe, dont 80 % des insectes et 90% des primates (Le Courrier de l'Unesco, 1/1989 : 15). La disparité de la répartition de la biodiversité dans la biosphère peut être illustrée par la comparaison suivante : le Danemark ne possède que la moitié du nombre d'espèces animales et végétales présent sur un seul hectare de forêt malaise (Lévêque & Glachant, 1992). La forêt pluviale péruvienne héberge, selon T. Erwin, 12.000 espèces de coléoptères sur un hectare.

Dans la forêt tropicale, on peut rencontrer une centaine d'espèces d'oiseaux sur un hectare alors que dans une forêt tempérée il n'y en a qu'une dizaine sur la même surface. Dans les deux cas, le nombre des individus n'est pas très différent (Dajoz : 263). Simpson (1964) a montré que la diversité des mammifères d'Amérique du Nord croît selon deux facteurs : la latitude (du nord au sud) et l'altitude.

Cinq groupes de facteurs conditionnent plus particulièrement la diversité au niveau des biocénoses : facteurs historiques, climatiques, hétérogénéité spatiale, compétition-prédation, productivité.

- **facteurs historiques** : les biocénoses se diversifient avec le temps. Les plus anciennes sont plus riches que les plus jeunes. La diversité est faible dans les écosystèmes les plus simples et les moins stables : toundra, agrocénoses. Elle est plus importante dans les écosystèmes stables et évolués, ayant atteint leur maturité (stade climacique) comme les régions tropicales. La faune des régions tempérées, appauvries par les glaciations est une faune relativement jeune.

- **facteurs climatiques** : les régions à climat stable (sans gelées, où l'amplitude thermique quotidienne est supérieure à l'amplitude thermique annuelle, avec des pluies régulières) favorisent l'apparition de spécialisations et d'adaptations plus poussées que les régions à climat variable, en raison de la constance de leurs ressources alimentaires. Les animaux de ces régions se caractériseraient par des comportements alimentaires stéréotypés, leurs besoins étant plus facilement satisfaits. Les niches écologiques disponibles sont de ce fait plus petites et le nombre d'espèces pouvant cohabiter est plus grand. Il peut y avoir de plus chevauchement partiel des niches écologiques. Le phénomène de compétition que l'on abordera plus bas agit aussi dans le sens de la réduction de la dimension des niches.

- **facteur hétérogénéité spatiale** : plus le milieu est complexe, plus les biocénoses sont diversifiées. Le facteur topographique joue un rôle important dans la diversification du milieu et la formation d'espèces (Mayr, 1963). Cependant, les régions tropicales ne sont pas plus variées en matière de topographie que les régions extra-tropicales. En milieu tropical, c'est souvent la richesse de la flore qui détermine l'hétérogénéité spatiale.

Le nombre d'espèces est fonction de la température moyenne qui règle la durée de la saison de végétation. Plus la saison de végétation est longue, plus la productivité primaire est abondante et stable.

Une grande variété de types de formes végétales (permise par le climat) augmente l'hétérogénéité du milieu (hétérogénéité tridimensionnelle, en raison de l'importance des différentes strates végétales).

Le besoin quotidien en aliments est plus faible quand la température externe augmente. De ce fait, le régime alimentaire peut se spécialiser davantage.

Tous ces éléments contribuent à augmenter le nombre de niches écologiques disponibles et donc le nombre d'espèces. Mac Arthur (1964) a montré que le nombre d'espèces d'oiseaux dans une forêt est une fonction linéaire de la quantité de végétation (surface foliaire). Le nombre d'espèces est cependant plus élevé en forêt tropicale qu'en forêt tempérée. La forêt tropicale offre une diversité de milieux (épiphytes, canopée, ramures, troncs, ...) que n'offre pas la forêt tempérée.

- facteurs compétition-prédation : La compétition s'exerce surtout entre espèces ayant des niches écologiques voisines ou identiques. Elle peut être diminuée par le décalage des périodes de reproduction. Cela est possible dans les régions inter-tropicales où la constance du climat permet à la reproduction de s'exercer toute l'année : la compétition est en effet plus importante pour l'alimentation et pour les abris au moment de la reproduction.

La sélection naturelle s'exprime de façon particulière dans la région intertropicale car des facteurs indépendants de la densité (froid, sécheresse) s'y manifestent rarement. Selon Paine (1966) les prédateurs et les parasites seraient plus nombreux dans les régions tropicales, ce qui diversifierait les biocénoses et maintiendrait les populations à un niveau faible où la compétition est limitée. La faible intensité de la compétition permet l'apparition et la coexistence de nouveaux types de proies qui peuvent supporter de nouveaux types de prédateurs. Paine comparait trois réseaux trophiques de la zone intertidale de l'Océan Pacifique : la Basse-Californie (45 espèces), le Pacifique Nord (11) et le Costa-Rica (8 espèces). La basse Californie est la zone la plus riche car le réseau trophique est terminé par deux super-prédateurs : l'étoile de mer et un gastéropode carnivore (consommé par l'étoile). Dans les deux autres milieux (au nord comme au sud), l'absence d'étoiles de mer se traduit par une diminution du nombre d'espèces.

- facteurs productivité : La diversité serait d'autant plus grande que la productivité est plus élevée (Connell & Auriar, 1964). Dans un milieu stable, les pertes d'énergie sont faibles et une plus grande quantité d'énergie se retrouve sous la forme de matière vivante. Cet accroissement permet aux espèces de former des populations plus importantes avec un plus grand pouvoir de variabilité. En outre, l'abondance de la nourriture permet aux espèces de se fragmenter en petites populations plus ou moins isolées qui peuvent accéder au niveau spécifique.

L'**approche écosystémique** ou **approche par écosystème** est une méthode de **gestion** où les terres, l'eau et les ressources vivantes sont intégrées afin de favoriser la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles, afin de respecter les interactions dans les écosystèmes dont l'être humain dépend.¹ En résumé, toutes les parties d'un **écosystème** sont liées, il faut donc tenir compte de chacune d'entre elles.

Cette approche est surtout utilisée en **gestion des forêts**, des **pêches**, en **gestion agricole** et en recherche environnementale.

- Les 12 principes de Gestion

Lors de la 5e rencontre des Parties de la **Convention sur la diversité biologique** (CDB), en **2000**, 12 principes de gestions ont été adoptés afin d'assurer une approche qui respecte l'esprit de l'approche écosystémique. Ces 12 principes développés lors de la réunion d'expert au **Malawi** qui eu lieu en **1998**, sont communément appelé les "Principes de Malawi".⁸ Ceux sont définie sur le site de la Convention sur la diversité biologique comme suit:

Principe 1 : Les objectifs de gestion des terres, des eaux et des ressources vivantes sont un choix de société.

Principe 2 : La gestion devrait être décentralisée et ramenée le plus près possible de la base.

Principe 3 : Les gestionnaires d'écosystèmes devraient considérer les effets (réels ou potentiels) de leurs activités sur les écosystèmes adjacents ou autres.

Principe 4 : Compte tenu des avantages potentiels de la gestion, il convient de comprendre l'écosystème dans un contexte économique. Tout programme de gestion d'écosystème devrait :

- Réduire les distorsions du marché qui ont des effets néfastes sur la diversité biologique;
- Harmoniser les mesures d'incitation pour favoriser la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique;
- Intégrer dans la mesure du possible les coûts et les avantages à l'intérieur de l'écosystème géré.

Principe 5 : Conserver la structure et la dynamique de l'écosystème, pour préserver les services qu'il assure, devrait être un objectif prioritaire de l'approche systémique.

Principe 6 : La gestion des écosystèmes doit se faire à l'intérieur des limites de leur dynamique.

Principe 7 : L'approche par écosystème ne devrait être appliquée que selon les échelles appropriées.

Principe 8 : Compte tenu des échelles temporelles et des décalages variables qui caractérisent les processus écologiques, la gestion des écosystèmes doit se fixer des objectifs à long terme.

Principe 9 : La gestion doit admettre que le changement est inévitable.

Principe 10 : L'approche par écosystème devrait rechercher l'équilibre approprié entre la conservation et l'utilisation de la diversité biologique.

Principe 11 : L'approche par écosystème devrait considérer toutes les formes d'information pertinentes, y compris l'information scientifique et autochtone, de même que les connaissances, les innovations et les pratiques locales.

Principe 12 : L'approche par écosystème devrait impliquer tous les secteurs sociaux et toutes les disciplines scientifiques concernés.

A- Gestion de la pêche

A-1- Accords internationaux

En 1980 à Canberra en Australie se tient la [Convention sur la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique](#) (CCAMLR). Cet accord sera adopté en 1982, officialisant ainsi le premier accord International à se fonder sur une approche écosystémique des pêches. L'[Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture](#) (FAO) a adopté le 31 octobre 1995 le Code de conduite FAO pour une pêche responsable « en vue d'assurer effectivement la conservation, la gestion et le développement des ressources bioaquatiques, dans le respect des écosystèmes et de la biodiversité. » Ce code de conduite servira de base pour la *gestion des pêches fondée sur les écosystèmes (EBFM) ou (EBM)* aussi souvent référé en français par *approche écosystémique pour la gestion des pêches (AEP)*.

A-2- Gestion des pêches fondée sur les écosystèmes

La gestion des pêches fondée sur les écosystèmes (EBFM) ou (EBM) est une approche qui intègre les principes de gestion de l'approche écosystémique, mais en considérant les **frontières** écologiques et non seulement politiques. Elle tient aussi compte de la réponse des écosystèmes face aux perturbations environnementales. De plus, l'une de ses principales considérations est de conserver l'intégrité de l'écosystème **maritime** et **côtier**, afin d'assurer sa pérennité, dont dépend l'être humain.

L'approche traditionnelle pour la pêche, principalement fondé sur le **rendement équilibré maximal** qui tend, en priorisant la maximisation de la rentabilité des espèces, à la surpêche¹⁵, propose de surveiller presque uniquement les réserves de chaque espèces commercialisables en tant que réserves indépendantes. Cependant les espèces sont **interdépendantes** entre elles et avec l'ensemble de leur **écosystème**. Ne pas en tenir compte aggrave les impacts déjà important de la **surpêche** sur la partie de la sécurité alimentaire et de l'économie dépendante des activités de pêches dans le monde.

B- Gestion des forêts

L'approche écosystémique appliqué à la **foresterie** tient compte de la diversité des espèces végétale et animale d'une forêt, des communautés dépendantes des ressources forestières ainsi que des désastre naturels (surtout les **feux** et les **inondations**) qui sont assez fréquent pour être considéré comme faisant partie de l'écosystème d'une forêt.

En plus des contraintes économiques et légales, elle peu aussi tenir compte de l'âge des arbres d'une forêt par rapport à la vitesse et la méthode de coupe.

5- Facteur de variation de biodiversité

En plus des causes directes de la perte de biodiversité des gènes, des espèces et des écosystèmes, plusieurs facteurs profonds créent les conditions favorables à l'appauvrissement de la biodiversité.

Croissance démographique, distribution et structure de migration de la population sont les principaux facteurs de la dégradation de l'environnement, **une sorte de mauvaise empreinte écologique de l'Homme sur la terre**.

La terre compte six milliards d'habitants dont les quatre cinquième vivent dans des pays

en développement où se produira 95 pour cent de la croissance démographique qui sera enregistrée d'ici 2015. Des populations humaines nombreuses ont une incidence directe, par l'utilisation et la transformation des milieux naturels, et les zones urbaines ont aussi un effet indirect, par la demande de produits provenant des milieux naturels et de l'agriculture. Les ressources naturelles locales subissent, en outre, le stress de l'immigration en masse provoquée par les guerres et les troubles civils, ou encore les programmes de déplacement mis en place par les gouvernements ou la recherche d'emplois.

À tous les niveaux, la pauvreté et les inégalités conditionnent l'utilisation des ressources. Les populations démunies, sans accès aux ressources financières et humaines et sans droits de propriété assurés, sont souvent forcées de s'installer sur des terres inoccupées, des aires protégées ou des terres marginales : on estime que 60 pour cent de la population mondiale pauvre vit dans des régions très vulnérables du point de vue écologique. En l'absence de droits de propriété assurés sur l'utilisation des terres et de leurs ressources, ces personnes n'ont aucun intérêt à investir dans des pratiques de récolte durables.

Dans les pays en développement, politiques macro-économiques et pratiques commerciales ont des incidences graves sur la biodiversité parce que les revenus proviennent essentiellement de l'exportation des produits agricoles et des ressources naturelles. En conséquence, les ressources naturelles sont pillées pour des profits à court terme et bien peu d'avantages pour les populations pauvres qui dépendent de ces ressources pour vivre. Par ailleurs, les pratiques commerciales peuvent ouvrir la porte au commerce de biens obtenus illégalement qui côtoient les biens de provenance légitime. _ Les politiques nationales qui ne s'attaquent pas aux incitations perverses entraînent des pertes de biodiversité et des dommages écologiques à différents niveaux :

- l'exploitation et l'utilisation des terres en l'absence de droits de propriété ou lorsque les droits de propriété ne sont pas clairement établis, par exemple dans les réserves forestières isolées, entraînent l'utilisation non durable ;
- les subventions au développement agricole, à l'élevage et à d'autres systèmes de production intensifs ont abouti à des programmes de développement non durable et à des pertes importantes de biodiversité ;
- exclure les acteurs locaux du processus décisionnel concernant les plans d'occupation des sols et les programmes de recherche a pour effet de favoriser des groupes

extérieurs puissants qui pratiquent une récolte non durable au détriment des populations locales et de la qualité de l'environnement.

Toutes ces causes profondes de la perte de biodiversité démontrent à quel point une gestion améliorée des éléments constitutifs de la diversité biologique qui soutiennent le développement humain dépend de l'adoption de méthodes de développement durable qui tiennent compte des questions de gouvernance, de pauvreté et d'égalité.

Causes profondes	Causes directes	Perte de biodiversité
Changement démographique	Transformation de l'habitat	Perte de ressources génétiques
Pauvreté et inégalité	Utilisation et gestion non durables	Perte d'espèces
Politiques nationales publiques et marchés	Domestication	Déclin des populations
Gouvernement inefficace ou société non solidaire	Introduction d'espèces exotiques envahissantes	Dégradation des fonctions ou des processus des écosystèmes
Politiques et structures macro-économiques	Commerce des espèces	Changement social et distorsion du développement
Pollution	Structures de la consommation	Phénomènes naturels Changements climatiques

Pour la coopération au développement, l'enjeu consiste à faire en sorte que la biodiversité continue de fournir les biens et services nécessaires au développement humain. Pour cela, il convient de préserver un capital suffisamment vaste de ressources génétiques, de gérer les habitats naturels de manière durable pour maintenir les moyens de subsistance, en particulier dans les régions où la productivité agricole est faible. Il faut aussi s'attaquer aux activités qui ont des répercussions sur la biodiversité telle que la construction d'infrastructures, afin de prévenir ou d'atténuer les incidences négatives sur la diversité biologique et les communautés démunies.

Cela ne peut se faire que si le contexte institutionnel et les instruments politiques et de marché qui influencent les liens entre les causes directes et les causes profondes de la perte de

biodiversité et qui sapent les possibilités d'utilisation durable sont corrigés. L'essentiel, dans ce processus d'élaboration de politiques et de renforcement des capacités, consiste à essayer de garantir le partage équitable, à tous les niveaux de la biodiversité, des coûts et avantages réels. Il faudra pour cela promouvoir la décentralisation, renforcer les droits d'accès et de propriété relatifs à la terre et aux ressources pour les communautés qui en dépendent et définir des droits de propriété intellectuelle, entre autres, ainsi que renforcer les capacités qui permettront aux différents acteurs de participer et de négocier efficacement.

La disparition de la biodiversité est, en outre, accélérée par d'autres facteurs. Des phénomènes et cycles naturels, tels que l'oscillation El Niño de 1997/1998, sont responsables des graves incendies forestiers du Brésil et de l'Indonésie, et de la mortalité de plus de 50 % des récifs coralliens de l'océan Indien qui serait due à des changements de la température de l'eau. À une échelle encore plus vaste, l'activité humaine libère dans l'atmosphère des gaz à effet de serre et des gaz qui appauvrissent la couche d'ozone.

6- Etat de la biodiversité en Algérie

Les Espaces Protégés en Algérie

Grâce à sa riche biodiversité, l'Algérie se situe parmi les pays méditerranéens les plus originaux, sans égaux du point de vue bioclimatique, morphologique, floristique et faunistique.

Une telle diversité écologique a engendré une richesse de paysages et de milieux naturels de grande qualité, qui confère au Pays un patrimoine naturel exceptionnel.

La biodiversité algérienne est considérée parmi les plus élevées du bassin méditerranéen, grâce à la présence, entre autre, d'espèces très rares comme le Goéland d'Audouin, la Sittelle de Kabylie, le Phoque Moine et le Cerf de Barbarie.

Afin de protéger ce patrimoine national, l'Algérie a établi un réseau d'espaces protégés qui renferment des écosystèmes uniques et représentatifs de la diversité biologique du pays, conformément à la loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Parcs Nationaux

Les Parcs côtiers

- Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf)
- Parc National de Gouraya (Wilaya de Bejaia)
- Parc National de Taza (Wilaya de Jijel)

Les Parcs des zones de montagnes

- Parc National de Théniet El Had (Wilaya de Tissemsilt)
- Parc National du Djurdjura (Wilaya de Tizi Ouzou et Bouira)
- Parc National de Chréa (Wilaya de Blida)
- Parc National de Belezma (Wilaya de Batna)
- Parc National de Tlemcen (Wilaya de Tlemcen)

Les Parcs des zones Steppiques

- Parc National de Djebel Aissa (Wilaya de Naama)

Les Parcs Sahariens

- Parc National du Tassili (Wilaya d'Illizi)
- Parc National de l'Ahaggar (Wilaya de Tamanrasset)

Réserves Naturelles

- Réserve naturelle de la Macta (Wilaya de Mostaganem, Oran et Mascara)
- Réserve naturelle de Mergueb (Wilaya de M'sila)
- Réserve naturelle des Beni-salah (Wilaya de Guelma)
- Réserve naturelle des Babors (Wilaya de Sétif)
- Réserve naturelle marine des Iles Habibas (Wilaya d'Oran)

Zones Humides d'Importance Internationale (Sites Ramsar)

- Lac Tonga (Wilaya d'El Tarf)
- Lac Oubeira (Wilaya d'El Tarf)

- Lac des Oiseaux (Wilaya d'El Tarf)
- Chott Ech Chergui (Wilaya de Saida, Naama et El Bayadh)
- Guerbes (Wilaya de Skikda)
- Chott El Hodna (Wilaya de M'sila et Batna)
- Vallée d'Iherir (Wilaya d'Illizi)
- Gueltates d'Issikarassene (Wilaya de Tamanrasset)
- Chott Merouarne et Oued Khrouf (Wilaya d'El Oued et Biskra)
- Marais de la Macta (Wilaya de Mostaganem, Oran et Mascara)
- Oasis de Ouled Said (Wilaya d'Adrar)
- Sebkha d'Oran (Wilaya d'Oran)
- Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi (Wilaya d'Adrar)
- Oasis de Moghrar et Tiout (Wilaya de Naama)
- Zehrez Chergui (Wilaya de Djelfa)
- Zehrez Gharbi (Wilaya de Djelfa)
- Gueltates d'Affilal (Wilaya de Tamanrasset)
- Grotte de Ghar Boumâaza (Wilaya de Tlemcen)
- Marais de la Mekhada (Wilaya d'El Tarf)
- Chott Melghir (Wilaya d'El Oued et Biskra)
- Lac de Réghaia (Wilaya d'Alger)
- Lac Noir (Wilaya d'El Kala)
- Aulnaies de Ain Khia (Wilaya d'El Kala)
- Lac de Béni Bélaid (Wilaya de Jijel)
- Cirque de Ain Ouarka (Wilaya de Naama)
- Lac de Fetzara (Wilaya de Annaba)
- Sebkhet El Hamiet (Wilaya de Sétif)
- Sebkhet Bazer (Wilaya de Sétif)
- Chott El Beidha-Hammam Essoukhna (Wilaya de Sétif)
- Garaet Annk Djemel-El Merhssel (Wilaya d'Oum El Bouaghi)
- Garaet Guellif (Wilaya d'Oum El Bouaghi)
- Chott Tinsilt (Wilaya d'Oum El Bouaghi)
- Garaet el Taref (Wilaya d'Oum El Bouaghi)
- Dayet El Ferd (Wilaya de Tlemcen)
- Oglat Edaira (Wilaya de Naama)
- Salines d'Arzew (Wilaya d'Oran)

- Lac de Tellamine (Wilaya d'Oran)
- Lac Mellah (Wilaya d'El Tarf)
- Sebket El Meleh (Lac d'El Goléa) (Wilaya de Ghardaia)
- Chott Oum Raneb (Wilaya de Ouargla)
- Chott Sidi Slimane (Wilaya de Ouargla)
- Chott Ain El Beida (Wilaya de Ouargla)

Réserves de la Biosphère UNESCO-MAB

- Parc National de Chréa (Wilaya de Blida)
- Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf)
- Parc National de Djurdjura (Wilaya de Tizi Ouzou et Bouira)
- Parc National du Tassili (Wilaya d'Illizi)
- Parc National de Gouraya (Wilaya de Béjaia)
- Parc National de Taza (Wilaya de Jijel)

Convention de Barcelone (Aires Spécialement Protégées d'Intérêt Méditerranéen)

- Réserve marine du Banc des Kabyles (Wilaya de Jijel)
- Réserve Marine des Iles Habibas (Wilaya d'Oran)