



REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTÈRE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID EL-TARF
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Mer

Polycopié de cours rédigé par

GHARSALLAH Zahia
« Maître de conférences B »

En vue de candidater à l'Habilitation Universitaire

Cours de BIODIVERSITÉ



Conforme au canevas

LICENCE
-Aquaculture & Pisciculture -

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE****OFFRE DE FORMATION****L.M.D.****LICENCE ACADEMIQUE**

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Chadli Bendjedid El Tarf	Sciences de la Nature et de la vie	Sciences de la Mer

Domaine : Sciences de la Nature et de la vie

Filière : Hydrobiologie marine et Continentale (HBMC)

Spécialité : Aquaculture et Pisciculture

Unité d'Enseignement Semestre 5	VHS	V.H hebdomadaire			Autres*	Coeff.	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 Sem.	C	TD	TP/SORTIE				Continu (40%)	Examen(60%)
UEF 3.1.1 (O/P): Environnement aquatique Crédits= 10 ; Coefficients= 5									
Matière 1 : Ecologie des milieux marins et continentaux	67h30	3h00	-	1h30	82h30	3	6	X	X
Matière 2 : Hydrogéologie	45h00	1h30	-	1h30	55h00	2	4	X	X
UEF 3.1.2 (O/P): Biologie et physiologie des organismes aquatiques Crédits= 8; Coefficients= 4									
Matière 1 : Physiologie des organismes aquatiques	67h30	3h00	-	1h30	82h30	3	6	X	X
Matière 2 : Biodiversité	22h30	1h30	-	-	27h30	1	2	X	X
EE Méthodologique (Crédit 9; Coef 6)									
Matière 1 : Technique d'Analyse	60H	3h00	-	1H	65H	3	5	X	X
Matière 2 :Méthodologie 1	22H30	1H30	-		27H30	1	2	X	X
Matière 3 : Anglais	22H30	1H30	-		27H30	1	2	X	X
UE Découverte : Economie								X	X
UED Economie	22H30	1H30			2H30	1	1	X	X
UE Transversale : Gestion et législation									
UET : Gestion et législation	45H	1H30	1H30		5H	2	2	X	X
Total semestre 5	375H	270H	22H30	82H30	375	17	30		

Avant-propos

À l'origine, le terme de biodiversité a été créé par le biologiste américain Walter G. Rosen, lors d'un colloque aux États-Unis en 1985. Puis la **Convention sur la diversité biologique (CBD)** adoptée lors du sommet de la Terre de Rio, en 1992, a conceptualisé le terme, défini comme « la variabilité des êtres vivants de toute origine [...] cela comprend la diversité au sein des espèces, ainsi que celle des écosystèmes ».

Derrière ce concept se cachent donc aussi bien la notion de **nombre d'espèces** présente dans un milieu que celle de leur **diversité** (combien d'espèces différentes s'y trouve), d'**abondance** (nombre d'individus de chaque espèce) ainsi que leur **variabilité**, c'est-à-dire les **évolutions** constantes de tous ces éléments.

Ce polycopié de cours, s'adresse aux étudiants inscrits en troisième année licence de la spécialité aquaculture et pisciculture, son contenu est conforme au canevas officiel de la matière enseigné en S5 (LMD). « Biodiversité » est un module de l'unité d'enseignement fondamentale de la filière d'Hydrobiologie marine et continentale affilié au domaine des Sciences de la Nature et de la Vie. Il est rédigé dans le but de permettre d'avoir un outil de travail et de référence recouvrant les connaissances qui leur sont demandées. Ce cours de Biodiversité s'adresse aux étudiants d'Ingénierie de l'Environnement et écologistes. Par extension, ce cours s'adresse aussi à toute personne ou étudiant concernés par les milieux naturels, plus particulièrement intéressés par l'ingénierie environnementale.

Le tapuscrit comporte trois grands chapitres, dont le contenu de la matière de connaître l'histoire de la biodiversité, sa distribution, et ses facteurs d'équilibre ainsi que des connaissances préalables de l'écologie et de la biologie en générale.

La contribution de cette Unité d'enseignement permettra aux futurs chercheurs d'intervenir dans des actions très diverses dans les domaines de la prévention des catastrophes, l'agriculture, la gestion et la restauration des écosystèmes et la conservation de la biodiversité.

Au terme du cours, les étudiants doivent être en mesure de comprendre :

« 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. »

Sommaire

CHAPITRE I

1.1 DEFINITION DE LA BIODIVERSITE.....	7
II. Origine de la vie et évolution de la cellule et du métabolisme.....	8
2.1 Symbiose et évolution : à l'origine de la cellule eucaryote.....	8
III. Histoire de la biodiversité	14
IV. La phytogéographie et la biogéographie.....	15
V. Dynamique de la biodiversité	19
5.1. Fonctionnement, structure et assemblage des biocénoses : organisation trophique	
5.2. Eco-diversité (exemple d'écosystème).....	20
VII. Génétique des populations.....	21
6.1. Introduction.....	21
6.2. LA LOI DE HARDY-WEINBERG.....	22
6.2.1 Applications de la loi de HARDY-WEINBERG.....	23
6.2.2 Equilibre de Hardy-Weinberg.....	24

CHAPITRE II

2.1 STRATEGIE POUR LA CONSERVATION DE LA BIODIVRSITE.....	27
2.2 Stratégie pour la conservation de la biodiversité	26
2.2.1 Gestion de la biodiversité par les activités humaines.....	27

CHAPITRE III

3.1 ETAT DE LA BIODIVERSITE EN ALGERIE	34
3.2 La distribution géographique de la diversité biologique.....	35
3.2.1 Les gradients dans la répartition spatiale	35
3.3. La richesse de la biodiversité nationale et la diversité éco systémique en Algérie.	38
Conclusion.....	41
Références bibliographiques.....	42

CHAPITRE I

1.1 DEFINITION DE LA BIODIVERSITE

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

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

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

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

Le concept de biodiversité est récent. En 1984, Edward O. Wilson publie « *Biological diversity* » qui met en avant pour la première fois l'idée de **diversité biologique**. Mais ce

concept nouveau n'a vraiment pris son essor qu'avec la signature de la *Convention sur la diversité biologique* lors du *Sommet de la Terre* de Rio en 1992. Dans son Article 2, cette convention définit la biodiversité comme étant 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 les espèces et ainsi que celle des écosystèmes* ». L'écologue Robert Barbault résume ainsi cette définition : c'est « *la vie, dans ce qu'elle a de divers* ».

La biodiversité concerne donc l'ensemble des êtres vivants, les interactions qu'ils ont entre eux et avec le milieu où ils vivent. Tous les niveaux d'organisation du vivant sont concernés : cela va du gène à l'individu, puis à l'espèce en interaction étroite avec les milieux où ils se trouvent et avec les espèces qui l'entourent, et en particulier les écosystèmes. La biodiversité doit aussi être considérée à l'échelle de l'histoire de la planète : la vie est apparue sur Terre il y a environ 3,8 milliards d'années et l'état actuel de la biodiversité est donc le résultat d'un très long processus évolutif.

L'arbre du vivant illustre la biodiversité des espèces et rend compte des degrés de parenté entre elles et permet de comprendre leur histoire évolutive. Schématiquement, un écosystème est donc caractérisé par des interactions, des flux de matière et d'énergie entre chacun des constituants de l'écosystème et un équilibre dynamique au cours du temps, entre pérennité et évolution, résilience et résistance face aux perturbations qui l'affecte.

Mais ce concept de biodiversité est aussi une **construction sociale, économique, juridique et politique** dont les enjeux relèvent des interactions des sociétés humaines avec l'ensemble de la biosphère : accès aux ressources, usages qui en sont faits, bénéfiques qu'on en tire, partage, gestion, durabilité, etc. La biodiversité est enfin un **enjeu éthique** car elle soulève la question du droit à la vie des espèces qui peut être considéré comme imprescriptible, ce que défendent plusieurs courants philosophiques très actifs comme

l'éthique de l'environnement. La biodiversité relève donc aussi des *Sciences de l'Homme et de la Société*, comme cela est décrit dans l'article : ***La biodiversité n'est pas un luxe, mais une nécessité***, de Jacques Blondel.

II. Origine de la vie et évolution de la cellule et du métabolisme.

2.1 Symbiose et évolution : à l'origine de la cellule eucaryote

La cellule des organismes eucaryotes (animaux, plantes, champignons) se distingue de celle des organismes procaryotes (Archées et Bactéries) par la présence de différents organites spécialisés, comme le noyau (contenant l'information génétique de la cellule), la mitochondrie (siège de la respiration cellulaire), ou encore le chloroplaste (siège de la photosynthèse chez les végétaux). L'existence et l'organisation de l'ADN des mitochondries et les chloroplastes, ainsi que leur biochimie et certains traits structuraux, ont conduit à les considérer comme d'anciennes bactéries intégrées dans une cellule hôte par un processus d'endosymbiose. Une des hypothèses possibles serait que les eucaryotes actuels descendraient d'un ancêtre Archée ayant acquis une protéobactérie, qui est devenue la mitochondrie. Une fois cette étape établie, certaines cellules auraient, dans certains cas, intégré des cyanobactéries à l'origine du chloroplaste. Du même coup, elles ont acquis la capacité d'effectuer la photosynthèse, et donc un métabolisme autotrophe. Tout au long du processus, des phénomènes de transferts de gènes entre symbiote, la prise de relai par le noyau du codage de certaines protéines des organites et la relocalisation des produits des gènes dans les organites ont étroitement intégré ces procaryotes au sein de la cellule hôte. Le phénomène d'endosymbiose est donc très largement responsable **de la biodiversité** des eucaryotes apparus au cours de l'évolution. Ainsi, la photosynthèse s'est développée dans une grande diversité d'organismes : algues rouges et vertes, plantes vertes grâce à des endosymbioses primaires, algues brunes et de très nombreux autres organismes, grâce à des endosymbioses secondaires ou tertiaires.

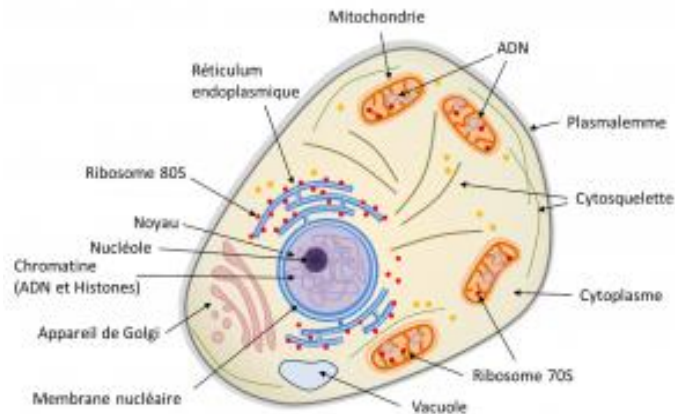


Figure 1. Schéma de la structure d'une cellule eucaryote animale. La cellule animale est compartimentée, elle renferme un système endomembranaire (enveloppe nucléaire, appareil de Golgi, réticulum endoplasmique, vacuoles...), des mitochondries (limitées par une double membrane), un cytosquelette baignant dans le cytoplasme. Le noyau et les mitochondries contiennent de l'ADN. Les ribosomes (machinerie de synthèse des protéines) sont présents sous deux formes : 70S dans les mitochondries et 80S, généralement en association avec le réticulum.

Les eucaryotes : Organismes unicellulaires ou multicellulaires dont les cellules possèdent un noyau et des organites (réticulum endoplasmique, appareil de Golgi, plastes divers, mitochondries, etc.) délimités par des membranes. Les eucaryotes sont, avec les bactéries et les archées, un des trois groupes du vivant qui correspondent aux organismes multicellulaires (animaux, plantes, champignons) ainsi qu'à quelques organismes unicellulaires (protozoaires, par exemple). La caractéristique principale de la cellule eucaryote (Figure 1) est l'existence d'un **noyau** (chez les procaryotes, le génome n'est que très rarement entouré par une membrane) baignant dans un cytoplasme contenant de nombreux organites, comme les mitochondries (siège de la respiration, présente dans toutes les cellules eucaryotes) et les chloroplastes (siège de la photosynthèse, chez les végétaux au sens large, plantes terrestres et algues). Ces organites sont fréquemment déplacés ou réorganisés par le cytosquelette qui anime une mobilité intracellulaire (Figure 1).

Le noyau eucaryote est délimité par une double membrane appelée enveloppe nucléaire (Figure 1). Il contient le génome nucléaire caractéristique de la cellule eucaryote, c'est-à-dire le matériel génétique d'un individu codé dans son **ADN** (acide désoxyribonucléique). C'est généralement de ce génome dont on parle lorsqu'on mentionne le génome d'un

eucaryote. Pourtant, la cellule eucaryote contient aussi des génomes non-nucléaires, au sein des organites :

- le génome mitochondrial, au sein de la matrice des mitochondries (Figure 1) ;
- le génome chloroplastique, au sein du stroma des chloroplastes (cas des plantes ou des algues, par exemple).

L'ADN constitutif de ces trois génomes n'est pas organisé de la même manière. Dans le noyau, le génome est réparti sur plusieurs molécules d'ADN, linéaires et organisées en chromosomes bien différenciés. L'ADN contient toutes les séquences codantes (transcrites en ARN messagers, et traduites en protéines) et non codantes (non transcrites, ou transcrites en ARN, mais non traduites). La configuration tridimensionnelle du génome nucléaire a une importance fonctionnelle : l'enroulement (ou « condensation ») de l'ADN sur lui-même et autour de protéines, les histones, permet d'empaqueter une grande quantité d'information génétique dans le minuscule noyau d'une cellule. L'ADN mitochondrial ou chloroplastique n'a pas du tout la même organisation : il est en général circulaire, rarement linéaire (mitochondries de plantes), généralement sans intron, et n'est pas associé à des protéines de type histones.

Les cellules de type procaryote (**Bactéries** et Archées), quant à elles, ne possèdent pas de noyau et leur ADN est circulaire (ou rarement linéaire) et organisé comme celui des chloroplastes ou des mitochondries. De cette manière la réplication, la transcription et la traduction de l'ADN se fait directement dans le cytoplasme. Il faut cependant souligner que les Archées ne sont que superficiellement similaires aux Bactéries par leur aspect cellulaire : leur métabolisme diffère grandement, et les mécanismes et les protéines impliquées dans les processus de réplication, de transcription et de traduction présentent des traits similaires à ceux des eucaryotes. Enfin, les procaryotes n'ont pas toujours de compartimentation interne et les compartiments sont moins complexes (les cyanobactéries sont un exemple d'exception). Surtout, les compartiments, lorsqu'ils existent, ne sont pas

mobiles dans la cellule : le cytosquelette, qu'on commence à découvrir, n'y déplace pas les composants cellulaires.

Tableau 1. Comparaison cellules de type eucaryote et procaryote

Caractères	Cellules de type procaryote		Cellules eucaryotes		
	Archées	Bactéries	Cytoplasme	Mitochondrie	Chloroplaste
Matériel génétique	- ADN nu au sein d'un chromosome unique, le plus souvent circulaire -Gènes en mosaïque	- ADN nu au sein d'un chromosome unique, le plus souvent circulaire - Gènes en continu (rarement en mosaïque)	- ADN (associé à des protéines, les histones) au sein de plusieurs chromosomes linéaires, localisés au sein du noyau (double membrane) - Gènes en mosaïque (avec introns)	- ADN nu au sein d'un chromosome unique, circulaire - Gènes en continu (rarement en mosaïque)	- ADN nu au sein d'un chromosome unique, circulaire - Gènes en continu
Reproduction	- Division en 2	- Division en 2	- Mitose, méiose et fécondation	- Division en 2	- Division en 2
Ribosomes (machinerie de synthèse des protéines)	- de type "70S", libre - quelques traits similaires à ceux des eucaryotes	- de type "70S", libre	- de type "80S", libres ou fixés sur le réticulum endoplasmique	- de type "70S", libre	- de type "70S", libre
Taille	~ 1-10 voire 100 microns	~ 1-10 voire 100 microns	~ 10-500 microns, parfois plus petits	~ 1-10 microns	~ 1-10 microns
Nature des lipides membranaires	- Phospholipides avec liaisons de type éther	- Phospholipides avec liaisons de type ester - Glycolipides (chez les Cyanobactéries)	- Phospholipides avec liaisons de type ester	- Phospholipides avec liaisons de type ester	- Phospholipides avec liaisons de type ester - Glycolipides
Compartmentation	- non	- souvent non - parfois oui (thylacoïdes chez les Cyanobactéries, espace périplasmique chez les bactéries Gram ⁺ , ...)	- Oui (réticulum, membrane nucléaire, appareil de Golgi, etc...)	- Non - Organite limité par une double membrane	- Oui (thylacoïdes) - Organite limité par une double membrane (enveloppe)
Cytosquelette	- probable, mais pas connu	- Oui, mais ne déplace pas les composants cellulaires	- Oui, déplace les composants cellulaires	- Non	- Non
Métabolisme	- Chimiosynthèse ou hétérotrophie	- Chimiosynthèse ou photosynthèse, ou hétérotrophie (respiration et/ou fermentation)	- Fermentation	- Respiration (voire fermentation chez certains anaérobies)	- Photosynthèse

Enfin, on retrouve chez des bactéries le métabolisme particulier des mitochondries (la respiration) et des chloroplastes (la photosynthèse). Par contre, la cellule eucaryote se distingue par l'existence d'un réseau protéique actif, le **cytosquelette**, système auto-organisé et capable de mobilité, qui positionne et déplace les organites dans la cellule. Un tel réseau protéique est statique, voire absent, chez les procaryotes, et peu développé dans les mitochondries et les chloroplastes.

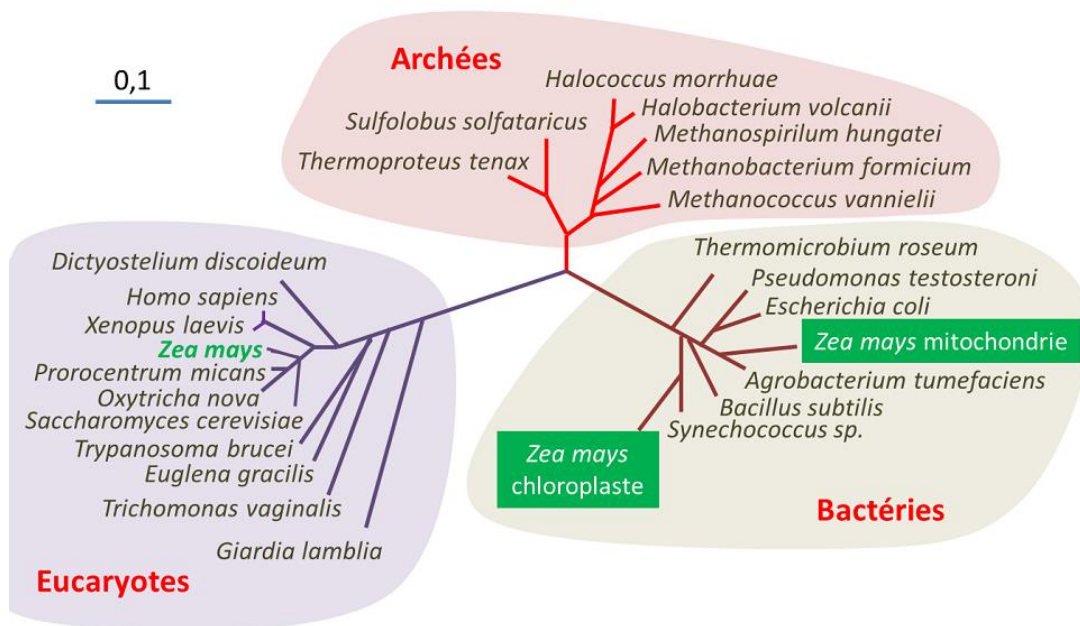


Figure 2. Arbre phylogénétique non raciné des trois domaines du vivant, réalisé à l'aide d'un gène de la petite sous-unité ribosomale (barre : 0,1 substitution par site). Les positions des trois génomes (nucléaire, mitochondrial et chloroplastique) contenus dans le maïs (*Zea mays*) sont indiquées — *Synechococcus* est une cyanobactérie (adapté d'après Lang et al. 2000).

L'analyse de la séquence des génomes par les techniques de séquençage d'ADN a permis d'obtenir des informations sur l'histoire évolutive des êtres vivants, et notamment sur leurs liens de parenté, ce qu'on appelle aussi leur phylogénie. L'analyse de phylogénétique moléculaire pratiquée sur le génome nucléaire du Maïs, ainsi que sur ses génomes mitochondriaux ou chloroplastiques, permet de déterminer la position phylogénétique de cette plante au sein de l'arbre du vivant (Figure 2). L'analyse montre que trois lignées (dont deux appartenant aux Bactéries) sont associées au sein de ce qu'on considère, tant elles y sont intriquées structurellement et fonctionnellement, comme un organisme unique - montrant la triple origine de l'espèce.

L'ensemble de ces propriétés montre que la cellule eucaryote est une chimère comportant à la fois des constituants caractéristiques de la cellule eucaryote (le noyau) et des organites aux propriétés typiquement procaryotes (chloroplastes, mitochondries).

La distinction entre Procaryotes et Eucaryotes a été proposée en 1925 par le pastorien Edouard Chatton (1938) (qui a nommé ces deux types cellulaires), même si elle ne commença d'être reconnu que dans les années 50-60, et la nature chimérique des cellules eucaryotes avait été entrevue dès le tournant du 19e au 20e siècle. Si le botaniste Andreas Schimper (né en France) eu l'idée, en 1883, que les organismes photosynthétiques étaient le résultat de la combinaison d'organismes distincts, ce fut le biologiste Russe Constantin Mereschkowsky, qui le premier apporta des arguments solides pour dire que certaines cellules proviennent d'une union intracellulaire de deux types différents de cellules (endosymbiose). Dans son article de 1905, Mereschkowsky propose trois idées essentielles : (a) les chloroplastes sont des sortes de cyanobactéries qui très tôt dans l'évolution ont établi une **symbiose** avec un hôte **hétérotrophe**, (b) l'hôte qui a acquis les plastes était lui-même le produit d'une symbiose antérieure entre une cellule hôte de type amiboïde, plus grosse, hétérotrophe, et un endosymbionte plus petit, de type microcoque, à l'origine du noyau et (c) l'**autotrophie** des plantes est entièrement héritée des cyanobactéries. Mereschkowsky n'avait pas envisagé l'origine des mitochondries. Elle est à mettre au crédit du microbiologiste français Paul Portier qui écrit dans un texte en 1918, que « *tous les êtres vivants, tous les animaux (...), toutes les plantes (...) sont constitués par l'association, l'emboîtement de deux êtres différents. Chaque cellule vivante renferme (...) des formations que les cytologistes désignent sous le nom de « mitochondries ». Ces organites ne seraient pour moi autre chose que des bactéries symbiotiques, ce que je nomme des symbiotes.* » Ces observations n'ont pas retenu plus d'attention que cela de la part des scientifiques, et la théorie tomba en disgrâce, en particulier parce qu'on n'a pas réussi à mettre en culture les plastes et les mitochondries, ce qui au 19e siècle était considéré comme la preuve d'une nature bactérienne (Martin et al. 2015). Il a fallu l'apport de nouvelles méthodes d'étude de la cellule utilisant la microscopie électronique, la biochimie et la biologie moléculaire pour que la théorie de l'origine endosymbiotique des

organites de la cellule eucaryote soit remise au goût du jour vers 1970 par la microbiologiste américaine Lynn Margulis.

III. Histoire de la biodiversité

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer l'apparition de la cellule eucaryote, il y a environ 1,5 milliards d'années, soit près d'un milliard d'années après l'apparition sur Terre des premiers organismes procaryotes. Cette question peut être abordée de très diverses manières, selon que l'on considère les évidences paléontologiques, les aspects énergétiques, l'origine des caractéristiques de la cellule eucaryote ou les relations des différentes lignées procaryotes et eucaryotes les unes par rapports aux autres. La figure 3 positionne l'origine des eucaryotes et des autres lignées (Archées et Bactéries)

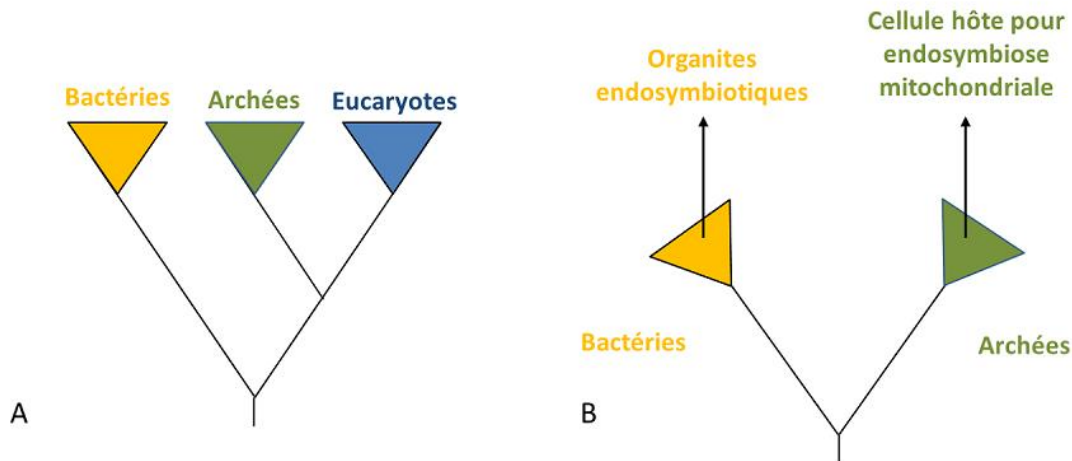


Figure 3. Hypothèses pour l'origine des eucaryotes. (A) Dans ce schéma dit « Trois domaines », les deux lignées Eucaryotes et Archées ont la même origine, chaque lignée étant aussi vieille que l'autre. (B) L'hypothèse à « deux domaines » vient des récentes analyses phylogénétiques.

Certains modèles postulent que les eucaryotes ont émergé à partir d'une lignée ancestrale unique via des mutations successives au cours du processus évolutif. D'autres modèles postulent plutôt que les eucaryotes sont apparus à partir d'une association symbiotique de cellules procaryotes dont la fusion aurait réalisé la transition du procaryote à l'eucaryote. Ces diverses hypothèses peuvent en partie être testées par l'expérience, en particulier grâce à l'analyse des génomes des organismes actuels (procaryotes ou eucaryotes).

a) La paléo biocénose

La paléobiocénose : désigne l'ensemble des communautés d'organismes vivants qui coexistaient à une époque donnée dans le passé géologique de la Terre. Elle permet d'étudier les interactions entre différentes espèces, ainsi que leur environnement, à travers l'analyse des fossiles et des sédiments. En examinant ces assemblages, les paléontologues peuvent reconstituer des écosystèmes anciens, comprendre les dynamiques de la biodiversité et les réponses des organismes aux changements climatiques au fil du temps. La paléo biocénose est donc essentielle pour appréhender l'évolution de la vie sur notre planète et les processus qui ont façonné les écosystèmes actuels.

IV. La phytogéographie et la biogéographie

La phytogéographie et la biogéographie sont deux disciplines complémentaires qui étudient la répartition des organismes vivants sur la Terre. La phytogéographie se concentre spécifiquement sur la distribution des plantes, analysant comment les facteurs environnementaux, tels que le climat, le sol et le relief, influencent la diversité et l'abondance des espèces végétales dans différentes régions. En revanche, la biogéographie englobe un champ plus large, incluant non seulement les plantes, mais aussi les animaux et les micro-organismes, et s'intéresse aux mécanismes qui déterminent la répartition des espèces à l'échelle mondiale. Ensemble, ces deux domaines permettent de mieux comprendre les écosystèmes, les interactions entre les espèces et les impacts des changements environnementaux sur la biodiversité.

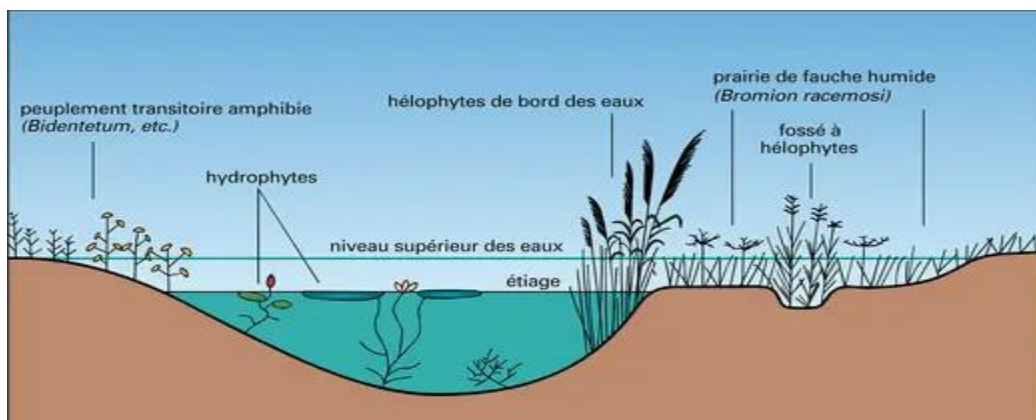


Figure 4 : Illustration de la phytogéographie et de la biogéographie végétale in : *Encyclopædia Universalis France*

A Zone biogéographiques

Une zone biogéographique désigne climatiquement et écologiquement relativement homogène du point de vue des formations végétales et des températures. Dans une approche écologique, la biogéographie divise la planète en grands éco zone, puis en provinces biogéographiques puis en écosystèmes, en faunes et flores et en habitats.

Méthodes d'Étude

L'analyse des paléo biocénoses repose sur plusieurs méthodes et approches :

- **L'analyse de la stratigraphie** : les couches géologiques (strates) dans lesquelles les fossiles sont retrouvés donnent des informations sur l'époque à laquelle ces communautés ont existé.
- **L'étude des fossiles** : la collecte et la classification des fossiles (squelettes, coquilles, pollens, traces) permettent de déterminer les espèces présentes à une époque donnée.
- **L'analyse isotopique et chimique** : les isotopes stables et autres analyses chimiques peuvent fournir des informations sur les conditions climatiques et environnementales qui existaient lorsque ces communautés se sont formées.
- **Les modèles écologiques** : la reconstitution des paléo biocénoses à travers des simulations informatiques ou des modèles écologiques permet d'examiner les interactions entre espèces et leur environnement.

Ainsi, l'étude des paléo biocénoses est cruciale pour comprendre l'évolution de la vie sur Terre. Elle permet de :

- **Retracer l'évolution des écosystèmes** : les changements dans la composition des communautés biologiques à travers le temps reflètent les bouleversements géologiques, climatiques et biologiques de la Terre.
- **Observer les extinctions de masse** : en étudiant les paléo biocénoses avant, pendant et après les extinctions massives (comme celle des dinosaures), les paléontologues peuvent mieux comprendre les mécanismes qui provoquent des changements brutaux dans la biodiversité.
- **Comprendre les mécanismes de l'adaptation et de la coévolution** : les interactions entre différentes espèces, notamment la prédation, la compétition ou la symbiose, sont des éléments clés pour comprendre l'évolution des organismes.

Exemples de Paléo biocénoses Célèbres

- a) La paléo biocénose du Cambrien : cette époque est marquée par une explosion de diversité, le développement des premiers organismes multicellulaires complexes. La faune du Cambrien, telle que les trilobites et les brachiopodes, offre un aperçu fascinant de l'apparition des premiers systèmes écologiques complexes.
- b) Les forêts du Carbonifère : durant cette période, la Terre était recouverte de vastes marécages et forêts où se développaient des végétaux géants comme les fougères arborescentes. Ces communautés ont été dominées par des plantes, des insectes et des amphibiens, et ont contribué à la formation des grandes réserves de charbon que nous exploitons aujourd'hui.
- c) Les paléo biocénoses marines de la fin du Crétacé : à la fin du Crétacé, les mers étaient dominées par des dinosaures marins comme les mosasaures et les plésiosaures, aux côtés de groupes comme les ammonites. Les fossiles retrouvés dans ces strates ont permis d'étudier l'écosystème marin avant l'extinction des dinosaures.

B Biodiversité du bassin méditerranéen

La biodiversité du bassin méditerranéen est à la fois riche et unique, faisant de cette région l'un des hotspots de biodiversité au monde. Elle abrite une grande variété d'écosystèmes, allant des forêts de chênes-lièges aux maquis, en passant par les zones humides et les récifs coralliens. Environ 25 000 espèces de plantes y sont recensées, dont près de 60 % sont endémiques, c'est-à-dire qu'elles ne se trouvent nulle part ailleurs. La faune est tout aussi diversifiée, avec des espèces emblématiques comme le flamant rose, le phoque moine et plusieurs espèces de tortues marines. Cependant, cette biodiversité est menacée par des facteurs tels que l'urbanisation, le tourisme de masse, la pollution et le changement climatique. La conservation des écosystèmes méditerranéens est donc cruciale pour préserver cette richesse naturelle et maintenir l'équilibre des habitats qui soutiennent tant d'espèces.

Afin de protéger la biodiversité méditerranéenne, des initiatives sont mises en place pour augmenter la surface ou le nombre d'aires protégées et pour en améliorer leur gestion et leur gouvernance.

C'est dans ce cadre que le Programme Interreg Med 2014-2020 a créé une Communauté de projets pour la protection de la biodiversité en Méditerranée, animée par le projet PANACeA, dont le Plan Bleu est partenaire. Ce projet vise à promouvoir les efforts de mise en réseau et de gestion dans les aires protégées pour une protection renforcée de la biodiversité méditerranéenne, notamment en capitalisant sur les résultats des 9 projets thématiques de la Communauté. Ces derniers sont axés sur des problématiques variées, allant de la gestion intégrée des aires protégées à la lutte contre les pollutions marines, la gestion durable de la pêche ou encore celle des banquettes de posidonies en Méditerranée. A travers ce projet, le Plan Bleu et ses partenaires cherchent à améliorer la gouvernance dans les aires protégées et au-delà de ces aires, tout en accordant une grande importance à la transférabilité des résultats obtenus vers les pays du sud et de l'est de la Méditerranée.

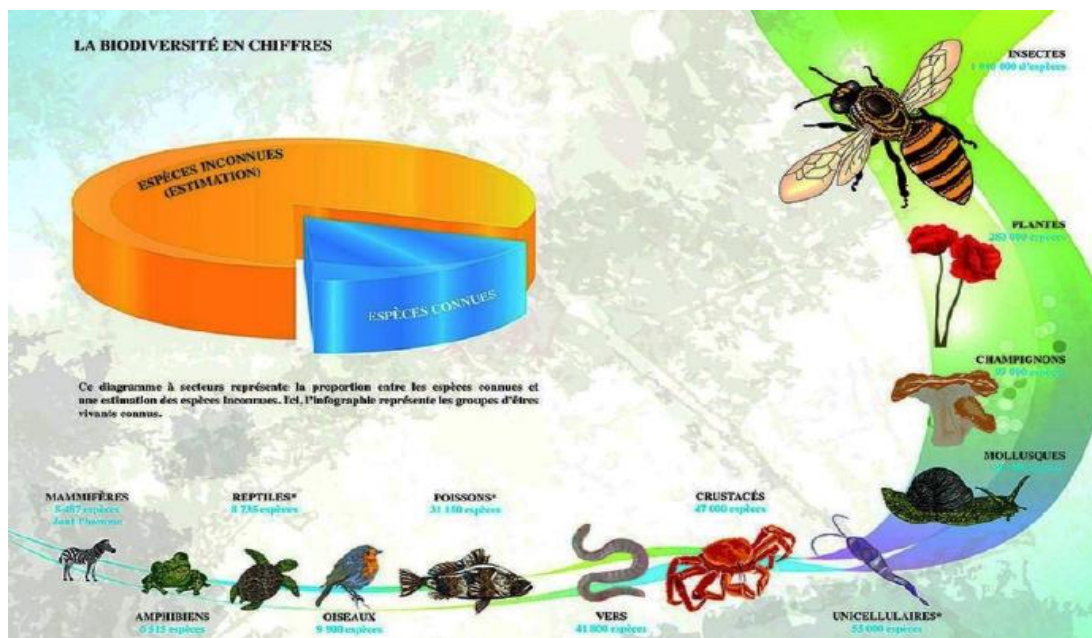


Figure 7 : Nombre d'espèces par millions (Source : Evaluation des écosystèmes pour le millénaire 2005).

Par ailleurs, au cours des temps géologiques, la biodiversité spécifique s'est modifiée : des espèces sont apparues, d'autres ont disparu, donc les espèces actuelles ne représentent qu'une très faible part de la biodiversité spécifique ayant existé (1 millième). Pourtant, l'identification de nouvelles espèces et leur classification permettent d'améliorer la compréhension de l'évolution. La biodiversité n'est pas équivalente dans chaque taxon, ainsi il existe une plus grande biodiversité chez les insectes ou les bactéries que chez les vertébrés. La survie face aux changements environnementaux dépend de cette biodiversité qu'il faut préserver, d'autant plus au regard de l'interdépendance des espèces.

V. Dynamique de la biodiversité

5.1. Fonctionnement, structure et assemblage des biocénoses : organisation trophique.

Un des problèmes majeurs de l'écologie est la description et la compréhension de la structure trophique des principaux écosystèmes.

Cette structure trophique est constituée par les relations qui lient les organismes consommés à ceux qui les consomment, relations dont l'ensemble forme le réseau trophique du système. Ce terme traduit bien mieux que celui de chaînes alimentaires les relations innombrables qui existent entre les différentes espèces de la biocénose.

Selon la source d'où ils tirent leur énergie, les êtres vivants se répartissent entre deux grandes catégories. Les autotrophes édifient leur matière organique à partir de constituants minéraux où dominent l'eau, le dioxyde de carbone, des nitrates et des phosphates ; le mécanisme de loin le plus répandu de cette élaboration est la photosynthèse, réalisée grâce à l'apport énergétique du rayonnement lumineux capté à l'aide de la chlorophylle présente chez les végétaux supérieurs. Diverses bactéries également autotrophes utilisent d'autres sources d'énergie, diverses substances minérales notamment. Les hétérotrophes utilisent la matière organique ainsi formée et se bornent à la transformer. Ils sont représentés par l'ensemble des animaux, mais aussi par beaucoup de bactéries et de champignons (Denis C, 2025).

On schématise le réseau trophique notamment en définissant la connectivité, qui est le nombre de relations d'exploitation, de compétition, de symbiose rapporté au nombre de relations possibles étant donné le nombre d'espèces présentes dans la biocénose. Les observations suggèrent une diminution de la connectivité avec le nombre d'espèces (Denis Couvet).

5.2. Eco-diversité (exemple d'écosystème).

Le terme écosystème est aujourd'hui très largement utilisé, mais il est souvent galvaudé. Pour revenir aux sources du vocable, une définition scientifique de l'écosystème s'impose. L'occasion également d'aborder les dangers qui menacent les écosystèmes et ce que cela implique pour la planète (fig. 08).

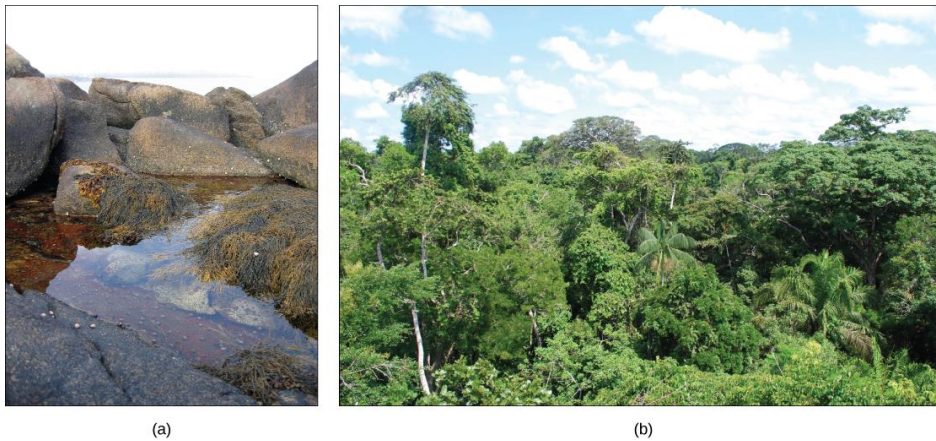


Figure 8 : Un (a) écosystème de mares est un petit écosystème, tandis que (b) la forêt amazonienne au Brésil est un vaste écosystème. (Ivan Mlinaric)

➤ Catégories d'écosystèmes

Il existe trois grandes catégories d'écosystèmes en fonction de leur environnement général : les écosystèmes d'eau douce, les écosystèmes marins et les écosystèmes terrestres. Ces trois catégories comprennent des types d'écosystèmes individuels basés sur l'habitat environnemental et les organismes présents.

Les écosystèmes d'eau douce sont les moins répandus, ne couvrant que 1,8 % de la surface de la Terre. Ces systèmes comprennent des lacs, des rivières, des ruisseaux et des sources ils sont très divers et abritent une variété d'animaux, de plantes, de champignons, de protistes et de procaryotes.

Les écosystèmes marins sont les plus courants, représentant 75 % de la surface de la Terre et se répartissent en trois types de base : les océans peu profonds, les eaux profondes de l'océan et les fonds océaniques profonds. Les écosystèmes océaniques peu profonds comprennent des écosystèmes de récifs coralliens extrêmement riches Les petits organismes photosynthétiques en suspension dans les eaux océaniques, connus collectivement sous le nom de phytoplancton, réalisent 40 % de toutes les photosynthèses sur Terre. Les écosystèmes des fonds marins abritent une grande variété d'organismes marins. Ces écosystèmes sont si profonds que la lumière ne peut pas les atteindre. Les écosystèmes d'eau douce et marins se trouvent dans les biomes aquatiques, qui sont abordés dans le chapitre Biomes.

Les écosystèmes terrestres, également connus pour leur diversité, sont regroupés en grandes catégories appelées biomes. Un biome est une communauté d'organismes à grande échelle, principalement définie sur terre par les types de plantes dominants qui existent dans des régions géographiques de la planète présentant des conditions climatiques similaires. Les exemples de biomes incluent les forêts tropicales humides, les savanes, les déserts, les prairies, les forêts tempérées et les toundras. Le fait de regrouper ces écosystèmes en quelques catégories de biomes masque la grande diversité des écosystèmes individuels qui les composent. Par exemple, les cactus saguaro (*Carnegiea gigantea*) et d'autres plantes du désert, sont relativement diversifiés par rapport au désert rocheux.

VII. Génétique des populations.

6.1. Introduction

La génétique des populations étudie la distribution des gènes dans la population.

Elle ne concerne pas la transmission des caractères d'individu à individu, mais s'intéresse à la distribution des caractères à l'intérieur d'une population.

La génétique des populations a pour objectif l'étude de la fréquence des gènes et des génotypes, et des facteurs susceptibles de modifier ces fréquences au cours des générations successives. Certains de ces facteurs comme la sélection, les mutations, la dérive génétique et les migrations peuvent changer la fréquence des gènes et des génotypes. La consanguinité peut modifier la fréquence des génotypes sans influencer la fréquence des gènes (Mebarki, 2020).

➤ Quelques définitions

Allèle : l'un des états alternatifs d'un gène situé à cet emplacement.

Consanguinité : Résultat du croisement entre individus apparentes, qui favorise l'homozygotie.

Espèce : Ensemble d'individus ayant des caractéristiques génétiques semblables. Chez les organismes à reproduction sexuée, les individus sont interféconds, le produit de leur croisement est fertile. Les individus d'une même espèce ont la même garniture chromosomique. Chez les procaryotes, l'unité repose sur les similitudes du génome et du phénotype.

Ethnie : Ensemble de personnes que rapprochent un certain nombre de caractères de civilisation, notamment la langue et la culture.

Isolat : est une espèce ou une population complètement isolée génétiquement du reste du monde.

Locus : localisation d'un gène sur un chromosome.

Race : Subdivision de l'espèce. Ensemble d'individus ayant des caractères génotypiques et phénotypiques communs les distinguant d'une autre race. Utilisé de référence à variété pour les animaux.

6.2 LA LOI DE HARDY-WEINBERG

Proposée en 1908 par le mathématicien anglais Hardy et le médecin allemand Weinberg.

Cette loi permet d'expliquer :

- 1- Pourquoi un allèle dominant n'augmente pas sa fréquence jusqu'à remplacer l'allèle récessif ?
- 2- Pourquoi les proportions des génotypes dans une population ne changent pas d'une génération à une autre ?

a) Hypothèse du modèle de population de Hardy-Weinberg

- Organisme diploïde.
- Reproduction sexuée.
- Générations non chevauchantes (pas de croisement entre individus de génération différentes).
- Locus considéré possède 2 allèles.
- Fréquences alléliques identiques chez les individus mâles et femelles.
 - La loi de Hardy-Weinberg se définit ainsi, comme suit :
- Panmixie (union) pour un locus considéré (lors de la reproduction, les croisements effectués au hasard pour les génotypes considérés).
- Population de très grande taille (∞).
- Migration entre population négligeable.
- Mutation constante ou négligeable.
- Pas de pression de sélection.

6.2.1 Applications de la loi de HARDY-WEINBERG

L'observation des phénotypes dans un échantillon de la population permet de calculer les fréquences des deux allèles, de déterminer la fréquence des individus homozygotes récessifs, homozygotes dominants et hétérozygotes. La loi de Hardy-Weinberg s'applique aussi aux gènes liés au chromosome X (Zlogotora, 1994).

- 1) **Exemple** : La mucoviscidose est une *maladie autosomique récessive* qui affecte environ une personne sur 2200 sujets de race blanche, originaires du centre de l'Europe.

Solution :

L'incidence de la maladie **1/2200** correspond a (**q²**), c'est a dire a la proportion des individus homozygotes récessifs (**aa**). La fréquence de l'allèle mute est donc égale a :

$$q = \sqrt{q^2} = \sqrt{1/2200} = 1 / \sqrt{2200} = 0,021$$

La fréquence de l'allèle normal (**A**) est : **p = 1 - q = 1 - 0,021 = 0,978**

La fréquence des individus hétérozygotes est égale a : **2pq = 2 x 0,978 x 0,021 = 0,041**.

Soit 4,1 % des individus de la population, porteurs **hétérozygotes** de la tare mais de

Phénotype normal.

Pour les gènes liés au **chromosome X**, l'estimation des fréquences alléliques peut être obtenue a partir de l'incidence de la maladie dans le sexe **masculin**.

4.2.2 Equilibre de Hardy-Weinberg

La loi de Hardy-Weinberg n'est valable que lorsqu'il s'agit de populations vastes, où les unions sont aléatoires. L'équilibre de Hardy-Weinberg peut être rompu par plusieurs facteurs :

- ✓ Les mariages assortis, non aléatoires.
- ✓ Les mariages consanguins.
- ✓ La stratification de la société.
- ✓ Les mutations.
- ✓ La sélection.
- ✓ La migration des populations.

Dans ces conditions on observe des fluctuations plus ou moins importantes dans la fréquence des gènes. Si les fréquences observées ne correspondent pas aux fréquences attendues (ou théoriques, ou calculées) on dit que la population est en déséquilibre de Hardy-Weinberg (Robert et al, 2006).

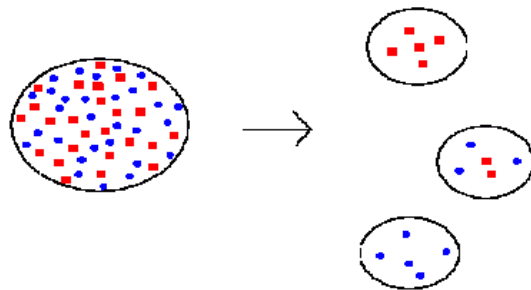
a) La migration :

La migration des populations peut provoquer une rupture de l'équilibre de Hardy Weinberg soit par dérive génétique soit par flux génétique.

b) La dérive génétique :

La formation et l'isolement d'une petite colonie à partir d'une population plus importante, pour des causes diverses : (coutumes, religion, politique ...), peut conduire à des modifications notables dans la fréquence des gènes, particulièrement lorsque la taille de la nouvelle sous population est réduite. La dérive génétique peut ainsi favoriser l'établissement d'une fréquence élevée pour un gène qui n'est pas nécessairement favorable.

Si l'un des fondateurs de la colonie est porteur d'un allèle particulier relativement rare dans la population d'origine, la fréquence de ce gène va devenir très élevée dans le nouveau groupe, c'est ce qu'on appelle « effet fondateur ». (Jean louis serre, 2006).



Schématisation de l'effet fondateur, à gauche, une population globale, diffusant à droite vers trois possibilités de populations fondatrices.

CHAPITRE II

2.1 STRATEGIE POUR LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE

Pourquoi conserver la biodiversité ?

Selon Wilson « Il faudra des millions d'années pour remédier à l'érosion de la diversité génétique et la perte des espèces dues à la destruction des habitats naturels au cours des années 90. C'est cette aberration que nos descendants auront le plus de mal à nous pardonner. Pour que la conservation de la biodiversité soit efficace, elle doit remédier à toutes les causes de son érosion actuelle et tenir compte des possibilités que les gènes, espèces et écosystèmes apportent au développement durable ». Le but principal de la conservation de la biodiversité est donc le développement durable. Pour réaliser ce but, Wilson propose trois éléments fondamentaux :

- ✓ Sauvegarde de la biodiversité (gènes, espèces, habitats et écosystèmes)
- ✓ Etude de la biodiversité (documentation, distribution, structure et fonctionnement)
- ✓ Utilisation durable de la biodiversité : consiste à utiliser la biodiversité de manière à ne pas entraver sa perpétuité.

2.2 Stratégie pour la conservation de la biodiversité

Le meilleur moyen pour conserver la biodiversité est de prévenir la destruction ou la dégradation des milieux. Pour conserver des espèces, populations ou des gènes, la protection des milieux doit être complétée par d'autres techniques. Les options vont de la conservation in situ par la mise en défens des milieux concernés jusqu'à la conservation ex-situ (jardins botaniques, zoos, banques de semences, aquariums, vitrothèques, banques de gènes, ..). Selon le même auteur, « une approche intégrée de la conservation, utilisant toutes ces techniques est la pierre angulaire de la conservation de la biodiversité ». L'importance des collections ex-situ a parfaitement été comprise par les pays développés. Parmi les exemples les plus remarquables de cette compréhension on peut citer le cas des

jardins botaniques. En effet, la réparation des jardins botaniques dans le monde est inégale, « reflétant ainsi l'histoire et la répartition de la diversité des plantes.

La stratégie que nous proposons ici pour la conservation de la biodiversité en Algérie a été inspirée de la stratégie mondiale de la biodiversité, de la stratégie québécoise de la biodiversité ainsi que de quelques propositions personnelles. Cette stratégie repose sur les principaux points suivants :

Chacun de ces points de cette stratégie est subdivisé en un certain nombre d'objectifs fondamentaux et accompagné des actions à entreprendre.

a. Mise en place d'un cadre politique national pour la conservation de la biodiversité.

Réformer toute politique publique incitant au gaspillage et à la mauvaise utilisation de la biodiversité en :

- Abandonnant toute politique favorisant la dégradation des ressources génétiques et la transformation des écosystèmes existants en d'autres formes de moindre valeur.
- Renforçant la législation en vigueur sur la base d'un large débat de société.
- Intégrant le devoir de conservation de la biodiversité dans la constitution et l'ériger en condition sine qua non de notre pérennité ainsi que celle des générations futures.
- Abandonnant la politique de la terre brûlée en matière de lutte antiterroriste.
- Prohibant toute action de défrichement pour étendre les activités agricoles,
- Imposant les études d'impact sur la biodiversité à tous les projets d'extension des centres urbains et des ouvrages d'art, en pratiquant la politique du moindre mal.
- Réduisant la pression sur les écosystèmes fragiles et les terres vierges en utilisant de façon plus efficace les terres déjà cultivées.
- Trouvant des solutions efficaces et durables aux problèmes posés par l'érosion des sols, la montée de la salinité, la désertification qui sont toutes des causes pesant sur la biodiversité.

- La restauration des terres dégradées par érosion, par la désertification ou par la pollution de telle sorte à augmenter leur productivité et leur biodiversité.
- Renforcement des zones protégées ainsi que la création de nouvelles.

2.2.1 Gestion de la biodiversité par les activités humaines

En général, les activités humaines ont des répercussions sur l'environnement lorsque : Elles produisent des rejets (émission de polluants, eaux usées, production de déchets, etc.) ; modifient (dégradent) le sol et l'habitat elles utilisent et font disparaître les ressources. Voici une liste des principaux éléments environnementaux et des activités qui ont des effets sur l'environnement.

Dans le cadre de votre vérification, veuillez examiner l'information ci-dessous et réfléchir à la manière dont les politiques, les programmes, les projets et les activités opérationnelles de votre entité pourraient avoir des effets sur l'environnement, soit directement (dans le cadre de ses propres activités), soit indirectement, en raison du contrôle ou de l'influence que l'entité exerce sur les activités d'autres entités.

Air : Exemples d'activités

1. transport (tous les modes de transport);
2. production, raffinage et distribution dans le secteur de l'énergie;
3. production d'électricité (p. ex. combustion de charbon, gaz naturel);
4. utilisation de fluides de refroidissement ou de fluides frigorigères (substances qui appauvrissent la couche d'ozone);
5. fonte de métaux et autres activités industrielles (p. ex. pâtes et papiers, industries chimiques et autres industries lourdes);
6. exploitation minière ;
7. utilisation de pesticides en agriculture ;
8. incinération des déchets ;
9. utilisation de divers produits chimiques volatils.

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- ❖ émissions de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre (qui aggravent le réchauffement de la planète);
- ❖ appauvrissement de la couche d'ozone ;

- ❖ détérioration de la qualité de l'air ;
- ❖ effets sur la santé humaine et la vie sauvage (p. ex. troubles des voies respiratoires supérieures et augmentation du nombre d'hospitalisations) ;
- ❖ acidification des lacs et des rivières (pluies acides) ;
- ❖ dépôt de polluants atmosphériques sur les terres et les plans d'eau.

Eau : Exemples d'activités

1. déboisement des rives ;
2. exploitation forestière et minière ;
3. collecte, entreposage et élimination des déchets agricoles ;
4. épandage de pesticides ;
5. rejet d'eaux usées ;
6. rejets industriels et autres (p. ex., pâtes et papiers, exploitation minière, industrie chimique, transformation des aliments) ;
7. déversements et rejets accidentels de polluants ;
8. navigation de plaisance / transport maritime (rejets de carburant, d'eau de ballast, etc.) ;
9. décharge de déchets dans les dépotoirs (lixiviation) ;
10. ravitaillement en combustible ;
11. assèchement et élimination de terres humides ;
12. construction d'infrastructures (digues et ponts, etc.).

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- ❖ diminution de la qualité de l'habitat des poissons et d'autres organismes aquatiques ;
- ❖ accroissement des eaux de ruissellement et de l'érosion ;
- ❖ décroissance des populations de poissons ;
- ❖ dégradation de la qualité de l'eau (polluants, agents pathogènes, bactéries, nutriments) ;
- ❖ nécessité de développer les infrastructures et les activités de traitement de l'eau ;
- ❖ prolifération des algues ;
- ❖ diminution de la biodiversité ;
- ❖ empiètement d'espèces exotiques envahissantes (p. ex. la moule zébrée).

Eaux souterraines : Exemples d'activités

1. approvisionnement en eau destinée à la consommation et aux usages domestiques
2. captage d'eau à des fins industrielles
3. irrigation
4. gestion du fumier (collecte, entreposage, épandage)

5. entreposage de carburants (réservoirs), distribution, activités de ravitaillement
6. enfouissement des déchets (dangereux et non dangereux)
7. expansion urbaine (déboisement et accroissement des surfaces dures).

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- ❖ baisse de la qualité de l'eau souterraine (polluants / toxines, hydrocarbures, agents pathogènes, bactéries, etc.);
- ❖ dégradation de la qualité de l'eau potable ;
- ❖ nécessité de développer les infrastructures et les activités de traitement de l'eau;
- ❖ diminution des réserves d'eau souterraine disponibles ;
- ❖ effets sur l'eau de surface (qualité et quantité);
- ❖ explosions (dues aux hydrocarbures et aux carburants).

Zones côtières et marines : Exemples d'activités

1. rejets d'eaux usées ;
2. pêche commerciale, travaux de dragage ;
3. immersion en mer de déchets ;
4. production énergétique (prospection, forage et distribution);
5. navigation de plaisance / transport maritime (rejets, ravitaillement en carburant, changement d'eau de ballast, etc.);
6. aquaculture ;
7. expansion urbaine (déboisement des côtes et destruction de terres humides);
8. déversements ou rejets accidentels.

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- ❖ altération ou dégradation de l'habitat des poissons et d'autres habitats marins ;
- ❖ décroissance des populations de poissons ;
- ❖ augmentation des cas de maladie chez les poissons et du nombre des agents pathogènes qui les touchent ;
- ❖ dégradation de la qualité de l'eau ? par exemple : polluants (y compris les hydrocarbures), agents pathogènes, bactéries, nutriments ;
- ❖ espèces exotiques envahissantes ;
- ❖ effets socioéconomiques ;
- ❖ réduction de l'activité touristique.

Sol : Exemples d'activités

1. création d'infrastructures de transport (routes, autoroutes, ponts);
2. expansion urbaine (déboisement) ;
3. exploitation forestière (y compris la construction de routes d'accès et l'épandage d'herbicides) ;
4. exploitation minière ;
5. agriculture (p. ex. travail du sol, exploitation de grands pâturages, épandage de fertilisants et de pesticides, pratiques d'agriculture intensive) ;
6. épandage de fumier et de boues d'épuration ;
7. expansion du tourisme et des activités récréatives (centres de ski, terrains de golf, etc.);
8. production pétrolière et gazière / exploitation des sables bitumineux ;
9. entreposage de carburants ou d'autres matières dangereuses (p. ex. dans des réservoirs) ;
10. mise en décharge ou élimination des déchets (déchets dangereux et non dangereux) ;
11. déversements ou rejets accidentels (durant le transport ou à partir de sources fixes) ;
12. entraînement militaire (utilisation de sites d'entraînement).

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- ❖ Appauvrissement des ressources renouvelables et non renouvelables ;
- ❖ contamination des sols et de l'eau souterraine ;
- ❖ érosion / désertification ;
- ❖ dégradation / destruction d'habitats sauvages ;
- ❖ dégradation / destruction de terres humides ;
- ❖ réduction de la biodiversité (organismes du sol, plantes, animaux sauvages);
- ❖ accroissement des ruissellements de surface / des eaux pluviales ;
- ❖ déchets miniers (résidus);
- ❖ développement de zones reculées.

2.2.2 Mesures pour éviter ou réduire les effets négatifs sur l'environnement

- ❖ Prise en compte des préoccupations et des facteurs environnementaux au début du processus décisionnel (p. ex., pour les projets ou la mise au point de produits).
- ❖ Réduction de la consommation énergétique et augmentation du recours aux sources d'énergie renouvelables par :
- ❖ l'accroissement de l'efficacité énergétique (p. ex., amélioration du rendement des carburants pour les véhicules, réduction de la consommation électrique par les appareils ménagers);
- ❖ la conception des édifices (nouveaux édifices) ou leur réaménagement.
- ❖ Promotion, mise au point et utilisation de technologies écologiques.

- ❖ Réduction de la consommation de ressources.
- ❖ Augmentation de la réutilisation et du recyclage des ressources naturelles (et donc réduction de la production et de l'élimination de déchets).
- ❖ Éco-efficacité.
- ❖ Approvisionnement écologique - se procurer des produits et des services qui sont plus écologiques.
- ❖ Prévention de la pollution : en évitant l'utilisation des produits dangereux et toxiques en utilisant des carburants plus écologiques ; en utilisant des technologies permettant aux véhicules de produire des émissions peu polluantes ;
- ❖ recours à des sources d'énergie plus écologiques (énergie solaire, éolienne, etc.).
- ❖ Améliorer l'intervention en cas d'urgence et la préparation aux situations d'urgence.

Activités qui ont des effets sur l'environnement

Énergie — production, distribution, traitement, gestion et consommation / utilisation (pétrole, gaz, énergie nucléaire, autres)

Ressources naturelles — exploitation, gestion et utilisation (p. ex. pêcheries, aquaculture, forêts, chasse / piégeage, mines, etc.)

Agriculture / production alimentaire — cultures, élevages et transformation des aliments (manutention, traitement et gestion des déchets)

Infrastructures matérielles — construction ou utilisation d'infrastructures, comme des routes, des logements, des ponts, des ports, des entrepôts, des chemins de fer, des réseaux de conduites d'eau et de traitement des eaux usées.

Transport — transport routier, maritime, ferroviaire ou aérien, et toutes les activités et infrastructures qui s'y rattachent

Substances et matières toxiques ou dangereuses — production / fabrication, utilisation, gestion, réglementation, transport ou élimination (p.ex. des substances toxiques, des pesticides)

Nouvelles substances et nouveaux organismes — mise au point, diffusion et réglementation (p. ex. nouveaux produits chimiques, organismes génétiquement modifiés)

Nouveaux produits et nouvelles technologies — mise au point et diffusion

Activités industrielles — par exemple, transformation des ressources et fabrication

Expansion urbaine

- Activités militaires — entraînement, équipement, matériaux, activités liées aux catastrophes naturelles et aux autres situations d'urgence (p. ex. préparation et intervention)

- Production et gestion des déchets (y compris des déchets dangereux)
- Circulation des biens et des services (à l'échelle locale, régionale, nationale, internationale)
- Commerce international (exportations et importations)
- Risques en milieu de travail

CHAPITRE III

3.1 ETAT DE LA BIODIVERSITE EN ALGERIE

L'Algérie se caractérise par une grande diversité physionomique constituée des éléments naturels suivants : une zone littorale (véritable façade maritime) sur plus de 1 622 km (d'après le *CIA World Factbook*, 2010), une zone côtière riche en plaines, des zones montagneuses de l'Atlas Tellien, des hautes plaines steppiques, des montagnes de l'Atlas saharien, de grandes formations sableuses (dunes et ergs), de grands plateaux sahariens, des massifs montagneux au coeur du Sahara central (Ahaggar et Tassili N'Ajjer) (*In Morsli, 2007*).

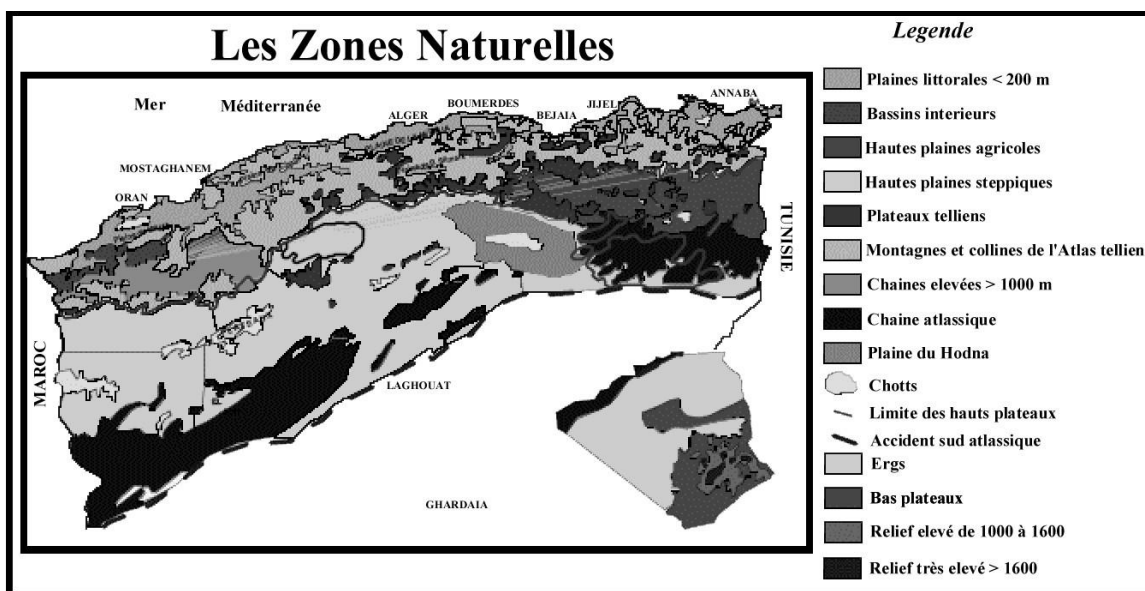


Figure 9 : Zonation écologique de l'Algérie.

A ces ensembles géographiques naturels correspondent des divisions biogéographiques bien délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante

végétation méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les étages bioclimatiques (*In Morsli, 2007*).

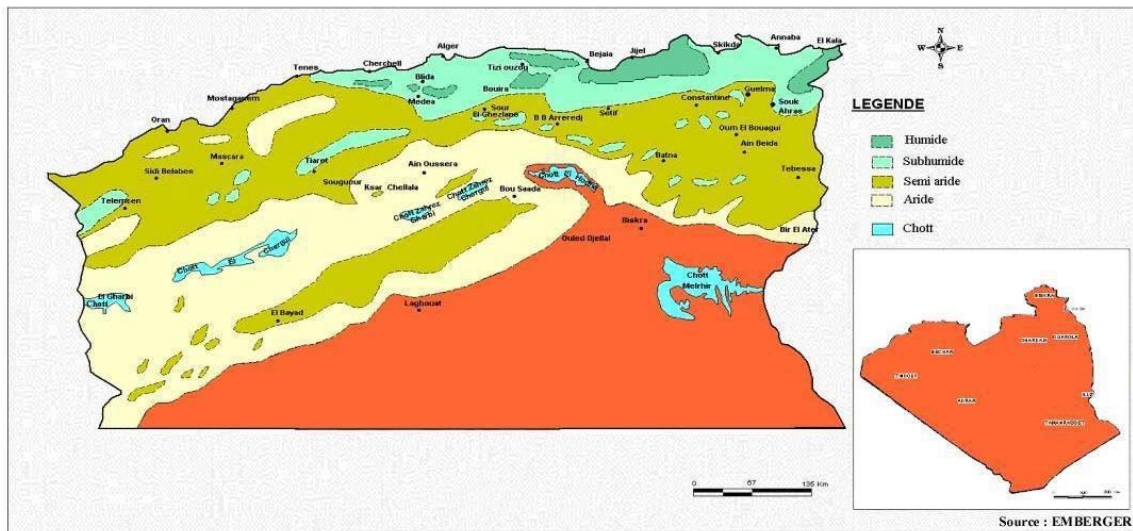


Figure 10 : Carte bioclimatique de l'Algérie (*In Nedjraoui & Bédrani, 2008*).

À partir des années 2000, l'État a donc décidé de réagir et d'investir dans le développement durable afin de tenter de mettre fin au processus de dégradation de l'environnement. Cette volonté est également une conséquence des engagements pris par l'Algérie envers la Communauté internationale qui impose notamment de traduire dans sa législation nationale les dispositions contraignantes des conventions et protocoles internationaux auxquels le pays a adhéré. La concrétisation de cette intention a été réalisée, dans un premier temps par l'adoption de la Stratégie nationale de l'environnement (SNE 2001-2011). Les deux principaux outils de cette stratégie sont la loi portant sur la protection de l'environnement et du développement durable promulguée en 2001 et le plan national d'actions pour l'environnement et le développement durable, PNAE-DD (MATE, 2002). Dès ce moment, la protection de l'environnement est devenue l'une des préoccupations de l'État algérien. Les approches impliquant une nouvelle politique économique plus efficace

et traduisant la volonté de s'attaquer à ce problème se sont multipliées. Cette nouvelle attitude s'est matérialisée, notamment, au travers de la création de structures administratives chargées des questions écologiques (MATE, 2001). Néanmoins, la mise en œuvre de la stratégie environnementale a été mise en concurrence avec de multiples autres défis : manque de moyens financiers, besoins en développement, création d'infrastructures, édification d'un tissu industriel, défaillance de l'exercice de la puissance publique (manque de contrôle, absence de cadre juridique et d'instruments coercitifs), faiblesse de l'opinion publique à l'égard de la protection de l'environnement, manque d'études scientifiques fiables, urgence des problèmes à régler (terrorisme, chômage, pauvreté) (MATE, 2002). C'est pourquoi, au fil du temps, la protection de l'environnement et la gestion des ressources naturelles sont passées au second plan et sont aujourd'hui marquées par un retard immense dans leur prise en charge (Rebah, 1999).

3.2. La distribution géographique de la diversité biologique.

La diversité biologique n'est pas répartie de manière homogène à la surface de la planète. 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. Ce sont les biomes qui sont des macrosystèmes de dimension régionale, homogènes du point de vue climatique (température et précipitations).

3.2.1 Les gradients dans la répartition spatiale

La recherche de gradients est une manière de mieux comprendre cette organisation de la diversité biologique :

- **Gradients latitudinaux** : la richesse en espèce augmente des pôles vers l'équateur pour la plupart des groupes taxinomiques.

- **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.
- **Gradients altitudinaux** : Pour certains taxons la richesse spécifique diminue simplement avec l'altitude.
- **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.

3.3. La richesse de la biodiversité nationale et la diversité éco systémique en Algérie.

Les zones humides intègrent 39 espèces de poissons d'eau douce dont 2 endémiques. La flore est représentée par 784 espèces végétales aquatiques connues. Cette biodiversité est moyennement conservée même s'il y a lieu de relever l'existence de menaces pesantes.

Les massifs montagneux d'Algérie recèlent une diversité biologique importante. Parmi les espèces de flore, l'Algérie compte un grand nombre d'arbres et d'arbustes. Sur les 70 taxons arborés de la flore spontanée algérienne (QUEZEL et SANTA, 1962), 52 espèces se rencontrent dans les zones montagneuses. Dans la partie sud, les massifs du Sahara Central se composent de 3 éléments floristiques d'origines biogéographiques différentes : saharo-arabique, méditerranéenne confinée aux altitudes supérieures à 1500m et tropicale localisées dans les oueds et les vallées environnantes.

La biodiversité **forestière** est en régression dans la plupart des régions forestières d'Algérie. En effet, outre la vulnérabilité naturelle qui caractérise la forêt méditerranéenne et les formations subforestières, la forêt algérienne continue à subir des pressions diverses et répétées réduisant considérablement ses potentialités végétales, hydriques et édaphiques. Les **écosystèmes steppiques** se caractérisent par une diversité biologique appréciable, fruit d'une adaptation millénaire aux conditions agro climatiques particulièrement difficiles de ces régions.

Les **écosystèmes sahariens** recèlent une biodiversité insoupçonnée. Celle-ci est néanmoins fortement fragilisée par les conditions bioclimatiques et la montée en puissance de l'activité anthropique.

Sur le plan floristique, l'écosystème saharien renferme 2 800 taxons avec un fort taux d'endémisme. Outre les recensements et les prospections effectuées par le passé de nouveaux taxons sont découverts dans le cadre des travaux de recherche et de prospection. Dans le domaine faunistique, les oiseaux et les mammifères présentent des richesses appréciables. À titre d'exemple on trouve plus de 150 espèces d'oiseaux et une quarantaine de mammifères à l'intérieur des limites géographiques des parcs nationaux du Tassili N'Ajjer (Wilaya d'Illizi) et de l'Ahaggar (Wilaya de Tamanrasset). La présence du Guépard a été confirmée en Algérie.

Enfin, la **diversité biologique marine** connue s'élève à 3183 espèces dont 3080 ont été confirmées après 1980. Cette richesse comprend entre 720 genres et 655 familles. La flore marine est estimée, quant à elle, à 713 espèces regroupées dans 71 genres et 38 familles. Si l'on rajoute la végétation littorale et insulaire, la faune ornithologique marine et littorale, la biodiversité totale connue de l'écosystème marin côtier algérien est de 4150 espèces, dont 4014 sont confirmées pour un total de 950 genres et 761 familles. Mais, il faut souligner que ces chiffres ne reflètent pas la biodiversité réelle, mais plutôt celle connue.

CONCLUSION

Sans la diversité biologique, il ne peut y avoir ni production alimentaire ni agriculture. L'avenir de notre pays est ainsi entièrement lié à la protection et à l'utilisation durable de la diversité biologique et des ressources génétiques.

C'est celui qui possède la capacité de connaître, de protéger et de développer ces ressources qui a le plus de chance de vaincre le sous-développement et la pauvreté d'une part et d'être en mesure d'éviter la dilapidation de son patrimoine naturel.

En effet, les sélectionneurs des pays natifs et les multinationaux se sont toujours servis des richesses des pays en développement sans contrepartie ; pire encore puisque les espèces et variétés multipliées dans ces pays d'origine qui les achètent à des prix très forts avec l'existence du droit de propriété et donc l'impossibilité de les multiplier.

Si notre pays veut maîtriser ses ressources naturelles biologiques, il se doit de mettre en place un dispositif permettant de renforcer les institutions et de valoriser les ressources humaines qui activent dans ce domaine (Abdelguerfi et al.2009) .

Si l'eau constitue l'une des préoccupations majeures du siècle prochain, l'avenir appartient aussi à celui qui domine la production de semences et de plantes de nouvelles variétés. La mise au point de nouveaux produits alimentaires, médicinal et aromatique à partir de flore locale est supérieure aux découvertes pétrolières les plus fructueuse.

Références Bibliographiques

Belkacem Ouchene et Aurora Moroncini, 2018. « De l'économie socialiste à l'économie de marché : l'Algérie face à ses problèmes écologiques », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 18-2.

Brahmia H. 2017. Cours biodiversité et santé des écosystèmes. Chapitre 01. 17p.

Chatton E. (1938). Titres et travaux scientifiques (1906-1937).

Lang T., S Reiche ,M. Straub ., M. Bredschneider., M Thumm . 2000. Autophagy and the cvt pathway both depend on AUT9. *J Bacteriol* 182, 2125-2133.

Martin W.F., Garg S. & Zimorski V. 2015. Endosymbiotic theories for eukaryote origin.

Mebarki I Kh 2019. Cours de Genetique de 2eme Annee de Medecine. Universite Oran1 Ahmed Benbella, Faculté de Médecine.

Mereschkowsky C. 1905. *Über Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche*. *Biol.Centralbl.* 25, 593–604 ; traduit par Martin W, Kowallik K. (1999) Annotated English translation of Mereschkowsky's 1905 paper 'Über Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche'. *Eur. J. Phycol.* 34, 287–295.

Portier P. 1918. *Les Symbiotes*. Masson (ed.), Paris.

Sette, Sottano, Italy. 2005. L'histoire des conditions dans lesquelles Chatton a établi le concept de procaryote et eucaryote est décrite par Sapp J *The Prokaryote-Eukaryote Dichotomy: Meanings and Mythology*, *Microbiol Mol Biol Rev.* 69, 292–305.

<https://www.universalis.fr/encyclopedie/ecologie/3-organisation-fonctionnelle>.

