

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA–Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement
Laboratoire de Zoologie Appliquée et d'Écophysiologie Animale



BIOGÉOGRAPHIE

Cours et notions fondamentales

Pour les écologistes
(Licence)

Auteur:

Dr. Abdelazize Franck BOUGAHAM

2016-2017

Sommaire

Titre	Page
Avant propos	01
Chapitre 1: éléments de biogéographie	02
Aperçu historique de la biogéographie.....	03
Éléments de géodynamique.....	03
Chorologie.....	04
Étude des aires.....	05
Les territoires biogéographiques terrestres.....	06
Les empires continentaux.....	07
Divisions biogéographiques de l'Algérie.....	07
Les causes de distribution des organismes.....	13
Chapitre 2: phytogéographie	17
Régions et aires floristiques.....	17
Rappel sur la répartition du règne végétal.....	18
Méthodes de la classification des Angiospermes.....	22
Grands lignes d'évolution chez les Angiospermes.....	24
Répartition générale des formations végétales du globe.....	24
Chapitre 3: zoogéographie	33
Les aires de distribution géographiques.....	33
Empires faunistiques et la faune associée.....	34
Les causes de distribution actuelle des espèces animales.....	35
Biogéographie et la faune insulaire.....	40
Syndrome d'insularité.....	40
Caractéristiques des faunes insulaires.....	41
Références bibliographiques	44

Avant propos

Avant propos

La biogéographie traite l'histoire et la répartition géographique des animaux (zoogéographie) et des plantes (phytogéographie). Elle est divisée en trois principales branches: biogéographie historique, biogéographie écologique et biogéographie analytique. La biogéographie historique considère l'influence de la dérive des continents, le changement climatique et d'autres facteurs environnementaux (à grande échelle) et explore l'évolution à long terme de la vie. La biogéographie écologique s'intéresse à la nature des relations entre la vie et l'environnement. Enfin, la biogéographie analytique examine les habitats actuels des organismes vivants et comment ils se dispersent. Les fondations modernes de la biogéographie ont été portées par Charles DARWIN et Alfred Russel WALLACE dans la seconde moitié du XIX^e siècle. Elle est également devenue un élément fondamental dans de nombreux programmes d'études en sciences de l'environnement. Ce cours souligne le rôle des facteurs écologiques, géographiques, historiques et humains sur la distribution actuelle des animaux et des végétaux. Les idées de base de ce cours sont généralement expliquées à l'aide de nombreux et pertinents exemples. Il est conçu pour amener les étudiants des sciences de l'environnement à mieux comprendre les principaux domaines d'investigation biogéographique moderne. Les principaux points de ce cours sont résumés en trois grands chapitres. Chaque chapitre est aussi conçu pour consolider les idées clés de connaissances en biogéographie. Le chapitre 1 aborde les éléments fondamentaux de la biogéographie. Le chapitre 2 s'intéresse à la répartition et l'écologie des végétaux (phytogéographie). Entre autres, il explique comment le substrat, le sol, la topographie (altitude, aspect, inclinaison) et les disjonctions climatiques influencent la répartition des espèces végétales. Le chapitre 3 examine la répartition des espèces animales (zoogéographie). Il penche sur les effets de la fusion continentale sur la dispersion des organismes vivants (grand échange faunique intercontinental). Il traite aussi comment les humains ont exterminé certaines espèces animales, en utilisant des exemples tirés du règne animal.

Chapitre 1:éléments de biogéographie

Chapitre I: Éléments de biogéographie

La biogéographie est définie comme l'étude spatio-temporelle des diversités biologiques, de leur origine, de leur évolution et de leur régulation dans des espaces hétérogènes et changeants. Elle s'applique à expliquer les distributions et abondances des organismes. Chaque espèce occupe un territoire qui lui convient en fonction de sa propre évolution et de ses préférences écologiques. Ce territoire est considéré comme une «aire», c'est-à-dire une zone géographique d'extension très variable, en situation de continuité ou de discontinuité, sur laquelle une espèce vivante se rencontre de façon spontanée. La biogéographie bénéficie de trois approches conjointes de la biogéographie analytique, de la biogéographie écologique et de la biogéographie historique. La biogéographie historique considère l'influence de la dérive des continents, le changement climatique mondial, et d'autres facteurs environnementaux sur l'évolution de la vie. La biogéographie écologique se penche sur les relations entre la vie et le complexe environnemental. La biogéographie analytique examine et identifie l'habitat des êtres vivants et comment ils se distribuent.

De nombreuses raisons justifient l'étude de la distribution des organismes vivants. En effet, la répartition actuelle de la flore ou de la faune terrestre permet de s'interroger sur leur origine, les éléments communs entre des territoires parfois séparés par des espaces océaniques ou des barrières montagneuses. Chaque territoire possède des espèces qui lui sont particulières, d'où elles sont originaires. Des zones géographiques disposent d'un plus grand nombre d'espèces que d'autres (exemple: milieux tropicaux et milieux polaires). La répartition de la richesse en espèces peut être un élément de caractérisation des territoires. Les espèces vivantes sont sources de molécules ou de produits variés servant à de nombreux usages: alimentaire, thérapeutique, récréatif, de construction, etc. La connaissance de la distribution des espèces permet l'exploitation, la valorisation des ressources par les communautés humaines. Toutes les espèces sont par nature fragiles. Elles restent exposées aux risques de réduction voire de suppression de leur aire de répartition, par conséquent menacées de disparition. La connaissance des territoires de prédilection donne la possibilité de prévenir ou de limiter les risques par des stratégies adaptées.

1. Aperçu historique de la biogéographie

Les premiers essais sur la géographie du vivant ont été proposés dès la fin du 17^e siècle (par exemple celle de BUFFON). Par la suite, les voyageurs naturalistes ont élaboré des inventaires assez complets pour que des tendances s'observent sur la répartition des espèces sur la terre. En effet, HUMBOLDT (1769–1859) et BONPLAND (1773–1858) font une expédition en Amérique qui reste exemplaire pour la quantité de données rapportées. Ils ont produit une carte de végétation. En 1856, CANDOLLE (1806–1893) publie une Géographie botanique. Au cours de son voyage sur le Beagle (1831–1836), DARWIN (1809–1882) a prédit que les phénomènes de colonisation expliquent la répartition des espèces. WALLACE (1823–1913) a effectué des recherches sur le bassin fluvial de l'Amazone et dans l'archipel Malais, où il identifia la ligne séparant la faune australienne de celle de l'Asie, qui fut appelée «ligne Wallace». Cette grande époque de la découverte du monde fut celle de la description des principales subdivisions biogéographiques du globe. Du fait, SCLATER (1829–1913) divise le monde en 6 régions zoologiques (*cf.* chapitre 3: zoogéographie). MAYR (1965) a essayé de dépasser l'approche descriptive des biogéographes classiques: typologie biogéographique. Il a tenté de comprendre l'origine, la différenciation, le développement et la mise en place des faunes en relation avec l'histoire spatio-temporelle des milieux: biogéographie analytique. Enfin, l'approche de McARTHUR et WILSON (1963, 1967) s'efforce d'expliquer des mécanismes aussi fondamentaux que l'immigration, la colonisation, l'extinction, la structuration et le renouvellement des communautés: biogéographie prédictive. Elle s'intéresse aussi à l'évolution des attributs des espèces et des populations locales en fonction des caractères physiques et biotiques de l'environnement: théorie de la biogéographie insulaire.

2. Éléments de géodynamique

La théorie de la dérive des continents a été aujourd'hui confirmée et prouvée par la théorie de la tectonique des plaques à partir d'arguments physiques, géologiques, etc. La Pangée était en masse coalescente. Elle commença à se disloquer il y a 230 millions d'années en deux ensembles: la Laurasie au Nord et le Gondwana au Sud. Le Gondwana se fragmenta à son tour au cours des 100 derniers millions d'années pour donner la configuration actuelle des continents (voir Figure 1). Le Nord-Ouest africain

commença à s'éloigner de l'Amérique du Nord au début du Jurassique et l'Afrique de l'Amérique du Sud au milieu du crétacé. L'Europe s'éloigne ainsi de l'Amérique du Nord. A cette époque, l'Inde, qui est d'origine gondwanienne, se déplaçait vers le nord à travers la Thétys en direction de l'Asie, tandis que le bloc austral se séparait de l'Afrique. La dérive des continents eut des conséquences majeures sur l'histoire paléobiogéographique des biotas. La fragmentation des continents conduisit à un enrichissement global des biotas, tandis que la réunification des continents s'accompagna d'une réduction de la richesse globale des biotas par extinctions massives de taxons sympatriques.

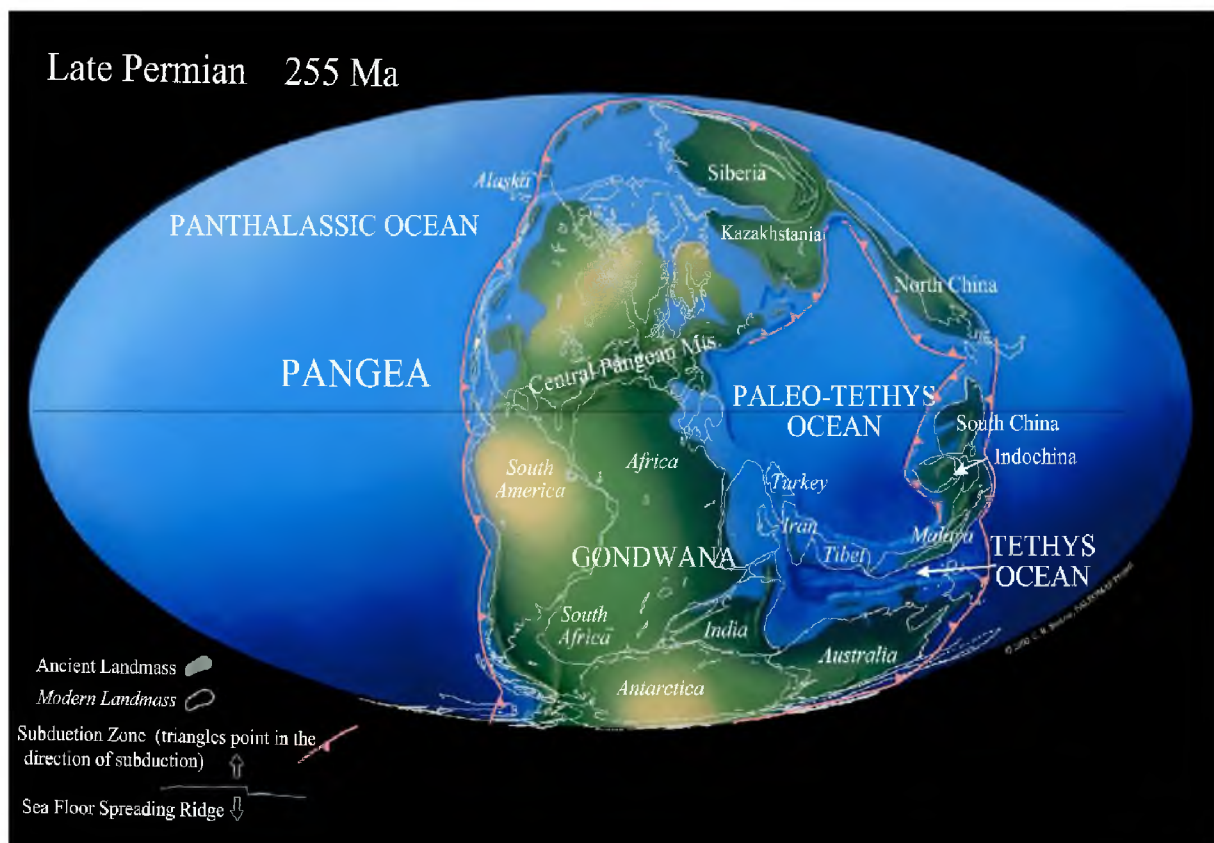


Figure 1. Devenir de la Pangée et étapes de la séparation des continents.

3. Chorologie

La chorologie est la branche de la biogéographie qui se charge de délimiter les «aires» et de localisation des organismes vivants sur terre.

3.1. Étude des aires

En fonction des exigences (en particulier écologiques) des organismes vivants, différentes grandes types de répartition sont généralement reconnus au niveau du Globe. En effet, on distingue différents types de plantes:

3.1.1. Les plantes spontanées: Ces espèces végétales sont des plantes qui ont peuplé une région donnée depuis un temps fort long (à l'échelle géologique). Elles constituent le fond de la flore. Ces plantes se divisent en deux catégories suivant l'aire géographique qu'elles occupent:

3.1.1.1. Plantes à large répartition (cosmopolites): Ces plantes ont souvent une grande souplesse d'adaptation à des conditions de vie diverse (procédés de dissémination et de multiplication très efficaces). Exemples: les trois familles suivantes, les Compositae, les Asteraceae et les Graminae sont des plantes à fleurs à large aire de distribution (voir Figure 2). Les Compositae est l'une des familles des plantes à fleurs les plus diversifiées. Elle contient 1000 genres et 25000 espèces. Elle se retrouve partout dans le monde, exceptée en Antarctique. Elle est aussi moins représentée en forêts tempérées tropicales. La famille des Graminae compte à elle 650 genres et 9000 espèces. Son aire de distribution s'étend de la zone polaire à l'équateur.



Figure 2. Deux familles de plantes à aire de distribution cosmopolite: les Compositae et les Graminae, d'après HEYWOOD (1978).

3.1.1.2. Plantes endémiques: Elles sont plus ou moins limitées à certaines régions qui leurs sont les plus favorables. En effet, la famille de plantes des Proteaceae est l'une des plus importantes familles de l'hémisphère sud (voir Figure 3). Il fournit de nombreux exemples de liens passés entre l'Amérique du Sud, l'Afrique du Sud et la flore australienne. Cette famille renferme 80 genres et sont répartis en 1600 espèces.

Actuellement le genre *Gevuina* sp compte par exemple trois espèces dont l'une est originaire du Chili et les deux autres pour le Queensland et la Nouvelle-Guinée. Un autre exemple de la famille de plantes Magnoliaceae (voir Figure 3). Cette famille compte 12 genres et environ 220 espèces d'arbres et d'arbustes implantés en Asie et en Amérique. Les trois genres américains *Magnolia* sp, *Talauma* sp et *Liriodendron* sp se retrouvent également en Asie. Les formes fossiles montrent que cette famille était autrefois très largement répandue dans l'hémisphère nord et son aire de distribution dans le Groenland et l'Europe.

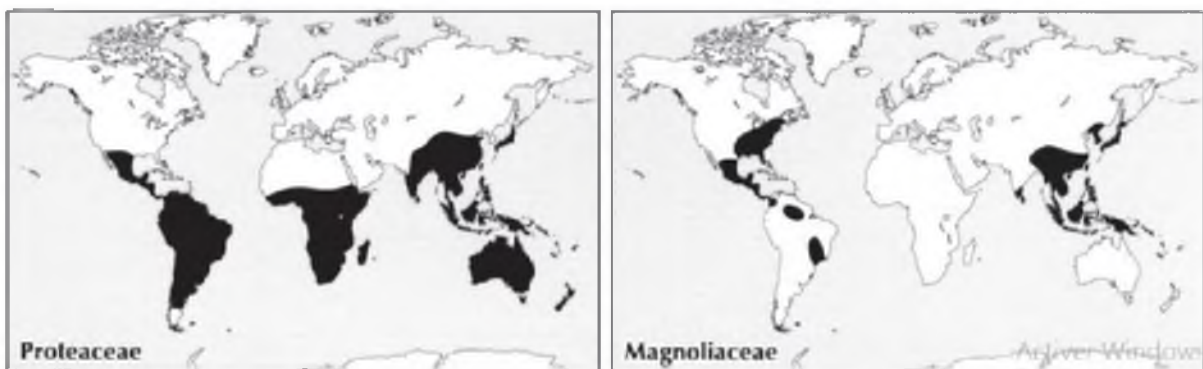


Figure 3. Deux familles de plantes à aire de distribution limitée et endémiques: les Proteaceae et les Magnoliaceae, d'après HEYWOOD (1978).

3.1.2. Plantes naturalisées (introduites): Elles sont des plantes qui ont connu des introductions à une certaine époque historique. Ces plantes occupent parfois des superficies considérables et se sont incorporées à la flore locale. Exemple: Le Robinier à faux acacia. L'aire de distribution naturelle est très limitée dans l'est des Etats-Unis d'Amérique, mais qui se retrouve actuellement partout en Europe et en Afrique du nord.

3.1.3. Plantes adventices: Elles sont introduites accidentellement par l'homme et peuvent représentées parfois un pourcentage assez important de la flore considérée. Ces plantes ne se naturalisent pas entièrement, faute de trouver des conditions leurs permettront de résister à la concurrence des plantes indigènes (autochtone). Exemple: L'Armoise du genre *Artemisia* sp de France. Introduite en Algérie accidentellement.

3.2. Les territoires biogéographiques terrestres

L'organisation des territoires est fondée principalement sur la reconnaissance des particularismes (végétaux ou animaux) qui se révèlent sous la forme d'espèces

exclusives à ces territoires, compte tenu aussi du niveau taxonomique considéré. Les territoires biogéographiques sont établis en différents niveaux ordonnés dans une hiérarchie suivante:

- Empires ;
- Régions ;
- Domaines ;
- Secteurs ;
- Districts.

3.3. Les empires continentaux

Le globe se trouve partagé en cinq grands empires terrestres faunistiques et floristiques (voir Figure 4), souvent séparés par des zones de transition d'étendue variable:

- Empire holarctique (boréal) ;
- Empire neotraopical (américain) ;
- Empire africano-malgache (paleotropical, éthiopien) ;
- Empire asiatico-pacifique (oriental);
- Empire antarctique-australien (antarctique, australien).

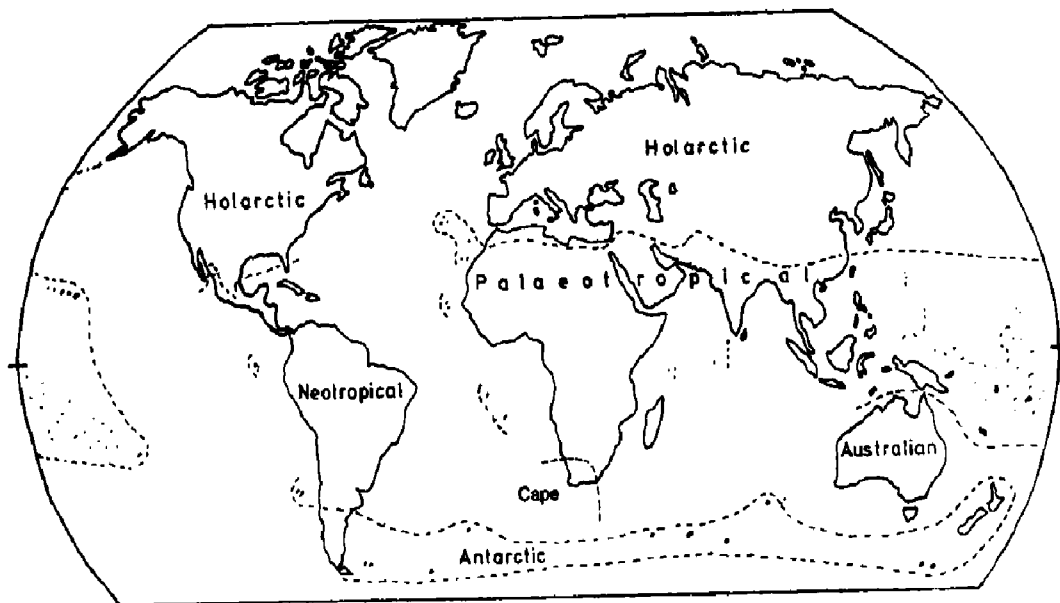


Figure 4. Distribution des différentes régions biogéographiques.

3.4. Divisions biogéographiques de l'Algérie

Sur les cartes de limitation des différents empires continentaux, il ressort que l'Algérie est partagée entre deux empires suivants:

- Empire holarctique ;
- Empire africano-malgache.

Aussi sur la base des données fournies par l'étude de la végétation et de la flore, on peut diviser l'Algérie en deux régions:

- Région méditerranéenne ;
- Région saharienne.

3.4.1. Région méditerranéenne

Le climat de cette région est essentiellement caractérisé par des pluies hivernales et une période de sécheresse estivale prolongée. En général, la végétation climatique forestière est composée surtout d'arbres et d'arbustes sclérophylles, comme par exemple l'Olivier (*Olea europea*) et le Chêne liège (*Quercus suber*). On lui rattache aussi les steppes des Hauts plateaux et de l'Atlas saharien, dans lesquelles le climat, du type méditerranéen, mais plus sec, permet encore le développement d'une végétation herbacée et sous frutescente relativement abondante, passant d'ailleurs à la forêt steppe dès que le sol s'élève, augmentant les condensations. Les chutes de pluie dans cette région dans une tranche allant de 250 à 1 500 mm/an. La région méditerranéenne peut être divisée en domaines biogéographiques:

- domaine mauritanien méditerranéen ;
- domaine mauritanien steppique ;
- domaine des hautes montagnes.

3.4.1.1. Domaine mauritanien méditerranéen

Il est caractérisé par sa végétation climatique forestière s'étendant depuis le niveau de la mer jusqu'aux forêts subalpines du domaine des hautes montagnes atlantiques. Ce domaine comprend tout le tell algéro-tunisien et une grande partie du Maroc occidental. Il a une saison sèche et chaude relativement courte (4 à 5 mois), et une saison humide peu froide et la lame d'eau annuelle varie de 400 à 1 500 mm. Sa vocation est nettement forestière, mais les types de végétation forestière et la flore y varient beaucoup suivant les conditions climatiques et édaphiques. On peut y distinguer les secteurs suivants (Figure 5):

- le secteur numidien ;
- le secteur punique ;
- le secteur algérois ;
- le secteur du tell méridional ;
- le secteur oranais.

3.4.1.1.1. Secteur numidien

Le secteur numidien est le mieux arrosé et la lame d'eau annuelle y varie de 700 à 1 500 mm. Les sols siliceux frais et profonds, dont les prototypes sont les grès de Numidie, y dominent. Aussi le secteur numidien est caractérisé par le développement énorme du *Quercetum Suberis*. De nombreuses plantes ligneuses ou herbacées lui sont spéciales: *Pinus pinaster*, *Castanea sativa*, *Quercus afares*, *Alnus glutinosa*, *Acer campestre*, etc. On peut dans ce secteur distinguer trois (03) districts (Figure 5):

- district bônois: s'étend de Skikda à la Tunisie, il est caractérisé par de nombreuses plantes appartenant à l'élément euro-sibérien et à l'élément atlantique jointes à d'autres plantes appartenant à l'élément tropical.
- district de la Petite Kabylie: de Skikda à Bejaia, il diffère assez peu, au point de vue floristique, du district bônois.
- district de la Grande Kabylie: de Bejaia à Bou Zegza. Il fait transition avec le secteur algérois, Le *Chamaerops humilis* y joue un rôle beaucoup plus important. Le *Quercus afares* s'y étend jusqu'à sa limite occidentale.

3.4.1.1.2. Secteur punique

Il est peu arrosé (400 à 700 mm/an). Il contraste vivement avec son voisin immédiat le secteur numidien. La végétation climatique y est représenté surtout par l'*oléo-Lentiscetum*, la Callitriaie, le *Pinetum halepensis*. La brousse à *Zizyphus* constitue souvent le groupement climatique des plaines argileuses.

3.4.1.1.3. Secteur algérois

Il est moyennement arrosé (600 à 900 mm/an). Le *Quercus suber* y joue un rôle plus effacé, le *Chamaerops humilis*, au contraire, devient très abondant, et le *Callitris articulata* n'y est pas rare. Plusieurs plantes du secteur oranais y font leur apparition.

3.4.1.1.4. Secteur du Tell méridional

Il est peu arrosé (400 à 750 mm/an), son climat est déjà très continental, la saison sèche est y très prolongée. Le *Quercus suber* y est rare. Les *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Juniperus phoenicea*, *Callitris articulata* y jouent un rôle très important. Ce secteur très allongé de l'Est à Ouest, où il passe insensiblement au secteur oranais, est loin d'être uniforme. Il a peu de plantes particulières ; la flore steppique y pénètre largement sur certains points ; c'est ainsi que l'Alfa arrive eu pied sud du Djurdjura.

3.4.1.1.5. Secteur oranais

Il est aussi peu arrosé (400 à 650 mm/an). Le *Quercus suber* y est peu répandu ; au contraire le *Chamaerops humilis* y joue un rôle très important. La végétation des plaines argileuses y est le plus souvent la brousse à *Zizyphus lotus*, *Pistacia atlantica*. Au point de vue floristique, il est caractérisé par la présence de très nombreuses plantes espagnoles et marocaines et de nombreuses endémiques. La flore des steppes y pénètre largement.

3.4.1.2. Domaine mauritanien steppique

Ce domaine a un climat très continental. La saison sèche y est longue (6 à 7 mois) ; la saison pluvieuse y est peu régulière et les chutes d'eau n'atteignent guère que 300 à 500 mm/an. Les températures estivales sont très élevées (température maximale moyenne du mois le plus chaud oscillant entre 30 et 40°), les froids hivernaux sont nettement accusés (température maximale moyenne du mois le plus froid oscillant entre 0 et 2°). Ces conditions sont peu favorables à la végétation forestière, aussi celle-ci est-elle réfugiée dans les massifs montagneux relativement bien arrosés, où elle est représentée par des types très xérophiles et peu thermophiles. Ce domaine peut être divisé en secteurs suivants (Figure 5):

- Secteur des Hauts-plateaux orano-algérois ;
- Secteur des Hauts plateaux-constantinois ;
- Secteur de l'Atlas saharien ;
- Secteur sud constantinois ;
- Secteur tunisien ;
- Secteur libyen.

3.4.1.2.1. Secteur des Hauts-plateaux orano-algérois

Il s'étend depuis le Moyen Atlas marocain jusqu'à la cuvette du Hodna. Il ne reçoit que 300 à 400 mm/an. Il présente d'immenses steppes à Alfa, à Sparte et à Chih et des broussailles à *Zizyphus* sp avec *Pistacia atlantica* dans ses dayas et quelques parties mieux arrosées que les autres. La végétation forestière n'est guère représentée que par quelques peuplements peu denses de *Juniperus phoenicea* et *Quercus ilex*.

3.4.1.2.2. Secteur des Hauts plateaux-constantinois

Il est mieux arrosé 400 à 600 mm/an. Il est en grande partie cultivé. Malgré ces conditions favorables, sa vocation n'est pas forestière sauf dans quelques montagnes dominant les plateaux, où vivent les restes de maigres forêts de *Quercus ilex*. Les

plateaux paraissent avoir porté surtout une brousse à *Zizyphus* sp dont il ne reste que des traces. Les steppes d'alfa y sont rares.

3.4.1.2.3. Secteur de l'Atlas saharien

Il s'étend des monts de Bou-Saada au grand Atlas marocain oriental. Les chutes d'eau paraissent y être faibles 350 à 550 mm/an. La vocation de la plupart de ces montagnes est forestière. Le *Pinetum halepensis* et le *Quercetum ilicis* y couvrent encore bien des sommets, le *Juniperetum phoeniceae* constitue des forêts steppes un peu partout. Le Diss (*Ampelodesma mauretanicus*) existe à l'état de relique dans la partie la plus orientale et septentrionale. Le *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Acer monspessulanum*, *Smilax aspera* se rencontrent à l'état de relique dans les localités privilégiées, ainsi qu'une race spéciale de *Populus alba*.

3.4.1.2.4. Secteur sud constantinois

En général, il est peu arrosé, les chutes d'eau oscillent entre 350 et 500 mm/an. Il a cependant dans toutes ces parties montagneuses une vocation forestière encore plus accentuée que le secteur précédent. De nombreux sommets y dépassent 1800 m et on y trouve le point culminant Chélia à 2329 m. Les steppes d'Alfa et de Chih dominent actuellement sur les plateaux mais la composition des steppes d'Alfa montre qu'elles ne sont ici que le stade ultime de dégradation de formations forestières, ou tout au moins de forêts-steppes. Les hautes montagnes portent de belles Cédraies et des forêts de *Juniperus thurifera*: elles appartiennent au domaine des hautes montagnes atlantiques. Les forêts les plus basses portent des forêts à *Quercus ilex* et *Pinus halepensis* et de *Juniperus phoenicea*.

3.4.1.3. Domaine des hautes montagnes atlantiques

Il est constitué dans nos limites par l'étage Sub-Alpin des plus hautes montagnes du Tell, des monts de Hodna et des Aurès. Il est représenté par des îlots de *Cedretum* sp d'étendues restreintes. Il présente des hivers rigoureux, pendant lesquelles il est couvert de neige pendant des périodes plus ou moins longues. L'été y est relativement tempéré, la nébulosité est considérable et donne lieu à des brouillards qui se prolongent souvent jusqu'à l'été, diminuant la longueur de la période sèche, souvent réduite à trois mois. Ces conditions climatiques donnent à ce domaine une végétation toute particulière et elle est forestière. A l'état climatique cette végétation laisserait sur

certains des plus hauts sommets quelque place pour des broussailles sub-alpines et pour des pelouses pseudo-alpines dans certaines stations spéciales comme les «Agounis» du Djurdjura.

3.4.2. Région saharienne

Au sein de cette région il n'existe pas de périodes humides régulières (Sahara central) ou dans laquelle ces périodes sont très réduites ou peu régulières (Sahara septentrional). La végétation climatique est nulle ou extrêmement réduite ; on y retrouve des espèces spéciales particulièrement résistantes à la sécheresse ou pouvant l'éviter par un développement très rapide. Elle est assez caractérisé par un arbre cultivé et sub-spontané autour des points d'eau, le Dattier (*Phœnix dactylifera*) et par une série d'arbres et d'arbrisseaux spontanés (*Tamarix articulata*, *Acacia tortilis*, *Ephedra alata*, etc.). La lame d'eau annuelle n'y atteint pas 250 mm.

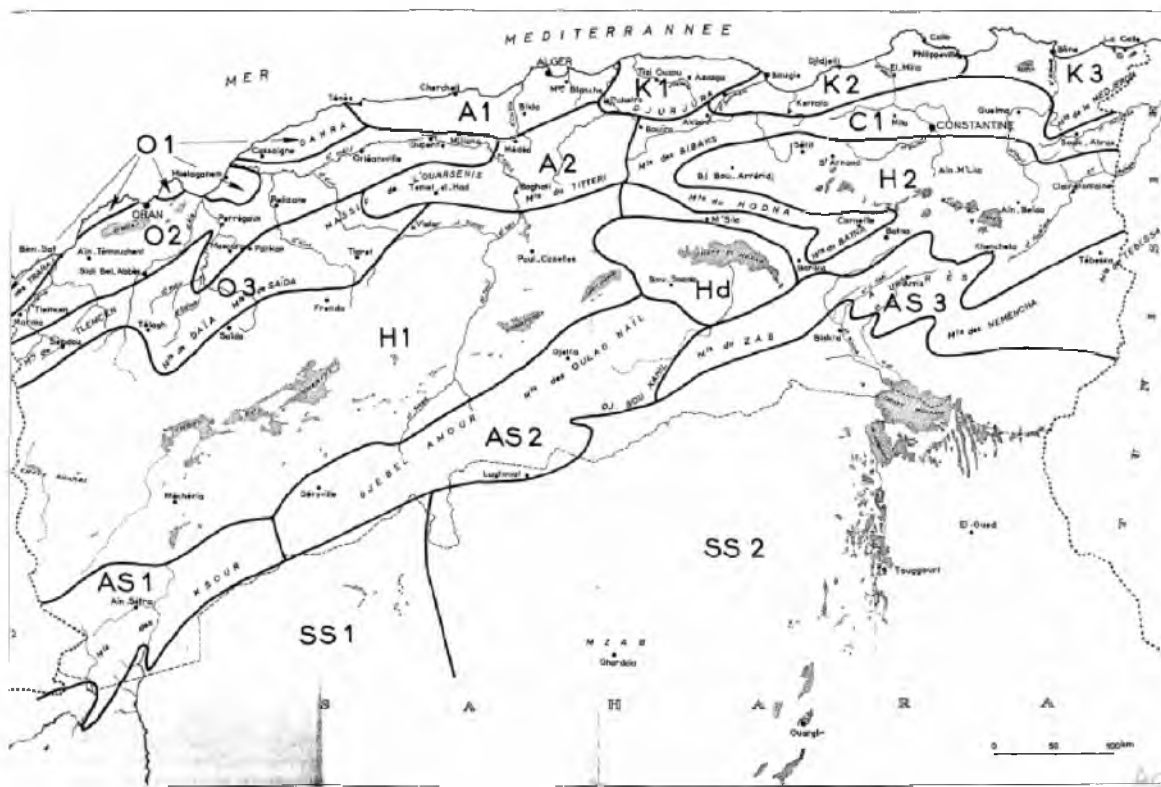


Figure 5. Localisation des divisions biogéographiques de QUÉZEL et SANTA, 1962.

K1: Grande Kabylie; **K2 :** Petite Kabylie; **K3:** Numidie (de Philippeville à la frontière tunisienne) ; **A1:** Sous-secteur littoral; **A2:** Sous-secteur de l'Atlas Tellien ; **C1:** Secteur du Tell constantinois ; **O1:** Sous-secteur des Sahels littoraux ; **O2:** Sous-secteur des plaines littorales; **O3:** Sous-secteur de l'Atlas Tellien ; **H1:** Sous-secteur des Hauts-Plateaux algérois et Oranais; **H2:** Sous-secteur des Hauts-Plateaux constantinois ; **AS1:** Sous-secteur de l'Atlas Saharien oranais; **AS2:** Sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois; **AS3:** Sous-secteur de l'Atlas Saharien constantinois ; **SS:** Secteur du Sahara Septentrional; **Hd:** Sous-secteur du Hodna; **SS1:** Sous-secteur occidental du Sahara Septentrional; **SS2:** Sous-secteur oriental du Sahara Septentrional ; **SC:** Secteur du Sahara Central ; **SO:** Secteur du Sahara Occidental ; **SM:** Secteur du Sahara Méridional.

4. Les causes de distribution des organismes

La répartition actuelle des organismes résulte de l'influence, tant passée que présente, de facteurs internes, propres aux organismes, et externes, liés à leur environnement.

4.1. Les facteurs internes

Ce sont des facteurs qui dépendent initialement des potentialités intrinsèques de l'espèce et liés à sa constitution génétique à l'exemple de sa capacité de propagation, son amplitude écologique et ses aptitudes évolutives.

4.1.1. La capacité de propagation

L'expansion d'une espèce dépend, en premier lieu, de son potentiel de reproduction et de son pouvoir de dissémination.

4.1.1.1. Les potentialités reproductives

Les potentialités reproductives d'une espèce s'expriment à travers son taux de fécondité, traduisant son aptitude à produire de nouveaux individus en un temps donné et dans des conditions d'environnement supposées optimales.

4.1.1.2. La dissémination

Elle représente la faculté qu'ont les organismes eux-mêmes, ou certains de leurs éléments (par exemple les graines), de se déplacer ou d'être dispersés à des distances plus ou moins importantes. Elle s'effectue par des procédés divers où l'organisme peut avoir un rôle actif ou passif. Le premier cas est surtout propre aux animaux (déplacements habituels ou migrations). Certains végétaux peuvent aussi se disséminer activement, soit de manière directe par éclatement de leurs fruits projetant les graines à des distances appréciables. Soit indirectement par production d'organismes aptes à former un même individu à proximité (multiplication végétative). Dans la dissémination passive un facteur externe entraîne au loin les individus ou les diaspores des végétaux. On distingue selon l'agent de transport:

- Anémochorie: Dissémination assurée par le vent
- Hydrochorie: Dissémination assurée par l'eau
- Zoochorie: Dissémination assurée par les animaux
- Barochorie: Met en jeu la gravité
- Anthropochorie: Dissémination assurée par l'homme

4.1.2. Amplitude écologique

Un taxon différencié aura beaucoup plus de chance d'acquies une aire de distribution étendue, qu'a une importante capacité de propagation vient s'ajouter une forte valence écologique lui permettant d'occuper des types d'habitats diversifiés. Elle est l'expression de l'amplitude écologique globale du taxon, sachant que tout processus biologique intervenant dans son développement ne peut se réaliser, par rapport à un facteur donné de l'environnement, qu'entre des limites de tolérance déterminées selon la constitution génétique du taxon. Elles correspondent à des valeurs minimales et maximales d'expression du facteur, entre lesquelles se situe en principe un preferendum.

4.1.3. Le potentiel évolutif

4.1.3.1. La plasticité intraspécifique

Les individus d'une même espèce présentent en général, entre les diverses populations réparties au sein de son aire, une plus ou moins forte variabilité de leurs caractères. Celle-ci peut être liée à l'influence de certains facteurs stationnels (lumière, eau, teneur en éléments minéraux etc.) sur le développement des individus, induisant l'expression de caractères morphologiques, anatomiques ou physiologiques particuliers (port, taille, rythme biologique, etc.). Il s'agit dans ce cas de caractères éventuellement réversibles, non obligatoirement exprimés par les descendants, ce qui reflète la plasticité phénotypique (les accommodats).

4.1.3.2. Sélections et stratégie adaptatives

Les variations les plus conséquentes concernant l'évolution d'une espèce et ses adaptations à l'expansion, sont le résultat de la sélection exercée par les facteurs environnementaux sur la diversité génétique de ses populations. Celle-ci est en principe constamment entretenue par le biais de la reproduction sexuée bi-parentale lorsqu'elle existe chez l'espèce entraînant des recombinaisons chromosomiques et hybridation ainsi que par les mutations. Sur l'ensemble des nouveaux génotypes ainsi formés, les diverses contraintes de l'environnement agissant comme « pression de sélection » vont opérer un tri, par élimination progressive des moins résistants, alors que seront sélectionnés les individus dotés de caractéristiques les rendant mieux adaptés à ces contraintes. De ce fait, on qualifie de stratégies adaptatives l'ensemble

des caractères d'ordre physiologiques, éthologiques ou autres constituant la réponse d'une population aux facteurs sélectifs de son environnement et lui permettant de s'y perpétuer.

4.1.3.2.1. Les différentes stratégies adaptatives

- *Stratégie r*: Elle privilégie la reproduction, donc l'accroissement numérique (effectif) de la population au détriment de la survie (longévité) des individus (Thérophytes).
- *Stratégie k*: Elle favorise le développement de la longévité des individus (Phanérophytes).

Cependant, il existe des intermédiaires entre ces options où chaque espèce pouvant se situer entre ces deux extrêmes.

4.1.3.3. Écotypification et spéciation

Le double jeu de variation génétique et de sélection écologique conduit à la constitution des taxons nouveaux dont les caractères distinctifs paraissent étroitement liés aux conditions locales de l'environnement. Ainsi s'explique au sein d'une même espèce, les différenciations progressive d'écotypes qui représentent des populations plus ou moins distinctes morphologiquement mais physiologiquement adaptées à des habitats particuliers. Les caractères des écotypes sont d'une différenciation de nature génotypique.

4.2. Les facteurs externes

Le développement de l'aire d'une espèce ou de chaque taxon se trouve tôt ou tard limité par l'intervention d'un ou plusieurs facteurs défavorables de l'environnement. C'est pourquoi la majorité des taxons à l'exception de ceux favorisés par l'action de l'homme présentent à la surface du globe une aire réelle située en général en deçà de l'aire potentielle compte tenu de leur amplitude écologique et de leur capacité de propagation.

4.2.1. Les principaux types de facteurs

- Géographique: Interposition d'une chaîne de montagnes, océan, fleuve, etc.
- Climatique: Présence de conditions thermiques ou hydriques défavorables.
- Géologique ou édaphique: Présence de substrat (roche mère), types de sol.
- Biotique: Apparition de parasites, prédateurs, compétition.

4.2.2. Facteurs actuels et passés

La recherche des facteurs actuels de limitation des aires ne suffit pas à expliquer la répartition présente des organismes. Celle-ci résulte également de facteurs passés. Or l'évocation de transgressions et régressions marines, de dislocation et soudure des continents, surrection des chaînes de montagnes, des modifications climatiques sont autant de bouleversements profonds qu'ont subi les conditions géographiques et écologiques et par évidence non sans conséquence sur les aires et les distributions des espèces.

4.2.2.1. Périodes glaciaires

Ces périodes ont permis l'extension des espèces boréales (Mammouth) jusqu'aux abords de la méditerranée tout en entraînant le recul des espèces tempérées.

4.2.2.2. Périodes interglaciaires

Des mouvements inverses se sont produits au cours de ces périodes. Après le recul définitif des glaciers, il y'a environ 10 000 ans, certaines espèces d'origine nordique ont survécu au-delà de leur aire continue actuelle dans les stations de haute montagne (*Lepus timidus*) (Figure 6).

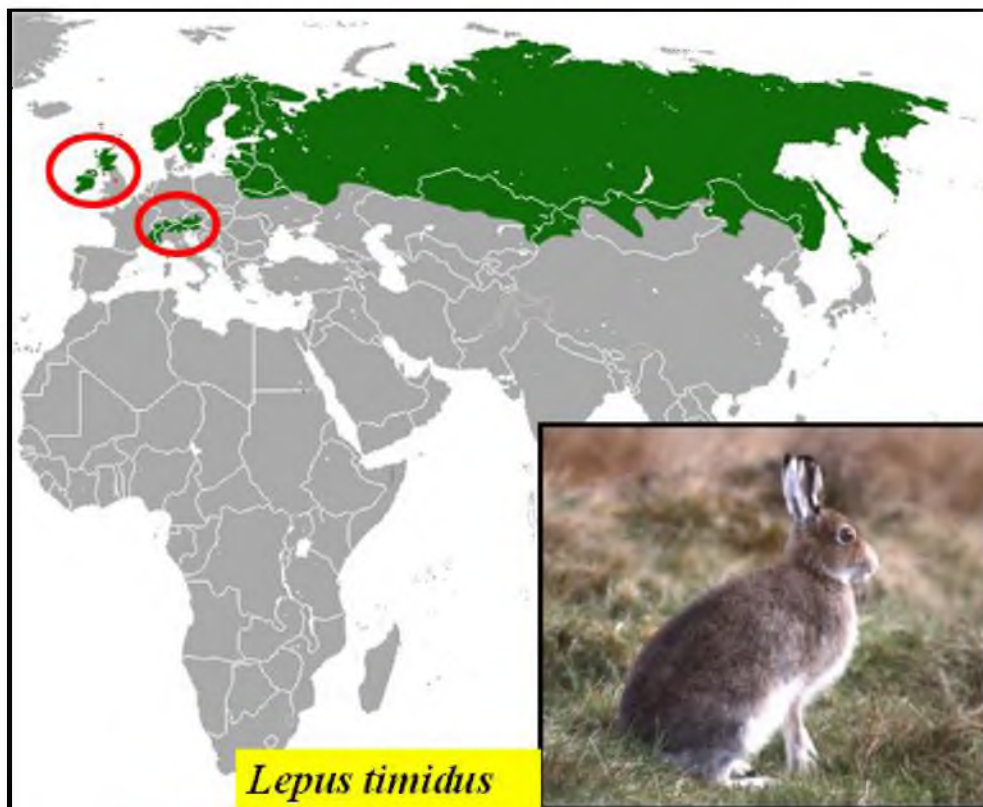


Figure 6. Aire de distribution actuelle du Lièvre variable *Lepus timidus*.

Chapitre 2: phytogéographie

Chapitre II: Phytogéographie

La géographie botanique ou la phytogéographie essaie de comprendre l'espèce végétale à travers les populations qui la compose et de la replacer dans le milieu biologique dans lequel elle vit. Elle s'intéresse donc à la répartition et l'écologie des végétaux. A ce fait, les deux disciplines se complètent et l'association des deux approches permet une meilleure compréhension de la biologie des espèces végétales.

1. Régions et aires floristiques

WALLACE a distingué six régions qui sont Néarctique, Néotropicale, Paléarctique, Ethiopienne, Orientale et Australienne (voir Figure 7). Ces régions sont définies en fonction de l'endémisme des flores. Les limites de ces biotas correspondent à des barrières naturelles relativement "récentes" qui n'expliquent que partiellement les distributions biotiques et ne montrent pas les relations historiques entre les aires d'endémisme.

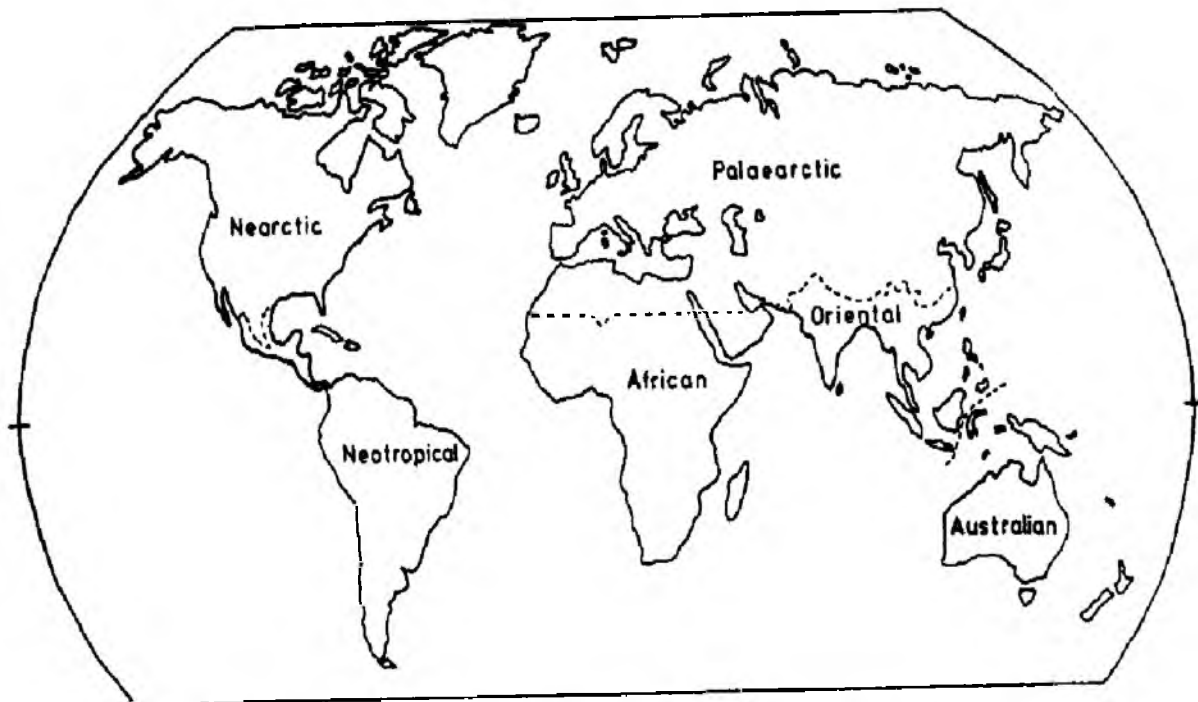


Figure 7. Distribution des différentes régions biogéographiques.

Par la suite, ces régions biogéographiques sont divisées en subrégions botaniques, quatre pour chacune (voir Tableau 1).

Tableau 1. Régions et subrégions biogéographiques, d'après Alfred Russel WALLACE.

Régions	Subrégions
Paléarctique	Nord européenne Méditerranéenne Sibérie Japon
Éthiopienne	Est Afrique Ouest Afrique Sud Afrique Madagascar
Orientale	Inde centrale Sri Lanka Himalaya Indo-malais
Australienne	Austro-Malaise Australie Polynésie New Zélande
Néotropicale	Chili Brésil Mexique Antilles
Néarctique	Californie Montagnes de Rocky Alléghénies Canada

2. Rappel sur la répartition du règne végétal

2.1. Notions de flore et de végétation

2.1.1. La flore: La flore est la liste (composition en espèces) des espèces végétales présentes dans une région déterminée plus ou moins étendue. Exemples: flore d'Algérie ; flore d'un lac ; flore de la Méditerranée ; flore du Sahara.

2.1.2. La végétation: La végétation est un ensemble des végétaux (ensembles architecturaux) qui couvrent un territoire et en forment le paysage. La végétation d'un territoire déterminé traduit la manière dont les éléments de la flore s'harmonisent en fonction des exigences propres de chaque espèce et ceci par rapport aux conditions du milieu. Pour décrire ces ensembles on s'intéresse à la distribution horizontale (unités), à la distribution verticale (strates) et la distribution dans le temps (anciennes, récentes, etc.).

2.2. Le déterminisme de la flore et de la végétation: La composition floristique d'un territoire donné est, en général, la conséquence des variations des différents facteurs historiques. La structure de la végétation exprime la façon des plantes à s'adapter aux différents facteurs extrêmes tels que l'influence du climat, du sol et biotique.

a) Processus évolutifs: Aux cours des ères géologiques les groupes de végétaux les mieux adaptés ont peu à peu supplantés. A l'ère primaire, c'est l'ère des Fougères. A l'ère secondaire, succèdent les Gymnospermes. Puis, celle des Angiospermes au tertiaire et quaternaire (voir Figure 8). Ces processus peuvent avoir lieu au niveau des familles taxonomiques. Exemple: la famille des Asteridae aux organes sexuels mieux protégés, se différencie à partir de la famille des Rosidae.

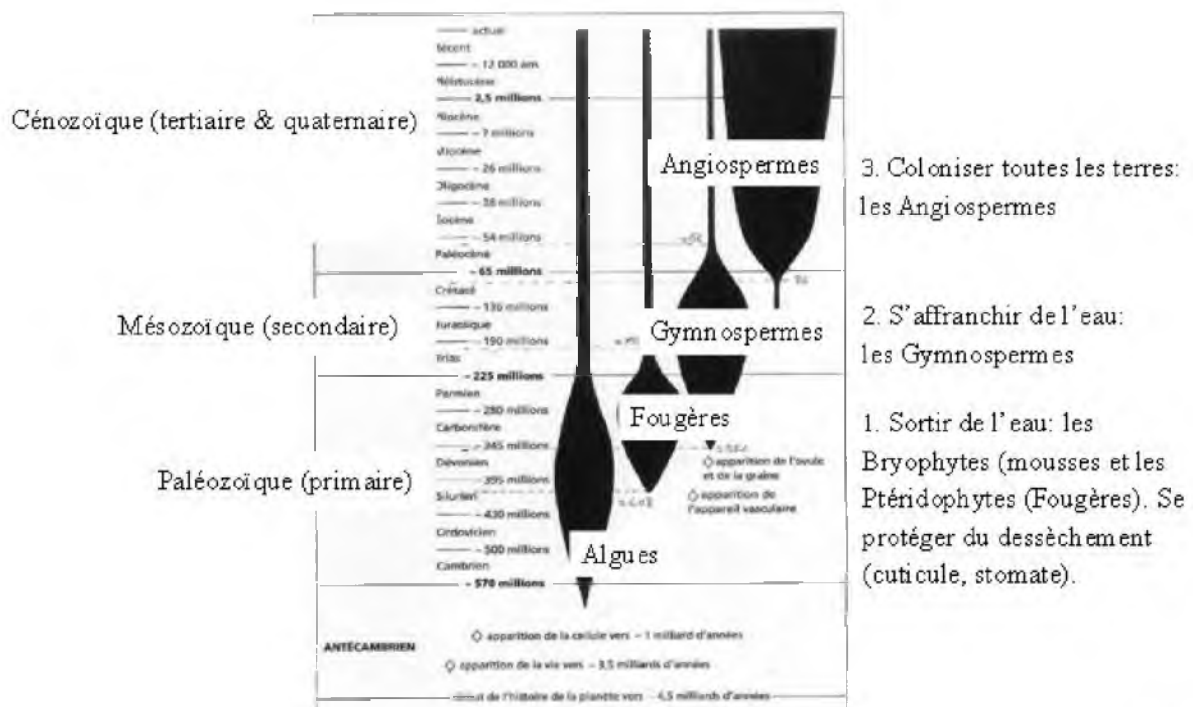


Figure 8. Histoire du règne végétal et évolution (Angiospermes) des plantes terrestres.

b) Processus (vicissitudes) paléogéographiques: Les vicissitudes sont des événements qui peuvent être bénéfiques ou nocifs. Exemple: L'avancée de grands glaciers qui recouvrent au quaternaire la majeure partie de l'Europe élimina la flore ligneuse tertiaire. Par contre, le recul ultérieur de ces glaciers a permis à la flore froide de se réfugier aux niveaux des hautes montagnes. C'est cette flore qui caractérise aujourd'hui la zone boréale.

c) Facteurs édaphiques: L'influence du sol sur la répartition des espèces végétales est très grande. Les propriétés physiques (texture, structure, porosité, perméabilité, etc.), sa nature (argileuse, sablonneuse, limoneuse), son origine (résiduel, alluvions), son évolution (présence d'horizon) sont des facteurs déterminants pour la végétation. La végétation saxicole pousse sur les falaises, les rochers et les éboulis. Certaines de ces espèces végétales préfèrent les crevasses rocheuses pour se développer: les Chasmophytes. D'autres espèces poussent dans de petits replats où les détritiques et l'humus s'accumulent: Chomophytes. En effet, en Angleterre la Capillaire des murailles *Asplenium trichomanes* (Fougère) est une plante Chasmophyte et la Giroflée des murailles *Erysimum cheiri* (Brassicacée) est un exemple de plante Chomophyte. Les espèces végétales calcicoles (ou calciphiles) sont des plantes qui poussent sur des roches riches en calcium et sol formé de calcaire. En Angleterre, en Pays de Galles et en Ecosse l'aire de distribution de l'Avoine des prés *Helictotrichon pratense* (Poacée) se limite aux endroits à sol calcaire et les schistes riches en calcium des terres hautes de l'Ecosse. Par contre, la Canche flexueuse *Deschampsia flexuosa* (Poacée) est une espèce calcifuge (ou calciphobe) qui évite les sols riches en calcium. Elle préfère les sols plutôt acides développés sur des roches déficientes en calcium.

d) Topographie

- Versant

Dans les régions de collines, la pente et l'exposition du sol influencent sa température et son humidité. L'effet du versant affecte fortement l'ambiance climatique de la surface et des couches supérieures du sol. Pour cette raison, la quasi-totalité des paysages (végétation et sol) présentent des différences importantes entre le versant nord et sud, entre les côtes et les collines de montagnes. Dans l'hémisphère nord, les pentes exposées au Sud sont directement en face du rayonnement solaire, dont le pouvoir réchauffant et asséchant limite la végétation à des formes buissonnantes, xériques (résistantes à la sécheresse). Les pentes adjacentes, exposées au Nord, restent relativement froides et humides et arborent une végétation de type mésique (nécessitant de l'humidité). Dans une région en Angleterre, les températures moyennes estivales sont plus élevées sur une pente orientée vers le sud (différence de 3°C) que sur une pente orientée vers le nord. Ces différences affectent la croissance des plantes

(xérique contre mésique). Dans le versant sud du Jura suisse, le couvert végétal est dominé par le Chêne pubescent *Quercus pubescens* qui supporte bien la chaleur et son sous bois est caractérisé par la présence de l'Orchis pâle *Orchis pallens* (Orchidée), de la Violette admirable *Viola mirabilis* (Violacée) et de la mélitte à feuilles de mélisse *Melittis melissophyllum* (Lamiacée). Le versant nord est dominé par la forêt à Hêtre commun *Fagus sylvatica* avec des plantes subalpines comme le Tabouret des Alpes *Thlaspi Alpestre* (Brassicacée) et la Doradille verte *Asplenium viridis* (Fougère).

- Inclinaison

La pente est l'inclinaison du sol à l'horizontale. Elle affecte la végétation par son influence sur l'humidité du sol et sur la stabilité substrat. La toposéquence de la végétation est à l'image de la toposéquence géomorphologique. A Shropshire en Angleterre, la végétation des Podzols à humus des pentes des sommets sèches est composée de la Callune *Calluna vulgaris* (Ericacée), du Bouleau verruqueux *Betula pendula* (Betulacée), de la Fougère Aigle *Pteridium aquilinum* (Fougère) et de la Canche flexueuse *Deschampsia flexuosa* (Poacée). Les terrains à Podzols grès les pentes humides et constituent les landes humides à Bruyère des marais *Erica tetralix*, à Molinie bleue *Molinia caerulea* et à linaigrette à feuilles étroites *Eriophorum angustifolium* (Cyperacée). Les tourbières se forment dans les pentes humides et la végétation type est formée notamment de mousses de tourbière *Sphagnum* sp, etc.

e) Vent

L'effet des vents forts et dans une moindre mesure d'autres facteurs (tempêtes, tornades, neige, etc.) peuvent avoir un impact considérable sur les peuplements végétaux. Dans de nombreuses forêts, le déracinement est le principal moyen par lequel la richesse des espèces végétales est maintenue. Un arbre tombé crée des Chablis dans la forêt qui semble vital pour la dynamique des peuplements végétaux par les voies de succession: elle fournit des niches avec beaucoup de soleil pour les espèces des strates inférieures, favorise la libération de jeunes arbres qui étaient dans l'ombre et facilite le recrutement de nouveaux individus. Les Chablis sont des ouvertures induites par diverses perturbations. Dans les forêts tropicales, les petits Chablis de 0,04 ha sont ouverts par la chute de grands arbres. La foudre ouvre les Chablis d'une superficie d'environ 0,6 ha.

g) Disjonctions géologiques

Les disjonctions géologiques sont communes dans les continents de l'hémisphère sud qui formaient une seule masse terrestre (Gondwana) au cours de la période du Trias, mais ont par la suite fragmentés et se sont séparés. Les populations végétales ancestrales vivant sur Gondwana ont ainsi divisé et ont évolué indépendamment. Leur origine Gondwana se reflète dans les distributions actuelles de jour. Cela se voit dans de nombreuses familles de plantes à fleurs. En effet, les Protea, les Banksia et la famille des Proteacées est l'une des plus importantes familles de l'hémisphère sud (*c.f.* chapitre 1, Figure 3).

h) Disjonctions climatiques

La recherche des facteurs actuels de limitation des aires ne suffit pas à expliquer la répartition présente des organismes. Celle-ci résulte également de facteurs passés. Des modifications climatiques sont autant de bouleversements profonds qu'ont subi les conditions géographiques et écologiques et par évidence non sans conséquence sur les aires et les distributions des espèces. Les disjonctions climatiques résultent d'une distribution autrefois très répandu étant réduit et fragmenté par le changement climatique. Un exemple de distribution actuelle causée par les changements climatiques est la famille des Magnoliacées (*c.f.* chapitre 1, Figure 3). Les Magnoliacées étaient autrefois partie d'une forêt de feuillus arcto-tertiaire qui couvrait des terres vastes dans l'hémisphère Nord. L'Armoise norvégienne *Artemisia norvegica* est une petite plante alpine. Au cours de la dernière période glaciaire, elle était très répandue en Europe du Nord et centrale. Le réchauffement climatique au cours de l'Holocène a trouvé refuges en Norvège, dans les montagnes de l'Oural et dans les deux sites isolés en Écosse.

3. Méthodes de la classification des Angiospermes

Les classifications anciennes (classiques) des Angiospermes sont basées sur la morphologie des taxons. En effet, Linné (1707-1778) a créé une certaine classification qui est appelée «*systema naturae*». Linné est l'inventeur de la nomenclature binomiale (2 mots, genre et espèce). Il a pris en considération le critère «géométrie des pièces florales». L'élément de base est l'«espèce». Cette classification reste artificielle et fixiste, puisqu'il considérait les plantes comme des créations divines fixes et

définitives (n'évoluent pas). Actuellement, les résultats des autres sciences telles que la cytologie, la biochimie, la physiologie, la paléontologie, moléculaire, etc. sont utilisées dans la taxonomie qui constitue une véritable science de synthèse en pleine évolution.

3.1. Méthodes de la bio-systématique: Elles consistent à la recherche des discontinuités entre les populations génétiques expérimentées. Pour confirmer les résultats on utilise des méthodes statistiques. Les expériences les plus utilisées sont: expériences cytologiques (forme et nombre des chromosomes par exemple) et génétiques.

3.2. Méthode phénétique (numérique): Elle tente de grouper des individus ayant en commun une partie de leur génome, des individus présentant un taux de ressemblance élevé. La différence morphologique suffirait à rendre compte de la proximité ou de l'éloignement généalogique entre les taxons considérés. Cette méthode présente l'inconvénient de ne pas considérer l'histoire spatio-temporelle des taxons qui est une composante essentielle dans les reconstitutions phylogénétiques.

3.3. Méthode cladistique: Cette méthode a été créée pour contourner le défaut de parallélisme de la méthode phénétique. Elle consiste à construire un cladogramme (par un logiciel). Cette méthode est appelée «phylogénétique systématique». Elle est basée sur la polarité des caractères: déterminer l'état d'évolution des caractères. Exemple: les caractères chez les feuilles;

- Feuille simple à bordure lisse → Plésiomorphie (caractères primitifs)
- Feuille simple à bordure dentelée → Etat intermédiaire
- Feuille composée à bordure épineuse → Apomorphie (caractères dérivés)

3.4. Systématique moléculaire

La classification actuelle des Angiospermes est basée sur l'utilisation des outils moléculaires. En effet, les séquences d'acide nucléique remplacent une centaine de caractères morphologiques. L'étude moléculaire permet de travailler sur un nombre de caractères beaucoup plus important puisque pour un gène de 1500 paires de bases, ce sont 1500 caractères qui sont analysés. En botanique c'est essentiellement l'ADN chloroplastique qui est étudié car il est de petite taille (15 000 paires de bases soit 15 000 caractères) et se trouve en grandes quantités dans la plupart des cellules végétales.

Le gène le plus utilisé est le gène *rbCL* qui code pour la grande sous-unité de la protéine RUBISCO (protéine ayant un rôle dans la photosynthèse). Le gène ITS qui est une région non codante de l'ADN ribosomique est aussi utilisée.

4. Grands lignes d'évolution chez les Angiospermes

Parmi les plus importants caractères évolutifs nous citons les suivants:

- Les espèces ayant des pièces florales soudées sont considérées comme étant les plus évoluées.
- La disposition des pièces florales en verticilles (rond) est un caractère évolutif par rapport à la disposition hélice.
- L'alternance des pièces d'un verticille par rapport à celle de l'autre verticille successive est un caractère évolutif.
- Les fleurs irrégulières sont plus évoluées que les fleurs régulières.
- Les fruits indéhiscent sont plus évolués que les fruits déhiscent.
- Les graines ex-albuminées sont plus évoluées que les autres graines (graines albuminées).
- Les espèces végétales herbacées sont plus évoluées que les espèces arborescentes.
- Les espèces végétales annuelles sont plus évoluées que les espèces vivaces.
- Les feuilles isolées (alternées) sont plus primitives que les feuilles opposées.
- Les bois hétéroxylés (chez les Angiospermes, parenchyme et fibres) sont plus évolués que les bois homoxylés (chez les Gymnospermes, trachéides à ponctuations aréolés).

5. Répartition générale des formations végétales du globe

Malgré la structure dissymétrique de la biosphère, on constate que les divers biomes ne sont pas répartis de façon désordonnée mais présentent au contraire une zonation assez régulière tant en latitude qu'en altitude (Figure 9). Si l'on chemine de l'équateur au pôle, on retrouve la même séquence que ce soit dans l'hémisphère sud ou nord. Les biomes correspondent très bien aux grands climats.

5.1. Biomes terrestres

Les climats tempérés se caractérisent par des températures moyennes annuelles qui vont de 5°C à 50°C à basses altitudes. Ces climats se rencontrent entre les altitudes 30°N et 45°N en Amérique du Nord et entre 40°N et 60°N en Europe, en raison du

réchauffement produit par le Gulf Stream. Le gel est un facteur important dans toute la zone tempérée et déterminant dans la distinction entre les climats tropicaux et subtropicaux. Dans la zone tempérée, les biomes sont différenciés d'abord par la quantité et le régime saisonnier des précipitations, bien que la longueur de la saison sans gelée, que l'on appelle la saison de végétation et la violence du gel soient aussi facteurs importants. Nous distinguons sept biomes terrestres dans la zone tempérée:

5.1.1. Biome de la forêt décidue (caducifoliée)

Il se trouve en Amérique du Nord dans l'Est des Etats-Unis et du Sud du Canada. Il est largement répandu en Europe et en Asie (Figure 9). Il est peu développé dans l'hémisphère sud (Nouvelle Zélande, Chili) du fait de températures hivernales plus douces aux latitudes moyennes. La longueur de la saison de végétation varie de 130 jours aux latitudes élevées à 180 jours aux latitudes les plus basses. Les précipitations sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle. Il en résulte que l'eau a tendance à s'enfoncer dans le sol et à être drainée à travers les paysages vers les ruisseaux ou les rivières. La végétation est dominée par des arbres décidus: les chênes, les érables, les bouleaux, les hêtres et les noyers. La strate arbustive est régulièrement présente. Les plantes herbacées poussent et fleurissent tôt au printemps, alors que les arbres n'ont pas encore de feuilles et que la lumière du soleil peut atteindre le sol.

5.1.2. Biome de la forêt de conifères

Il est dominé par les pins et apparaît sous des conditions de stress hydrique et nutritif, souvent sur sol sableux. Les forêts de pins des plaines des états de l'Atlantique et du Golfe, les forêts du Pin gris *Pinus banksiana* au Nord des états des grands lacs et du centre du Canada. Les forêts du Pin ponderosas *Pinus ponderosa* de l'Ouest américain comptent parmi les principaux représentants de ce biome en Amérique du Nord (Figure 9). La faible disponibilité de l'eau et des nutriments favorise les arbres à aiguilles et sempervirents qui résistent à la dessiccation et utilisent lentement les nutriments car ils gardent leurs aiguilles plusieurs années. Le sol est sec et les feux sont fréquents dans ces territoires, mais la plupart de ces espèces végétales sont capables de résister au passage du feu.

5.1.3. Biome de la forêt tempérée ombrophile

Il se rencontre près de la côte pacifique dans le Nord-Est des États-Unis et de la Colombie britannique, et aussi au Sud du Chili, de la Nouvelle Zélande et de la Tasmanie (Figure 9). Un hiver doux, des pluies hivernales très fortes et le brouillard estival créent les conditions idéales à l'installation d'une forêt sempervirente très haute. En Amérique du Nord, ces forêts sont dominées au Sud par le Séquoia et au Nord par le Sapin de Douglas. Les arbres atteignent des hauteurs de 60 ou 70 mètres et peuvent dépasser les 100 mètres. Par opposition aux forêts ombrophiles des tropiques, la diversité d'espèces dans les forêts tempérées ombrophiles est relativement faible.

5.1.4. Biome de prairie tempérée

Il se développe dans les endroits où les précipitations annuelles sont de 35 à 80 cm. Les étés sont secs et chauds, et les hivers froids. La saison de végétation augmente du Nord au Sud d'environ 120 à 300 jours, respectivement. En Amérique du Nord, ce biome porte souvent le nom de prairie (Figure 9). En Asie, il porte le nom de steppe. La végétation est dominée par les herbacées du groupe des Graminées qui peuvent atteindre deux mètres dans les parties les plus humides du biome. Il n'atteint que de 20 cm dans les parties les plus arides. Les feux ont une influence importante dans les prairies, en particulier lorsque la végétation est chèche à la fin de l'été. La majeure partie de ce biome est actuellement exploitée pour l'agriculture. Lorsque les précipitations annuelles sont comprises entre 25 et 50 cm, que les hivers sont froids et les étés chauds, les prairies sont remplacées par le biome de fourré tempéré. Le biome du fourré couvre la plupart du grand bassin de l'Ouest des États-Unis. Dans le Nord de cette région, l'Armoise *Artemisia tridentata* est le buisson dominant. Par contre, dans les parties plus au Sud et sur des sols plus humides, les Genévriers et les Pins pignons très espacés dominent le paysage et forment des forêts claires n'excédant pas 10 mètres de haut, avec un couvert herbacé épars. Dans ces fourrés, l'évapotranspiration potentielle excède les précipitations pendant la majeure partie de l'année, et comme les sols sont secs, l'eau les traverse pour former des ruisseaux et des rivières. Les feux sont peu fréquents dans ce biome. De nombreuses prairies sèches dans l'Ouest des États-Unis et ailleurs dans le monde ont été transformées en fourrés par l'excès de pâturage.

5.1.5. Biome forestier méditerranéen

Il est distribué aux environs de 30° à 40° de latitude au Nord et au Sud de l'équateur un peu plus haut en Europe, sur le côté Ouest des continents. Des représentants de ce biome se trouvent dans le Sud de l'Europe et de la Californie pour l'hémisphère Nord, dans le centre du Chili, dans la région du Cap en Afrique du Sud et dans le Sud-Ouest de l'Australie pour l'hémisphère Sud (Figure 9). Le climat méditerranéen est caractérisé par des températures douces, des pluies hivernales et une sécheresse estivale. Ce climat permet l'installation d'une végétation arbustive épaisse et sempervirente de un à deux mètres de haut, avec des racines profondes, et un feuillage adapté à résister à la sécheresse. Les plantes méditerranéennes, qui ont des feuilles petites et persistantes, forment la végétation sclérophylle (à feuilles dures). Les feux sont fréquents dans le biome méditerranéen, et la plupart des plantes ont soit des graines résistantes au feu, soit une couronne racinaire qui rejette rapidement après le passage du feu. Le climat et la végétation de déserts des régions sèches d'Asie centrale, les déserts de Gobi et de Mongolie sont complètement différents de ceux des régions arides de la ceinture subtropicale de hautes pressions qui entour la terre. Le désert de Gobi tombe dans la zone climatique continentale de Walter caractérisée par de faibles précipitations et des hivers froids. Ce climat, similaire à celui du Grand Bassin et des plaines de l'Ouest des États-Unis, favorise le développement de prairies sèches, les steppes et de fourrés. Lorsque les précipitations sont presque nulles, la végétation est également presque nulle, laissant place à un paysage de sable et de pierres.

5.1.6. Biome du désert subtropical

Il se développe dans les latitudes comprises entre 20° et 30° au Nord et au Sud de l'équateur (Figure 9) dans des régions où il pleut très peu (moins de 25 cm par an) et où la saison de végétation est généralement longue. Du fait des faibles précipitations, les sols des déserts subtropicaux sont peu profonds, dépourvus de matières organiques et de pH neutre. Des bassins de sédimentation de carbonate de calcium imperméable se développent régulièrement à la limite de pénétration de l'eau, à la profondeur d'un mètre ou moins. Les buissons de Créosote *Larrea tridentata* dominent la végétation des déserts subtropicaux des Amériques. Les sites les plus humides sont colonisés par

des Cactus succulents, des arbrisseaux et de petits arbres comme les *Prosopis* sp et les *Cercidium* sp. La plupart des déserts subtropicaux connaissent des pluies estivales. De nombreuses herbacées jaillissent alors du sol depuis leurs graines dormantes, croissent et se reproduisent rapidement, avant que le sol soit à nouveau sec. Beaucoup de plantes de ces déserts ne tolèrent pas le gel. La diversité spécifique dans ce biome est souvent beaucoup plus importante que dans les zones arides tempérées.

5.2. Biomes polaires et boréaux

Trois biomes sont caractéristiques des hautes latitudes de l'hémisphère Nord, et des zones de hautes altitude des régions tempérées et tropicales: le biome forestier boréal (Taïga), le biome de Toundra et le biome de Toundra alpine.

5.2.1. Biome de Taïga

C'est une immense forêt boréale de conifères, qui constitue un des biomes majeurs des milieux continentaux. Elle s'étend sans discontinuité dans l'ensemble des zones subarctiques de l'Amérique du Nord et de l'Eurasie, entre les 50° et 60° degrés de latitude Nord (Figure 9). Les précipitations sont assez faibles mais régulièrement réparties au long de l'année (40 à 100 cm par an). La Taïga exige pour croître un minimum d'un mois où la température moyenne est supérieure à 10°C et deux mois consécutifs sans gelée. Des forêts mixtes de feuillus s'intercalent entre la Taïga et les forêts caducifoliées. La Taïga croît sur des sols boréaux pauvres en éléments minéraux nutritifs. La respiration faible des aiguilles persistantes permet aux conifères de supporter l'hiver malgré le faible apport d'eau. On y trouve des Pins sylvestres *Pinus sylvestris* qui sont sempervirents (feuilles caduques). Les espèces de Pins et d'Épicéas sont les plus fréquentes. Leur répartition dépend du paléoclimat et du climat actuel. La saison de la végétation atteint rarement 100 jours, et le plus souvent n'est que de 50 jours. La diversité spécifique est très faible.

5.2.2. Biome de Toundra arctique

Elle occupe la région comprise entre la limite naturelle des arbres vers les pôles et les régions correspondant aux calottes glacières (Figure 9). Elle est présente essentiellement dans l'hémisphère boréal. La saison végétative est très brève (60 jours maximum) et la température ne dépasse pas 10°C. Les précipitations sont souvent inférieures à 60 cm par an. Le couvert végétal, constitué par des plantes herbacées, des

Cryptogames et des arbustes, croît sur des sols en permanence gelés en profondeur. Les plantes arbustives (Bouleaux, Saules nains, Bruyères) prédominent au Sud et dans les zones les moins froides. Ailleurs il y a surtout des espèces herbacées et des lichens.

5.2.3. Biome de Toundra alpine

Ce biome se rencontre en montagne, au dessus de la ligne des arbres, entre autres dans la chaîne des Rocheuses en Amérique du Nord et sur le Plateau Tibétain en Asie centrale. La Toundra alpine a généralement une saison de végétation plus chaude et plus longue. Les précipitations sont plus importantes, les hivers moins rudes et la diversité spécifique est plus importante que dans la Toundra arctique. Comme dans la Toundra arctique, c'est le froid hivernal qui empêche l'installation des arbres.

5.3. Biomes équatoriaux et tropicaux

Dans les régions du globe comprises entre 20° de latitude au Nord et au Sud de l'équateur, les températures varient plus au cours d'une journée que les températures mensuelles varient au cours d'une année. La température moyenne au niveau de la mer dépasse souvent 20°C. Les environnements des latitudes tropicales se différencient sur la base du régime saisonnier des précipitations, qui crée un gradient continu de végétations depuis les forêts ombrophiles sempervirentes en passant par des forêts saisonnières, des formations dominées par les buissons, des savanes jusqu'aux déserts. Le gel n'est pas un facteur agissant dans les biomes tropicaux, même à haute altitude, et les plantes et animaux tropicaux ne le tolèrent en général pas. Trois biomes sont décrits dans les zones climatiques équatoriales et tropicales.

5.3.1. Biome de la forêt tropicale ombrophile

Elles forment un ruban quasi-continu dans la zone intertropicale (Figure 9). Elles atteignent leur développement maximum entre le 10° degré de latitude nord et sud. Les précipitations sont très abondantes (au moins 200 cm) et régulièrement réparties au cours de l'année. C'est aussi l'endroit où la biosphère reçoit la quantité de chaleur maximale avec un flux lumineux constant au cours de l'année. Ces conditions se rencontrent dans trois régions principales: les bassins de l'Amazonie et de l'Orénoque en Amérique du Sud, et quelques zones en Amérique centrale et le long de la côte Atlantique du Brésil qui constituent la forêt tropicale ombrophile américaine. La zone qui s'étend de puis la partie sud de l'Afrique de l'Ouest vers l'Est jusqu'au bassin du

fleuve Congo constitue la forêt tropicale ombrophile africaine. La forêt tropicale ombrophile Indo-Malaise couvre une partie de l'Asie du Sud-Est (Vietnam, Thaïlande et la Péninsule Malaise). Il en est de même pour les îles entre l'Asie et l'Australie, y compris les Philippines, Bornéo et la Nouvelle-Guinée, et la côte du Queensland en Australie. Les forêts tropicales ombrophiles se caractérisent par une diversité spécifique maximale, une stratification complexe et une biomasse sur pied très importante. La diversité de la forêt est telle que les communautés animales et peuplements végétaux qui la composent sont encore mal connus. On dénombre jusqu'à 423 arbres appartenant à 87 espèces différentes sur un seul hectare de forêt amazonienne. Ce sont les formations végétales les plus anciennes de la planète car elles ont échappé aux conséquences des glaciations. La stratification de ces forêts est complexe et caractérisée par une importante densité à tous les niveaux, à l'exception de la strate herbacée. Les arbres dominants qui la composent sont grands sans être immenses (dites arbres émergents, 40 m). Les lianes sont très abondantes et longues. Les autres épiphytes sont aussi favorisées par l'hygrométrie élevée. La frondaison des grands arbres captant la majorité de l'énergie lumineuse tout au long de l'année (forêt sempervirentes), les jeunes stades sont adaptés à se développer dans une ambiance faiblement éclairée. L'aspect des arbres est homogène: tronc de couleur claire, grande taille des feuilles qui sont rigides, non dentées et caduques. Le développement racinaire est faible et peu profond (95% des racines sur 130 cm en Côte d'Ivoire). Les forêts tropicales ombrophiles croissent sur des sols pauvres en éléments nutritifs car elles sont sur du socle granitique avec un fort lessivage. La plupart des sels minéraux se trouvent dans la biomasse aérienne. Ceci les rend particulièrement sensibles à l'exploitation car il y a alors exportation de ces sels minéraux. Les insectes sont très diversifiés car les habitats sont très variés. Les oiseaux, les reptiles et les mammifères présentent une prédominance de formes arboricoles.

5.3.2. Biome de savane tropicale

La savane peut être définie comme une prairie parsemée d'arbres, typique des grandes étendues sèches des tropiques, spécialement en Afrique (Figure 9). Ce biome connaît des précipitations annuelles de 90 à 150 cm en moyenne, mais les trois ou quatre mois les plus secs reçoivent moins de 5 cm chacun. Les savanes tropicales s'étendent entre

les deux tropiques partout où les précipitations deviennent insuffisantes pour permettre le développement des écosystèmes forestiers. Elles se caractérisent par une grande prépondérance d'un tapis de Graminées parsemé de végétaux ligneux arbustifs ou arborés. Les végétaux ligneux se raréfient quand on s'éloigne vers le Nord ou le Sud, selon l'hémisphère, en allant vers les déserts. Le type physiologique de la savane dépend des précipitations. Les savanes arborées (type guinéen) croissent où les pluies sont supérieures à 1200 mm. Elles sont constituées de différentes espèces d'arbres dispersés au milieu d'un tapis herbacé dense et continu. Ensuite on passe aux savanes arbustives (type soudanien), caractérisées par diverses espèces d'arbustes ligneux résistants aux feux de brousse qui détruisent chaque année le tapis herbacé. Enfin le dernier type, sahélien, d'aspect steppique, plus pauvre en ligneux sert de transition avec le désert. Les Graminées à maturité dépassent généralement un mètre de hauteur. L'abondance des espèces herbacées en saison humide permet le développement des Ongulés: zèbres, gazelles, buffles, etc. La pratique de la culture sur brûlis a provoqué l'extension de savane secondaire par destruction de la forêt. Cette savane se caractérise par la présence de l'herbe à éléphant *Pennisetum purpureum*.

5.3.3. Biome de forêt tropicale saisonnière

Il se développe sous les tropiques autour de 10° de latitude Nord ou Sud. Le climat présente souvent une saison sèche prononcée qui correspond à l'hiver des latitudes plus élevées. Les forêts tropicales saisonnières sont dominées par des arbres caducifoliés, qui perdent leurs feuilles pendant la saison sèche. Plus la saison sèche est forte et longue, plus la forêt est basse et dominée par une végétation épineuse ce qui protège les feuilles du broutage. A l'extrême, la végétation arborescente épineuse est remplacée par une végétation d'arbustes épineux et en fin par le désert dans les régions très sèches qui se rencontrent dans l'ombre pluviométrique des montagnes ou le long des côtes parcourues par des courants océaniques froids.

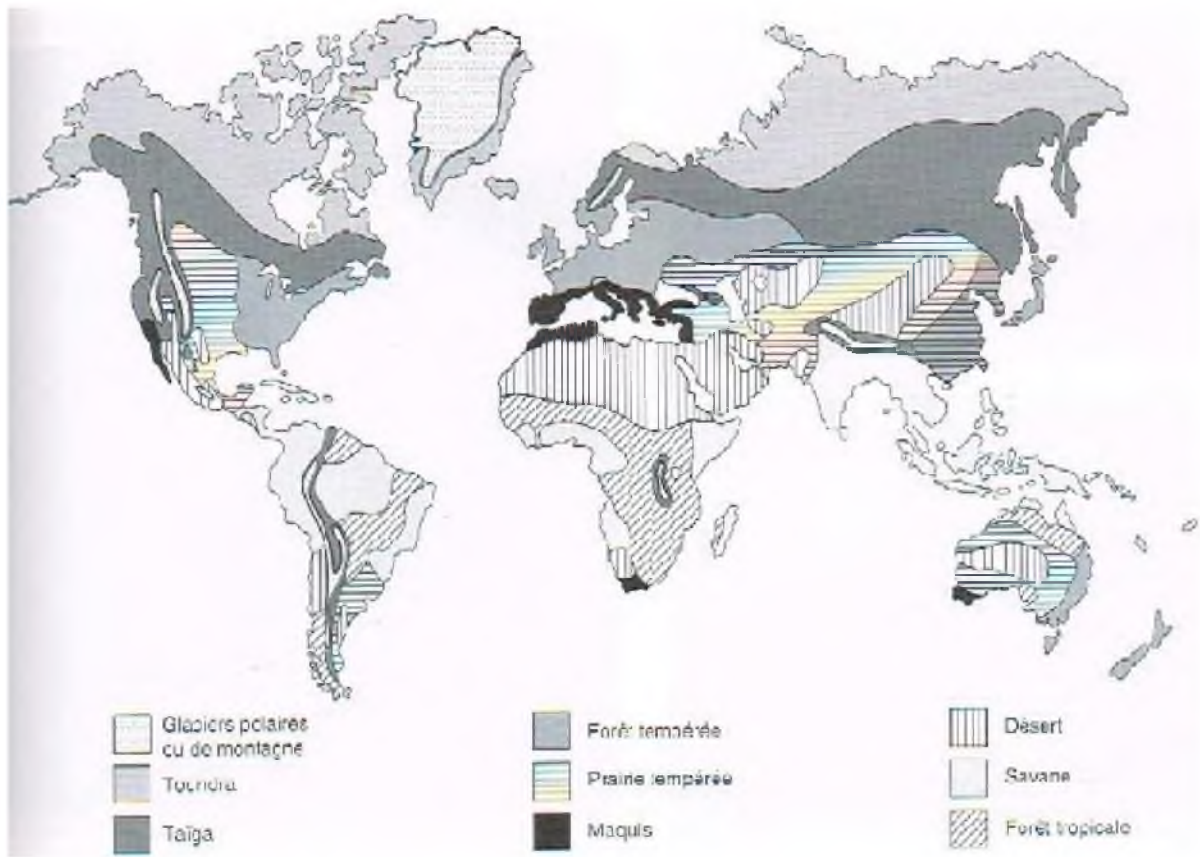


Figure 9. Distribution et localisation des principaux biomes continentaux.

Chapitre 3: zoogéographie

Chapitre III: Zoogéographie

L'établissement et la comparaison des aires font apparaître certaines correspondances dans la distribution géographique des êtres vivants. On reconnaît ainsi des groupes de taxons à localisation géographique sensiblement identique ou endémiques d'une même région du globe. Ces ensembles de taxons permettent de définir des territoires faunistiques dont la hiérarchie est basée sur le niveau d'endémicité au quelle elle correspond. On distingue les empires caractérisés par un endémisme d'ordre et de famille subdivisé en région à endémisme de famille et de genre. Les régions sont subdivisées en domaines puis en secteur et en district dont les taxons endémiques se situent respectivement au niveau de genre, de l'espèce et de la sous-espèce.

1. Les aires de distribution géographiques

La surface de la terre est divisée en large régions biogéographiques. En utilisant la distribution des oiseaux, SCLATER (1858) a divisé le monde en deux divisions basiques: Le vieux monde et le nouveau monde. Le vieux monde comprend l'Europe et le nord de l'Asie, le sud de l'Afrique, l'Inde et le sud de l'Asie et l'Australie et la Nouvelle-Guinée. Le nouveau monde est représenté par le nord et le sud de l'Amérique. Par la suite, le système de SCLATER a été adopté par WALLACE (1876), avec quelques amendements. Ce système reste le plus utilisé jusqu'à présent, appelé le système de SCLATER-WALLACE (Figure 10a). Les six régions définies sont: aire de distribution Néarctique, aire de distribution Néotropicale, aire Paléarctique, aire éthiopienne, aire orientale et australienne. Le Néarctique et le néotropical forment «Neogaea» (nouveau monde). Par contre, les autres régions forment «Palaeogaea» (vieux monde).

Les méthodes modernes de la classification numériques utilisent le même système (système de SCLATER-WALLACE), mais il y a quelques différences. La Figure 10b montre les différentes aires de distribution fauniques dans le monde en se basant sur la distribution des mammifères. Il y a quatre régions Holarctique, Amérique latine, Afro-Tatienne et l'Islande ; et 10 sous-régions (Figure 10b).

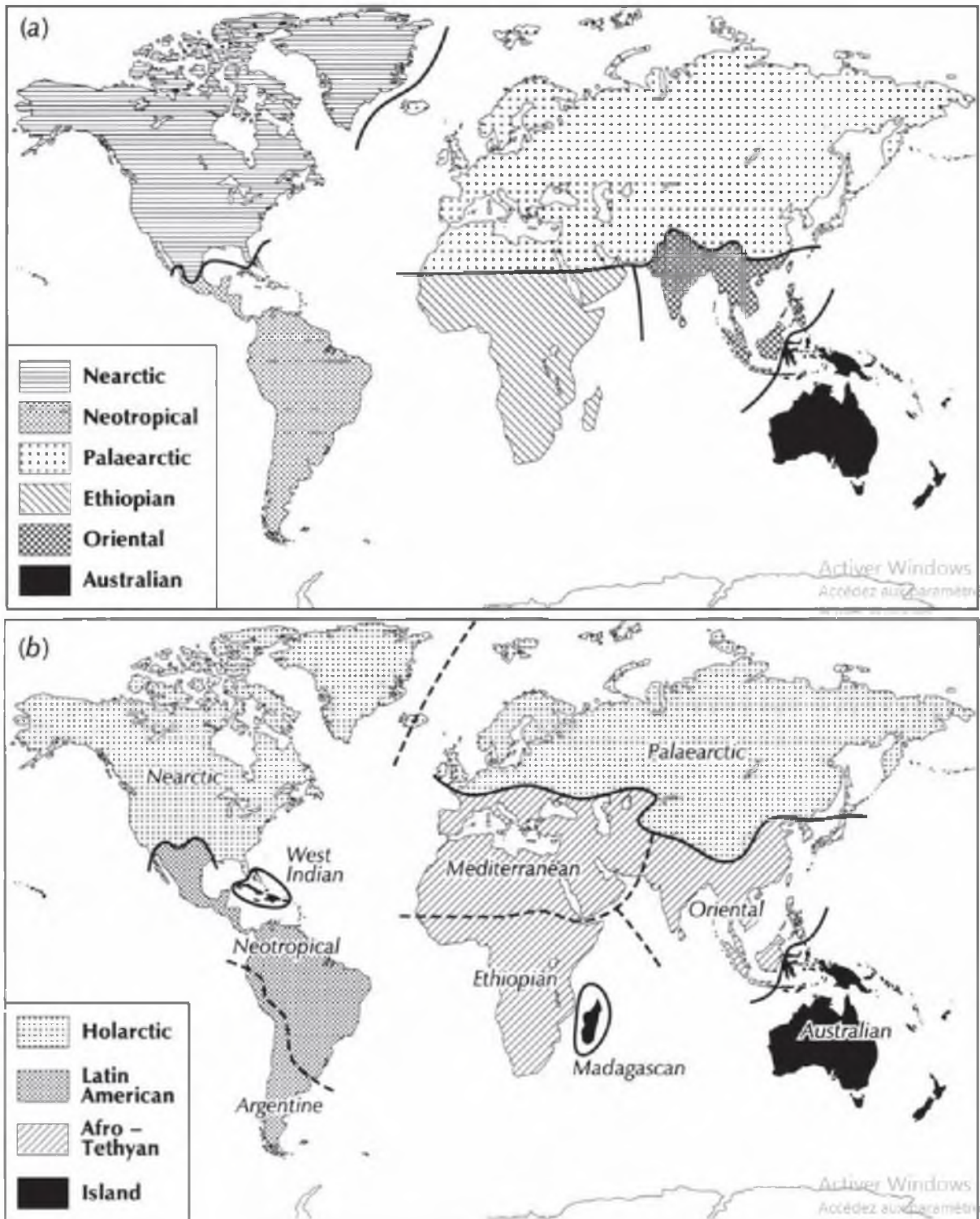


Figure 10. (a) les régions fauniques de SCLATER et WALLACE. (b) la distribution (des mammifères) des quatre régions principales et les dix subrégions, d'après Smith (1983).

2. Empires faunistiques et la faune associée

Le globe se trouve partagé en cinq grands empires terrestres faunistiques, séparés par des zones de transition d'étendus variables (Tableau 2): empire Holarctique (boréal), empire Neotropical (américain), empire Africano-Malgache (éthiopien), empire

Asiatique-Pacifique (indo-malaise et polynésien), empire Antarctique (australien). Bien que les empires ne soient toujours caractérisés par une originalité comparable de la faune. Ces territoires biogéographiques témoignent une certaine similitude dans la répartition des animaux. Elle peut s'expliquer par l'influence prédominante des facteurs géographiques et climatiques qui s'est exercée au cours du temps sur l'ensemble des êtres vivants.

Tableau 2: Exemples de taxons endémiques ou représentatifs des 5 empires terrestres.

Empires	Exemple de faune caractéristique
Holarctique	Castoridés, salamandridés (<i>Salamandra</i> sp, <i>Triturus</i> sp), Salmonidés (Saumons, truites), <i>Ursus</i> sp (Ours brun d'Eurasie, Grizzli), <i>Thalarchos</i> sp (Ours blanc arctique).
Neotropical	Paresseux, Gymnotidés, Lama (ex. Guanaco), <i>Rhombastos</i> sp
Africano-malgache	Giraffidés (girafes, Okapis), Hippopotamidés (<i>Hippopotamus</i> sp), Gorilles, Chimpanzé.
Asiatique-pacifique	Hylobatidés (Gibbons, <i>Hylobates</i> sp), <i>Tarsius</i> sp (Tarsier), <i>Cynocephalus</i> sp.
Antarctique	Macropodidés (Kangourou), <i>Apteryx</i> sp (Kiwi)

3. Les causes de distribution actuelle des espèces animales

Tous les groupes taxonomiques (espèces, genres, familles, etc.) ont une aire géographique de distribution bien déterminée. Cette aire de distribution varie entre quelques mètres carrée à la totalité du globe terrestre. Les limites de la distribution géographique des groupes taxonomiques du rang quelconque sont déterminées par l'environnement physique, les éléments biologiques et son histoire.

3.1. Facteurs locaux

- Sol et substrat

Le type et la texture du sol et du substrat influencent la distribution des espèces et des communautés animales. En effet, on distingue deux types d'espèces: les espèces des terriers et les espèces saxicoles. Exemple 1: on a noté quatre espèces de rongeurs du genre *Perognathus* sp dans la région de Nevada (États-Unis). La distribution de ces espèces dans cette région est déterminée par la nature du sol et du substrat. Une espèce habite les endroits qui sont assez fermés et moins accidentés. La seconde fréquente les versants où les pierres et les éboulis rocheux sont dispersés et partiellement incorporés dans le sol. La troisième espèce est associée aux terrains avec des sols moins profonds

et limoneux. La quatrième espèce est indifférente à la nature du substrat, elle peut survivre sur une variété de types de sols. Les espèces saxicoles habitent les milieux accidentés et rocheux. Exemple 2: Le domaine vital des Damans des rochers africains (*Heterohyrax* sp et *Procavia* sp) comprend les éboulis rocheux et les petites falaises des endroits rupestres. La plupart de leur nourriture se compose de plantes qui poussent sur/ou à proximité des rochers. En plus, les roches fournissent des points de vue utiles pour garder un œil sur les prédateurs et des cachettes.

- Topographie

Les facteurs topographiques influencent les équilibres des écosystèmes. Les plus importants facteurs sont: l'altitude, l'exposition et l'inclinaison.

. Altitude

L'altitude exerce une grande influence sur la distribution des espèces animales. La raréfaction altitudinale de la richesse spécifique est un phénomène depuis longtemps documenté chez les animaux. En Alpes franco-suisse, une baisse moyenne de 60% de la richesse des oiseaux est observée entre étages boisés et étage alpin. La température diminue linéairement avec l'altitude. Les zones de végétation tendent à suivre cette linéarité, où elles causent des variations de la composition des communautés d'oiseaux. En effet, les grosses espèces sont moins insectivores et baccivores que les petites: elles présentent un régime alimentaire moins soumis au calendrier annuel. Elles peuvent être plus sédentaires, d'autant que leur équilibre thermo-énergétique est mieux assuré, même en altitude. Elles trouvent plus de ressources pour nicher que les autres espèces. Elles nichent au sol ou dans les falaises, à l'opposé des autres qui sont arboricoles. En étage alpin-nival, les grosses espèces (exemple des rapaces) sont moins nombreuses, mais elles sont pré-adaptées aux plus hauts niveaux que les petites espèces (exemple des passereaux).

. Versant

Les distributions géographiques de certaines espèces animales sont influencées par l'effet du versant. Sur les pentes du versant sud de la péninsule Kullaberg (sud-ouest de la Suède), les espèces suivantes *Idaea dilutaria*, *Pallipes Danacea* et *Theridion conigerum* se trouvent loin de leur aire de répartition principale, dans le versant nord. Dans le versant nord des montagnes européennes, les Marmottes alpines (*Marmota*

marmota) préfèrent creuser leurs terriers sur les pentes exposées au sud parce que les températures estivales sur ces pentes sont moins élevées par rapport à celles notées sur les pentes orientées au nord. En effet, les températures les plus élevées limitent le temps d'alimentation des Marmottes en ces conditions. En période hivernale, les Marmottes creusent leurs terriers dans les versants sud parce que les conditions pour hiberner sont meilleures.

3.2. Facteurs régionaux

- Facteurs liés à l'histoire climatique

Les périodes glaciaires ont permis l'extension des espèces boréales (exemple Mammouth) jusqu'aux abords de la Méditerranée tout en entraînant le recul des espèces tempérées. Des mouvements inverses se sont produits au cours des périodes interglaciaires. Après le recul définitif des glaciers, il y'a environ 10 000 ans, certaines espèces d'origine nordique ont survécu au-delà de leur aire continue actuelle dans les stations de haute montagne. Les reliques climatiques sont des espèces qui avaient autrefois de grandes aires de distribution géographiques. Exemple du Bœuf musqué *Ovibos moschatus*, une espèce animale terrestre (Figure 11). Dans l'Arctique, il recherche les plaines et les vallées disposant de petits cours d'eau en été et préfère les collines et les plateaux en hiver. Il habite l'extrême nord canadien et le Groenland. D'origine eurasiatique, il a colonisé les latitudes moyennes de l'hémisphère nord pendant les glaciations de l'Holocène, avant de se replier vers l'Arctique à la fin du Würm. Il s'est d'ailleurs éteint dans l'ancien monde il y a 2 000 ans environ, à la suite du réchauffement du climat. Proche de l'extinction au milieu du 20^e siècle à cause de la chasse, ses effectifs ont augmenté depuis (environ 75 000 individus en 1999) et il a été réintroduit dans plusieurs pays (Scandinavie, Arctique russe, etc.).



Figure 11. Aire de distribution géographique actuelle (et passée) du Bœuf musqué *Ovibos moschatus*. Noir: actuelle ; hachuré: historique ; points noirs: fossiles.

- Facteurs liés à l'histoire tectonique

Les faunes d'Amérique du Nord et du Sud ont commencé à mélanger à la fin de l'époque Miocène, il y a environ 6 millions d'années. L'Isthme panaméen est formé aux environs 2,5 millions d'années. L'invasion de l'Amérique du Sud par des espèces animales d'Amérique du Nord a provoqué l'extinction de plusieurs taxons indigènes. Les carnivores placentaires sont apparus et rentrent en compétition avec les carnivores marsupiaux qui ont disparu. Une fois que le 'Bolivar Trough' a été fermé, de nombreuses familles des 'ongulés' nordiques ont voyagé au Sud (Mastodontes, Chevaux, Tapirs, Pécaris, Chameaux et les Cerfs). Lorsque le grand échange faunique entre les deux continents est déclenché (Figure 12), une grande majorité des familles de mammifères terrestres dispersèrent entre le Nord et le Sud de l'Amérique. Au départ, il y avait un équilibre entre les migrants du Nord et du Sud. Au cours du Quaternaire, l'échange est devenu nettement déséquilibrée. Des groupes d'animaux d'origine nord-américaine ont continué de se diversifier à un rythme exponentiel. En

Amérique du Nord, les immigrants du Sud sont les plus touchés par l'extinction. En effet, six familles d'animaux d'origine d'Amérique du Sud sont éteintes dans l'Amérique du Nord, tandis que seulement deux familles d'animaux nord-américaines sont éteintes en Amérique du Sud.

Before this exchange, which has come to be known as the Great American Interchange, each continent had 26 families of land mammals.

About 16 families from each dispersed to the other continent during the interchange.

Of the North American mammals, 26 genera dispersed southward, mainly in the Late Pliocene/Early Pleistocene (about 2.5 million years ago).

At the same time, 12 genera of South American mammals dispersed northward.



Figure 12. Isthme de Panama et le grand échange faunique intercontinental.

3.3. Impacts de l'homme

L'être humain a réussi à exterminer certaines espèces animales, principalement par l'altération et la fragmentation de leurs habitats. Par contre, il a échoué à éradiquer ces espèces introduites qui sont devenues des ravageurs. Le succès de l'invasion de ces espèces introduites dépend de l'interaction entre l'envahisseur et la communauté qu'il envahit. Il est difficile de prédire le devenir et l'impact d'une espèce introduite. En effet, le Vison d'Amérique (*Neovison vison*) est un carnivore des Mustélinés de l'Amérique du Nord. Il a été introduit dans les fermes britanniques dans les années 1930. Certains individus se sont échappés et s'établirent dans la nature. Il se trouve

maintenant dans de nombreuses parties de la Grande-Bretagne et continuera de se propager. Ce carnivore a un impact assez différent sur la faune indigène par rapport à l'effet des autres mammifères introduits. Tout d'abord, le Vison accentue le déclin des Loutres (*Lutra lutra*) dans les zones où le statut de protection de cette espèce est déjà en danger. A l'échelle locale, le Vison a un effet sur le déclin de Campagnol de l'eau (*Arvicola terrestris*).

4. Biogéographie et la faune insulaire

4.1. Définitions

Une île est un espace naturel isolée des autres espaces analogues par des étendues (marines ou terrestres) de structure différente et présente des traits et caractères dont l'étude relève de la biologie insulaire. Il existe trois types d'îles selon leur origine:

- Les vraies îles sont d'origine volcanique (ou îles océaniques, Figure 13 à droite) ; elles n'ont jamais été reliées au continent (atolls).
- Les îles continentales sont d'origine continentale (Figure 13 à gauche) ; elles l'ont été au cours de l'histoire (Grande-Bretagne, les îles méditerranéennes).
- Les îles d'habitats sont les espaces continentaux isolés d'autres habitats semblables par des barrières plus ou moins difficiles à franchir (sommets de montagne, étangs, îlots boisés, etc.).

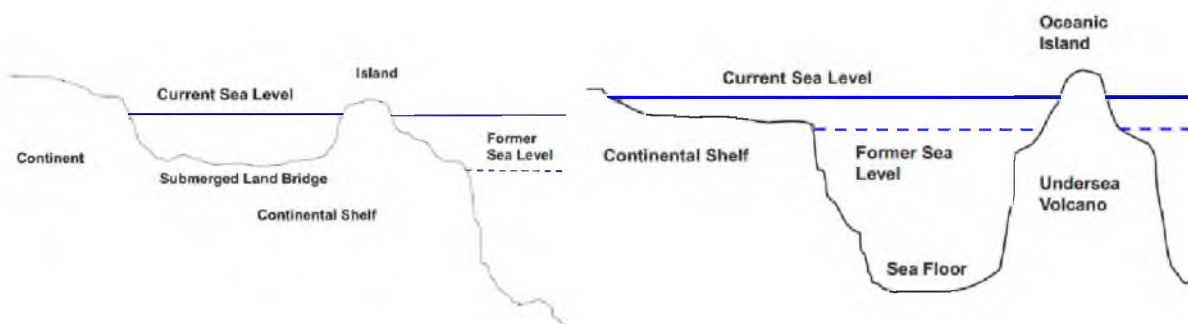


Figure 13. Schéma et origine des îles océaniques et continentales.

4.2. Syndrome d'insularité

Les principaux traits du syndrome d'insularité peuvent se résumer comme l'ensemble des modifications d'ordre morphologique, écologique, éthologique et génétique que présentent les systèmes vivants en situation d'isolement géographique et de confinement. En effet, les faunes des milieux insulaires sont caractérisées par la

réduction du nombre d'espèce, sont de petites tailles, espèces généralistes, relâchement de la compétition interspécifique, inflation de densités, diminution de la fonction prédatrice, vulnérabilité aux perturbations, accentuation de la compétition intraspécifique, élargissement des niches, fécondité diminuée, maturation sexuelle retardée, variations morphologiques.

4.3. Caractéristiques des faunes insulaires

4.3.1. Élargissement des niches

L'élargissement des niches se manifeste sur de nombreux traits: sélection de l'habitat, exploitation de ressources alimentaires, flexibilité du comportement et utilisation du temps. En effet, la Musaraigne des jardins *Crocidura suaveolens*, qui est nocturne sur le continent, peut chasser jour et nuit en Corse. Une modification du spectre des ressources exploitées sur les îles est due à une distribution différente de ces dernières. En Corse, l'élargissement de la niche alimentaire de la Mésange bleue *Cyanistes caeruleus* est dû à une distribution différente des ressources. L'abondance des chenilles, ressources clé pour ces oiseaux, est beaucoup plus faible dans l'habitat sclérophylle de Corse dominé par le Chêne vert que dans l'habitat continental dominé par des feuillus décidus. Par conséquent, les oiseaux insulaires sont contraints de se rabattre sur des proies de substitution moins rentables comme les Araignées ou les Sauterelles.

4.3.2. Inflation des densités

Le processus de compensation des densités des vertébrés est un caractère régulier des communautés insulaires. L'inflation des densités est d'autant plus accentuée que le syndrome d'insularité est plus marqué. En effet, la densité totale des communautés d'oiseaux dans les anciennes forêts de Corse est plus importante (64,1 couples/10 ha pour 18 espèces) que celle notée en Province (61,3 couples/10 ha pour 23 espèces).

4.3.3. Changements morphologiques

Les organismes insulaires deviennent nains ou géants. Une tendance générale est celle du gigantisme des herbivores, rongeurs, lagomorphes, artiodactyles, tortues herbivores, et du nanisme des prédateurs, mammifères et reptiles. Il en résulte une tendance générale au gigantisme des petits et au nanisme des grands. Les changements de taille reposent sur les changements dans la distribution des ressources et dans les

interactions interspécifiques, compétition et prédation. Une diminution des ressources avantagerait la petite taille chez les prédateurs. Par contre, le fléchissement des pressions de prédation et de compétition favoriserait la grande taille chez les consommateurs primaires. Le Mulot à gorge jaune *Apodemus flavicollis* est plus grand sur l'île de Gotland, où n'existent ni compétiteurs ni prédateurs, que sur l'île d'Oland où cette espèce cohabite avec le Campagnol roussâtre *Clethrionomys glareolus*, le Campagnol agreste *Microtus agrestis* et plusieurs espèces de Mustélinés prédateurs. De plus, les taxons insulaires présentent souvent, par rapport à leurs congénères continentaux, des déplacements de caractères: modifications des rapports allométriques de certains organes et accentuation du dimorphisme sexuel. À l'exemple des Pinsons de Darwin, où la variation de la taille du bec est étroitement corrélée à celle des graines dont ils se nourrissent.

4.3.4. Changements démographiques

La démographie des populations insulaires des oiseaux, des mammifères et des Lézards connaissent de frondes transformations et changements. La fécondité instantanée (taille de ponte ou de la portée) est plus faible en milieu insulaire que sur le continent. Cette baisse de fécondité est compensée par un surcroît d'investissement dans d'autres traits tels que l'aptitude à la compétition et la survie des adultes et des jeunes. Par exemple, la fécondité annuelle de la Mésange bleue sur l'île Corse est de 30 % inférieure à ce qu'on observe sur le continent.

4.3.5. Prime à la sédentarité

Dans les îles, les populations animales abondantes et stables diminuent les risques d'extinction. La sédentarité a l'avantage de diminuer les effets de dispersion. Ce trait se manifeste à travers le filtrage des immigrants, les meilleurs candidats à la colonisation étant les espèces sédentaires. Dans les îles méditerranéennes, la proportion d'oiseaux sédentaires est plus élevée (94 %) que sur les continents voisins (55 %). Dans le passé, la Corneille d'Hawaï *Corvus hawaiiensis* a traversé l'océan sur plus de 4000 km pour atteindre l'archipel d'Hawaï; mais elle est incapable aujourd'hui de franchir un bras de mer de 50 km qui lui permettrait de coloniser une autre île. Chez les oiseaux insulaires, la sélection naturelle favorise l'aptérisme parce qu'il serait une garantie contre les déplacements à longue distance. La dispersion à

distance est moins nécessaire sur les îles que sur les espaces continentaux en raison de l'élargissement des niches, de l'inflation des densités et des moindres pressions de compétition interspécifique. Les outils de dispersion disparaissent et deviennent inutiles et ne sont pas sélectionnés.

4.3.6. Comportement et structure sociale

La modification du comportement territorial des reptiles, mammifères et oiseaux insulaires est liée, d'une part, à l'abondance supérieure et à la prévisibilité meilleure des ressources en milieu insulaire qu'en milieu continental. D'autre part, le coût de défense du territoire contre les prétendants devient trop élevé et les contacts intra-spécifiques sont très fréquents dans les populations les plus denses. En effet, l'agressivité des mésanges insulaires de Corse est plus faible que celle de leurs congénères continentales. Ces différences de comportement sont associées à des modifications physiologiques. Les mésanges insulaires ont un rapport hormones femelles/hormones mâles (œstrogènes/androgènes) plus élevé que les oiseaux continentaux.

4.3.7. Vulnérabilité des communautés insulaires

Les communautés animales insulaires isolées depuis longtemps vivent dans des conditions particulières et différentes de celles qui prévalent sur les continents. La résistance acquise par des processus adaptatifs rend ces communautés vulnérables aux perturbations et invasions. La vulnérabilité est plus grande quand il s'agit d'espèces introduites par l'homme. Les introductions et les bouleversements divers que l'homme a opérés dans les îles ont toujours eu des effets désastreux. Introduire des intrus (rats, lapins, souris, chiens, chats, chèvre, cochons) dans des communautés dépourvues de moyens de défenses deviennent de redoutables prédateurs et compétiteurs. Dans l'archipel des Hawaï, 14 des 36 espèces endémiques qui existaient avant la colonisation par l'homme se sont éteintes, victimes de la malaria avienne apportée par les oiseaux introduits. En 1894, le chat du phariste de l'île de Stephens a exterminé ainsi le dernier individu du Troglodyte insulaire *Xenicus hyalli*. Cela témoigne de la sensibilité des communautés insulaires au moindre dérangement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- QUÉZEL P. & SANTA S., 1962 - *Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. C. N. R. S., Paris, Tome 1, 1-570 p.
- RAYNAL-ROQUES A., 1999 - *La botanique redécouverte*. INRA Editions, Belin, 512 p.
- BLONDEL J., 2000 - *Biogéographie (approche écologique et évolutive)*. Masson, Paris, 297 p.
- HUGGETT R.J. ., 2002 - *Fundamentals of Biogeography*. Routledge, London and New York, 261 p.
- RICKLEFS R.E. & MILLER G.-L., 2005 - *Écologie*. 4^{ème} Ed. De Boeck & Larcier s. a., Paris, 821 p.
- ROLAND J.-C., ROLAND F., EL MAAROUF-BOUTEAU H. & BOUTEAU F., 2008 - *Atlas de biologie végétale. Organisation des plantes à fleurs*. Collection sciences sup., Édition Dunod, Tome 2, 152 p.