

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de RELIZANE



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des sciences biologiques

Polycopié de cours

Biodiversité et Changements Globaux

Au profit des étudiants de
Troisième année licence spécialité Ecologie et Environnement

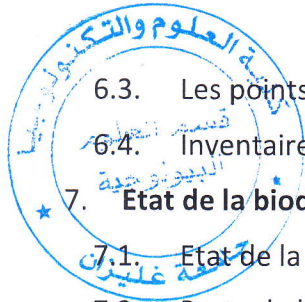
Par

Dr BENTAALLAH Mohammed El Amine



Table des matières

1. Informations sur le cours	i
1.1. Présentation du cours.....	i
1.2. Contenu	ii
1.3. Prérequis.....	iii
1.4. Place du cours dans le programme	iii
1.5. Visées d'apprentissage	iii
1.6. Modalités d'évaluation des apprentissages	iv
1.7. Activités d'enseignement-apprentissage	iv
1.8. Modalités de fonctionnement.....	iv
2. Définition et concept de biodiversité	1
2.1. Histoire du concept de biodiversité	1
2.2. Définition de la biodiversité	1
2.3. Niveaux de biodiversité	2
3. Rôle de la biodiversité (services écosystémiques).....	3
3.1. Les services d'approvisionnement (<i>provisioning</i>)	3
3.2. Les services de régulation (<i>regulating</i>).....	4
3.3. Les services culturels (<i>cultural</i>).....	4
3.4. Les services support (<i>Supporting</i>)	4
4. Evaluation de la biodiversité	5
4.1. Evaluation quantitative et qualitative de la biodiversité	5
4.2. Evaluation économique de la biodiversité	7
4.3. Les principales valeurs des services écosystémiques.....	9
4.4. Valeur économique de la biodiversité en Algérie	10
4.5. Evaluation des bénéfices de la protection des Monts de l'Edough	12
5. Facteurs de variation de la biodiversité	14
5.1. La distribution géographique de la diversité biologique.....	14
5.2. Une organisation écologique : les biomes.....	15
5.3. Gradients dans la répartition spatiale de la biodiversité	15
6. Inventaire des espèces	18
6.1. Estimations du nombre d'espèces.....	18
6.2. Rythme des découvertes des espèces.....	19



6.3.	Les points chauds (hot spots) de la biodiversité spécifique	20
6.4.	Inventaire de la biodiversité en Algérie.....	23
7.	Etat de la biodiversité	28
7.1.	Etat de la biodiversité dans le monde	28
7.2.	Perte de la biodiversité.....	28
7.3.	Conservation de la biodiversité	30
7.4.	Méthodes de conservation de la biodiversité	31
7.5.	Etat de la biodiversité en Algérie.....	33
8.	Statut juridique de la biodiversité	35
8.1.	Législation internationale	35
8.2.	Législation nationale.....	38
9.	Notion de changements globaux	39
10.	Changements climatiques	41
11.	Impact des changements	43
11.1.	Impacts des changements climatiques	43
11.2.	Liens entre la diversité biologique et les changements globaux.....	44
11.3.	Réduction des conséquences des changements globaux.....	44
11.4.	Impacts du changement climatique sur la biodiversité en Algérie	45
12.	Ressources d'aide	47

1. Informations sur le cours

Titre du cours	<i>Biodiversité et changements globaux</i>
Faculté / Département	Faculté des sciences et technologies, département de Biologie
Destination du cours	L3 spécialité Ecologie et Environnement. Semestre 6
Crédit	4
Coefficient	2
Durée	15 semaines

Chargé de la Matière	Dr BENTAALLAH Mohammed El Amine Chargé de cours Chargé de TD
Contact¹	amine.bentaallah@cu-relizane.dz
Disponible	Au bureau (sans rendez-vous) Du dimanche au mardi De 9h30 à 11h30

Le contact via email doit être utilisé avec discernement, en respectant les modalités de rédaction d'email académique et formel. Ce contact via email est le canal privilégié pour toute correspondance avec le responsable de la matière.

1.1. Présentation du cours

L'expression '**diversité biologique**' a été inventée par *Thomas Lovejoy* (biologiste américain spécialiste de l'Amazonie) en 1980, tandis que le terme '**biodiversité**' lui-même a été introduit par *Walter G. Rosen* (Biologiste américain) en 1985 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 juin 1992. Ce concept vient remplacer le mot '**nature**' chez les bio-écologistes, conservationnistes et les preneurs de décision.

Ce cours '**Biodiversité et Changements Globaux**' vous permet de bien cerner le concept de biodiversité allant de son apparition à son adoption. Aussi, de connaître les niveaux, les intérêts et l'état de la biodiversité.

Le cours est scindé en différentes unités d'apprentissages qui à leurs termes l'apprenant sera capable de maîtriser les limites du concept 'biodiversité', son utilisation et sa répartition. Ainsi, que l'évaluation du niveau spécifique de la biodiversité par implémentation de différents

¹ Le contact via email doit être utilisé avec discernement, en respectant les modalités de rédaction d'email académique et formel. Ce contact via email est le canal privilégié pour toute correspondance avec le responsable de la matière.

indices. Les notions des changements globaux et changements climatiques seront, aussi, évoqué, sans pour autant trop les aller en profondeur car ils seront détaillés dans d'autres matières.

Ce cours vous permettra, lors de votre parcours spécialisé en écologie et environnement, d'avoir la capacité d'interpréter les directives basées sur les risques liés à la perte de la biodiversité et la conservation des espèces à intérêt économiques.

Il vous permettra la maîtrise d'outil d'évaluation de la qualité de la biodiversité et par conséquent émettre des directives à l'exécutif suivant les textes législatifs locaux et internationaux.

1.2. Contenu

Le cours est scindé en 10 unités d'apprentissages, chaque unité d'apprentissage est traitée à travers des séquences pédagogiques permettant d'arriver au niveau d'assimilation prévu des notions et concepts traités, cette assimilation est consolidée par différentes activités d'apprentissages.

- 1- Définition et concept de biodiversité
- 2- Rôle de la biodiversité (services écosystémiques)

Ces deux unités donnent un aperçu sur l'historique du terme 'biodiversité' et son adoption. Les différents niveaux de la biodiversité et son rôle sont aussi inclus.

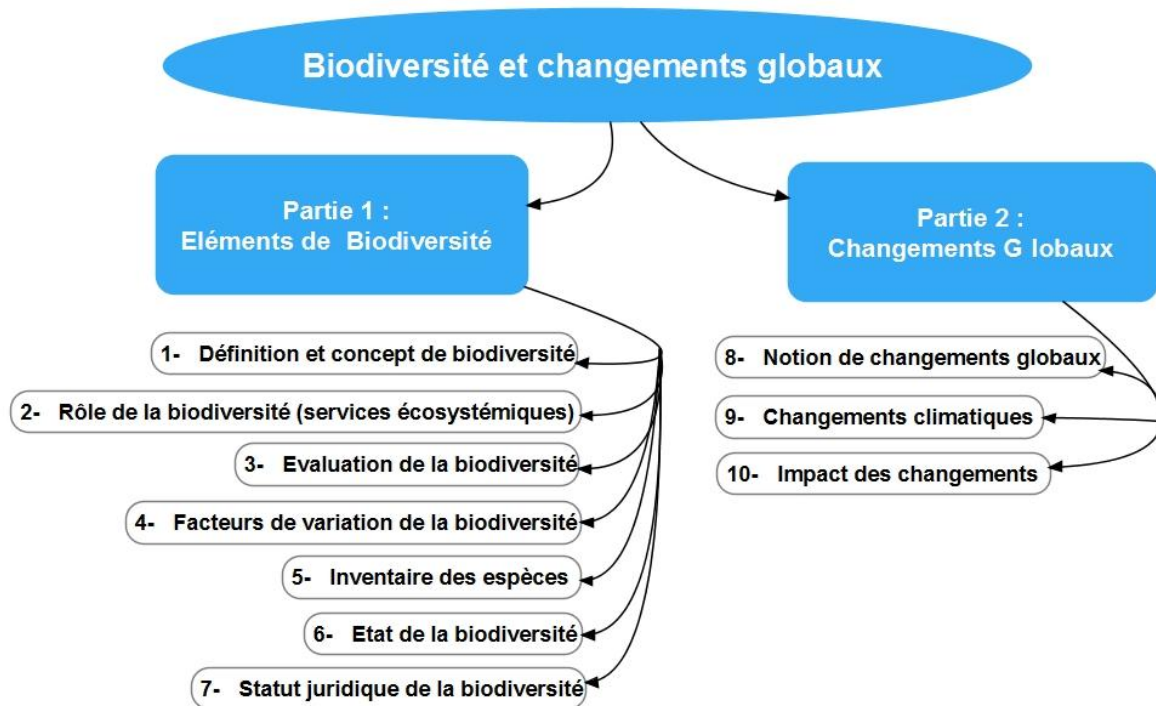
- 3- Evaluation de la biodiversité

Dans cette unité d'apprentissage, différents indices d'évaluation de la qualité de la biodiversité spécifique sont présentés avec des activités d'apprentissage durant les travaux dirigés (TD) qui vous permettront l'assimilation de l'application de ces différents indices d'évaluation sur des cas et/ou données réelles. Les méthodes et principe de l'évaluation économique de la biodiversité sont évoqué avec un cas d'exemple des Monts de l'Edough (Algérie).

- 4- Facteurs de variation de la biodiversité
- 5- Inventaire des espèces
- 6- Etat de la biodiversité

Il s'agit d'une présentation de l'état de la biodiversité mondiale et en Algérie.

- 7- Statut juridique de la biodiversité
- 8- Notion de changements globaux
- 9- Changements climatiques
- 10- Impact des changements



1.3. Prérequis

Pour suivre ce cours, vous devez avoir acquis au préalable :

- Des notions de base des interactions biotope-biocénose en écologie.
- Des notions de base de l'identification et la classification des espèces.

Pour tester ces prérequis, le cours en présentiel débutera avec des tests.

1.4. Place du cours dans le programme

La matière '**Biodiversité et Changements Globaux**' est incluse dans l'unité d'Enseignement Fondamental UEF 'Écologie des populations et des communautés' du semestre 6 pour la spécialité 'Écologie et Environnement'.

Ce cours est une unité importante pour cerner les connaissances visées dans d'autre matière qui lui sont, aussi, complémentaire. Notamment, la matière '**Biologie des populations et des organismes**' et la matière '**Conservation et développement durable**'.

1.5. Visées d'apprentissage

Ce cours vise les objectifs globaux suivants :

- Comprendre les notions de base de la biodiversité et son rôle et sa répartition.
- Découvrir l'inventaire des espèces et l'état de la biodiversité dans le monde et en Algérie.
- Maîtriser l'évaluation de l'état de la biodiversité.
- Comprendre les relations changements globaux & biodiversité et leurs impacts.

En termes de connaissances, à vous apprendre les notions de base de la biodiversité permettant de comprendre le concept général, ses types et son rôle en se basant sur son historique de création et aux services rendus par l'écosystème (services écosystémiques).

En termes de savoir-faire, à vous entraîner à l'application des types de biodiversité pour la détermination des bilans taxonomiques et des zones de hotspots. Aussi, à vous orienter vers une vision mondiale et une autre nationale (pour l'Algérie) sur l'importance de la biodiversité et l'utilisation des indices pour l'estimation de cette biodiversité.

En termes de savoir-être, vous sensibiliser à l'impact anthropique global, la préservation et à la conservation de la biodiversité pour ses importances et à transmettre ces connaissances dans un sens de responsabilité.

1.6. Modalités d'évaluation des apprentissages

L'évaluation se fait à travers un examen final en présentiel qui porte essentiellement sur les notions transmises pendant les séances de cours. Cette évaluation compte pour 60% de la note finale de la matière. L'évaluation continue, qui compte pour 40% de la note finale, se fait pendant les séances de TD et dans certain cas un examen TD sera programmé et prendra le taux de 40% de l'évaluation.

1.7. Activités d'enseignement-apprentissage

Afin que vous puissiez assimiler les différents chapitres du cours '**Biodiversité et Changements Globaux**', plusieurs méthodes sont possibles :

Les savoirs sont transmis à travers un cours magistral, j'attends de votre part une prise de note qui vont vous servir à maîtriser les concepts indispensables à la réalisation des activités d'apprentissage proposées pendant la séance.

Vous êtes également invités à participer à des débats, initiés par des questions posées sur la séquence pédagogique en cours, sans aucune forme d'évaluation, dans le but de développer des échanges entre vous, je vous invite à participer librement à ces débats en proposant des réponses aux questions posées afin de mobiliser vos connaissances, de comparer vos points de vue et d'en tirer des bénéfices pédagogiques de ces échanges.

Des travaux dirigés sont programmés chaque semaine afin que vous puissiez développer vos capacités à mobiliser les savoirs dans la résolution des exercices et les problèmes proposés et de vous familiariser avec les outils et les indices d'évaluation de la biodiversité.

Des projets collectifs peuvent être également proposés permettant de travailler sur des cas réels en Algérie ou ailleurs. Les projets collectifs vous aideront à développer vos compétences quant au travail d'équipe afin de développer des aptitudes de collaboration qui seront utiles dans votre vie professionnelle.

1.8. Modalités de fonctionnement

Afin que vous puissiez assimiler les différentes unités d'apprentissage de ce cours (concepts de biodiversité, son importance, sa répartition et les différentes méthodes de son évaluation etc.). Ce cours est organisé en :

- Séances de cours théorique afin de vous transmettre l'ensemble des informations permettant de cerner correctement les notions de bases et ouvrir des débats sur des cas réels qui vous permettront de passer d'un apprentissage théorique à une projection réelle.
- Séances de travaux dirigés (TD) afin que vous puissiez mobiliser vos savoirs et savoirs faire dans la résolution de problèmes de terrain par des exercices d'application d'indices.

Le déroulement des cours pourrait être assuré en hybride (présentiel et à distance). Des supports de cours en PDF seront diffusés via la plateforme d'enseignement à distance Moodle de l'université de Relizane, ce qui vous permettra, dans le cas échéant, de revoir le cours et/ou d'approfondir vos connaissances. Cependant, il est fortement recommandé d'assister aux débats ouverts qui se tiendront pendant les séances présentiels du cours. En outre, votre présence en séance de travaux dirigés est obligatoire.

Aussi, l'usage du courriel demeure ouvert à tous les étudiants, pour la prise de contact dans les règles de formalité académique.

2. Définition et concept de biodiversité

2.1. Histoire du concept de biodiversité

Le terme biodiversité synonyme de diversité biologique est un néologisme apparu au début des années 1980 au sein de l'UCIN 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 inventée par *Thomas Lovejoy* (biologiste américain spécialiste de l'Amazonie) en 1980, tandis que le terme biodiversité lui-même a été introduit par *Walter G. Rosen* (Biologiste américain) en 1985, lors de la préparation du premier forum américain sur la diversité biologique qui s'est tenu l'année suivante, en 1986.

Le mot « biodiversité » apparaît et sera popularisé pour la première fois en 1988 par le professeur d'entomologie *Edward O. Wilson* lors de la publication du compte-rendu de ce forum et à travers son livre « *Biodiversity* », il donne la définition suivante : « C'est la totalité de toutes les variations de tout le vivant ». Le mot biodiversité avait été jugé plus efficace en termes de communication que diversité biologique.

Depuis 1986, le terme et le concept sont très utilisés parmi les biologistes, les écologistes, les dirigeants et les citoyens. L'utilisation du terme coïncide avec la prise de conscience de l'extinction des espèces au cours des dernières décennies du 20ème siècle.

En juin 1992, le sommet planétaire de Rio de Janeiro a marqué l'entrée en force sur la scène internationale de préoccupations et de convoitises vis-à-vis de la diversité du monde vivant. Au cours de la Convention sur la diversité biologique qui s'est tenue le 5 juin 1992.

2.2. Définition de la biodiversité

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.

Officiellement, la biodiversité est définie comme

« La variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes. ». Article.2 de la Convention sur la diversité biologique, Rio 1992. »

2.3. Niveaux de biodiversité

La biodiversité se situe à trois niveaux différents et complémentaires

La diversité génétique

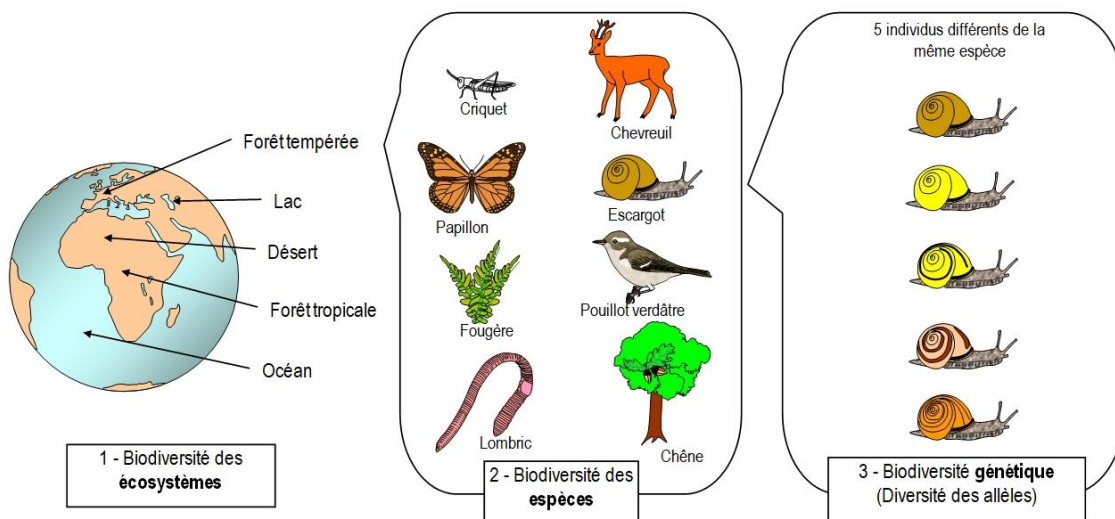
Correspond à la variabilité des gènes au sein d'une même espèce ou d'une population. Autrement dit c'est la variabilité qui existe au niveau des allèles, celui des gènes entiers ou celui de la structure chromosomique. Elle est donc caractérisée par la différence de deux individus d'une même espèce ou sous-espèce (diversité intra-spécifique).

La diversité spécifique

Correspond à la variabilité des différentes espèces (diversité inter-spécifique) qui se trouvent dans une aire donnée. Elle comprend toutes les espèces sur la terre, (plantes, animaux, champignons, algues et micro-organismes, etc).

La diversité écosystémique

Correspond à la diversité des écosystèmes présents sur Terre, comme les forêts tropicales ou tempérées, les déserts chauds ou froids, les zones humides, les rivières, les montagnes, les barrières de corail, etc. Chaque écosystème correspond à une série de relations complexes entre les éléments biotiques (vivants), éléments abiotiques (non vivants) tels que la lumière du soleil, l'air, l'eau et les éléments nutritifs.



Les différents niveaux de la biodiversité

3. Rôle de la biodiversité (services écosystémiques)

La diversité biologique joue un rôle important dans l'économie : utilisation dans l'agro-alimentaire, l'industrie, la pharmacologie, les loisirs, la cueillette, la chasse et la pêche, etc.

Les services écosystémiques sont les bénéfices que l'Homme tire des écosystèmes. Ou bien sont tous ce que la biodiversité peut apporter comme bénéfices pour le bien être des sociétés humaines. La notion de services écosystémiques permet l'analyse des enjeux du maintien de la biodiversité pour les sociétés humaines, en citant le recyclage des gaz (CO₂, O₂), La pollinisation des plantes par les insectes, la minéralisation de la matière organique, la dépollution des eaux et des sols, etc.

Millennium Ecosystem Assessment (Evaluation des écosystèmes pour le millénaire), publié en 2005 par l'ONU, a contribué fortement à la diffusion de la notion de services écosystémiques, véhiculant une conception utilitariste de la biodiversité. On y identifie quatre types de services que les écosystèmes procurent à l'Homme. La classification du *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) se base principalement sur les définitions de Daily (1997) et Costanza et al. (1997), à savoir :

- Les services écosystémiques sont les conditions et les processus par lesquels les écosystèmes naturels et les espèces qui les composent rendent possible la vie humaine et son émancipation. Ils maintiennent la biodiversité et la production de biens par les écosystèmes, tels que les fruits de mer, le bois de chauffage, les fibres naturelles et de nombreux produits pharmaceutiques, produits industriels et leurs précurseurs.
- Les biens écosystémiques comme la nourriture et les services tels que le traitement des déchets représentent les avantages que les populations humaines tirent, directement ou indirectement, des fonctions des écosystèmes.

A partir de ces définitions, le MEA établit une classification en quatre catégories des services écosystémiques, à savoir :

3.1. Les services d'approvisionnement (*provisioning*)

Renvoient à une consommation directe de l'être humain. Il s'agit des produits matériels procurés par les écosystèmes : aliments, eau douce, matières premières (bois et fibre) et ressources médicinales.

Les écosystèmes et leurs espèces sont des facteurs de production pour de nombreux biens comme l'eau potable, les denrées alimentaires, les agents énergétiques, les fibres textiles, les matériaux de construction et les principes actifs pharmaceutiques. Les ressources génétiques sont indispensables au développement de nouvelles plantes utiles, de matières premières pour l'industrie et de nouveaux médicaments. Les écosystèmes et leurs espèces sont importants pour la pollinisation et la lutte contre les espèces nuisibles dans l'agriculture ainsi que pour la fertilisation des sols.

3.2. Les services de régulation (*regulating*)

Ce sont les bénéfices découlant des fonctions régulatrices des écosystèmes : régulation du climat local et de la qualité de l'air, séquestration et stockage du carbone, atténuation des phénomènes extrêmes, traitement des eaux usées, prévention de l'érosion et maintien de la fertilité des sols, pollinisation, contrôle biologique.

La biodiversité, en particulier la diversité des types de plantes et la répartition des différents types 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.

3.3. Les services culturels (*cultural*)

Ils concernent les bénéfices non matériels que les hommes retirent de contacts avec les écosystèmes : divertissement, tourisme, effets sur la santé mentale et physique, valeur esthétique et source d'inspiration pour la culture, l'art et le design, expérience spirituelle et sérénité.

Les écosystèmes et leurs espèces contribuent à la diversité des paysages et permettent ainsi aux êtres humains d'y puiser une satisfaction esthétique. De plus, la biodiversité est source de détente. Le développement de la culture et des sociétés humaines est intimement lié à la biodiversité (notamment les connaissances traditionnelles en matière de plantes médicinales).

3.4. Les services support (*Supporting*)

Dits aussi services de soutien. Sont le support et les mécanismes fonctionnels des écosystèmes qui permettent à la biodiversité de produire des services utiles à l'être humain. Ils regroupent la quasi-totalité des autres services auxquelles l'être humain n'a pas recours directement, mais qui sont essentielles, et comprennent les habitats des espèces et le maintien de la diversité génétique, la formation du sol, la photosynthèse, le recyclage des substances fertilisantes, la production primaire de biomasse.

4. Evaluation de la biodiversité

4.1. Evaluation quantitative et qualitative de la biodiversité

Quelques paramètres simples sont utilisés pour l'évaluation quantitative et qualitative de la biodiversité. Aussi, divers indices permettent d'évaluer la diversité d'un habitat à partir de ces paramètres simples. Parmi les plus utilisés, on trouve l'indice de Simpson et l'indice de Shannon-Wiener. Ces deux indices issus d'un calcul des probabilités et prennent en compte la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces.

a) Richesse spécifique

La richesse spécifique donne une information sur le nombre d'espèces inventoriées sur un site. La richesse spécifique totale est le nombre d'espèces faunistiques ou floristiques présentes dans l'espace considéré ; la richesse spécifique moyenne est le nombre moyen d'espèces présentes dans les différents échantillons prélevés.

Elle est liée à la qualité du territoire mais aussi à sa superficie et sa situation géographique (notion de connectivité).

b) Abondance

En écologie, l'abondance d'une espèce est le nombre total d'individus de cette espèce ou le nombre d'individus par unité d'espace. La seconde définition réfère à la densité de la population de l'organisme. Les organismes sont généralement plus abondants là où les conditions sont plus favorables pour eux même si l'abondance est avant tout liée à la capacité de survie et de reproduction des organismes.

Exemple

Les orchidées peuvent se retrouver dans un écosystème auquel elles sont tout à fait adaptées, pour autant, elles ne seront jamais les plus abondantes du fait de leur biologie, de leur mode de reproduction.

c) Abondance relative

L'abondance relative d'une espèce compare le nombre d'individus de l'espèce et le nombre total des individus de toutes les espèces collectées.

d) Indice de Shannon

Aussi dit Shannon-Weaver ou Shannon-Wiener, cet indice permet d'effectuer une mesure de la structure en espèces d'une communauté, en tenant compte du nombre d'espèces et de leurs abondances.

Des peuplements à même richesse spécifique peuvent avoir une diversité très différente H' est minimal ($=0$) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce. Et plus nous sommes en présence d'espèces différentes, plus sa valeur augmente de

façon logarithmique. Aussi, l'indice de Shannon tend à augmenter lorsque sont présentes des espèces rares.

$$H' = - \sum (p_i \times \log_2 p_i) \quad \text{ou} \quad H' = - \sum ((n_i / N) \times \log_2(n_i / N))$$

p_i représente l'abondance relative

n_i = le nombre d'individus dans le premier groupe taxonomique (de la même espèce)

N = le nombre Total des individus de la collection

Astuce

- Il est possible de choisir arbitrairement la base du logarithme \log ou \log_2 ou \ln .
- Si $H' = 0$. Dans ce cas le peuplement est constitué d'une seule espèce.

L'indice de Shannon est ainsi compris dans l'intervalle 0 et H_{max} où

$$H_{max} = \log_2 (S)$$

H_{max} doit être calculé par le \log ou le \log binaire (\log_2) ou \ln suivant la formule utilisée pour le calcul de H'

e) Indice d'équirépartition (équitabilité)

Pour mieux discuter l'indice de Shannon il est accompagné souvent par l'**indice d'équitabilité de Piélou**.

$$E = H' / H_{max}$$

Si $E = 1$ alors les espèces présentent dans le peuplement ont des abondances identiques. S'il tend vers 0 alors il existe un déséquilibre où une seule espèce domine le peuplement.

Cet indice mesure la régularité de la distribution des espèces. La régularité évolue en fonction de l'âge d'un peuplement ou d'une communauté. Les peuplements pionniers comportent généralement une ou deux espèces très dominantes et plusieurs très rares, (basse régularité), et évoluent ensuite vers une représentation plus équilibrée des différentes espèces, sans toutefois atteindre l'égalité numérique entre les espèces. Cette dernière n'aurait d'ailleurs pas de sens particulier, puisque chaque espèce exploite le milieu selon son type trophique, sa taille, etc.

Ces deux indices permettent notamment de suivre les changements temporels d'un peuplement (c'est-à-dire l'ensemble des espèces d'un territoire donné partageant une écologie semblable). L'apparition d'une espèce invasive ou les pics d'opportunistes entraînent une baisse significative conjointe de H' et E . A l'inverse, un écotone (zone de transition écologique entre deux écosystèmes) ou un peuplement à l'équilibre présente des indices élevés. C'est pourquoi il faut prendre en compte ces deux indices de manière concomitante afin d'apprécier l'état de la biodiversité d'un écosystème.

f) Indice de diversité de Simpson

On note la probabilité qu'un individu tiré au hasard appartienne à l'espèce. L'indice de Simpson (1949), ou Gini-Simpson, est calculé comme suit :

$$D = 1 - \sum (p_i^2) \quad \text{ou} \quad D = 1 - \sum [ni(ni-1) / N(N-1)]$$

p_i : abondance relative d'une espèce donnée ($p_i = ni / N$)

ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

L'indice de Simpson est compris dans l'intervalle 0 et 1. L'indice de diversité de Simpson montre que plus la diversité est importante plus D est grand, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0.

L'indice de diversité de Simpson donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. La présence d'espèces rares dans le peuplement ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité, contrairement à l'indice de Shannon qui est beaucoup plus sensible aux espèces rares.

g) Indice de Hill

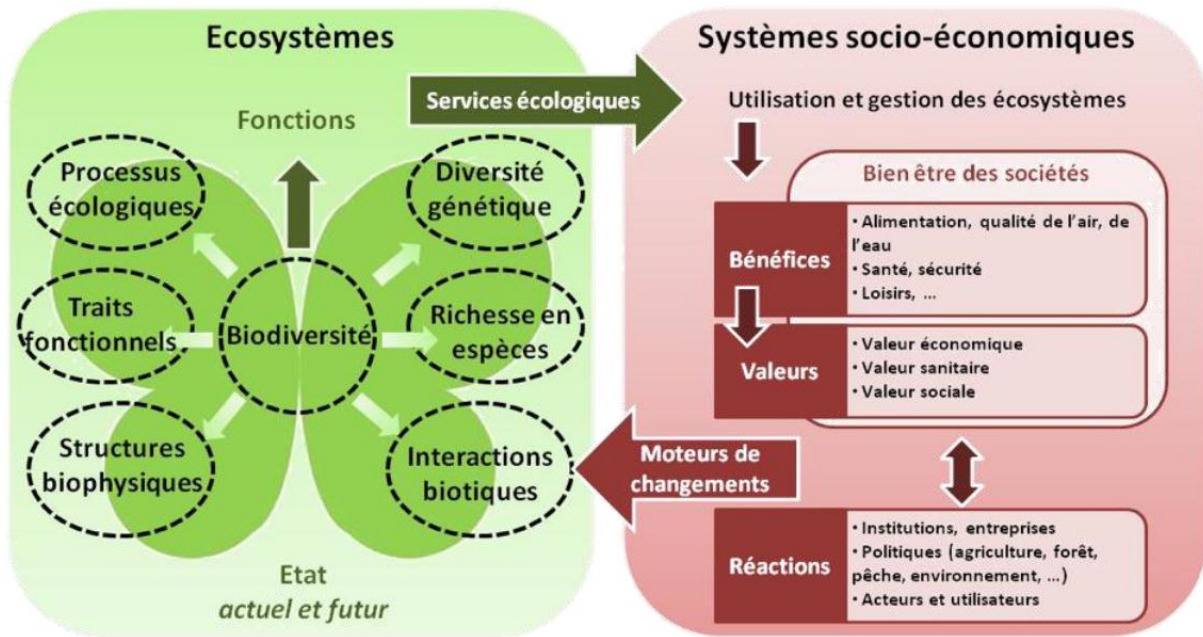
Cet indice propose une mesure de l'abondance proportionnelle, en comparant entre eux les indices de Shannon et de Simpson. L'indice de diversité de Hill ainsi obtenu a pour objectif d'apprécier le rapport entre d'un côté la prise en compte des espèces abondantes (Simpson) et de l'autre l'influence des espèces rares (Shannon). L'indice de Hill apparaît donc comme un indice synthétique.

$$\text{Hill} = D^{-1} / e^{H'} \quad \text{ou} \quad \text{Hill} = (1/D) / e^{H'}$$

Lorsque Hill tend vers 0, alors la biodiversité est plus importante. Il est également possible de convertir cette valeur en $(1 - \text{Hill})$ afin que l'indice soit croissant avec la biodiversité présente. Cet indice peut sembler plus pertinent dans une synthèse de résultats, cependant il peut être intéressant de comparer les trois indices (Shannon, Simpson et Hill) simultanément pour mieux apprécier la biodiversité des communautés.

4.2. Evaluation économique de la biodiversité

L'écosystème, les fonctions et les services écosystémiques sont connectés entre eux. L'écosystème, via ses différentes composantes et leurs interactions, assure la réalisation des fonctions écologiques. Ce sont ces dernières qui sont à l'origine des services écosystémiques, dont l'homme peut tirer des bénéfices. Ces bénéfices représentent une valeur économique, sociale ou sanitaire qui peut être traduite sous forme monétaire (figure ci-dessous).



Cadre conceptuel des écosystèmes et de leurs services

L'approche MEA, devenue actuellement le cadre global de référence de l'évaluation de la biodiversité, repose sur l'identification, la catégorisation et l'évaluation économiques des services écosystémiques. Ainsi, elle définit trois principales étapes, à savoir :

L'identification : il s'agit de connaître tous les services rendus par les écosystèmes qui profitent directement ou indirectement à la satisfaction du bien-être de l'homme.

La quantification : elle consiste à prouver la valeur de ces services, soit par l'attribution des valeurs monétaires aux services (mesure) ou par l'utilisation des indicateurs de l'état/étendue de ces services.

L'intégration : cette dernière étape consiste à intégrer les résultats de l'évaluation dans les décisions de gestion (reconnaitre la valeur de la biodiversité).

Ainsi, évoquer la valeur économique des écosystèmes et de la biodiversité suppose que les biens et services issus des écosystèmes (et indirectement de la biodiversité en tant que support de fonctionnement et de maintien de ces écosystèmes) sont assimilés à des biens économiques. Cette acceptation implique que les efforts de conservation entrepris envers les écosystèmes et la biodiversité, notamment à travers la création d'aires protégées, sont garants de la valeur des services procurés. La valeur des écosystèmes et de la biodiversité peut donc être utilisée pour mesurer les bénéfices des actions de conservation et de gestion du patrimoine naturel mis en œuvre dans une aire protégée.

Le tableau suivant montre les services écosystémiques d'utilité évalués dans l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (2005)

Type de valeur	Types de SE	Biens et services écosystémiques
Valeur d'usage direct	Approvisionnement	Alimentation Ressources ligneuses Ressources génétiques Ressources biochimiques et pharmaceutiques Eau douce
Valeur d'usage indirect	Régulation	Qualité de l'air Régulation du climat Régulation de l'eau Contrôle de l'érosion Traitement et qualité de l'eau Régulation des maladies Contrôle biologique Pollinisation Prévention d'événements extrêmes
Valeur de non-usage	Culturels	Valeurs spirituelles et religieuses Valeurs esthétiques Loisir et tourisme

4.3. Les principales valeurs des services écosystémiques

Les économistes de l'environnement ont développé plusieurs méthodes permettant de mesurer la valeur économique totale des biens et services environnementaux ou une partie de cette valeur. La valeur économique totale (VET), distingue deux principales catégories des valeurs : la valeur d'usage et la valeur de non usage.

La valeur d'usage désigne les avantages retirés de l'utilisation (consommation ou autre utilisation) des actifs naturels. Elles comprennent l'usage effectif, direct et indirect (biens et services) et l'usage potentiel (valeur d'option ou d'assurance).

Les valeurs de non usage sont liées à la satisfaction de savoir qu'un actif naturel existe. Elles englobent les valeurs altruistes envers les générations futures (valeurs d'héritage) et envers les espèces non humaines (valeurs d'existence).

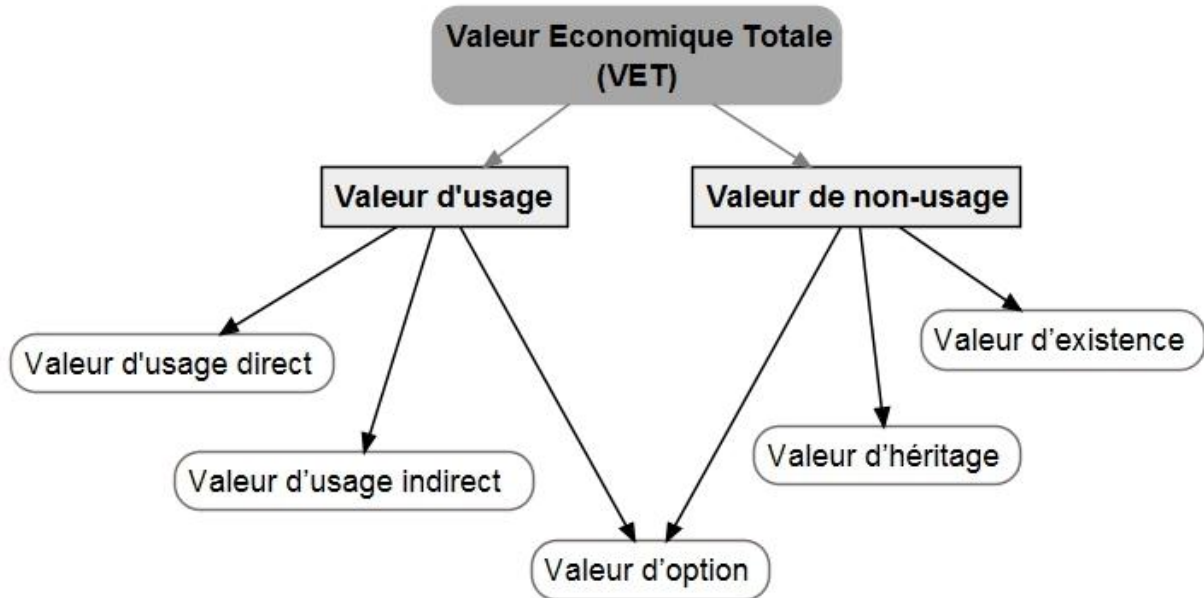


Schéma illustrant l'application de la valeur économique totale aux services écosystémiques

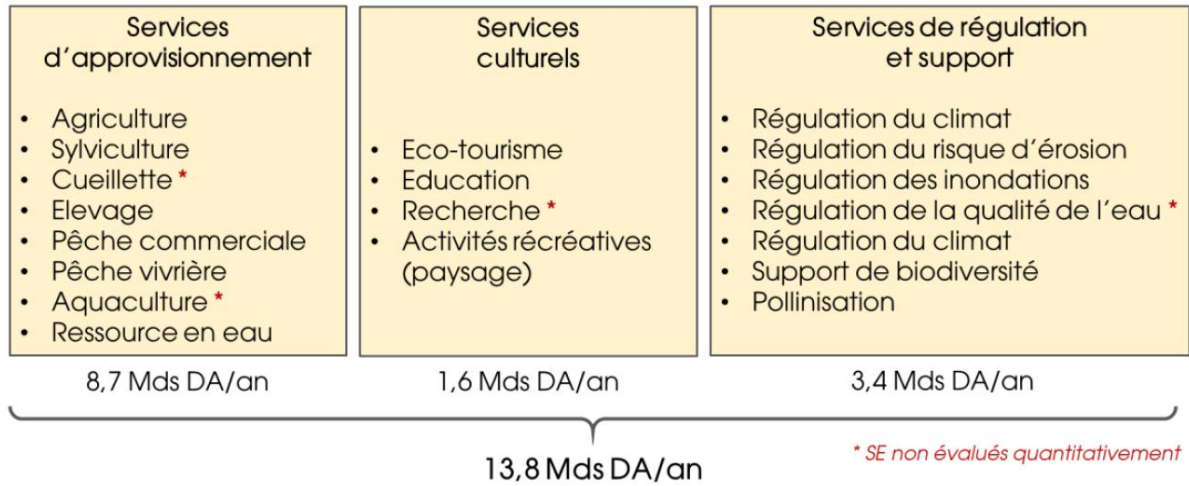
- **La valeur d'usage direct** mesure l'avantage direct retiré de l'utilisation d'un actif. Cette utilisation peut se manifester à travers un acte de consommation (pêche, chasse, etc.) ou des comportements non consommateurs (promenade).
- **La valeur d'usage indirect** mesure les capacités fonctionnelles d'un écosystème (régularisation hydrique, biodiversité, régulation climatique, etc.). Cette valeur n'est considérée dans l'évaluation économique que s'il elle est présente dans la fonction de l'utilité des acteurs présents ou futurs.
- **La valeur d'option** mesure la possibilité de disposer d'alternatives des choix possibles. Elle peut être appréhendée par le prix qu'un individu accepte de payer pour disposer d'un bien donné à un prix donné à un moment donné. C'est donc une prime d'assurance que les individus acceptent de payer pour se couvrir de la possibilité d'occurrence des risques potentiels.
- **La valeur d'héritage** (de legs) mesure l'avantage que représente la conservation de la disposition d'un bien (actif) pour les générations futures.
- **La valeur d'existence** mesure la valeur accordée par un individu à un actif indépendamment de son usage présent ou prévisible.

4.4. Valeur économique de la biodiversité en Algérie

Cas d'étude des Monts de l'Edough issu du rapport de synthèse d'évaluation de la valeur économique des services écosystémiques des Monts de l'Edough. Par Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables, Direction de la conservation de la diversité biologique, du Milieu Naturel, des Sites, des Paysages et du Littoral (Algérie) et Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Programme Gouvernance Environnementale et Biodiversité (GENBI)

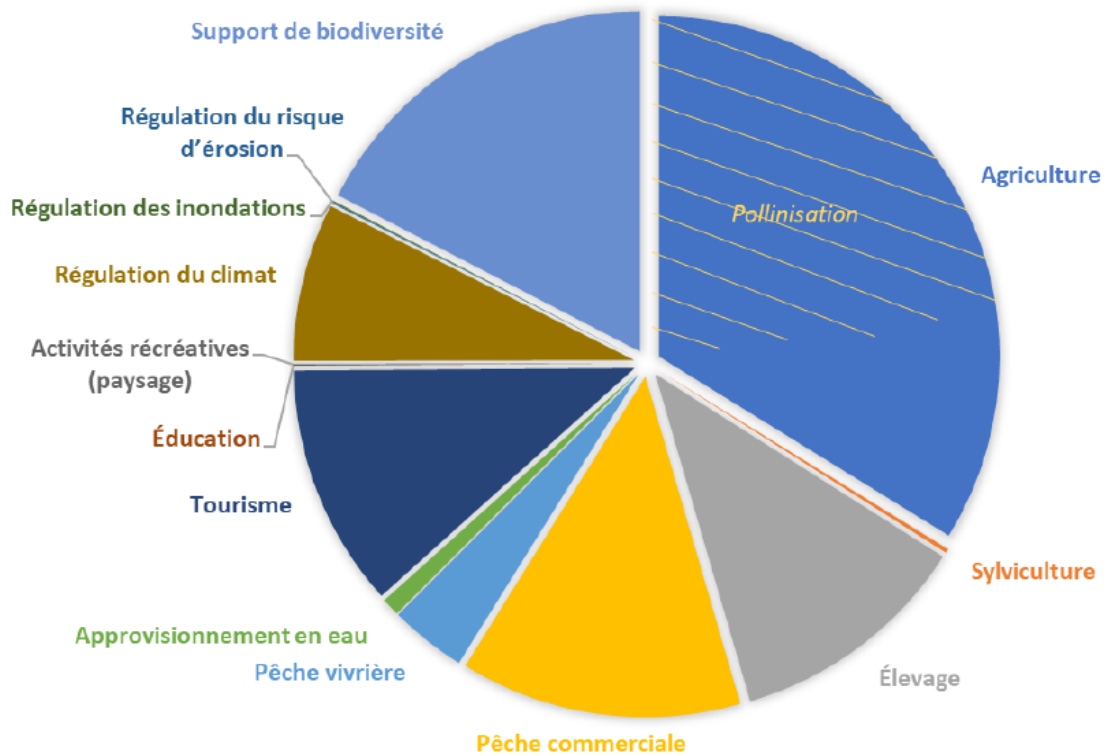
Parmi les dix-neuf services écosystémiques identifiés au sein des Monts de l'Edough (situés entre Annaba et Skikda sur une distance de 70 Km du Cap Ras Hamra au Cap de Fer), quinze d'entre eux ont pu être évalués de manière monétaire. La valeur économique de ces services

est estimée à 13 770 millions de DA par an. Les services d’approvisionnement représentent 63% de la valeur économique de ces services. Les services de régulation et de support quant à eux, représentent 25% de cette valeur et les services culturels atteignent 12% (schéma ci-dessous).



Valeurs des services écosystémiques des Monts de l’Edough

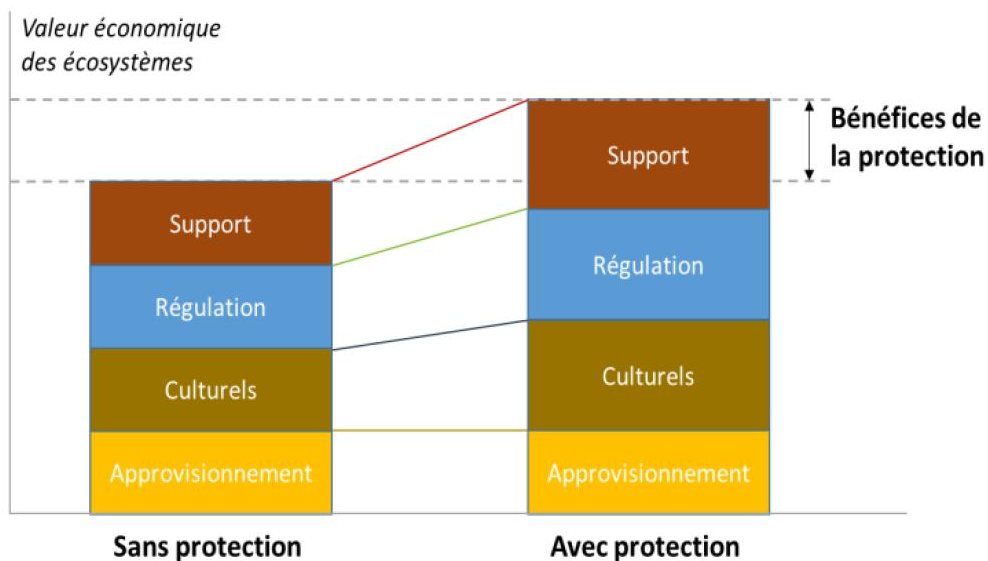
Le service d’agriculture comptabilise à lui seul un tiers de la valeur totale. Les services de la pêche commerciale (13,5%), de l’élevage (11,5%) et du tourisme (11,5%) contribuent aussi fortement à l’économie territoriale. Il est cependant important de rappeler que les écosystèmes naturels sont interdépendants. Cela signifie que les services d’approvisionnement, qui profitent directement à l’Homme, seraient inévitablement réduits sans la présence des services de régulation et de support tels que la pollinisation, la régulation du risque d’érosion, des inondations ou du climat. En rapportant la valeur économique des services à l’unité de surface, la valeur des services écosystémiques de la zone des Monts de l’Edough est estimée à 189 282 DA par hectare et par an.



Répartition de la valeur économique des services écosystémiques des Monts de l'Edough

4.5. Evaluation des bénéfices de la protection des Monts de l'Edough

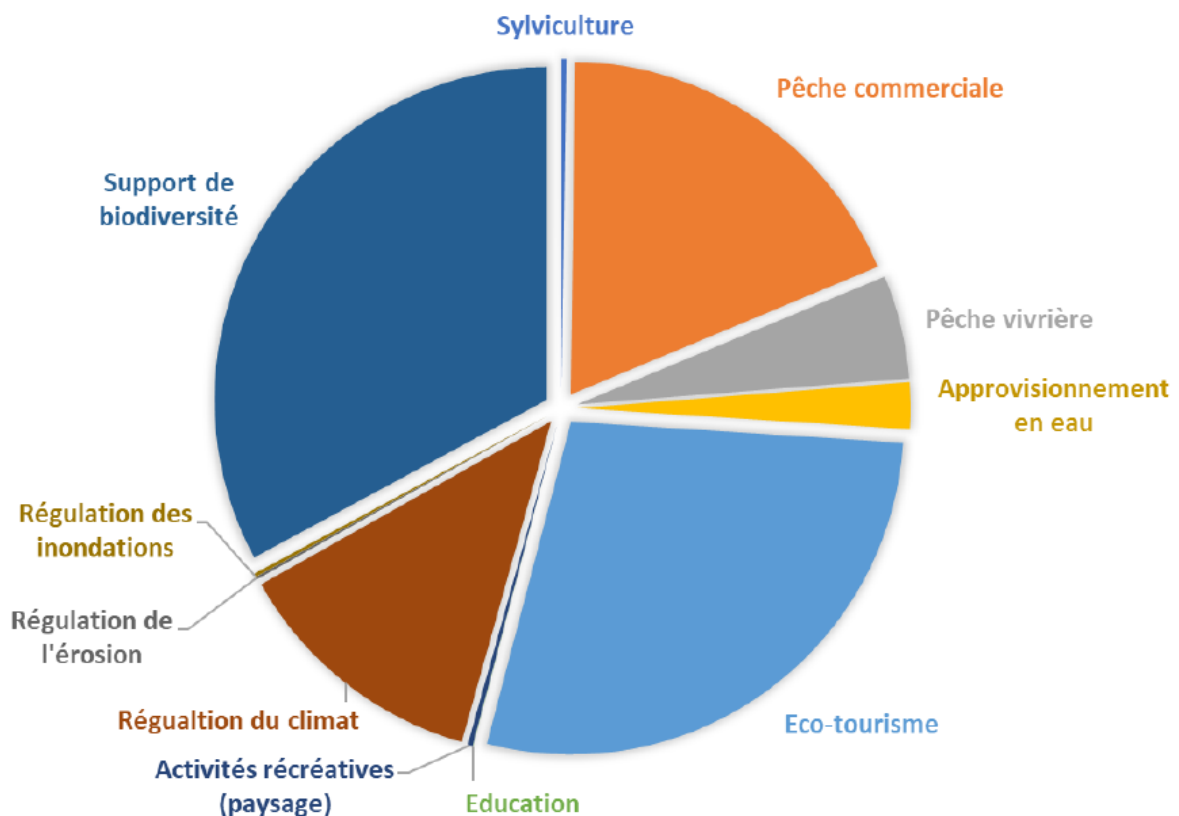
Pour évaluer les bénéfices de la protection des Monts de l'Edough, deux scénarios de prospective ont été co-construits à l'horizon 2050 : l'un avec la présence d'une aire protégée et l'autre sans la présence de l'aire protégée. Les services écosystémiques ont ensuite été évalués pour chacun des deux scénarios, au regard des pressions qui pèsent sur ces services et des mesures de protection à prévoir.



Méthode d'évaluation des bénéfices de la protection

Les bénéfices de la protection du site des Monts de l'Edough sont estimés à 35 555 M DA pour une projection à 31 ans, soit 1 247 M de DA par an. Autrement dit, la valeur des écosystèmes de l'Edough pourrait être supérieure de 12% si le site venait à être protégé. Rapportés à l'unité de surface, les bénéfices économiques de la protection du site sont estimés à 16 092 DA par hectare et par an.

Contrairement à la valeur des écosystèmes, les contributions les plus importantes concernent les services de régulation et de support. Ils représentent en effet plus des deux tiers des bénéfices de la protection. Les services culturels représentent également une part importante de la valeur totale (43 %). En ce qui concerne les services d'approvisionnement, les bénéfices de la protection du site associés à la pêche commerciale et vivrière ainsi qu'à la disponibilité en eau sont en grande partie annulés par les services de l'agriculture et de l'élevage. En effet, en l'absence d'une gestion garante de la protection des zones sensibles et du reboisement des forêts, il y a fort à parier que les pratiques agricoles s'intensifieront, notamment à travers l'augmentation de la surface agricole disponible. Ces activités génèreraient donc un gain économique plus important, au détriment des services de régulation et de support, mais aussi des services culturels.

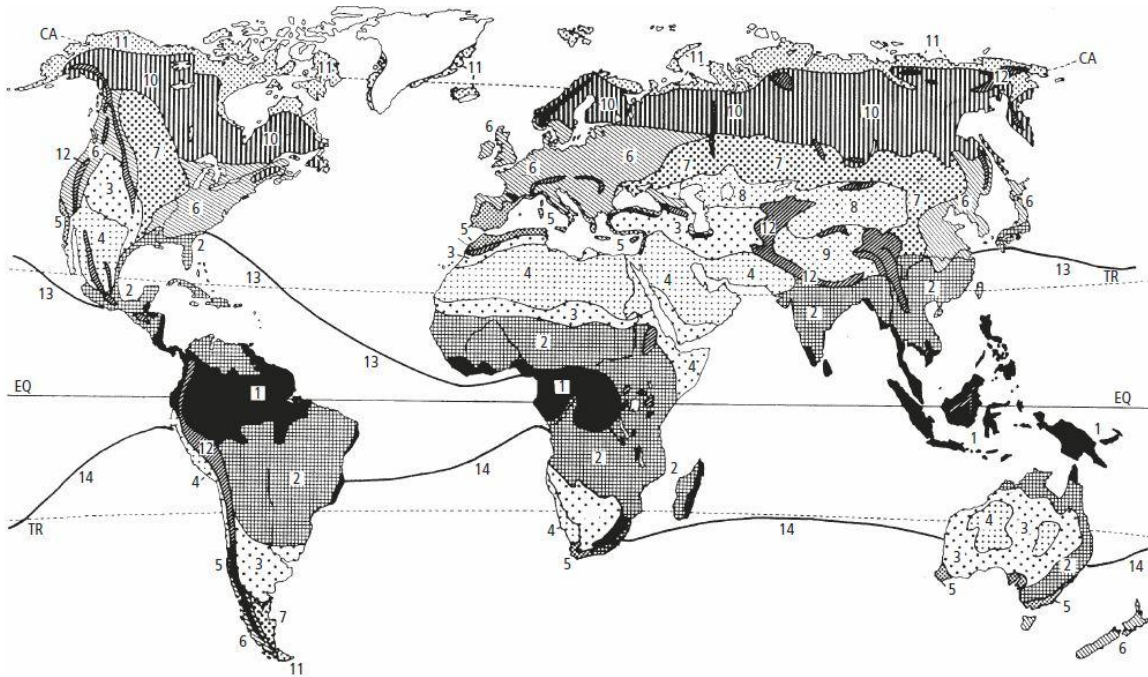


Répartition des bénéfices de la future protection des Monts de l'Edough

5. Facteurs de variation de la biodiversité

5.1. La distribution géographique de la diversité biologique

La diversité biologique n'est pas répartie de manière homogène à la surface de la planète. Les naturalistes ont essayé de mettre en évidence des grandes tendances ou "patterns" (mot qui n'a pas réellement d'équivalent français mais qui est parfois traduit par patron) dans la distribution spatiale de la diversité biologique. Si l'on recherche des unités écologiques, on peut mettre en relation les caractéristiques du climat et celles de la végétation, ce qui conduit à reconnaître de grands biomes (Figure ci-dessous). Si l'on évalue par contre le degré de ressemblance entre les flores et les faunes, on peut diviser la planète en régions biogéographiques. Dans l'un comme dans l'autre cas, cette démarche typologique s'inscrit, elle aussi, dans un système hiérarchique, avec des subdivisions qui sont fonction du degré de précision recherché. À l'opposé on peut également chercher à identifier des aires originales, particulièrement riches en espèces endémiques.



Répartition des principaux biomes (basés sur les formations végétales) à la surface de la Terre.

1. Toundra; 2. forêt boréale de conifères; 3. forêt caducifoliée tempérée; 4. forêt tropicale humide; 5. forêt caducifoliée tropicale; 6. steppe tempérée; 7. savane tropicale; 8. désert; 9. forêt sclérophylle méditerranéenne; 10. écosystème montagnard

Espèces endémiques. Les espèces sont dites endémiques lorsqu'elles ne se rencontrent qu'en un lieu donné, et nulle part ailleurs. On parle souvent d'endémisme dans un contexte géographique : les centaines d'espèces de poissons cichlidés qui peuplent les grands lacs d'Afrique de l'Est (Victoria, Malawi, Tanganyika), ou les trois quarts des espèces de mammifères de Madagascar. Le phénomène d'endémisme est lié à l'isolement géographique de taxons qui évoluent ensuite en système clos.

5.2. Une organisation écologique : les biomes

La distribution des espèces à la surface du globe n'est pas aléatoire mais dépend des facteurs écologiques et des préférences ou des potentialités des organismes. La combinaison des précipitations et de la température permet de diviser le globe en grands domaines morphoclimatiques. À une échelle très macroscopique on peut identifier quatre zones éco-climatiques qui se retrouvent autour du globe : le tropical chaud et humide, le tempéré humide, le polaire, et l'aride. À une échelle plus fine, on peut observer que différentes régions du globe où les conditions climatiques sont identiques sont occupées par des écosystèmes de nature comparable. La végétation présente ainsi l'intérêt d'être un indicateur assez fiable pour traduire à des échelles spatiales assez grandes le jeu des divers facteurs tels que la géomorphogenèse et le climat. Les limites des grandes formations végétales concrétisent ainsi des discontinuités remarquables du milieu naturel. Ce sont les biomes qui sont des macrosystèmes de dimension régionale, homogènes du point de vue climatique (température et précipitations).

Le nombre de biomes identifiés dépend de la résolution souhaitée, et l'on distingue de 10 à 100 biomes selon les auteurs. Dans la majorité des cas, la physionomie de la végétation sert de base à la délimitation des biomes : forêts (24% de la superficie), savanes (15%), prairies et toundras (15%), etc. Il faut y ajouter les aires cultivées qui représentent plus de 10% de la surface des terres émergées, ainsi que les déserts et les étendues glacées (30%).

5.3. Gradients dans la répartition spatiale de la biodiversité

Gradients latitudinaux

Un phénomène assez général en milieu terrestre et aquatique continental, est l'existence d'un gradient latitudinal : la richesse en espèce augmente des pôles vers l'équateur pour la plupart des groupes taxinomiques. Autrement dit la diversité biologique est bien plus grande sous les tropiques que dans les régions tempérées. Ce phénomène est particulièrement marqué pour les plantes. Pourtant, pour certains groupes comme les Nématodes du sol, il semble y avoir une situation inverse, avec une plus grande richesse spécifique aux hautes latitudes.

Dans les milieux marins, l'existence d'un gradient latitudinal a été mise en évidence en milieu pélagique, ainsi que pour la faune benthique de substrat dur. Mais le phénomène est controversé pour d'autres groupes, et même parfois inverse. Ainsi, les macro-algues sont plus diversifiées en milieu tempéré qu'en milieu tropical. Il en est de même pour les oiseaux de mer qui se nourrissent de poissons et de crustacés. Cela pourrait signifier que les différents groupes d'organismes marins ne sont pas sensibles aux mêmes facteurs de distribution que ceux du milieu terrestre. Enfin, dans l'hémisphère sud, il n'apparaît pas de gradient latitudinal bien marqué et la richesse en espèces marines de l'Antarctique est particulièrement élevée.

On a cherché bien entendu à expliquer les gradients latitudinaux en milieu terrestre en évoquant le fait que les régions tropicales occupent une surface plus importante que les régions tempérées ou froides. L'existence d'une proportion d'espèces endémiques beaucoup plus grande en zone tropicale qu'en zone tempérée est probablement aussi la conséquence de la variabilité du climat: les alternances glaciations/déglaciations, tous les 100 000 ans

environ au cours du Quaternaire, ont beaucoup plus perturbé les zones froides et tempérées où elles ont eu un «effet d'essuie-glace» sur la diversité biologique, alors que les climats des zones tropicales ont permis la pérennisation à long terme d'écosystèmes, même si ceux-ci ont pu connaître des variations parfois importantes. Dans les régions tempérées, les espèces doivent développer de coûteuses adaptations (au gel par exemple) pour faire face à la variabilité climatique. Les conditions relativement plus stables, à la fois sur le plan saisonnier et sur le long terme, dans les zones tropicales, auraient laissé le temps à de nombreux organismes de se spécialiser et d'occuper les différentes niches écologiques disponibles.

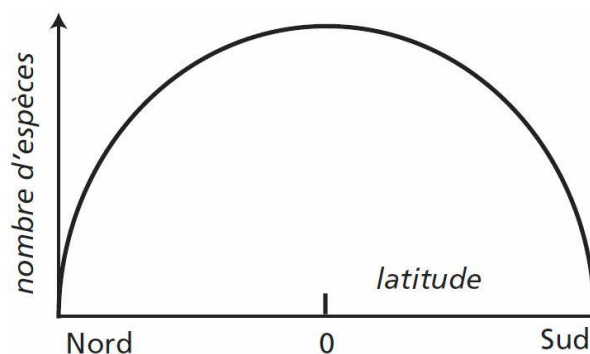
D'autres hypothèses ont également été avancées : ainsi les zones tropicales où les ressources en énergie disponible sont les plus importantes seraient les plus productives, ce qui faciliterait la coexistence de nombreuses espèces.

Gradients longitudinaux

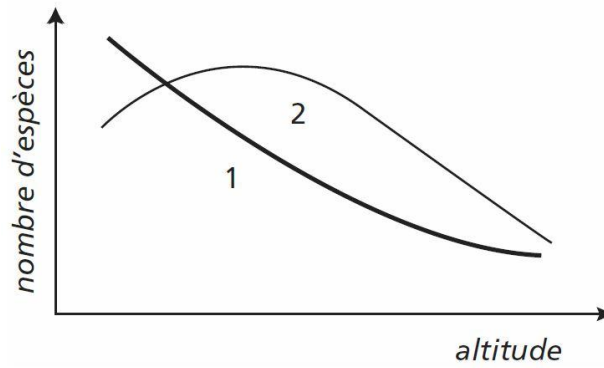
Dans le domaine marin, un gradient longitudinal bien établi est celui de la diversité des coraux dont la plus grande richesse spécifique est observée dans l'archipel indonésien. Elle diminue ensuite vers l'ouest, de manière irrégulière dans l'océan Indien (avec une exception dans la mer Rouge pour certains groupes) et elle est plus faible dans les Caraïbes.

Gradients altitudinaux

La zonation altitudinale est une forme d'organisation de la diversité biologique qui nous est familière dans les zones de montagne où l'on peut observer, sur des surfaces limitées, un changement rapide de la structure des peuplements avec l'altitude. La température et la pluviométrie sont les principaux facteurs physiques structurants de ce gradient. Pour certains taxons la richesse spécifique diminue simplement avec l'altitude, alors que pour d'autres la richesse spécifique a la forme d'une courbe en cloche.



Courbe schématique de la distribution de la richesse en espèces aux différentes latitudes. C'est le schéma observé en particulier pour les amphibiens, les reptiles, etc.



Changements dans la richesse en espèces en fonction de l'altitude

1: schéma de diminution progressive observé pour les chauves-souris du parc national de Manu (Pérou); **2:** schéma de distribution en dôme observé pour les oiseaux terrestres d'Amérique du Sud.

La profondeur

En mer, on distingue le domaine pélagique qui correspond aux espèces et communautés qui vivent dans la masse d'eau, et le domaine benthique pour les organismes qui vivent sur et dans le sédiment ou sur les substrats durs. De manière générale, la diversité biologique est plus élevée dans les milieux benthiques que dans les milieux pélagiques, et en milieu côtier (où la diversité des habitats est plus grande) qu'en milieu hauturier.

Elle s'organise autour de quelques grands domaines :

- Le plateau continental qui est la zone côtière s'étendant jusqu'à une profondeur moyenne de 200 m. On y trouve l'essentiel des organismes benthiques et les récifs coralliens qui sont l'équivalent, toutes proportions gardées, des systèmes forestiers tropicaux pour la biodiversité marine.
- Le talus continental se prolonge par le domaine bathyal qui présente une richesse spécifique maximum entre 1000-1500 m pour les communautés pélagiques, et 1000-2000 m pour le mégabenthos. Le bassin océanique proprement dit est formé par la plaine abyssale entre 4 000 et 6 000 m de profondeur avec des fosses plus profondes, mais aussi des crêtes médio-océaniques (2 à 3 000 m). Jusqu'à une époque récente on pensait que la vie était peu abondante dans l'océan profond. Depuis on a mis en évidence la grande richesse en espèces des sédiments profonds, dont la plus grande partie n'est pas décrite avec précision.

6. Inventaire des espèces

C'est grâce à la systématique que la biodiversité explore ces capacités à distinguer un organisme ou un taxon d'un autre. Elle est confrontée aux problèmes de temps et de nombre : 1,75 millions d'espèces ont été décrites, alors les estimations vont de 3,6 à plus de 11 millions d'espèces. La systématique 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.

6.1. Estimations du nombre d'espèces

La systématique 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 que les estimations vont de 3,6 à plus de 100 millions d'espèces.

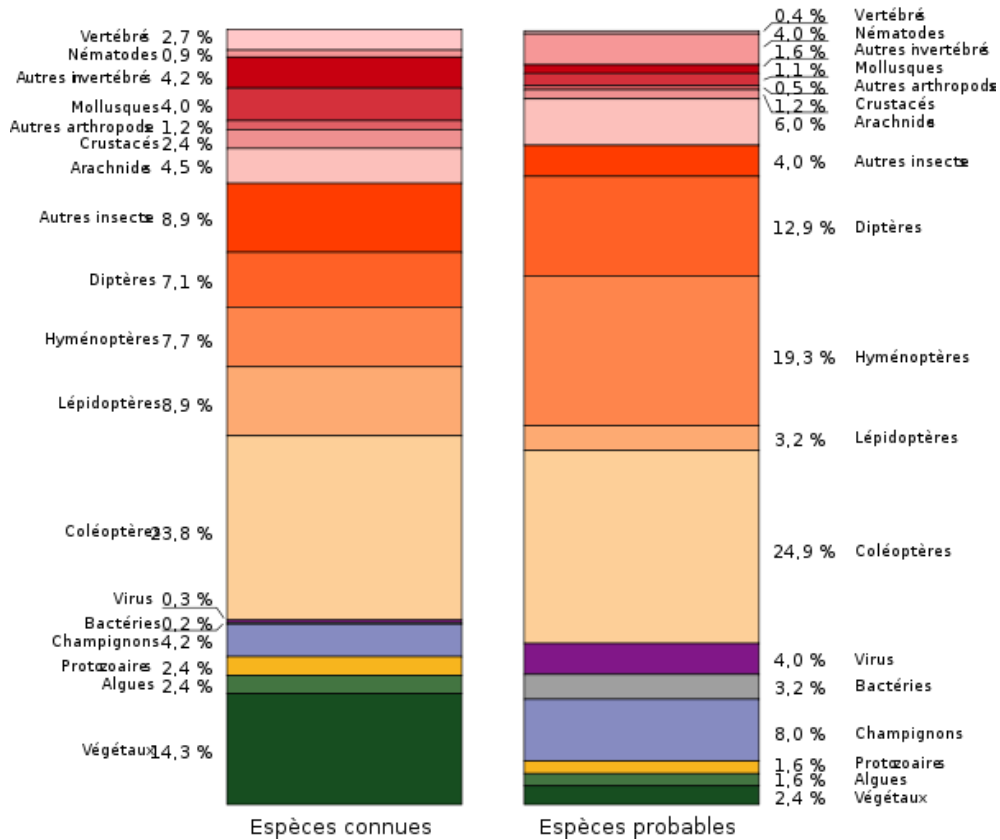
En réalité le niveau de connaissance est variable selon les groupes taxinomiques. Des recensements quasi exhaustifs ne sont disponibles que pour un petit nombre de groupes zoologiques ou botaniques. C'est le cas pour les mammifères et les oiseaux qui sont actuellement connus à plus de 95%. Le nombre des insectes par contre est très certainement largement supérieur à celui pourtant considérable (1.000.000) enregistré jusqu'ici. Les insectes représentent près des deux tiers des nouvelles descriptions d'espèces. Quant au nombre des champignons il pourrait se situer entre 1 et 2 millions et celui des nématodes, petits vers parasites de plantes et d'animaux, serait de plusieurs centaines de milliers. Les sources des nouvelles espèces sont essentiellement les régions tropicales, les récifs coralliens, les grands fonds marins, mais également, sous toutes les latitudes, les milieux d'accès difficile et les petites espèces (faune du sol, méiofaune marine) et les parasites.

Pour d'autres groupes, comme les bactéries et les virus, chez lesquels les scientifiques ont plus de mal à caractériser les espèces que chez les vertébrés ou les insectes, sont très mal connus. Ils forment ce qu'on appelle la « biodiversité négligée » et représentent 80 % des espèces vivantes à découvrir. Le nombre est très certainement bien supérieur à celui connu à l'heure actuelle.

Tableau : Quelques études estimant le nombre d'espèces décrites

Groupe	Mayr et al. (1953)	Barnes (1989)	May (1988)	May (1990)	Brusca & Brusca (1990)
Protozoaires	—	—	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
Plathelminthes	6 000	12 700	—	—	20 000
Rotifères	1 500	1 500	—	—	1 800
Nématodes	10 000	12 000	1 000 000	—	12 000
Ectoproctes	3 300	4 000	4 000	—	4 500
Echinodermes	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

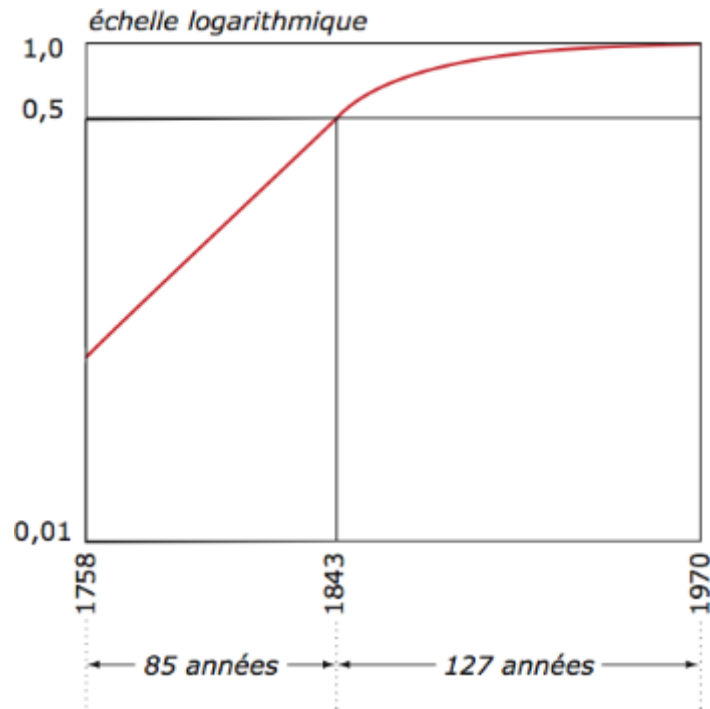
Chélicérates	35 000	68 000	63 000	–	65 000
Crustacés	25 000	42 000	39 000	–	32 000
Myriapodes	13 000	10 500	–	–	13 120
Hexapodes	850 000	751 012	1 000 000	790 000	827 175
Mollusques	80 000	50 000	100 000	45 000	100 000
Annélides	7 000	8 700	15 000	–	15 000



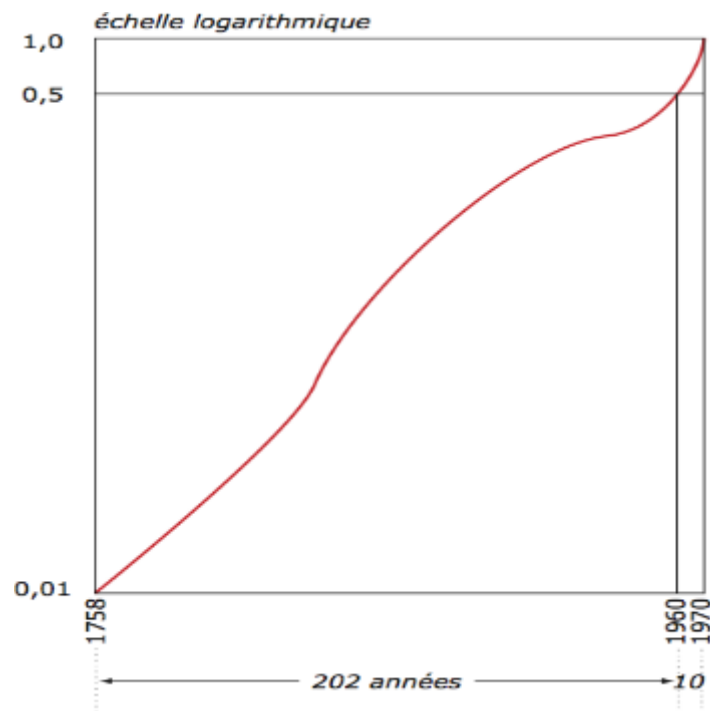
Comparaison de l'importance des différents taxons entre ce que nous savons (à gauche) et ce qui existe probablement (à droite)

6.2. Rythme des découvertes des espèces

Nombre d'espèces restent donc à découvrir, à un rythme qui différera selon les groupes zoologiques. Ainsi, chez les oiseaux, 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, 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



Rythme des découvertes d'espèces d'oiseaux



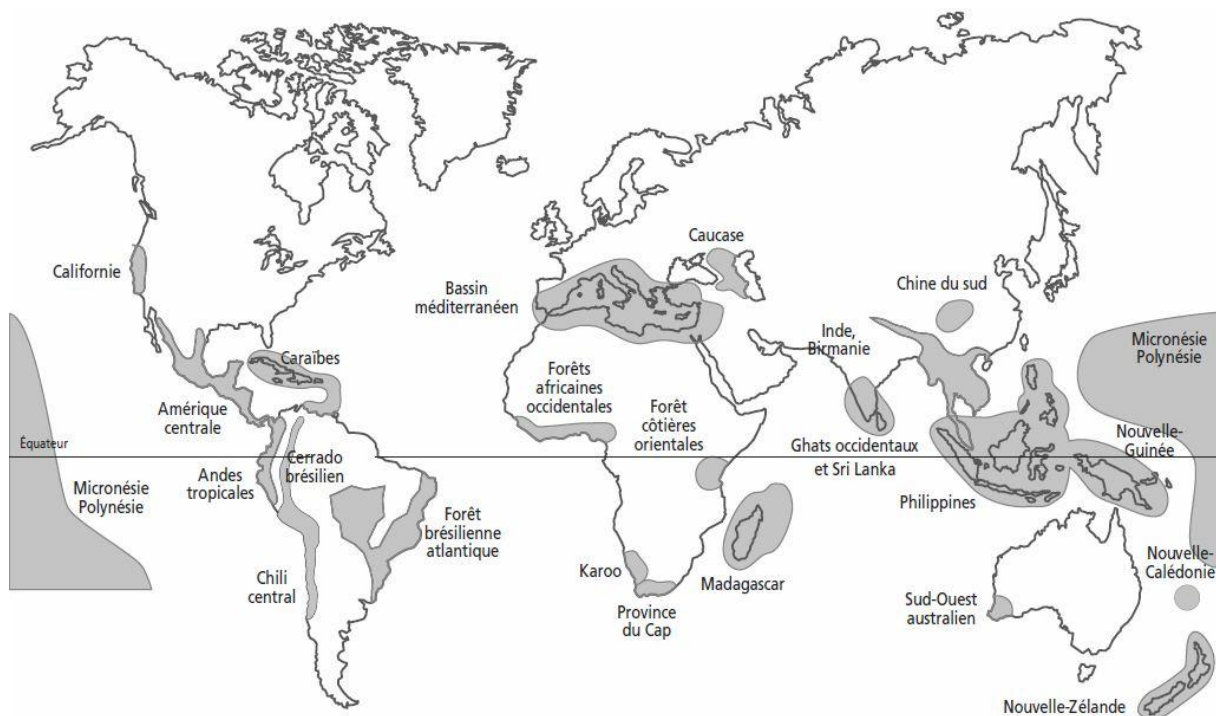
Rythme des découvertes d'espèces d'arachnides et de mollusques

6.3. Les points chauds (hot spots) de la biodiversité spécifique

La conservation a un coût. Il vaut mieux investir là où l'on a le maximum d'efficacité, c'est-à-dire le maximum d'espèces à protéger. C'est pourquoi certains scientifiques ont cherché à identifier des zones géographiques particulièrement riches en espèces ou en écosystèmes originaux. Ils ont ainsi identifié des «hauts lieux» de la diversité biologique, des zones qui bénéficient d'une concentration extraordinaire d'espèces, tout en étant soumises à une perte

accélérée d'habitats. Ce sont des zones critiques en matière de conservation réparties sur l'ensemble du globe et menacées de disparition. Les régions riches en espèces endémiques sont des régions où des espèces appartenant à un grand nombre de groupes systématiques ont pu s'accumuler et survivre. Pour certains ce sont les «zones refuges pléistocènes» dans lesquelles la diversité biologique a trouvé refuge au cours des périodes de glaciations.

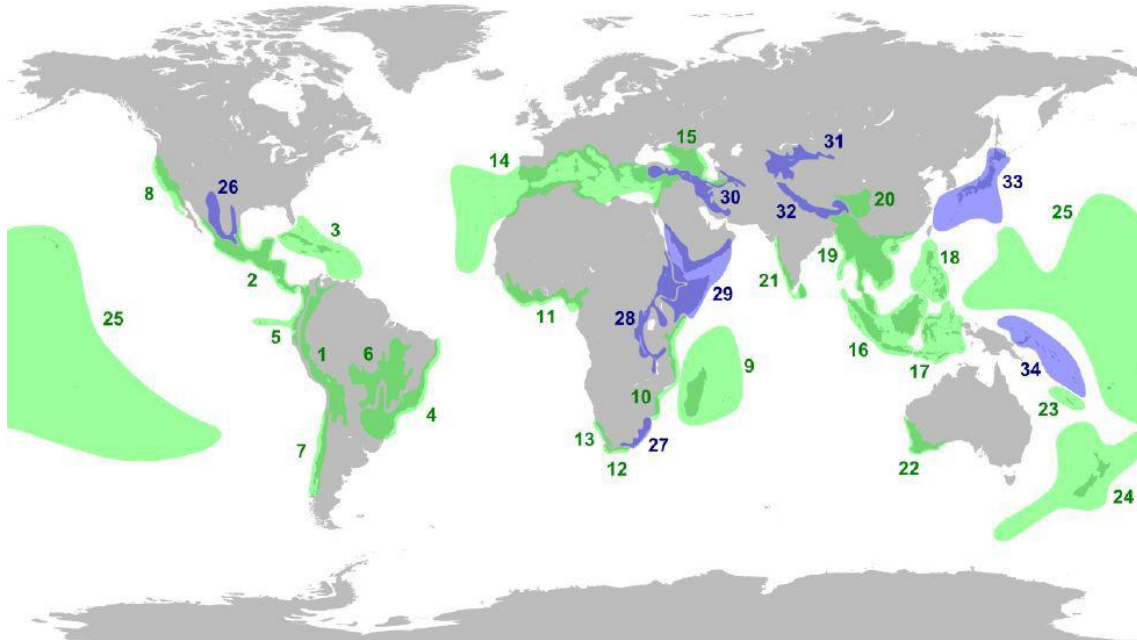
Norman Myers a proposé le concept de points chauds de la biodiversité (*biodiversity hotspots*) en 1988 comme un moyen de prioriser immédiatement certaines régions d'intérêt pour des objectifs de conservation de la biodiversité. Un point chaud de biodiversité est défini comme une région contenant au moins 1 500 espèces de plantes endémiques vasculaires et pour laquelle au moins 70 % de sa surface originale a été perdue (une espèce endémique d'une région est une espèce que l'on trouve uniquement dans cette région). Ainsi, dans le calcul initial de *Myers*, plus de 44% de toutes les plantes vasculaires (soit plus de 130 000 plantes) et 35% des vertébrés à l'exception des poissons (soit 10 000 espèces environ) sont confinés dans 25 «zones de grande diversité» couvrant seulement 1,4% de la surface des terres. La plupart de ces sites se situent en zone tropicale, mais cinq sont dans le bassin méditerranéen (voir figure ci-dessous), et neuf sont des îles dont Madagascar qui abrite plus de 11 000 plantes supérieures avec un taux d'endémicité de 80%. À l'opposé, le nombre d'espèces endémiques en Europe ne représente que de 2 à 6% des espèces mondiales selon les groupes taxinomiques.



Carte montrant les 25 régions qui témoignent à la fois d'une exceptionnelle diversité biologique et qui sont menacées par les activités humaines.

L'ONG Conservation International a identifié quant à elle 34 hotspots sur environ 16% des terres émergées, où sont concentrées 50% des plantes vasculaires endémiques et 42% des espèces de vertébrés.

Le concept de 'point chaud de la biodiversité' a été particulièrement développé par l'association Conservation International dans les années 2000. Ainsi, 34 hotspots de biodiversité ont été identifiés par Conservation International (2004), dont les écosystèmes «intacts » représentent 1,4% de la surface de la planète mais abritent environ 44 % des espèces végétales et 35 % des espèces de vertébrés - ce qui fait de ces zones des priorités d'action pour la conservation de la biodiversité mondiale.



Carte des points chauds de la biodiversité : en vert les points chauds définis dès 2000 par Conservation International, en bleu ceux ajoutés par la suite.

Amérique

- Province floristique de Californie (8 - Bande côtière entre le l'extrême nord-ouest du Mexique et le Nord de la Californie)
- Bois de pins et chênes de Madrean (26 - Sud-ouest des États-Unis et Nord du Mexique)
- Amérique centrale (2 - Du sud du Mexique au Panama)
- Îles des Caraïbes (3)
- Tumbes-Chocó-Magdalena (5 - Bande côtière entre le Panama et Nord du Pérou)
- Andes tropicales (1 - Du Venezuela au nord-ouest de l'Argentine)
- Cerrado (6 - Est du Brésil, Bolivie et Paraguay)
- Forêt atlantique (4 - Sud-est du Brésil, Nord du Paraguay, extrême nord-est de l'Argentine)
- Forêts pluviales tempérées valdiviennes (7 - Centre et Sud du Chili)

Europe

- Bassin méditerranéen (14 - Bassin méditerranéen et Macaronésie : Canaries, Açores, Madère, Cap-Vert)

Afrique

- Corne africaine (29 - Éthiopie, Somalie, Kenya, Érythrée, Djibouti, Yémen et Oman)

- Afro Montané orientale (28 - Sud-ouest de la Péninsule Arabique et montagnes entre l'Éthiopie au Zimbabwe)
- Forêt guinéenne de l'Ouest africain (11 - De la Guinée au Cameroun)
- Forêts côtières d'Afrique orientale (10 - Bande côtière entre la Somalie et le Mozambique)
- Madagascar et îles de l'Océan Indien (9 - Madagascar, Mascareignes, Comores, Seychelles)
- Karoo succulent (13 - Ouest de l'Afrique du Sud et Sud-ouest de la Namibie)
- Maputaland-Pondoland-Albany (27 - Côte est de l'Afrique du Sud)
- Région floristique du Cap (12 - Sud-ouest de l'Afrique du Sud)

Asie

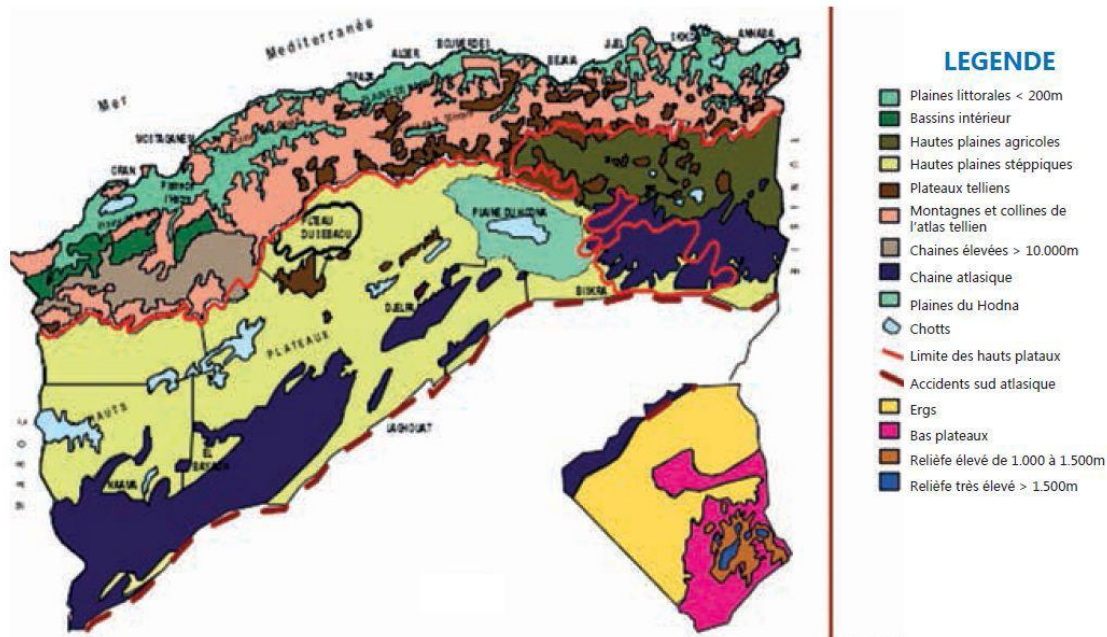
- Désert irano-anatolien (30 - Arménie, Azerbaïdjan, Turquie, Géorgie, Turkménistan, Iran et Irak)
- Caucase (15 - Géorgie, Arménie, Azerbaïdjan, Russie, Turquie et Iran)
- Montagnes d'Asie centrale (31 - Kazakhstan, Kirghizstan, Tadjikistan, Ouzbékistan, Chine, Afghanistan et Turkménistan)
- Himalaya (32 - Chine, Inde, Bhoutan, Pakistan, Afghanistan)
- Montagnes de la Chine Occidentale (20)
- Japon (33)
- Ghâts occidentaux (21 - Ouest de l'Inde et Sri Lanka)
- Indo-Burma (19 - Du Bangladesh à l'extrême sud-est de la Chine et du nord de la Birmanie au Sud de la Thaïlande)
- Sundaland (16 - Péninsule Malaise, Singapour, Brunei, Bornéo, Sumatra, Java et Bali)
- Philippines (18)
- Wallacea (17 - Sulawesi, Petites îles de la Sonde, Moluques et Timor)

Océanie

- Mélanésie orientale (34 - Archipel Bismarck, îles Salomon et Vanuatu)
- Polynésie et Micronésie (25 - 4500 îles allant des Palaos à l'île de Pâques et de Hawaï jusqu'aux Fidji) Nouvelle-Calédonie (23)
- Sud-Ouest de l'Australie (22)
- Nouvelle-Zélande (24)

6.4. Inventaire de la biodiversité en Algérie

L'Algérie est le plus grand pays d'Afrique couvrant une superficie de 238 174 100 ha (2 381 741 km²) avec une largeur de 1622 km et une longueur de 2000 km. Cette grande étendue conjuguée aux caractéristiques géologiques et géographiques ainsi qu'aux facteurs climatiques du pays montrent du Nord au Sud une série d'écosystèmes, abritant une diversité d'habitats et une diversité des espèces, allant des écosystèmes insulaires et marins, avec une frange d'écosystème littoral, passant par les écosystèmes forestiers et montagnards, suivis par les écosystèmes steppiques, puis l'écosystème saharien et y compris l'écosystème humide qui se retrouve au niveau de ces différents écosystèmes.



A ces ensembles géographiques naturels correspondent des divisions biogéographiques bien délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante faune et flore méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les différents étages bioclimatiques.

Le 4^{ème} rapport de l'Algérie au titre de la Convention sur la Diversité Biologique (basée sur l'inventaire de 2000) a répertorié 16000 espèces. Mais ce chiffre ne traduit pas exactement la réalité, car, des vertébrés ont apparemment fait l'objet d'un double-compte et parmi lesquelles 5128 étaient introduites et n'étaient pas spontanées en Algérie.

Selon diverses études (SPANB 2000, 4^{ème} et 5^{ème} rapports nationaux au titre de la CDB), la biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16000 espèces et taxons confondus dont :

- 3139 espèces de spermaphytes décrites totalisant 5402 taxons en tenant compte des sous-espèces, de variétés et autres taxons sub-spécifiques
- 67 espèces végétales parasites (10 autres seraient inconnues)
- Environ 1000 espèces présentent des vertus médicinales (60 autres espèces seraient encore inconnues)
- 713 espèces de phytoplancton, des algues marines et des macrophytes, ont été recensées
- Pour les champignons, plus de 150 espèces sont connues.

La population faunistique connue totalise 4 963 taxons dont un millier de vertébrés. Cette dernière catégorie est représentée notamment par les classes suivantes : les poissons (300), les reptiles (70), les oiseaux (378) et les mammifères (108). Aussi, l'Algérie compte près de 150 taxons de micro-organismes.

Selon diverses études, la plus récente estimation de la biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16435 taxons (voir tableau ci-dessous).

Tableau : Inventaire des espèces en Algérie entre 2000 et 2014

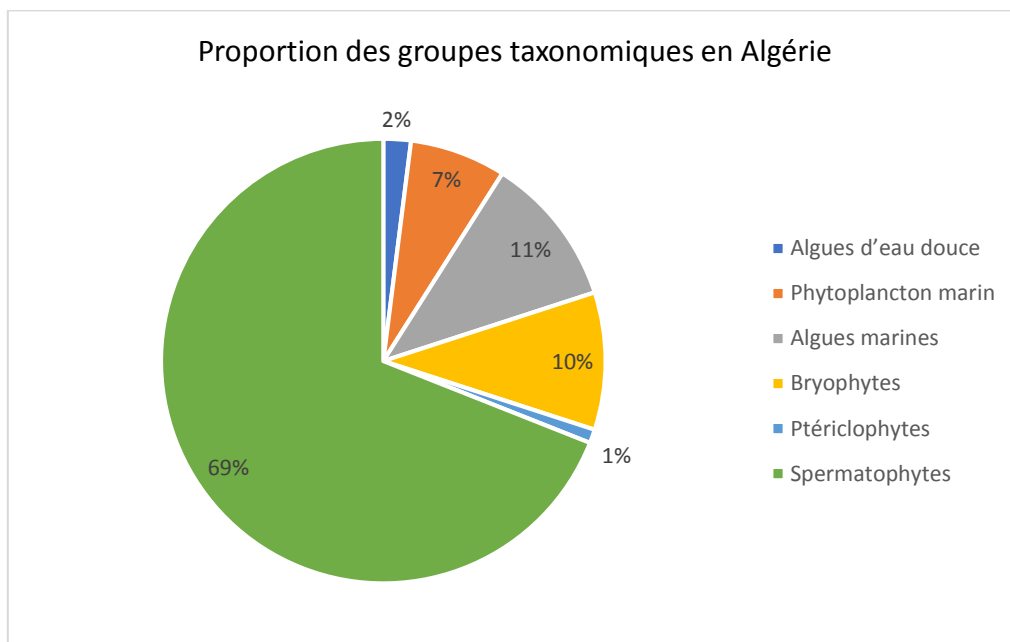
	2000	2009	2014
Virus		50	50
Bactéries		100	100
Protozoaires			
Champignons	78	400	745
Espèces terrestres			
Total Protistes	78	550	895
Algues			
Lichens	600	550	575
Mousses			458
Spermaphytes	3139	3139	3152
Total Flore	3741	3989	4185
Insectes	1900	1900	2610
Autres invertébrés			727
Total invertébrés	1900	1900	3337
Poissons		19	71
Amphibiens	12	12	14
Reptiles	70	68	80
Oiseaux	378	378	378
Mammifères	96	96	108
Total vertébrés	556	595	651
TOTAL GENERAL	6275	7034	9068
Espèces marines			
Algues Unicellulaires		209	303
Algues Macrophytes		468	495
Spermaphytes	4	4	4
Total Flore	4	681	802
Mollusques			663
Annélides Polychètes			740
Crustacés			864
Divers groupes des fonds meubles			89
Divers groupes des fonds durs			597
Divers groupes zooplanctoniques			154
Total Invertébrés	1892	1892	3107
Reptiles	2		2
Poissons	300	352	328
Mammifères	9		11
Total Vertébrés	311	352	341
TOTAL GENERAL	2207	2573	4250

Bilan taxonomique de la flore

Le bilan taxonomique actuel de la flore en Algérie demeure incomplet et les données varient selon les sources. La figure 4 illustre les proportions des groupes taxonomiques qui sont dominés par les spermatophytes avec une proportion de 69%.

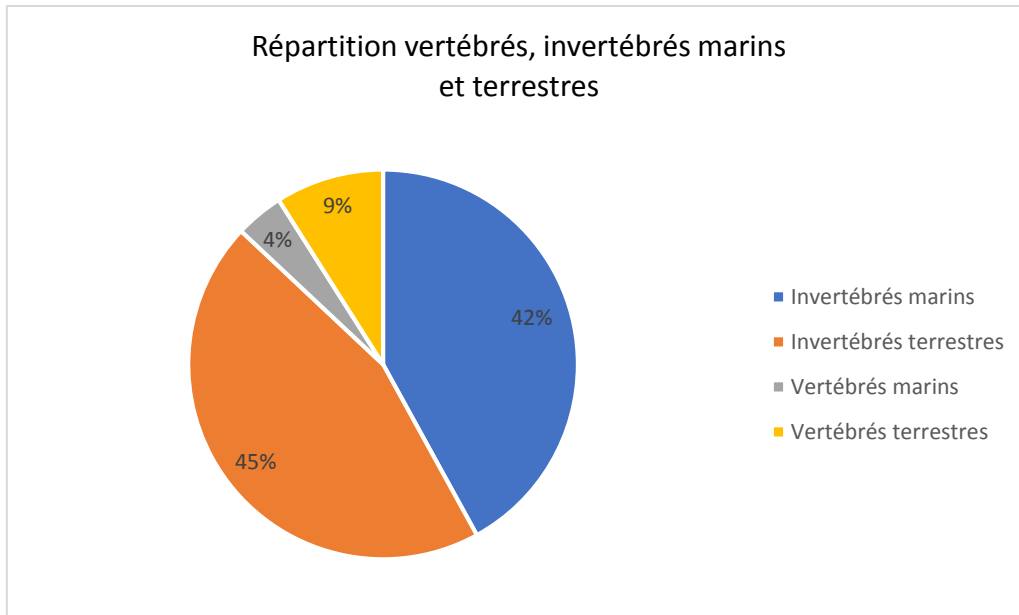
D'après le bilan de la SPANB 2000, des 4ème et 5ème rapports nationaux, la flore algérienne compte 3139 espèces végétales dont 1300 sont remarquables par leur faible fréquence, et plus de 600 espèces endémiques parmi lesquelles : 197 purement algériennes, 104 algéro-marocaines, 50 algéro-tunisiennes, 165 maghrébines et 64 sahariennes.

Les spermatophytes regroupant les gymnospermes et les angiospermes est représenté par 35 espèces rarissimes, 657 espèces très rares, 678 espèces rares et 364 espèces assez rares. Les Angiospermes ou plantes à fleurs constituent la part essentielle des plantes supérieures algériennes. Cependant, le nombre exact d'espèces reste très variable et, selon la source, il peut être compris entre 2840 et 3300 espèces (environ 3800 espèces, sous espèces et variétés).



Bilan taxonomique de la faune

Il est à noter que les estimations de la faune algérienne sont très variables. Le bilan taxonomique retenu pour cette faune utilise les données de l'état des lieux établi par la DGF en 2014 sur la faune et les aires protégées ainsi que les données du 5ème rapport national de biodiversité élaboré en 2014. Un total de 7476 espèces est établi, dont 3107 invertébrés marins, 3337 invertébrés terrestres, 341 vertébrés marins et 651 vertébrés terrestres.



Selon un état des lieux établi par la Direction Générale des Forêts en 2014, il y a 281 espèces d'oiseaux régulièrement présentes dont :

- 114 espèces sédentaires nicheuses.
- 53 espèces estivantes nicheuses
- 74 espèces hivernantes
- 40 espèces au statut non défini (nicheur occasionnel, estivant non nicheur, présent toute l'année sans nicher, etc.)

A ce fond régulier, il y a 97 espèces de passage ou occasionnellement présentes ainsi que 6 espèces introduites plus ou moins régulièrement observées. L'ensemble de l'avifaune algérienne peut donc être estimé à 384 espèces.

Il existe de nos jours 109 espèces de mammifères sauvages en Algérie, appartenant à 11 Ordres et 35 Familles. Parmi ces espèces, 11 sont endémiques d'Afrique du Nord, dont 7 sont endémiques du Maghreb.

7. Etat de la biodiversité

7.1. Etat de la biodiversité dans le monde

L'évaluation du millénaire, après la conférence de Rio a réattiré l'attention du monde sur le rapide déclin de la biodiversité. Au rythme du début des années 2000, 11 % seulement des espaces naturels existant en 2000 auront disparu avant 2050 et près de 40 % des sols actuellement exploités extensivement (ce qui permet la survie d'une partie significative de la biodiversité ordinaire) seront converties à l'agriculture intensive. La surpêche, la pollution, les maladies, les espèces invasives et le blanchissement des coraux pourraient causer la disparition de 60 % des récifs coralliens d'ici 2030. Ceci menace le fonctionnement des écosystèmes au niveau planétaire et les économies et sociétés humaines.

7.2. Perte de la biodiversité

Le rythme actuel de disparition des espèces est 100 à 1000 fois supérieur au taux naturel d'extinction. Un processus en cours vers une sixième extinction de masse des espèces, la dernière en date étant celle des dinosaures, il y a 65 millions d'années. Mais la crise actuelle est beaucoup plus rapide (l'extinction des dinosaures s'est étalée sur plusieurs centaines de milliers d'années) et elle est quasi exclusivement liée aux activités humaines.

L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a établi un inventaire mondial de l'état de conservation des espèces sous forme d'une base de données en ligne. Cet inventaire expose la situation de plus de 65000 espèces (version 2012.2). Actuellement dans sa dernière version (version 2021.1) 142 577 espèces sur les 1,8 million d'espèces connues.

Parmi ces espèces 37 480 sont classées menacées d'extinction et sont rassemblées dans la liste rouge de l'UICN (Red List). Dans la dernière édition de la Liste rouge mondiale (version 2021.3), sur les 142 577 espèces étudiées, 40 084 sont classées menacées. Parmi ces espèces, 41% des amphibiens, 13% des oiseaux et 26% des mammifères sont menacés d'extinction au niveau mondial. C'est également le cas pour 37% des requins et raies, 33% des coraux constructeurs de récifs et 34% des conifères.

Les milieux naturels sont également fragilisés ou détruits par les activités humaines : par exemple, plus de 35 % des milieux humides littoraux et continentaux ont disparu depuis 1970 dans le monde. Autre illustration : au rythme actuel de la déforestation, les forêts tropicales pourraient disparaître d'ici 50 à 70 ans.

Selon l'ONU, les causes principales de la dégradation (ou perte) de la biodiversité sont classé en cinq causes :

a) Destruction des habitats

Les changements d'usage des terres et de la mer. Ils sont principalement dus, à l'échelle mondiale, à l'intensification et à l'extension de surfaces agricoles qui conduisent au déboisement de vastes surfaces forestières. Ils se traduisent notamment par l'artificialisation, c'est-à-dire par la perte d'espaces, principalement agricoles, ou naturels ou forestiers. Ils conduisent à la destruction, la dégradation et la fragmentation des habitats (abrasion des

fonds marins, mise en culture de prairies, pertes de connectivité, perturbation de l'hydrologie), le dérangement des espèces et la dégradation des sols, de leurs fonctions et de leur biodiversité. Dans ce cas, les sols ou le milieu ne peuvent plus jouer leur rôle (héberger des espèces, capter du CO₂, etc.).

b) Espèces invasives

Consiste à l'introduction et la dissémination d'espèces exotiques envahissantes ou l'introduction et la dissémination ou la mise en contact avec des agents pathogènes microbiens). Elles constituent une menace pour près d'un tiers des espèces terrestres menacées et sont impliquées dans la moitié des extinctions connues. Les espèces invasives sont à l'origine d'impacts multiples affectant les espèces indigènes, le fonctionnement des écosystèmes et les biens et services qu'ils fournissent (services écosystémiques). Ces espèces sont également à l'origine d'impacts négatifs importants pour de nombreuses activités économiques et pour la santé humaine.

Exemple

Le cas de l'invasion de l'algue *Caulerpa taxifolia* en mer Méditerranée est intéressant à plus d'un titre, non à cause de la polémique suscitée, mais à cause de plusieurs faits. Parmi ceux-ci, il y a la rapidité de colonisation de cette algue. Si l'on admet que *Caulerpa taxifolia* a été introduite à partir des aquariums de Monaco, sa vitesse de colonisation a pu être d'autant plus rapide que l'environnement méditerranéen a changé. On sait, en effet, que lors de l'ouverture du canal de Suez, percé par Ferdinand de Lesseps, 200 à 300 espèces de la mer Rouge ont migré vers le nord et sont restées confinées pendant longtemps dans le bassin oriental de la Méditerranée. Leur progression récente dans l'ensemble du bassin méditerranéen (on trouve maintenant des barracudas de toutes classes d'âge au voisinage des îles de Port-Cros et de Porquerolles) est interprétée comme le signe d'un réchauffement des eaux lié aux changements climatiques. Si tel était le cas, cela signifierait qu'une espèce introduite comme *Caulerpa taxifolia* (et sans doute beaucoup d'autres) peut se transformer plus rapidement en espèce invasive et poser davantage de problèmes.

c) Pollution

Regroupe la pollution des eaux, des sols et de l'air. Il s'agit par exemple des pollutions des milieux aquatiques par les substances azotées et phosphorées, les pollutions de l'air, les pollutions des sols et des milieux aquatiques par des substances dangereuses (pesticides, métaux lourds, etc.), des pollutions émergentes (résidus médicamenteux, nanoparticules, ondes électromagnétiques, etc.), la pollution par les macrodéchets (notamment ceux qui se retrouvent en mer et dans les organismes marins), la pollution des milieux par les microplastiques, la pollution sonore (notamment par les transports terrestres et maritimes) ou la pollution lumineuse.

d) Surexploitation des espèces

La surexploitation, c'est lorsque le prélèvement d'une ressource dépasse sa capacité à se reconstituer naturellement. La surexploitation concerne principalement la surpêche, la chasse excessive d'animaux sauvages, l'abattage excessif de bois de chauffage, le surpâturage.

e) Changements climatiques

Le réchauffement climatique en cours modifie, perturbe ou menace le monde vivant : l'aire de répartition des espèces animales et végétales se déplace, certains cycles végétatifs s'accélèrent. Le climat est lui-même déséquilibré par les activités humaines qui émettent trop de CO₂ et de gaz à effet de serre.

Information

D'autres part, selon la Plateforme Intergouvernementale sur la Biodiversité et les Services Écosystémiques (IPBES) les causes majeures de l'érosion de la biodiversité sont :

1. Changement d'usage des terres et de la mer
2. Exploitation directe de certains organismes
3. Changement climatique
4. Pollution
5. Espèces exotiques envahissantes

Souvent décrit comme le « **GIEC** pour la biodiversité », l'**IPBES** est un organisme intergouvernemental indépendant comprenant plus de 130 états membres. Mis en place par les gouvernements en 2012, il fournit aux décideurs des évaluations scientifiques objectives sur l'état des connaissances sur la biodiversité de la planète, les écosystèmes et les contributions qu'ils apportent aux populations, ainsi que les outils et les méthodes pour protéger et utiliser durablement ces atouts naturels vitaux.

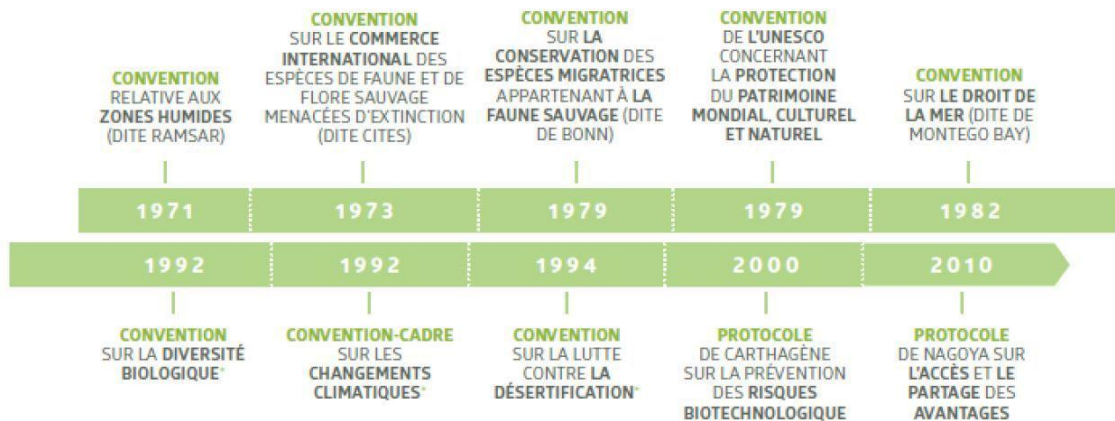
7.3. Conservation de la biodiversité

L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005) a conclu que 60% des services écosystémiques du monde se sont dégradés au cours des 50 dernières années, en raison principalement de pratiques non durables d'utilisation des terres, de l'eau douce et des océans. Les principaux habitats ont presque tous régressé. La liste rouge de l'UICN des espèces menacées indique que dans le monde, beaucoup d'espèces de mammifères, d'amphibiens, d'oiseau et d'autres espèces animales et végétales sont menacées et en danger d'extinction.

La conservation de la biodiversité figure comme le premier des objectifs de la convention sur la diversité biologique, avec l'utilisation durable de la diversité biologique et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques.

La conservation de la diversité biologique est une préoccupation commune de l'humanité. La Convention sur la diversité biologique vise tous les niveaux de la diversité biologique : les écosystèmes, les espèces et les ressources génétiques. Elle s'applique aussi aux biotechnologies, notamment dans le cadre de la convention de l'UNESCO sur la protection de

patrimoine mondial. En fait, elle vise tous les domaines possibles qui sont directement ou indirectement liés à la diversité biologique.



Accords internationaux pour la conservation de la biodiversité

La conservation de la biodiversité fait référence à la protection et la gestion de la biodiversité pour obtenir des ressources pour le développement durable. La conservation de la biodiversité a trois objectifs principaux :

- Préserver la diversité des espèces
- Utilisation durable des espèces et de l'écosystème
- Maintenir les systèmes vitaux et les processus écologiques essentiels

7.4. Méthodes de conservation de la biodiversité

a) Conservation in-situ

La conservation in situ est l'une des pratiques qui consiste à maintenir les organismes vivants dans leurs milieux naturels,

La conservation in situ présente plusieurs avantages :

- C'est une méthode rentable et pratique de conservation de la biodiversité.
- Un grand nombre d'organismes vivants peuvent être conservés simultanément.
- Étant donné que les organismes se trouvent dans un écosystème naturel, ils peuvent mieux évoluer et s'adapter facilement aux différentes conditions environnementales.

Les approches efficaces comprennent :

- La protection légale des espèces menacées
- L'amélioration des plans de gestion
- Etablissement des aires pour protéger les espèces de différentes catégories, parcs nationaux, sanctuaires, réserves naturelles, etc.

Le terme générique «aires protégées» recouvre des situations très différentes, allant de grandes réserves de faune et de flore à de petits sites dévolus à la conservation d'espèces particulières. Il peut s'agir de réserves intégrales où l'intervention humaine est exclue, ou de zones habitées dans lesquelles la protection de la flore et de la faune est assurée par

l'implication des populations locales dans la gestion du milieu et des espèces. À l'heure actuelle on estime qu'il y aurait plus de 100 000 sites protégés dans le monde.

Parcs nationaux

Ce sont de petites réserves entretenues par le gouvernement. Leurs limites sont bien délimitées et les activités humaines telles que le pâturage, la sylviculture, l'habitat et la culture sont interdites.

Sanctuaires fauniques

Ce sont les régions où l'on ne trouve que des animaux sauvages. Les activités humaines telles que la récolte du bois, la culture, la collecte de bois et d'autres produits forestiers sont autorisées ici tant qu'elles n'interfèrent pas avec la conservation. De plus, les touristes visitent ces lieux pour les loisirs.

Réserves de biosphère

Les réserves de biosphère sont des aires protégées polyvalentes où la faune, le mode de vie traditionnel des habitants et les plantes et animaux domestiques sont protégés. Les activités touristiques et de recherche y sont autorisées.

b) Conservation ex-situ

La conservation de la biodiversité in-situ n'est pas toujours possible car de nombreux habitats sont perturbés, et certains ont même disparus. Dans cette situation on a recours à la conservation ex situ qui implique la reproduction et le maintien d'espèces menacées dans des écosystèmes artificiels tels que des jardins botaniques et zoologiques, des conservatoires, les *arboreta* publics et privés et des banques de gènes, etc.

Ces collections jouent un rôle fondamental dans la conservation des espèces en voie de disparition et les programmes de réintroduction ; elles constituent l'outil essentiel pour la gestion des ressources génétiques des plantes utiles et des animaux domestiques.

La conservation ex-situ présente les avantages suivants :

- Les animaux bénéficient d'un temps et d'une activité d'élevage plus longs.
- Les espèces élevées en captivité peuvent être réintroduites dans la nature.
- Les techniques génétiques peuvent être utilisées pour la préservation des espèces menacées.

Jardins botaniques

Quelques 1600 jardins botaniques existent à travers le monde. Ces jardins botaniques du monde communiquent entre eux pour inter-changer les informations aux propos des plantes, des graines et des conditions de vie.

Les jardins botaniques ont un rôle important dans la politique de biodiversité d'un pays. Ils sont une source d'information et un lieu de débats indépendants offerts au public et aux associations. Ils participent aux campagnes de restauration de milieux dégradés et de réintroduction d'espèces localement disparues (sensibilisation du public, fourniture de

spécimens, prise de co-responsabilité de gestion pour des milieux originaux : flores des îles, des montagnes ou des zones humides).

Parcs zoologiques

Les parcs zoologiques publics ou privés, ainsi que l'exposition de collections animales vivantes spécialisées souvent, centrées sur des taxons spectaculaire (poissons, serpents, oiseaux, insectes...etc.) ont des missions et des activités similaires à celles des jardins botaniques.

Leur nombre à travers le monde dépasse les 2 000 et ils sont en majorité organisés en réseaux. D'importantes bases de données ont été élaborées, des informations sont disponibles sur plus de 250 000 spécimens vivants et leurs ancêtres, appartenant à près de 6 000 espèces.

Banques de gènes

Une banque de gènes est un dispositif de conservation ex situ de matériel génétique, qu'il s'agisse de plantes ou d'animaux. Dans le cas des plantes, cela peut se faire par la congélation de boutures prélevées sur la plante, ou de graines. Chez les animaux, c'est la congélation de sperme et d'œufs.

7.5. Etat de la biodiversité en Algérie

Selon diverses études (SPANB 2000, 4ème et 5ème rapports nationaux au titre de la CDB), la biodiversité algérienne globale est caractérisée par :

- 1670 espèces (soit 53,20% de la richesse totale algérienne) sont relativement peu abondantes et se présentent comme suit : 314 espèces assez rares (AR), 590 espèces rares (R), 730 espèces très rares (RR) et 35 espèces rarissimes (RRR)
- Près de 700 espèces sont endémiques
- 226 espèces sont menacées d'extinction et bénéficient d'une protection légale (décret n° 12-03 du 4 janvier 2012)

Aussi l'Algérie compte 11 parcs nationaux de conservation de la biodiversité dont :

3 parcs côtiers

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

5 parcs dans les zones de montagne

- Parc National de Theniet El Had (wilaya de Tissemsilt)
- Parc National de Djurdjura (wilaya de Bouira)
- Parc National de Chréa (wilaya de Blida)
- Parc National de Belezma (wilaya de Batna)
- Parc National de Tlemcen

1 parc dans la zone steppique

- Le Parc National de Djebel Aissa (wilaya de Naâma)

2 parcs dans la zone saharienne

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

8. Statut juridique de la biodiversité

8.1. Législation internationale

Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles

Date et lieu d'adoption : Alger, 15 / 09 / 1968

Adhésion de l'Algérie : 11 / 12 / 1982

Objectif : Encourager une action à entreprendre à titre individuel et en commun pour la conservation, l'utilisation et la mise en valeur des ressources en sol, en eau, en flore et en faune, pour le bien être présent et futur de l'humanité, du point de vue économique, nutritif, scientifique, éducatif, culturel et esthétique.

Aperçu : Les Etats contractants s'engagent à adopter les mesures nécessaires pour assurer la conservation, l'utilisation et la mise en valeur des ressources naturelles.

Les parties conservent et utilisent rationnellement les ressources en faune ; gèrent les populations et les habitats ; contrôlent la chasse, les captures et la pêche, interdisent l'utilisation de poison, d'explosifs et d'armes automatiques pour la chasse. Deux listes d'espèces sont établies ; la liste A comprend les espèces totalement protégées, alors que celles de la liste B font l'objet d'une autorisation préalable. Le commerce des trophées est strictement contrôlé. Des zones de conservation sont créées et maintenues. Une éducation en matière de conservation est donnée à tous les niveaux.

Convention relative aux zones humides d'importance internationale (Ramsar)

Date et lieu d'adoption : Ramsar, 02 / 02 / 1971

Adhésion de l'Algérie : 11 / 12 / 1982

Objectif : Empêcher que les zones humides ne fassent l'objet d'empiètement ou de pertes progressives, étant donné les fonctions écologiques fondamentales de ces zones humides et leur valeur économique, culturelle et scientifique et récréative.

La Convention de Ramsar, du nom d'une ville d'Iran où un traité international fut signé en 1971, a pour objet la conservation des zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau. En y adhérant, les pays s'engagent à créer des réserves dans leurs zones humides et à désigner au moins une zone humide nationale pour une incorporation dans une liste des zones humides d'importance internationale. Les parties adhérentes examinent leurs responsabilités internationales en matière de conservation, de gestion et d'utilisation rationnelle de populations migratrices de sauvagines. Les parties établissent des réserves naturelles de zones humides, coopèrent pour l'échange d'informations et forment du personnel pour la gestion de ces zones humides. Des conférences relatives à la conservation des zones humides et de la sauvagine sont convoquées en tant que de besoin.

Convention internationale pour la protection des végétaux

Date et lieu d'adoption : Rome, 06 / 12 / 1951

Adhésion de l'Algérie : 07 / 05 / 1985

Objectifs : Maintenir et intensifier la coopération internationale pour lutter contre les parasites et les maladies des plantes et des produits végétaux et pour empêcher leur introduction et leur propagation au-delà des frontières nationales.

Aperçu : Les parties s'engagent à adopter les mesures législatives, techniques et administratives pour l'application de cette convention. Chacune des parties crée une organisation officielle pour la protection des végétaux, chargée d'inspecter les zones cultivées et les chargements des végétaux dans le transport pour détecter les parasites et maladies, délivrer des certificats concernant les conditions phytosanitaires et l'origine des plantes et des produits végétaux. Les parties doivent réglementer aussi très strictement l'importation et l'exportation des plantes et des produits végétaux en adoptant, si nécessaire, des mesures d'interdiction, d'inspection et de destruction des végétaux transportés.

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flores sauvages menacées d'extinction

Date et lieu d'adoption : Washington 03 / 03 / 1973

Adhésion de l'Algérie : 25 / 12 / 1982

Objectif : Protéger certaines espèces en voie d'extinction de la surexploitation par un système de permis d'importation et d'exportation.

Aperçu : Cette convention porte sur tous les animaux et végétaux, morts ou vivants, et sur toutes leurs parties dérivées reconnaissables.

L'appendice I concerne les espèces menacées d'extinction pour lesquelles le commerce doit être étroitement contrôlé.

L'appendice II les espèces qui peuvent devenir menacées d'extinction à moins que leur commerce ne soit réglementé.

L'appendice III les espèces auxquelles une partie donnée peut souhaiter une réglementation et pour lesquelles il faudrait une coopération internationale pour en contrôler le commerce.

Convention sur la diversité biologique

Date et lieu d'adoption : Rio de Janeiro le 05 / 06 / 1992

Adhésion de l'Algérie : 21 / 01 / 1995

Objectif : Conserver la diversité biologique, promouvoir l'utilisation durable de ses éléments, promouvoir un partage équitable, on entend notamment un accès convenable aux ressources génétiques ainsi qu'un transfert adéquat de la technologie, compte tenu des droits existants concernant ces ressources et cette technologie.

La Convention sur la diversité biologique qui est en vigueur depuis 1994 est le premier instrument mondial qui prenne en compte tous les aspects de la diversité biologique :

ressources génétiques, espèces et écosystèmes. Elle met en avant quelques principes importants :

- Conservation et gestion durable de la biodiversité. La conservation de la biodiversité doit privilégier la conservation in situ des écosystèmes et des habitats naturels, soit dans des zones protégées où des mesures spéciales peuvent être prises pour conserver la diversité biologique, soit par une gestion durable des milieux et des ressources exploitées. Il s'agit également de maintenir et préserver les connaissances et pratiques traditionnelles des communautés autochtones qui présentent un intérêt pour l'utilisation durable de la diversité biologique. Il faut également, si nécessaire, prendre des mesures pour conserver ex situ des éléments constitutifs de la diversité biologique, de préférence dans les pays d'origine de ces éléments.
- Principe de la souveraineté sur les ressources biologiques. Il est rappelé que les états ont des droits souverains sur leurs ressources naturelles et que la législation nationale détermine les conditions d'accès aux ressources génétiques. Les états sont également responsables de la conservation de la diversité biologique présente sur leur territoire. Ils doivent faire en sorte que les activités exercées dans les limites de leur juridiction ne causent pas de dommages à l'environnement dans d'autres états. La convention reconnaît explicitement que le développement économique et social et l'éradication de la pauvreté sont prioritaires dans les pays en développement, dans un contexte de développement durable.
- Accès et transfert de technologies. Le principe d'un partage juste et équitable des résultats de la recherche industrielle est posé. Les avantages résultant de la mise au point de produits issus de ressources génétiques fournies par une des parties doivent faire l'objet d'accords négociés. Les pays signataires s'engagent à faciliter le transfert et l'accès aux technologies nécessaires à la conservation et à l'utilisation durable de la diversité biologique.

Convention sur la lutte contre la désertification

Date et lieu d'adoption : Paris le 17/ 06 / 1994

Adhésion de l'Algérie : 22 / 01 / 1996

Objectifs : Lutter contre la désertification et atténuer les effets de la sécheresse dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique, grâce à des mesures efficaces à tous les niveaux, appuyées par des arrangements internationaux de coopération et de partenariat en vue de contribuer à l'instauration d'un développement durable dans les zones touchées.

Aperçu : Les parties adoptent une approche intégrée, visant les aspects physiques, biologiques et socio-économiques de la désertification et de la sécheresse. Les parties doivent coopérer pour promouvoir un environnement international porteur aux fins de la mise en œuvre de la convention notamment dans les domaines de transfert de technologie, ainsi que la recherche et développement scientifique, à la collecte et à la diffusion d'informations et aux ressources financières.

Convention sur la désertification

Entrée en vigueur seulement en 1996, se propose de mettre un terme à un phénomène inquiétant : environ un quart des terres émergées sont en voie de désertification, c'est-à-dire soumis à une dégradation des sols qui prive progressivement la terre de ses potentialités agricoles et pastorales, et détruit simultanément la diversité biologique. Il ne s'agit pas de l'extension des déserts traditionnels, mais bien de terres cultivables que la pression humaine transforme peu à peu en espaces stériles. La Convention sur la désertification vise à promouvoir des moyens de lutte comme la régénération des sols, l'amélioration de la productivité des cultures, des plantations d'arbres, des combustibles de substitution, etc.

Protocole de Carthagène sur la Biosécurité

Date et lieu d'adoption : Montréal, 29/01/ 2000

Aperçu : c'est à Montréal le 29 janvier 2000 que La première réglementation internationale pour le contrôle des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) est née à l'issue de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) signée au Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en juin 1992 et adopté par l'Algérie le 21/01/1995, c'est le résultat de plusieurs années de négociations difficiles. Cette adoption représente une étape historique pour la protection de l'environnement face aux dangers potentiels des OGM. Dans ce Protocole, les organismes génétiquement modifiés sont appelés organismes vivants modifiés (OVM).

Protocole sur la Biosécurité représente une avancée importante parce que le principe de précaution est explicitement à la base des prises de décision pour les mouvements transfrontières de tous les OGM, y compris les matières premières agricoles.

L'article 10 (6) indique en effet que l'absence de certitude scientifique ne doit pas empêcher de prendre une décision concernant l'importation de l'organisme vivant modifié pour éviter ou réduire au minimum les effets défavorables potentiels. Il consacre ainsi le droit des pays à refuser des importations d'OGM même en l'absence de certitude scientifique sur les dommages potentiels à la biodiversité et à la santé humaine. Il devrait à cet égard servir de précédent pour tous les Accords Multilatéraux sur l'Environnement.

8.2. Législation nationale

- Loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- Ordonnance n° 06-05 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.
- Lois sur le littoral n° 02-02 du 5 février 2002
- Circulaire du 7 octobre 2007 relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts.
- Circulaire n°7 du 29 juin 2008 pour la mise en œuvre de la loi n°04-03 du 23 juin 2004 relative à la protection des zones de montagnes dans le cadre du développement durable.
- Circulaire ministérielle du 19 octobre 2002 portant sur la mise en œuvre de la loi n°02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral dans le cadre du Plan d'Aménagement Côtier.

9. Notion de changements globaux

Tous les organismes modifient plus ou moins profondément leur environnement et les humains ne dérogent pas à cette règle. Mais ce qui caractérise ces derniers par rapport à tous les autres êtres vivants, c'est que les effectifs de leurs populations, le cosmopolitisme de leur répartition et la puissance de leur technologie ont radicalement changé la nature et l'ampleur des modifications qu'ils imposent à leur environnement. C'est au point qu'aucun écosystème de la planète n'est totalement indemne d'influences humaines, même les plus extrêmes.

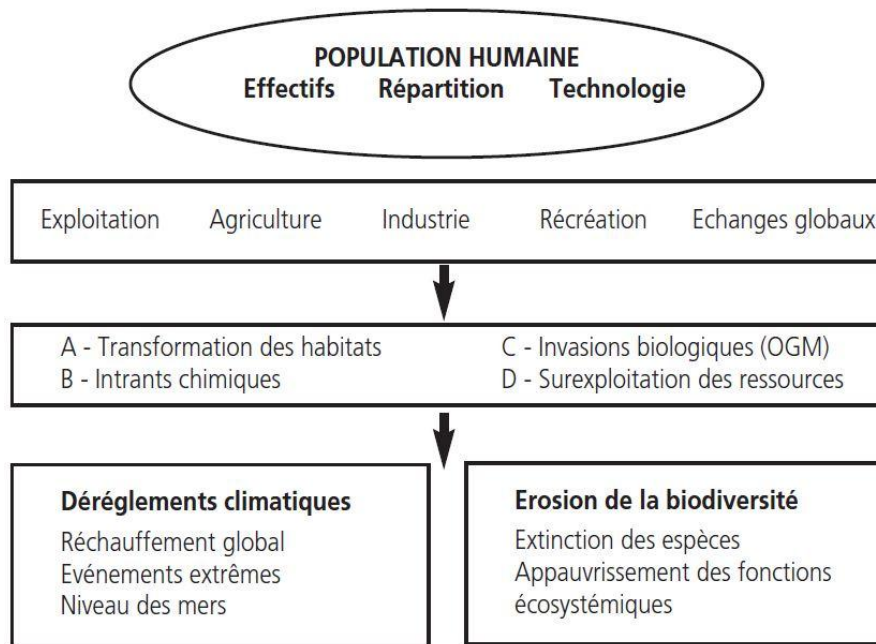
L'expression "changements globaux" désigne l'ensemble des conséquences de la domination humaine des écosystèmes qui se manifeste sur la totalité de la planète, y compris dans les milieux extrêmes.

Les changements globaux se distinguent de toute forme de transformation ou perturbation naturelle des écosystèmes par trois caractères : le premier est qu'il s'agit de modifications de grande ampleur qui affectent de manière « globale » l'environnement de la planète, notamment la biosphère et l'atmosphère. Le deuxième est que ces modifications sont d'origine anthropique et le troisième est que leur inertie est telle que l'inflexion de leurs trajectoires ne pourra se faire que sur des durées très longues, de l'ordre de plusieurs siècles à plusieurs millénaires.

L'expression "changements globaux" est souvent utilisée pour qualifier l'ensemble des phénomènes suivants :

- Changements dans l'utilisation des terres et du couvert végétal
- Changements de la composition de l'atmosphère
- Changement du climat
- Altérations dans la composition des communautés naturelles et la perte de la biodiversité

Ces changements se déclinent en une série de composantes dont la dégradation et la fragmentation des habitats, l'utilisation massive d'intrants chimiques, les invasions biologiques, les dérèglements climatiques et la surexploitation des ressources naturelles (voir figure ci-dessous). En réalité, sous ce vocable de 'changements globaux' on identifie à la fois les impacts du développement économique et de la croissance de la population mondiale sur les principaux compartiments du système Terre - à savoir l'atmosphère, les sols et les systèmes aquatiques. Ainsi, que les processus concernés par les échanges de matière et d'énergie entre ces compartiments.



Effets de la pression anthropique sur la biosphère

Selon l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, la plupart des changements enregistrés au niveau des écosystèmes l'ont été en vue de faire face à demande croissante en nourriture, eau, bois de construction, fibre, et en énergie. Les systèmes agricoles (secteurs dont au moins 30% du paysage est constitué de terres agricoles, de jachères, de production animale ou d'aquaculture en eau douce) couvrent actuellement un quart de la superficie des terres fermes sur l'ensemble du globe. Depuis 1980, environ 35% des mangroves ont été détruites ainsi que 20% des récifs coralliens du monde. À l'échelle de la planète, les forêts cèdent du terrain. La situation est particulièrement préoccupante pour les forêts tropicales, mais commence à être sérieuse pour les forêts boréales et tempérées.

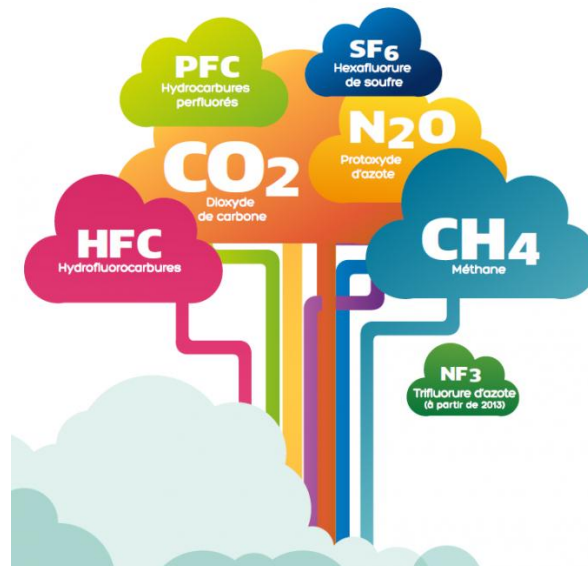
Un peu partout dans le monde, le fonctionnement, la structure et les propriétés des sols sont en effet modifiés par les activités humaines : pratiques agricoles, pollutions, artificialisation due à l'urbanisation. Il en résulte en particulier :

- Une recrudescence des phénomènes d'érosion dus pour partie à la déforestation, au surpâturage, à l'intensification des cultures. La perte annuelle en sols au niveau mondial serait de 5 à 7 millions d'hectares par an.
- La salinisation qui est la conséquence de l'irrigation mal contrôlée, surtout dans les régions arides ou semi-arides.
- Le tassement qui résulte de l'utilisation de machines agricoles trop lourdes ou mal adaptées, du piétinement trop important par les animaux, des irrigations mal conduites, etc.
- Les traitements chimiques fongicides, insecticides, etc. sur les cultures apportent de fortes pollutions en composés organiques toxiques ou en métaux lourds (Cu, As, etc.)

10. Changements climatiques

Le changement climatique n'est qu'une des composantes de changements globaux. Il désigne l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné, au cours du temps (réchauffement ou refroidissement). Ce phénomène est dû aux gaz à effet de serre qui sont rejetés dans l'atmosphère. Les activités humaines constituent la cause principale des changements climatiques, essentiellement en raison de la combustion de combustibles fossiles comme le charbon, le pétrole et le gaz. L'accumulation du dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère contribue pour 2/3 de l'augmentation de l'effet de serre induite par les activités humaines (combustion de gaz, de pétrole, déforestation, cimenteries, etc.). C'est pourquoi on mesure usuellement l'effet des autres gaz à effet de serre en équivalent CO_2 (eq. CO_2). Les émissions de CO_2 actuelles auront un impact sur les concentrations dans l'atmosphère et sur la température du globe pendant des dizaines d'années, car sa durée de vie dans l'atmosphère est supérieure à la centaine d'années.

- Le méthane (CH_4) : les élevages des ruminants, les rizières inondées, les décharges d'ordures et les exploitations pétrolières et gazières constituent les principales sources de méthane induites par les activités humaines. La durée de vie du méthane dans l'atmosphère est de l'ordre de 12 ans.
- Le protoxyde d'azote (N_2O) provient des engrais azotés et de certains procédés chimiques, sa durée de vie est de l'ordre de 120 ans.
- L'hexafluorure de soufre (SF_6) a une durée de vie de 50 000 ans dans l'atmosphère.



Les gaz à effet de serre ciblé par le protocole de Kyoto

Ces émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter. En conséquence, la température à la surface du globe est actuellement supérieure de $1,4\text{ °C}$ par rapport à la température enregistrée dans les années 1800. La dernière décennie (2011-2020) a été la plus chaude jamais enregistrée.

Dans son quatrième rapport d'évaluation « *Climate change 2007* », le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) fait état pour le XXI^e siècle, d'une augmentation de la température de la planète située dans une fourchette de 1,4°C à 5,8°C. A cette élévation des températures sera associée une remontée du niveau de l'océan mondial de l'ordre de 30 à 60 cm.

Ce changement climatique s'accompagnerait, selon le Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), d'une multiplication et une aggravation des événements dits extrêmes, cyclones, inondations, sécheresses, incendies, canicules.

Depuis 1988, le GIEC évalue l'état des connaissances sur l'évolution du climat mondial, ses impacts et les moyens de les atténuer et de s'y adapter.

Le GIEC a publié son cinquième rapport en 2014. Il montre que le changement climatique est déjà engagé :

- En 2015, la température moyenne planétaire a progressé de 0,74 °C par rapport à la moyenne du XX^e siècle. En été, elle pourrait augmenter de 1,3 à 5,3 °C à la fin du XXI^e siècle.
- Le taux d'élévation du niveau marin s'est accéléré durant les dernières décennies pour atteindre près de 3,2 mm par an sur la période 1993-2010.
- De 1975 à 2004, l'acidité des eaux superficielles des océans a fortement augmenté, leur pH (potentiel hydrogène) a diminué de 8,25 à 8,14.
- La perturbation des grands équilibres écologiques s'observe déjà : un milieu physique qui se modifie et des êtres vivants qui s'efforcent de s'adapter ou disparaissent sous les effets conjugués du changement climatique et de la pression de l'homme sur leur environnement.

11. Impact des changements

11.1. Impacts des changements climatiques

L'impact des changements climatiques se manifestent tant au niveau des écosystèmes qu'au niveau des espèces, au travers de leur biologie. Ils se manifesteront, notamment, par des changements de l'aire de répartition des espèces. Les espèces tempérées vont avoir tendance à migrer vers les pôles, et les espèces tropicales vont gagner les zones tempérées. Selon le GIEC, un réchauffement de 3 °C équivaldra, pour les zones tempérées, à un déplacement des conditions environnementales vers le pôle de 500 km environ.

Pour la végétation, l'accroissement du taux de CO₂ en lui-même agit directement sur la photosynthèse. Un doublement de la concentration en CO₂ peut augmenter de 20 à 30% la production photosynthétique des forêts. À cela s'ajoutent l'augmentation de température et un allongement de la saison de végétation. L'accélération de la croissance des arbres détectée depuis les années 1980 est un phénomène assez général en Europe depuis la fin du 19^{ème} siècle.

Des études ont montré pour 36 espèces de poissons de l'Atlantique Nord, qu'en une vingtaine d'années les 2/3 ont migré vers le nord de 50 à 400 km (la morue et la lotte) où se sont déplacés vers des eaux plus profondes (le carrelet, la raie fleurie). Les déplacements d'espèces de poissons s'expliquent en partie par les déplacements du plancton sous l'effet du réchauffement.

Le GIEC évalue prévoit que le changement climatique se traduira à moyen et à long terme par :

- Des phénomènes climatiques aggravés : l'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, la répartition géographique et la durée des événements météorologiques extrêmes (tempêtes, inondations, sécheresses).
- Un bouleversement de nombreux écosystèmes : avec l'extinction de 20 à 30 % des espèces animales et végétales, et des conséquences importantes pour les implantations humaines.
- Des crises liées aux ressources alimentaires : dans de nombreuses parties du globe (Asie, Afrique, zones tropicales et subtropicales), les productions agricoles pourraient chuter, provoquant de graves crises alimentaires, sources de conflits et de migrations.
- Des dangers sanitaires : le changement climatique aura vraisemblablement des impacts directs sur le fonctionnement des écosystèmes et sur la transmission des maladies animales, susceptibles de présenter des éléments pathogènes potentiellement dangereux pour l'Homme.
- L'acidification des eaux : l'augmentation de la concentration en CO₂ (dioxyde de carbone) dans l'atmosphère entraîne une plus forte concentration du CO₂ dans l'océan. En conséquence, l'eau de mer s'acidifie car au contact de l'eau, le CO₂ se transforme en acide carbonique. De 1751 à 2004, le pH (potentiel hydrogène) des eaux superficielles des océans a diminué de 8,25 à 8,14. Cette acidification représente un risque majeur pour les récifs coralliens et certains types de plancton menaçant l'équilibre de nombreux écosystèmes.

- Des déplacements de population : l'augmentation du niveau de la mer (26 à 98 cm d'ici 2100, selon les scénarios) devrait provoquer l'inondation de certaines zones côtières (notamment les deltas en Afrique et en Asie), voire la disparition de pays insulaires entiers (Maldives, Tuvalu), provoquant d'importantes migrations.

Les impacts du changement climatique peuvent être très différents d'une région à une autre, mais ils concerneront toute la planète

11.2. Liens entre la diversité biologique et les changements globaux

Les liens entre la diversité biologique et les changements globaux, et spécifiquement les changements climatiques, sont bidirectionnels : les changements globaux menacent la diversité biologique et la diversité biologique peut réduire les conséquences des changements climatiques qui est une composante des changements globaux.

Les changements climatiques influencent les changements de la biodiversité spécifique par :

- Un taux d'extinction accru.
- Des changements dans les périodes de reproduction.
- Des changements dans la durée des saisons de culture des plants.

Aussi, certaines espèces déjà menacées sont particulièrement vulnérables aux conséquences des changements climatiques.

Exemple

- Les mangroves de l'Asie figurent parmi les plus grands territoires restants pour les tigres. L'augmentation prévue des niveaux de la mer pourrait entraîner la perte de l'habitat des tigres et menacer la survie de l'espèce.
- En Afrique, les pressions qu'exercent les périodes sèches de plus en plus longues et les espaces habitables de plus en plus petits rendent les éléphants très vulnérables aux changements climatiques.
- Les changements dans la température et la composition chimique de l'eau pourraient entraîner la perte de 95% des coraux dans la Grande Barrière de Corail de l'Australie d'ici 2050.

11.3. Réduction des conséquences des changements globaux

L'adoption de stratégies d'adaptation et d'atténuation fondées sur la diversité biologique pourrait améliorer la résistance des écosystèmes et réduire les risques pour les écosystèmes humains et naturels. L'atténuation consiste en une intervention humaine visant à réduire les sources de gaz à effet de serre ou améliorer la séquestration du carbone, tandis que l'adaptation aux changements climatiques porte sur les réajustements des systèmes naturels ou humains en réponse au stimulus climatiques ou leurs conséquences, qui atténuent les effets néfastes ou exploitent les possibilités bénéfiques. Voici quelques exemples d'activités qui favorisent l'atténuation des changements climatiques ou l'adaptation à ceux-ci :

- Le maintien et la restauration des écosystèmes indigènes.
- La protection et l'amélioration des services que procurent les écosystèmes.

- La gestion des habitats des espèces en voie de disparition.
- La création de refuges et de zones tampons.
- La création de réseaux d'aires protégées terrestres, d'eau douce et marines qui tiennent compte des changements climatiques prévus.

11.4. Impacts du changement climatique sur la biodiversité en Algérie

L'Algérie présente une vulnérabilité écologique se traduisant par une fragilité de ses écosystèmes à la sécheresse et à la désertification, une érosion côtière effrénée ainsi qu'un stress hydrique chronique dans certaines régions. Pour relever ces défis, l'Algérie a adopté une approche intersectorielle en réorientant la planification de ces politiques publiques vers une adaptation aux changements climatiques, la lutte contre la désertification et la préservation de la diversité biologique et des ressources hydriques.

Sur la base des résultats du 5ème rapport d'évaluation du GIEC ainsi que des données nationales et pour la SPANB, il a été procédé à l'élaboration d'un scénario de changement climatiques attendus sur l'Algérie à l'horizon 2030.

Au niveau des écosystèmes, l'analyse a permis de mettre en exergue les résultats suivants :

- Les écosystèmes marins et littoraux : la principale vulnérabilité serait l'élévation du niveau de la mer qui va accentuer le retrait du trait de côte et par suite affecter le fonctionnement de l'écosystème et de ses services. Au niveau écologique, les milieux insulaires caractérisés souvent par une faune et une flore endémique seraient sensibles aux changements attendus du climat.
- Les écosystèmes humides : La principale vulnérabilité pour ces écosystèmes concerne l'augmentation de la température qui est susceptible d'engendrer des dysfonctionnements dans certaines zones humides. Les zones humides littorales présentent quant à elles, une vulnérabilité supplémentaire liée à l'élévation du niveau de la mer, qui menace de perturber négativement le cycle d'inondations saisonnières.
- Les écosystèmes montagneux/forestiers : Les principales vulnérabilités concernent la température ainsi que les sécheresses qui menacent les essences floristiques ; Combinées à la déforestation, elles constituent les principales menaces pour les forêts algériennes notamment au niveau de la dégradation et/ou la fragmentation des habitats. De même, l'accentuation du déséquilibre de la charge pastorale conjuguée à l'aggravation de l'érosion serait de nature à diminuer la résilience de l'écosystème.
- Les écosystèmes agricoles : Les principales menaces concernent la variabilité du climat et les sécheresses récurrentes qui menacent les cultures pluviales et l'arboriculture. L'élevage ovin et caprin, pratiqué presque exclusivement en zone steppique aride sur des parcours dégradés, connaîtrait les mêmes contraintes.
- Les écosystèmes steppiques : Les principales vulnérabilités concernent une variabilité plus marquée des précipitations ainsi qu'une occurrence plus accrue d'épisodes secs et pluvieux. Elles sont susceptibles d'avoir des impacts non négligeables en termes de dynamique de distribution des formations végétales. En termes de services écosystémiques, l'élevage serait probablement affecté alors que la désertification accrue du milieu diminuera la résilience de l'écosystème.

- Les écosystèmes sahariens : Les différentes composantes de l'écosystème présentent une forte résilience à l'aridité. Au niveau spatial, les principales vulnérabilités de l'espace saharien sont au niveau des oasis.

L'action anthropique joue un rôle déterminant pour l'ensemble de la biodiversité algérienne, les impacts des changements globaux se superposent à elle pour l'aggraver. Les changements globaux menacent l'espèce et son habitat.



Ressources d'aide

- Daily P. et Gretchen C. (1997) Nature's services. *Societal dependance on natural ecosystems*. Edité by Gretchen C. Daily P. ISBN 1-55963-475-8.
- De Fontaubert C., Downes D. et Agardy T (1996) *Biodiversity in the seas : Implementing the convention on biological diversity in marine and coastal habitats*, Rapport de l'UICN.
 - Du Bus De Warnaffe G., (2002) Impact des systèmes sylvicoles sur la biodiversité : une approche comparative en Ardenne- Réaction de la flore vasculaire, des coléoptères carabidés et de l'avifaune chanteuse à la structure de l'habitat forestier, à plusieurs échelles spatiales. Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale.
 - Frontier S., Pichod-Viale D., Leprêtre L., Davoult d. et luczak C. (2008) *Écosystèmes* 4ème édition. Structure, Fonctionnement, Évolution, Collection : Sciences Sup, Dunod.
 - Garrabé M. (2017) *Evaluation Economique Générale*, Polycopié. Université de Montpellier, 556p.
 - Levêque C. et Mounolou J.C. (2001) *Biodiversité. Dynamique biologique et conservation*, Masson, Science, Paris.
 - Levêque C. et Mounolou J.C. (2008) *Biodiversité* 2ème édition. Dynamique biologique et conservation, Collection : UniverSciences, Dunod.
 - Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables, Direction de la conservation de la diversité biologique, du Milieu Naturel, des Sites, des Paysages et du Littoral (Algérie) et *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)* (2019) Rapport de synthèse d'évaluation de la valeur économique des services écosystémiques des Monts de l'Edough. Programme Gouvernance Environnementale et Biodiversité (GENBI)
 - Myers N. (1988) Threatened biotas : *Hot spots in tropical forests*, *The Environmentalist*, 8 (1)20.
 - Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A.B. et Kent V. (2000) *Biodiversity hotspots for conservation priorities*, *Nature*, 403, 853-858.
 - Ramade F. (2008) *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*, Dunod.
 - Simon, H.R. (1983) *Research and publication trends in systematic zoology*. Ph.D. thesis. The City University, London.
 - Costanza. R. Dagr R. De Groot R. Farber S. Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neil R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P. et Van den Belt M. (1997) *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, *Nature* 387 : 253–260.
 - Aoubid S. et Gaubert, H (2010) *Evaluation économique des services rendus par les zones humides*. CGDD, n°23 juin 2010.



- Le site web de la convention sur la diversité biologique <https://www.cbd.int/>
- Le site web de l'union international pour la conservation de la nature <https://www.iucn.org/>
- Le site web des Nations Unies <https://www.un.org/>