**Unité d’enseignement Fondamentale 1 : Ecologie des populations et des communautés**

**Matière : Biologie des populations et des organismes**

**Crédits : 7**

**Coefficient: 4**

**Programme :**

**Chapitre I  :** Les Concepts en Ecologie

**Chapitre II  :** Dynamique des populations

**Chapitre III :** Structure et Organisation des biocénoses

**Chapitre V  :** Evolution des Biocénoses

**Chapitre VI :** Les principales biocénoses continentales de la biosphère

**Chapitre I : Les Concepts en Ecologie**

1. Historique de l’écologie
2. Définition : Ecologie et écologisme
3. Définitions des concepts de bases
4. **Historique de l’écologie**

Le terme d’écologie, qui signifie étymologiquement « science de l’habitat » fut créé en 1866 par le célèbre biologiste et naturaliste allemand [Ernst Haeckel](http://www.larousse.fr/encyclopedie/personnage/Ernst_Haeckel/122922) (1834-1919) dans son ouvrage Morphologie générale des organismes. Ce dernier définissait d’emblée cette discipline comme «  la science globale des relations des organismes avec leur monde extérieur environnant dans lequel nous incluons au sens large toutes les conditions d’existence ». Pour cet auteur, cette nouvelle discipline avait pour objectif d’**étudier** **les êtres vivants dans leurs milieux naturels** et non plus dans les conditions de laboratoire.

Dès la fin du 19ième siècle, le terme « oecologie » est utilisé, notamment par le botaniste danois E. Warming, pour désigner la partie de la géographie botanique qui étudie les relations des plantes avec leur milieu.

Il ne fait son apparition officielle dans le nouveau petit Larousse illustré qu’en 1956 avec la définition : « partie de la biologie qui étudie les rapports des êtres vivants avec le milieu naturel ». Vingt années plus tard, cette définition était complétée par la notion de «défense du milieu naturel et protection de l’environnement». Ces deux notions seront ensuite séparées en «écologie» désignant la science et «**écologisme**» désignant la protection de l’environnement.

A l’heure actuelle, de nombreuses définitions du terme écologie ont été proposées, dont il serait difficile de faire l’inventaire.

L’écologie est une **science de synthèse**, c’est-à-dire utilisant les connaissances et les méthodes de nombreuses autres disciplines telles la climatologie, l'hydrologie, l'océanographie, la chimie, la géologie, la pédologie, la physiologie, la génétique, pour expliquer les mécanismes de base du fonctionnement du monde vivant : *une vision globale de l’ensemble des processus exigeant la synthèse de connaissances diversifiées*.

1. **Quelques définitions du terme écologie**

« Par oecologie nous entendons la science de l’ensemble des rapports des organismes entre eux et avec le monde extérieur » (Haeckel, 1866).

« On considère l’écologie comme la science des relations des êtres vivants avec leur milieu ; les êtres vivants étant étroitement intégrés à leur environnement, l’écologie est la science des systèmes biologiques fonctionnels complexes appelés écosystèmes : elle comporte aussi l’étude des rapports des êtres vivants entre eux » (Duvigneaud, 1974).

« Définie comme l’étude des relations des organismes avec leur environnement, ou bien comme l’étude des interactions qui déterminent la distribution et l’abondance des organismes (Krebs, 1972), ou encore comme l’étude des écosystèmes, l’écologie ouvre un large champ, de la physiologie à la biogéographie. Sous cet angle, c’est une sorte de biologie générale des organismes, une approche naturaliste du monde vivant » (Barbault, 1983).

« L’écologie est l’étude des interactions entre les organismes vivants et le milieu, et des organismes vivants entre eux dans les conditions naturelles » (Frontier et Pichod-Viale, 1991).

1. **Définitions de quelques concepts de bases**

L'écologie utilise une terminologie qui lui est propre. Il est clair qu'une bonne digestion du vocabulaire écologie facilite l'abord de ce domaine et permet une meilleure compréhension de ses aspects fondamentaux. Il s'agit de mots clefs à sens particulier et spécifique à l'écologie.

* **Individu** : constitue l'unité élémentaire du monde vivant, porteur d'un patrimoine génétique propre.
* **Population** : correspond à l'ensemble des individus d'une même espèce biologique, habitant un même milieu, à un moment donné.
* **Peuplement** : c'est des ensembles plurispécifiques délimités le plus souvent sur des bases taxonomique constituent le peuplement ou communautés.
* **Biocénose** : composante biotique de l’écosystème. C’est l’ensemble des organismes vivants peuplant le biotope d’un écosystème. La biocénose et son biotope associé sont en interactions constantes. La biocénose se structure en communautés d’êtres vivants parmi lesquelles on peut identifier les producteurs (végétaux), les consommateurs (animaux) et les décomposeurs (micro-organismes dont bactéries, champignons). On peut également définir le terme *phytocénose* (partie végétale de la biocénose) et le terme *zoocénose* (partie animale de la biocénose). Ce groupe est caractérisé par : composition spécifique déterminé, par l'existence de phénomènes d'indépendance et il occupe un espace nome biotope.
* **Biotope** : est le support physico-chimique d'une biocénose. Composante abiotique de l’écosystème, c’est le milieu « physique ». Il se décrit par un ensemble d'éléments caractérisant un milieu physico-chimique déterminé et uniforme. Les caractéristiques d'un biotope comprennent des éléments : topographiques, climatiques, géologiques, pédologiques, hydrographiques ou hydrologiques.
* **Ecosystème** : désigne l’ensemble constitué par un milieu physique déterminé (*biotope*) et la totalité des êtres vivants qui l’occupe (*biocénose*), et intègre les interactions entre ces deux éléments. La notion d'écosystème (proposée par Tansley en 1935) est théorique, elle peut s'appliquer à des portions de dimensions variables de la biosphère : un étang, une prairie, ou une forêt. La biosphère représente l’ensemble des écosystèmes. Les écosystèmes gérés par l’homme, comme c’est le cas des terres agricoles cultivées constituent un écosystème particulier : l'agrosystème.

Bien qu’un écosystème puisse être considéré comme une unité, il n’en est pas toutefois pour autant un système parfaitement fermé : il échange de la matière et de l’énergie avec d’autres écosystèmes situés autour. Ce n’est pas tant la liste exhaustive des espèces d’une biocénose qui importe que l’étude de la structure et du fonctionnement de l’écosystème.

* **Biosphère** est considérée comme la pellicule superficielle de la planète qui renferme les êtres vivants, et dans laquelle la vie est possible en permanence. La biosphère se subdivise en trois compartiments de nature physique différente :
* Lithosphère qui est un milieu solide constitué par les continents émergés.
* Hydrosphère est un milieu liquide.
* Atmosphère qui est une couche gazeuse homogène qui enveloppe les deux milieux précédents.

**Chapitre II : Dynamique des populations**

1. Principaux paramètres des populations
2. loi de croissance
3. régulation des populations
4. **Principaux paramètres des populations**
   1. **Densité et abondance**

Du point de vue de la conservation et de la gestion, le premier chiffre important pour une population est l’abondance, elle est considérée comme le nombre d’individus d’une espèce. Si cet effectif est ramené à une unité de surface ou de volume on appelle : la densité.

* Il est important aussi de distinguer la densité brute et la densité écologique.
* Il existe pour chaque espèce vivante une densité maximale et minimale de ses populations que l’on peut observer dans la nature.
* Pour les populations animales, la densité observée dépend essentiellement de sa place dans le réseau trophique.
  1. **Natalité et mortalité**

Les effectifs d'une population dépendent surtout de la natalité et de la mortalité ou encore des émigrations.

* Le taux de natalités'exprime par le nombre de naissances par rapport à la population totale
* Le taux de mortalité est le nombre de morts rapporté à l'effectif total.
* La considération du **taux de mortalité** permet la construction de tableaux (tables de survie).
* On appelle **génération** l'ensemble des individus nés en même temps ou si l'espèce a une longévité élevée, l'ensemble des individus nés la même année.
* La **cohorte** est un groupe d'individus qui n'ont pas forcément le même âge mais qui vivent un même évènement.
  1. **Sex-ratio**

La **sex-ratio** est le rapport entre le nombre d'individus mâles et femelles. Il est en général d'une valeur proche de 1 à la naissance. Il évolue ensuite en raison d’une mortalité différente des sexes.

* 1. **Structures d’âge** 
     1. **Détermination d’âge**

La connaissance de l'âge des individus constituant une population représente un autre impératif indispensable à toute étude. On peut distinguer deux grands groupes de méthodes. Les premières permettent une détermination absolue et s'appliquent à des individus, les secondes des estimations statistiques et concernent un groupe d'individus.

* + 1. **Pyramide des âges**

Elle permet de voir la **structure en classes d'âge** d'une population. On représente des rectangles de longueur proportionnelle aux effectifs de chaque classe d'âge. D'un côté, on dispose les mâles ; de l'autre, les femelles. La mortalité n'affecte pas de façon égale les mâles et les femelles. A la limite, trois classes d'âge sont suffisantes :

- individus jeunes non encore aptes à se reproduire ;

- individus adultes en âge de se reproduire ;

- individus âgés trop vieux pour se reproduire.

Il est possible de distinguer trois types de pyramides des âges :

* Un type à base large caractéristique des populations renfermant un nombre élevé de jeunes et ayant une croissance rapide ;
* Un type à base étroite renfermant plus d’individus âgés que de jeunes et caractéristique des populations en déclin ;
* un type moyen avec un pourcentage modéré de jeunes et correspondant à des effectifs à peu près stationnaires.
  1. **Fluctuations dans le temps des populations naturelles**

Sauf accident, les populations naturelles sont relativement stables. Chaque espèce présente un potentiel d'accroissement ; la stabilité des effectifs est assurée par des **mécanismes régulateurs**.

Dès 1756, le célèbre naturaliste Buffon écrivait dans un de ses ouvrages que toutes les populations végétales et animales, présentaient des fluctuations dues à l’existence de facteurs du milieu qui exerçaient une action négative. Il arrivait à la conclusion que les populations fluctuent entre une limite inférieure et supérieure par suite des variations des taux de mortalité et de natalité.

* + 1. **Populations stables**

On désigne sous ce terme des populations naturelles qui présentent des oscillations de faible amplitude autour d’une valeur moyenne. Elles caractérisent généralement des espèces de grande taille vivant dans des milieux où les facteurs biotiques sont contraignants et exercent donc une action déterminante.

* + 1. **Population cyclique**

La majorité des espèces animales, mais aussi de nombreuses espèces végétales herbacées, où croissant dans un environnement contraignant, présentent des variations cycliques, d’amplitude importante et parfois même très considérable, de leurs effectifs.

En fonction de leur durée, on distingue des fluctuations saisonnières, annuelles et pluriannuelles.

1. ***Fluctuations saisonnières***

Elles peuvent résulter de l’existence de plusieurs générations annuelles dans l’espèce considérée, de mouvements migratoires, d’une mortalité importante à la fin de la période de reproduction.

1. ***Fluctuations annuelles***

Egalement liées au cycle des saisons, ces fluctuations s’observent dans la majorité des populations animales et chez les plantes annuelles. Ici encore, les migrations peuvent jouer un rôle important chez les espèces ayant une longévité supérieure à l’année.

1. ***Fluctuations pluriannuelles***

Certaines fluctuations cycliques de populations, tout en présentant une assez remarquables régularité, sont d’une période supérieure à l’année.

**3. Régulation des populations : le rôle des facteurs écologiques**

**3.1. Facteurs indépendant et dépendants de la densité**

Il est particulièrement intéressant, en démoécologie, d’analyser l’action des facteurs écologiques. Quelle que soit leur nature, il est toujours possible de répartir les facteurs écologiques entre l’une ou l’autre des deux catégories suivantes :

* Les facteurs indépendants de la densité ;
* Les facteurs dépendants de la densité.

Les premiers doivent leur nom au fait que leur action sur les êtres vivants est totalement indépendante de la densité des effectifs des populations de toute espèce pour laquelle ils constituent des facteurs limitants.

A l’opposé, les facteurs dépendants de la densité, de nature biotique, exercent une action directement liée aux densités des populations atteintes.

* + 1. **Influence des facteurs indépendants de la densité**

Les facteurs climatiques peuvent jouer un rôle primordial dans les fluctuations d’abondance de nombreuses espèces d’invertébrés terrestres, insectes en particulier. Il en de même pour divers autres facteurs physico-chimiques propres aux écosystèmes aquatiques.

Il apparait cependant que les facteurs indépendants de la densité exercent en règle générale une action « catastrophique », dans des conditions limites lorsqu’ils atteignent des valeurs extrêmes dont résultent des mortalités considérables.

Les facteurs édaphiques peuvent aussi intervenir dans l’ajustement des effectifs des populations. Les variations de teneur en oxygène dissous jouent un rôle capital car leur baisse est susceptible d’entrainer des mortalités catastrophiques chez les animaux des eaux continentales et littorales. **3.1.2**. **Influence des facteurs dépendants de la densité**

Les facteurs dépendants de la densité jouent un rôle fondamental dans le déterminisme des fluctuations des populations. Les principaux facteurs biotiques, dont l’influence est déterminante sur la dynamique des populations, sont la compétition, la prédation, le parasitisme et les maladies.

1. **La compétition**

Elle constitue un facteur biotique d’importance écologique capitale, quelle que soit l’entité au niveau de laquelle on étudie les conséquences de son action. L’utilisation de la ressource par un individu ou une espèce réduit sa disponibilité pour l’autre individu ou l’autre espèce, lesquels vont être affectés dans leur croissance ou leur survie par la raréfaction de cette ressource.

***Compétition intraspécifique*** : son intensité dépend de la densité. Elle constitue un processus essentiel de régulation des populations. Lorsqu’une ressource indispensable n’est plus disponible en quantité suffisante, les individus qui constituent la population concernée entrent en concurrence pour se la procurer.

*La compétition intraspécifique dans les populations animales*: chez les animaux, nous avons vu que les conséquences écologiques de densités croissantes des effectifs ne sont pas toujours défavorables. En effet, l’agrégation peut induire au-dessous d’une densité optimale un *effet de groupe* favorable pour la population considérée. Au-délà de cet optimum, l’augmentation des densités va provoquer une intensification de la compétition intraspécifique qui se traduira en particulier par un accroissement de la mortalité et une diminution de la natalité, entre autres conséquences néfastes.

***Compétition interspécifique*** : ce type de compétition se manifeste quand deux espèces différentes utilisent une ressource commune dont la disponibilité est limitée ou si leurs populations se gênent mutuellement pour accéder à la ressource dont elles ont besoin, même si celle-ci existe en quantité surabondante

* *Principe d’exclusion réciproque* : les populations de deux espèces ayant les mêmes exigences écologiques ne peuvent coexister, l’une d’elles éliminant l’autre à plus ou moins brève échéance.

1. **Traits de vie**

Les populations naturelles montrent vis-à-vis du milieu dans lequel elles vivent de nombreuses adaptations morphologiques, démographiques et physiologiques. En réunit sous le nom de traits de vie ou, parfois, d’**histoire naturelle**, un ensemble de caractéristiques des populations telles que la taille des individus, l’âge à la première reproduction, l’énergie allouée à la reproduction, la durée de vie, etc. ces traits de vie évoluent sous l’influence des **« pressions de sélection »**.

**4.1. Exemples de traits de vie et de leurs variations**

* **La taille**

Diverses relations ont été établies entre la taille, l’abondance et la répartition géographique des diverses espèces. La taille des animaux détermine en grande partie leur rôle dans le fonctionnement des écosystèmes et elle conditionne beaucoup de traits de leur physiologie, de leur écologie et de leur comportement, elle varie d’une façon considérable selon les espèces. Ces variations, qui sont limitées par les contraintes imposées par le milieu et le mode de vie, offrent des possibilités nombreuses d’adaptation.

Andersen et Nielssen (1983) ont décrit **les variations de taille chez les coléoptères en fonction de leur alimentation et de leur mode de vie à l’état larvaire**. Les espèces à larves libres ont en général des variations intraspécifiques de taille inférieures à celles des espèces à larves xylophages vivant dans le bois. Ces auteurs admettent que des variations importantes de taille caractérisent les espèces qui ne peuvent pas choisir leur alimentation. Parmi les espèces xylophages qui vivent dans le bois, celles qui se développent dans des branches de faible diamètre sont plus petites que celles qui occupent des troncs de fort diamètre. En effet, les petites branches constituent un milieu moins durable et moins prévisible, qui se dessèche plus rapidement que les grosses branches et qui est soumis à de plus grandes variations de température.

**Les variations de taille peuvent être la conséquence de la compétition**. Chez un gastéropode marin, la patelle *Patella cochlear*, la longueur maximale de la coquille diminue avec la densité du peuplement.

**La taille des diverses espèces d’un taxon peut être fonction de la stabilité des habitats**. Les écosystèmes forestiers sont plus stables que les agrosystèmes. Ceci retentit sur la taille des Coléoptères de la famille des Carabidés qui sont en moyenne plus grands dans la forêt que dans les cultures voisines.

Les variations de taille ont des conséquences sur l’évolution et la dynamique des populations. Plus la taille d’une espèce est petite et plus le taux de renouvellement de ses populations est court.

* **La reproduction et les autres traits de vie**

L’existence d’une compensation entre l’effort reproducteur, la croissance ou la durée de vie est un phénomène connu chez les végétaux et les animaux. La croissance des arbres est ralentie les années durant lesquelles ils produisent beaucoup de graines. Chez les graminées *Poa annua* l’augmentation de l’effort reproducteur l’année *n* se traduit l’année *n*+1 par une diminution de la taille des plantes issues de la première génération. Pour une grande diversité de végétaux.

1. **Les stratégies adaptatives**

Les populations naturelles possèdent des particularités qualifiées de stratégies adaptatives, qui est l’ensemble des caractères d’ordres morphologique, physiologique, éthologique ou autres, constituant globalement, à travers les individus qui en sont porteurs, la réponse d’une population aux facteurs sélectifs de son environnement, et lui permettant de s’y perpétuer. Elles se présentent sous trois aspects : démographique, énergétique et écologique. Les caractéristiques démographiques qui correspondent à ces adaptations sont nombreuses. Ce sont : le taux de fécondité, le taux de mortalité, l’âge à la première reproduction, la durée de la période de croissance, l’espérance de vie à la naissance, etc. ces adaptations du profil démographique aux conditions de milieu constituent ce que l’on appelle des stratégies démographiques.

* 1. **Stratégie démographiques**

Deux principaux types de stratégie peuvent être opposés :

* **Stratège *r***: ils appartiennent à des biocénoses inféodées à des biotopes « instables », soumis à de fortes variations climatiques ou d’autres facteurs écologiques. Les stratégies *r* possèdent par définition un potentiel biotique élevé, une croissance rapide, une faible longévité, des populations se renouvelant vite et soumises à de fortes fluctuations.

On peut distinguer deux types de stratégie énergétique qui correspond respectivement à la stratégie *r* et *k*. on constate chez les stratégies *r* qu’une partie importante, parfois même majoritaire, du budget énergétique est consacrée à la reproduction. A l’opposé, les stratèges *k* consacrent la majeure partie de leur budget énergétique à l’entretien et à la croissance.

L’effort de reproduction mesure la proportion relative du budget énergétique allouée à celle-là. Si *Pw* est la part du flux d’énergie assimilée *A* allant à la reproduction, cet effort *ER* a pour mesure :

* **Stratège *k*** : à l’inverse des stratégies *r*, ils présentent un faible effort de reproduction. Leur stratégie énergétique est opposée à la précédente, injectant la majeure partie du budget énergétique dans la croissance.

Certaines populations ont adopté la sélection *r*, elles sont en expansion les autres ont adopté la sélection *k* ; elles occupent des milieux saturés. Les facteurs qui déterminent soit la sélection *r* ou la sélection *k* et les conséquences qui en résultent sont énumérés dans le tableau 1**(voir TD).**

* 1. **Autres stratégies adaptatives**

Les stratégies adaptatives peuvent en réalité se concevoir à des échelles d’organisation différentes et selon un gradient de complexité croissante. Au niveau de l’individu, l’aptitude à la survie de chaque espèce dépend des propriétés physiologiques et comportementales acquises au cours de l’évolution (***stratégie éthophysiologique***). A celui de la population, on constate de la même façon que les ***stratégies démographiques*** sont le fruit d’une longue évolution qui permet à l’espèce de se maintenir dans un biotope donné tant qu’elle possède un nombre suffisant d’individus, supérieur à une valeur minimale. Enfin, au niveau des communautés existe une remarquable analogie entre l’évolution des espèces selon un gradient *r – k* et celle des propriétés collectives de la biocénose selon un gradient successionnel. Blandin (1980) dénomme stratégies cénotiques de types *i*, les stratégies adaptatives des écosystèmes au stade pionnier, et de type *s* celles des écosystèmes aux stades ultimes de leur développement successionnel (subclimatiques et climaciques).

La comparaison des tableaux 1 et 2 met en évidence ce parallélisme entre les stratégies cénotiques qui caractérisent l’évolution des propriétés des écosystèmes au cours de la succession, et les stratégies démographiques (**voir TD**).

**Chapitre III** : **Structure et Organisation des biocénoses**

* Définition**s**
* Expression quantitative et qualitative des biocénoses
* Niche écologique

1. **Notion de biocénose, de peuplement et de guilde**

Une population ne peut être considérée isolément, même limitée d’entre elles. Sa dynamique ne peut être envisagée hors de l’écosystème et plus précisément de la biocénose à laquelle elle appartient. Dans leur habitat naturel, la plupart des populations sont en contact avec un nombre considérable d’espèces, en général plusieurs centaines, voire plusieurs milliers, qui constituent une biocénose particulière. Si parmi les multiples interactions s’exerçant entre ces nombreuses espèces, l’immense majorité d’entre elles n’a qu’un effet secondaire sur les populations concernées, d’autres jouent au contraire un rôle essentiel. En définitive, c’est l’ensemble de ces interactions qui conditionnera la présence ou l’absence d’une espèce dans un écosystème donné, mais aussi le nombre des individus de chaque population.

Le terme de **biocénose** peut être appliqué à l’ensemble des espèces qui peuplent un milieu bien délimité dans l’espace comme un étang ou une forêt. Ces diverses espèces ne sont pas indépendantes les unes des autres. Elles ont entre elles des relations multiples et elles forment un ensemble relativement stable.

**Une biocénose** est constituée par un grand nombre d’espèces qui présentent divers types de fluctuations de leurs populations respectives et de leurs modalités d’interaction. L’étude de l’organisation d’une biocénose nécessite de répondre à de nombreuses questions : combien d’espèces différentes comporte-elle, que signifie l’abondance relative des espèces, quels facteurs déterminent le nombre total d’espèces présentes dans un biotope donné, comment les différentes populations s’agencent-elles entre elles pour constituer la biocénose tout entière ?

On peut certes subdiviser la biocénose en unités fonctionnelles constituées par des **peuplements**, on réserve le nom de peuplement à l’ensemble des individus appartenant à plusieurs espèces qui coexistent dans un même milieu et qui forment des ensembles fonctionnels en interaction les uns avec les autres, on étudie en général des peuplements d’espèces appartenant à un même groupe systématique : Oiseux, Rongeurs, Insectes. Le terme **communauté** peut être considéré comme un synonyme de peuplement.

Le terme **guilde**, introduit dans la littérature écologique par Root (1967), qui a un sens plus restreint, désigne la fraction d’un peuplement qui réunit un ensemble d’espèce exploitant la même ressource de la même manière.

1. **Structure des biocénoses**

Les différents organismes animaux et végétaux qui composent une biocénose ont des dimensions très variées et ils occupent des emplacements le plus souvent bien définis, ceci confère aux biocénoses une structure spatiale qui peut être étudiée soit dans le plan vertical, soit dans le plan horizontal.

* 1. **La structure verticale**

Elle constitue un élément important de leur structure. Celle-ci peut se subdiviser en stratification aérienne et souterraine, cette stratification est particulièrement bien différenciée dans les biocénoses forestières.

* **Structure aérienne**

Elle comporte en forêt quatre strates principales : arborée, arbustive, herbacée et muscinale (fig. 1).

* **La strate arborée (arborescente)** est souvent subdivisée en sous-strates :
* *La sous-strate supérieure*, composée des grands arbres constituant la canopée, dans la hauteur varie beaucoup selon la phytocénose considérée (20 à 30 m dans les forêts caducifoliées tempérées, 30 à 45 m dans les forêts tropicales, 100 m dans les forêts pluvieuses tempérées de conifères de l’ouest de l’Amérique du Nord).
* *La sous-strate inférieure*, constituée par des arbres de moindre taille, est comprise entre 10 et 20 m.
* **La strate arbustive**, constitué par des arbustes et arbrisseaux de taille variant de 1 à 10 m, se subdivise souvent en :
* strate arbustive au sens strict (arbustes de 3 à 10 m)
* strate sous-arbustive, constituée par des végétaux ligneux de 1 à 3 m de haut.
* **La strate herbacée**, de composition mixte, comporte des plantules d’arbres et les plantes herbacées du sous-bois. Généralement très clairsemée en raison du faible éclairement au sol.
* **La strate muscinale**, occupant le premier décimètre de la surface du sol est composée de mousses, lichens et champignons.

A cette stratification végétale se superpose une stratification de la faune qui renferme des espèces liées au sol, et des espèces qui, comme les oiseaux, les mammifères et les insectes vivent dans diverses strates du sous-bois.

* **Structure souterraine**

Elle correspond à l’étagement en profondeur du sol de l’appareil racinaire des différents individus constituant un peuplement végétal. Très difficile à étudier, elle correspond en première approximation à l’image inversée de la stratification aérienne. Dans un milieu aquatique comme un étang il est possible de distinguer la strate de la végétation émergente, la strate de la végétation flottante et la strate de la végétation immergée.

Les animaux se répartissent dans ces diverses strates et ils vivent soit à la surface de l’eau, soit en plein eau, soit sur le fond. Dans le milieu marin la stratification est très importante puisqu’elle s’étend depuis la surface jusqu’aux plus grands fonds.

**2.2. La structure horizontale**

* **La distribution des espèces**

La structure horizontale résulte de la combinaison des modes de distribution des différentes espèces de la communauté, que l’on peut globalement rapporter à trois grands types distincts (fig. 2) :

* ***régulier*** ou uniforme : ce type est rare en conditions naturelles, sauf dans le cas de communautés paucispécifiques, à forte dominance d’une espèce. En revanche, il correspond à celui généralement observé dans les cultures, en ce qui concerne la plante cultivée ;
* ***au hasard*** ou aléatoire : les individus de l’espèce sont disséminés au sein de la communauté.
* ***groupé*** ou contagieux : ce type correspond à des individus distribués de manière grégaire, en groupe d’importance très variable ;
* **Une structure hétérogène**

En définitive, la structure horizontale d’une communauté végétale, qui traduit l’intrication de ses diverses espèces en fonction de leurs distributions respectives, est non seulement toujours complexe mais obligatoirement hétérogène. Cette hétérogénéité structurale n’exclut pas l’homogénéité floristique en tant que critère même de définition de la communauté.

\* \*\*\* \*

\* \* \* \*

\* \* \* \*

\*\* \* \*\*

\* \* \* \* \* \*

\* \* \* \* \* \*

\* \* \* \* \* \*

\* \* \* \* \* \*

\*\* \*\* \*\* \*\*\*

\* \*\*\*

\* \*\*\*

Régulier Au hasard Groupé

**Figure 2 : Principaux modes de distribution (individus d’une espèce)**

1. **Organisation biocénotique**

Les divers peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir quantitativement par un ensemble de descripteurs qui prennent en considération l’importance numérique des espèces qu’ils comportent.

En dénombrant à l’intérieur de chaque peuplement végétal ou animal le nombre total d’espèces qui le composent et les effectifs des populations de chaque espèce, il sera possible de décrire la structure de la biocénose tout entière au travers de paramètres tels la richesse spécifique, l’abondance, la dominance, la diversité spécifique, etc.

* 1. **La richesse spécifique**

Elle représente en définitive en des paramètres fondamentaux caractéristiques d’un peuplement et représente la mesure la plus fréquemment utilisée de sa biodiversité.

On distingue **une richesse totale, S**, qui est le nombre total d’espèces qui comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La *richesse totale* d’une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent.

Dans ces conditions, un autre paramètre, **la richesse moyenne, s**, s’avère d’une grande utilité dans l’étude de la structure des peuplements. La richesse moyenne correspond au nombre moyen d’espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement, ou bien c’est la moyenne de richesse par relevé.

**3.2. La fréquence relative**

C’est le rapportde l’abondance d’une espèce (ni) à l’abondance du peuplement (N).

**f = ni/N**, f est compris 0 ≤ f ≤ 1

**3.3. La fréquence d’occurrence (F)**

Elle exprime le rapport du nombre de relevé dont lesquelles l’espèce i est présente au nombre total de relevés. 0 ≤ F ≤ 100%. F peut être exprimé en classe de fréquence, exemple :

Si F ≤ 25% on dit que l’espèce est rare ou accidentelle

Si 25 < F ≤ 50% on dit que l’espèce est commune ou accessoire.

Si F > 50% on dit que l’espèce est constante.

**3.4. La dominance**

On constate que dans toute biocénose, et dans toute entité synécologique constituant un sous-ensemble de cette dernière, certaines espèces sont très abondantes, donc présentent une fréquence relative élevée, tandis que d’autres sont très rares et ne présentent de ce fait qu’une faible fréquence relative dans la communauté considérée.

**4. Le concept de niche écologique**

Le terme de niche écologique est un outil extrêmement efficace pour élucider de nombreuses questions relatives à la structure et à l’organisation des peuplements :

* Comment, dans un biotope donné, les espèces appartenant à un même peuplement se partagent-elles les ressources du milieu dont elles dépendent ?
* Quelles sont les limites de ressemblance qui apparaissent entre plusieurs espèces voisines, occupant la même aire de distribution géographique et se rencontrant dans le même biotope ?
* Quels facteurs conditionnent le niveau de spécialisation des espèces ?

**4.1. Aire de répartition géographique, Habitat et Niche écologique**

Il existe en réalité trois aspects fondamentaux dans les relations d’une espèce avec les facteurs propres à son environnement naturel : l’aire de répartition (ou de distribution) géographique, l’habitat et la niche écologique.

1. **Aire de répartition géographique**

Elle représente la surface de territoire continental ou océanique dans laquelle peut se rencontrer telle ou telle espèce vivante. A l’intérieur de cette aire, les populations de chaque espèce vont être distribuées non pas de façon uniforme mais à l’intérieur d’un ou des habitats auxquels elles sont inféodées. Chez les animaux, on dénomme *domaine vital* l’ensemble des habitats dans lesquels l’espèce peut se rencontrer. Ainsi, le domaine vital des élans comporte à la fois les habitats forestiers de la taïga et les zones de toundra marécageuses dans lesquelles il se localise pendant la saison sèche. A l’intérieur du domaine vital, les individus d’une même population peuvent se déplacer librement ou au contraire se confiner à l’intérieur d’un territoire d’espèces ou d’individus ayant un comportement territorial.

1. **Habitat**

Il correspond de façon plus précise au lieu où vit l’espèce et à son environnement immédiat, à la fois abiotique et biotique.

Il existe de la sorte dans chaque biotope un nombre de microhabitats d’autant plus importants que ce dernier sera plus hétérogène.

Ainsi dans une forêt, les pousses des arbres, le feuillage de la canopée ou des branches les plus basses, les écorces constituent autant de microhabitats distincts. Sous l’écorce des arbres morts se rencontre en particulier un peuplement complexe d’arthropodes strictement inféodés à ce microhabitat très particulier.

A l’opposé du microhabitat, le terme macrohabitat désigne l’habitat d’espèces qui vivent dans des biotopes homogènes qui sont donc de ce fait très étendus. Ainsi les outardes et autres oiseaux des steppes occupent un macrohabitat.

1. **La niche écologique**

Le terme de « niche écologique » apparaît au début du 20ème siècle (1904), si le terme est resté, le concept a connu de nombreuses reformulations. Un petit aperçu historique est nécessaire pour comprendre le cheminement qui a conduit à la définition actuelle :

* En 1917, Grinnell, définit la niche comme l’**ensemble des habitats** nécessaires à une espèce qui existent dans son aire de distribution (notionde niche géographique).

• En 1927, Elton introduit dans le concept de niche les **relations que les organismes entretiennent avec leur nourriture et leurs ennemis** (compétition, prédation, parasitisme), (notion de niche fonctionnelle).

• En 1957, Hutchinson conçoit et modélise la niche écologique comme un **hypervolume à *n* dimensions** (notion de niche fonctionnelle et modélisée). Par exemple, la niche d’une essence forestière peut être représentée par les axes suivants : réserve utile du sol, pH, richesse en azote, précipitations annuelles, température, nombre de parasites défoliateurs, nombre d’insectes pollinisateurs... On conçoit aisément que les axes définissant une niche écologique sont extrêmement nombreux et qu’on ne peut pas tous les atteindre.

* 1971 Odum, la niche correspond au rôle de l’espèce dans son écosystème.

Ainsi, on arrive à l’idée que la niche écologique concerne non seulement l’habitat d’une espèce, mais également ses relations avec les autres êtres vivants (parasitisme, prédation, compétition, associations...) ce que certains auteurs (DAJOZ, 1996 ; FISCHESSER et DUPUIS-TATE, 1996) appellent son “métier”.

Les nombreuses dimensions relatives à la vision de Hutchinson ne sont pas faciles à manipuler. Il faudrait pour cela connaître un nombre très important de critères ce qui est la plupart du temps impossible. C’est pour cela qu’on résume parfois les niches écologiques de certaines espèces à l’aide de quelques *critères de synthèse* qui semblent être les plus pertinents.

Par exemple, pour les essences forestières, on peut considérer tous les couples température moyenne annuelle/précipitations annuelles pour lesquelles on trouve une essence donnée. On parle alors d’une niche *pluvio-* *thermique* (BARBAULT, 1990) pour bien montrer que l’on ne s’intéresse pas à la totalité de la niche écologique.

Il existe un grand nombre de définitions pour la niche écologique, quelques exemples de définissions :

*« Une niche écologique est la fonction occupée par un organisme dans un écosystème »*

*« Rôle d'une espèce, à l'intérieur d'une communauté, défini en fonction de tous les aspects de son style de vie »*

*« Ensemble des besoins requis par un organisme pour survivre dans son biotope ainsi que les actions réalisées pour satisfaire ses besoins »*

*« Ensemble des conditions environnementales telles qu'une espèce donnée peut former des populations viables »*

Ainsi, le concept de niche n’est pas toujours idéal, loin de là, mais il peut néanmoins apporter de nombreuses informations et a fait progresser les connaissances en écologie.

**Chapitre IV : Evolution des biocénoses**

**Introduction**

Un écosystème n'est pas une structure figée, mais au contraire, un écosystème à une structure dynamique c'est-à-dire qui naît, mûrit acquérant une complexité et des propriétés pertinentes, éventuellement vieillit et meurt. Donc les écosystèmes sont en perpétuel changement. Le cycle de la matière et le flux de l'énergie les traversent sans interruption à l'intérieure des biocénoses, les organismes meurent et naissent sans arrêt.

Cependant, une perturbation d'origine externe, brutale ou progressive, modification climatique ou action de l'homme par exemple, peut rompre cet équilibre dynamique et la remarquable stabilité de l'écosystème.

Dans chacune de ces circonstances, on va assister à un phénomène de succession écologique.

1. **Notion de succession et de climax**

La succession écologique est un phénomène d'évolution naturel. Il s'agit des variations non cyclique des biocénoses, il est unidirectionnel, ordonné et prévisible s'il n y a pas de perturbations.

La séquence des modifications initiées par la perturbation s’appelle une succession

On dénomme succession écologique les biocénoses qui vont se succéder dans un même biotope initial lorsque se produit un tel changement dans les valeurs des facteurs du milieu. Quand une perturbation conduite à faire disparaître en totalité une communauté, on constate que dans les années qui suivent, de nouveaux peuplements se réinstallent sur le biotope provisoirement libre. Ces derniers sont constitués d'***espèces pionnières***, ainsi que des animaux de petites tailles et à croissance rapide. Ultérieurement s'installeront des végétaux vivaces puis ligneux, d'abord des espèces arbustives puis des arbres.

Ainsi en quelques décennies où quelques siècles selon le type d'écosystème considéré la biocénose va évoluer en s'enrichissant en espèces végétales et animales de longévité de plus en plus grande vers un stade dénommé ***climax***.

Climax, terme ultime de l'évolution d'une communauté végétale qui correspond à l'optimum de développement de cette dernière compte tenu des conditions climatiques et (ou) édaphiques prévalant dans le biotope considéré. Le climax est un stade d'équilibre dynamique et de ce fait susceptible de variation.

On dénomme **série** ou **sère** la séquence complète d'une succession. Celle-ci caractérisée par une séquence rigoureuse de stades comportant chacun une biocénose particulière. Ces communautés transitoires constituent les stades pionniers (stade de développement) de la succession, par opposition au climax qui en représente l'ultime stade évolutif.

1. **Les causes de l'évolution des biocénoses**

Les facteurs essentiels qui provoquent l'évolution des biocénoses sont d'ordre climatique, géologique, édaphique et biotique.

**- Les facteurs climatiques**

**- Les facteurs géologiques et édaphiques**

**- Les facteurs biologiques**

Ce sont certainement les plus fréquents et ceux qui agissent le plus rapidement. Dans un tronc d'arbre mort l'action conjuguée des champignons, des bactéries et des insectes xylophages modifie peu à peu le milieu et entraîne l'apparition de vagues successions de faunes. Un facteur écologique très important dans l'évolution des biocénoses est la compétition interspécifique.

L'action de l'homme représente sans doute actuellement le facteur le plus important de l'évolution des biocénoses. Les incendies, la déforestation, les introductions, volontaires ou non, d'espèces nouvelles, constituent quelques-unes des interventions humaines capables de faire évoluer rapidement les biocénoses.

1. **Principaux types de succession**

Les successions se classe selon diverses modalités.

***3.1. Les successions autogéniques*** proviennent d'un processus biotique s'exerçant à l'intérieure de l'écosystème. Elle résulte du développement d'une communauté sur un biotope initialement perturbé et de son évolution au cours du temps vers un écosystème dont la structure et les peuplements sont de plus en plus complexes. On dénomme de ce fait l'ensemble des divers stades successifs que comporte la sère une ***série progressive***.

***3.2. Les successions allogéniques*** résultent de l'influence de facteurs perturbateurs d'origine extérieure de l'écosystème.

Les successions allogéniques engendrent souvent des ***séries régressives*** dont les divers stades évolutifs possèdent des peuplements de plus en plus appauvris. Des biocénoses instables et peuvent même parfois aboutir à la destruction totale de l'écosystème.

***3.3. Les successions primaires*** caractérisent l'établissement d'une biocénose climacique sur un biotope récemment formé. Correspond à l'installation des êtres vivants dans un milieu qui n'a jamais été peuplé, les organismes qui s'installent en premier sont qualifiés de **pionniers**. Les biocénoses qui se succèdent sont dites des séries. La fin de l'évolution de la série qualifiée par une biocénose stable, en équilibre avec le milieu qualifié de climax. La biocénose climax reste identique à elle-même pendant une durée qui est celle de plusieurs vies humaines.

***3.4. Les successions secondaires*** apparaissent dans un milieu qui a déjà été peuplé mais dont les êtres vivants ont été éliminés par des modifications climatiques, géologiques ou par l'intervention de l'homme.

1. **La notion d'écotone, son rapport avec les successions**

On désigne sous le terme d'écotone la zone de contact entre deux écosystèmes différents ou entre deux stades successionnels différents d'une même sère. Les écotones apparaissent soit quand survient un changement brutal dans la nature du milieu, soit lorsqu'une espèce ou une forme de vie est tellement dominante et marque à un tel point l'habitat que la limite de sa zone de distribution coïncide avec celles de la plupart des autres espèces.

Un exemple classique est constitué par l'écotone forêt-savane dans les zones tropicales.

1. **Caractérisation de l'évolution des biocénoses**

***Dynamique des biocénoses***

La dynamique des biocénoses se caractérise par l'apparition et la disparition d'espèces, donc par des changements continus dans la structure des peuplements.

Les groupements végétaux caractéristiques des divers étapes du sère comportent chacun leurs formes adaptatives qui conditionnent le sens et la vitesse de la succession.

Le développement de la communauté végétale exerce une influence profonde sur les caractères du biotope sur le plan édaphique, microclimatique (température, hygrométrie, vent), sur celui de l'éclairement et de la structure spatiale, la stratification devenant de plus en plus complexe.

***Variation de la richesse spécifique***

Dans une succession aboutissant à un climax forestier, on constate qu'après une augmentation du nombre d'espèces constituant le cortège floristique dans les stades pionniers herbacés, puis décroissance au stade fruticée initial, une nouvelle augmentation de la richesse spécifique apparaît au début du stade forestier (après une 50 d'années) suivie d'une diminution au fur et à mesure que l'on se rapproche du climax.

***Variation de la diversité***

Cependant, on constate souvent dans les phytocénoses correspondant aux stades successifs d'une série progressive que le maximum de diversité spécifique est atteint aux stades préclimaciques.

Les niches écologiques deviennent de plus en plus étroites, spécialisées, la taille des organismes tend à augmenter et les cycles biologiques se compliquer.

***Variation de la productivité***

La quantité totale de matière organique accumulée dans l'écosystème est d'abord faible puis elle devienne de plus en plus importante en même temps la diversité biochimique augmente de plus en plus.

Le rapport de productivité brute sur la respiration et généralement > à 1 dans les biocénoses pionnière et tend vers 1 dans les biocénoses climaciques.

Le rapport de la production brute / la biomasse d'abord élevé et devient de plus en plus faible.

**Chapitre V : Les principales biocénoses continentales de la biosphère**

**Introduction**

La partie de la Terre où l'on trouve la vie est appelée biosphère ; autrement dit, la biosphère englobe l'ensemble des écosystèmes de la planète. Il existe des ressemblances entre les communautés d'une zone géographique et entre celles de régions éloignées de la Terre. Ainsi, les forêts de Conifères forment une large bande qui s'étend sur l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie. On trouve de grands déserts un peu partout sur le globe.

On appelle **biomes** les écosystèmes terrestres ou aquatiques caractéristiques de grandes zones biogéographiques qui sont soumises à un climat particulier. Bien que plusieurs biomes terrestres soient nommés d'après la végétation qui y prédomine, chaque biome se caractérise aussi par des micro-organismes, des Mycètes et des Animaux qui lui sont adaptés.

Dans les milieux continentaux, la composition spécifique, la structure et l'organisation des grandes communautés d'êtres vivants sont essentiellement conditionnées par les facteurs climatiques et, de façon plus particulière, par le biome températures-précipitations.

Les biomes correspondent assez bien à des subdivisions réparties latitudinalement, de l'équateur vers les pôles, en fonction du milieu et du climat. Ces divisions sont assez schématiques mais, globalement, latitude et altitude permettent une bonne représentation de la répartition de la biodiversité au sein de la biosphère. Très généralement, la richesse en biodiversité, tant animale que végétale, est décroissante depuis l'équateur (comme au Brésil) jusqu'aux pôles.

1. **Forêt pluvieuses tropicales**

Encore dénommées forêts hygrophiles sempervirentes ou forêts vierges ombrophiles, elles atteignent leur maximum d'extension à l'équateur. Divers types de forêts tropicales croissent entre 23,5° de latitude et l'équateur.

Ces territoires correspondent aux régions de la biosphère qui reçoivent la quantité de chaleur maximale. Les forêts vierges ombrophiles exigent des précipitations abondantes et régulières, supérieure à 1500 mm par an. Ces forêts exigent pour leur développement des conditions écologiques particulières auxquelles leurs diverses dénominations font d'ailleurs allusion : précipitations abondantes et régulièrement réparties au cours du cycle annuel, état de feuillaison permanent (sempervirence), adaptation des végétaux qui y croissent, et même des espèces arborées dominantes dans leurs jeunes stades; à se développer dans une ambiance faiblement éclairée, la frondaison des grands arbres captant la majorité du flux lumineux (ombrophilie). Ces forêts figurent parmi les plus anciennes de la planète car elles sont pratiquement les seules formations végétales climaciques qui ont échappé aux bouleversements phytocoenotiques provoqués par les grandes glaciations quaternaires.

Les forêts ombrophiles se caractérisent par une diversité spécifique maximale, une stratification complexe et une biomasse sur pied très importante. Il existe ainsi plus de 2000 espèces d'arbres dans les forêts de Malaisie, plus de 600 en Côte d'Ivoire. Ils ont dénombré jusqu'à 423 arbres appartenant à 87 espèces différentes sur un seul hectare de forêt amazonienne et plus de 200 espèces sur un même surface en Indo Malaisie.

Les Animaux jouent aussi un rôle important dans la dissémination des fruits et des graines. Les Animaux sont en majorité arboricoles ; les singes, les oiseaux, les insectes, les serpents, les chauves-souris et même les grenouilles trouvent gîte et nourriture dans les arbres. La chaleur est propice à la présence de nombreux animaux ectothermes.

Les effets de l'activité humaine sur la forêt tropicale humide soulèvent à l'heure actuelle bien des inquiétudes. La destruction de la forêt tropicale progresse à un rythme alarmant. La forêt a déjà disparu plus qu'à moitié et, d'après les estimations, il n'en restera plus rien à la fin du siècle. En effet, la destruction des forêts tropicales humides est susceptible de modifier profondément le climat mondial et d'entraîner l'extinction d'un très grand nombre d'espèces.

1. **Forêts tempérées (forêts feuillues tempérées caducifoliées)**

Ces biomes recouvraient autrefois toute l'Europe tempérée depuis l'atlantique jusqu'au versant sibérien de l'Oural, la Chine septentrionale et centrale et la partie du continent nord-américain.

En Europe, ce biome est représenté par des forêts de chênes ou de hêtres selon les variations locales d'hygrométrie atmosphérique, auxquelles se mêlent des espèces arborées plus rares (tilleuls, érables, etc). La diversité spécifique des forêts feuillues européennes est assez grande. Leur composition floristique, complexe, varie selon la nature du sol. En Amérique du Nord, les forêts caducifoliées comportent un nombre d'espèces arborées nettement plus élevé qu'en Europe. Il en existe plusieurs types : forêts mixtes de hêtres et d'érables, de chênes et de châtaigniers à l'Est et au Sud-Est, de chênes et de noyers des Appalaches. A maturité, les arbres des forêts caducifoliées tempérées peuvent excéder 40 m s'ils ne sont pas exploités.

Dans les forêts décidues tempérées, les températures sont très froides en hiver et chaudes en été (de -30 à 30 'C). Les précipitations sont relativement fortes et distribuées uniformément dans l'année, mais l'eau du sol gèle temporairement au pire de l'hiver. Les forêts décidues tempérées connaissent un cycle annuel : les arbres perdent leurs feuilles en automne, entrent en dormance pendant l'hiver et bourgeonnent au printemps. Bien que la défoliation nécessite de l'énergie et des nutriments, les sols relativement riches des régions tempérées fournissent les nutriments nécessaires à la feuillaison printanière. Les vitesses de décomposition sont plus lentes dans les forêts tempérées que dans les forêts tropicales ; le sol des forêts tempérées est donc recouvert d'une épaisse couche de feuilles mortes qui renferment une bonne partie des nutriments du biome.

Plus ouverte et moins haute que la forêt tropicale, la forêt tempérée comprend plusieurs strates de végétation, dont un ou deux étages d'arbres, un sous-étage d'arbustes et une strate herbacée. La composition en espèces des forêts tempérées varie d'une partie du monde à l'autre ; parmi les arbres dominants, on compte le Chêne, le Bouleau, le Caryer, le Hêtre et l'Érable.

La faune de la forêt tempérée est caractérisée par la présence d'une faune très diversifiée : Rongeurs terricoles, Insectivores fouisseurs, Divers carnivores, Renard, Ours, lynx, Chats sauvages, Cerf d'Europe, Les oiseaux…

La forêt caducifoliée tempérée renferme une biomasse fort élevée mais cependant inférieure à celle des biomes tropicaux Homologues. Ainsi, la chênaie peut excéder 400 tonnes de matière vivante par hectare alors que la forêt ombrophile tropicale présenterait en moyenne une accumulation de 500 t/ha.

L'être humain a profondément modifié les forêts tempérées, il en a coupé les arbres pour obtenir du bois et pour pratiquer l'agriculture, et il y a introduit des parasites et des maladies. Il ne reste plus aujourd'hui que de rares parcelles de la forêt originale.

1. **La forêt boréale**

La forêt boréale, ou Taïga, est la plus vaste forêt du monde. Elle représente le tiers des superficies forestières mondiales. Elle apparaît dans l'hémisphère Nord comme un vaste anneau circumpolaire, presque continu sur 10 000 km. Première forêt mondiale pour la production du bois, elle est dominée par les conifères ; épicéas, sapins, pins et mélèzes en sont les constituants essentiels.

Elle se développe dans une zone où les précipitations sont relativement faibles, compris entre 250 mm dans les plaines continentales et 700 mm dans les zones montagneuses.

Forêt boréale de conifères une grande partie du commerce mondial du bois est fondée sur l'exploitation des forêts de conifères. Des animaux recherchés pour leur fourrure.

1. **La toundra**

Le terme « toundra », s’applique à l’écosystème qui, au nord de l’hémisphère Nord, couvre plus de 10 millions de km2. La toundra est la limite nordique de la taïga. La toundra arctique encercle le pôle Nord et s'étend au sud jusqu'aux forêts de Conifères de la taïga. Des communautés semblables, appelées toundra alpine, se trouvent en montagne au-delà de la limite des arbres. La toundra arctique et la toundra alpine ont des faunes similaires, et leurs flores comportent 40 % d'espèces communes. Néanmoins, les deux milieux présentent des différences importantes.

Dans la toundra arctique, le climat est très froid et les jours d'hiver sont courts. La moyenne de température de la période la plus chaude ne dépasse pas 10 °C. Les couches profondes du sol sont gelées en permanence (1000 m de profondeur), seule une couche superficielle d'une épaisseur d'environ 1 m dégèle pendant l'été. Du fait de la nature du sol, le dégel estival reste superficiel et entraîne par là même un défaut d’écoulement des eaux dans le sol qui se traduit par une multiplication de lacs, marécages et tourbières de faible profondeur. Les précipitations sont aussi faibles dans la toundra.

Cet écosystème se caractérise par des associations végétales de mousses et de lichens, d’herbacées et de formations arbustives de saules nains et d’aulnes, carex. Au sud du biome on peut retrouver des arbustes, mais plus au nord on ne rencontre qu’herbacées, lichens et mousses.

Les animaux de la toundra arctique sont protégés contre le froid par leur graisse et leur fourrure, et beaucoup d'entre eux se réfugient dans des terriers. Comme de nombreuses espèces d'oiseaux migrent. Beaucoup d'arthropodes traversent leurs premiers stades de croissance pendant l'hiver. La toundra arctique abrite de nombreux mammifères herbivores, tels le bœuf musqué et le caribou en Amérique du Nord ainsi que le renne en Europe et en Asie, auxquels s'ajoutent le lièvre et le lemming, dont l'abondance est cyclique. Les prédateurs les plus répandus sont le renard arctique, le loup, le harfang des neiges et, près des côtes, l'ours polaire.

Plusieurs croient que la toundra est demeurée vierge de l’influence de l’homme.  Cependant, on constate une augmentation de l’exploitation pétrolière avec ses impacts sur l’environnement. De plus, on observe un phénomène sournois, l’arrivée de particules chimiques polluantes transportées par les vents. En effet, les polluants atmosphériques des grandes villes Nord-américaines et Européennes sont invariablement dirigés vers le nord. Ceci démontre bien que notre façon de vivre n’influence pas seulement notre environnement immédiat mais bien la planète entière.

1. **Forêt méditerranéenne**

Les forêts méditerranéennes représentent à peine 1,5 pour cent de la superficie totale boisée de la planète. C'est une forêt qui est situé dans la région méditerranéenne s'étend des Alpes au Sahara, et de l'océan Atlantique à la mer Caspienne ; elle englobe 25 pays qui peuvent être divisés en quatre groupes : Europe du Sud-Ouest ; Europe du Sud-Est ; Afrique du Nord ; partie orientale de la Méditerranée.

Le climat méditerranéen est défini comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides et relativement froides, l'été, saison plus chaude, étant sec (Emberger, 1954).

La sécheresse estivale peut durer de deux à six mois ; la pluviosité annuelle oscille entre 100 mm environ dans les zones prédésertiques et plus de 2 500 mm sur certaines montagnes exposées aux vents humides. Les températures moyennes mensuelles vont de 5 °C à 18 °C.

Les sols de la région méditerranéenne sont extrêmement variés du fait de la grande diversité des roches-mères et de la variété des pentes. Ils sont généralement placés sur un substrat géologique sédimentaire.

Les forêts méditerranéennes couvrent actuellement environ 81 millions d'hectares, soit 9,4% de la surface totale de la région, ce qui représente une portion fort réduite par rapport à leur ancienne extension.

Le caractère particulier des forêts méditerranéennes est en rapport, d'une part avec leur grande hétérogénéité biogéographique, historique, climatique et, d'autre part avec leur instabilité et leur vulnérabilité liées à la fois à l'environnement méditerranéen et à l'activité humaine.

i) La brousse thermophile à oléastre et pistachier :

ii) Les forêts de conifères méditerranéens de pin d'Alep, pin maritime, pin pignon, thuya de Berbérie et genévrier de Phénicie ;

iii) La forêt sclérophylle de chênes à feuilles persistantes : chêne vert, chêne liège, chêne Kermès ;

iv) Les forêts caducifoliées de chêne zéen, de chêne afarès, de chêne du Liban, de chêne tauzin, de charme, de frêne et rarement de hêtre ;

v) les forêts de montagne ou de haute altitude, de cèdres, de pins noirs et de sapins ;

vi) les peuplements arborés de l'étage oroméditerranéen de genévriers arborescents et de xérophytes épineux.

La forêt méditerranéenne est adaptée à des incendies périodiques. Beaucoup d'arbustes emmagasinent des réserves de nourriture dans leur système racinaire résistant au feu, ce qui leur permet de repousser rapidement et d'utiliser les nutriments devenus disponibles grâce au feu. En outre, de nombreuses espèces végétales ont une reproduction asexuée ou produisent des graines qui ne germent qu'après avoir été exposées au feu.

 Parmi les Animaux typiques de la forêt méditerranéenne, citons les Cerfs, les Oiseaux frugivores, les Lézards, les Serpents et les Rongeurs qui mangent les graines des Plantes annuelles.

Dans la région méditerranéenne, l'utilisation séculaire des terres a donné lieu à des conflits divers entre agriculture et foresterie : défrichement des terres boisées, surpâturage, désertification des zones sèches et érosion des bassins versants dans les zones montagneuses, et, à présent, le tourisme affecte aussi le paysage.

Les facteurs humains à l'origine des dégradations et du déboisement sont nombreux et peuvent paraître contradictoires (expansion des superficies cultivées et pressions grandissantes sur les forêts pour le bois de feu et les pâturages à l'est et au sud de la Méditerranée, abandon du pâturage en forêt, abandon de l'agriculture, augmentation du tourisme, spéculation foncière par les promoteurs du tourisme et les constructeurs dans le nord.

Les forêts méditerranéennes se sont réduites en superficie et se sont appauvries en biomasse et en biodiversité.

Les feux de forêt constituent un fléau majeur, en particulier au nord de la Méditerranée, et sont le résultat de l'interaction de facteurs physiques, biologiques et humains, parmi lesquels l'exode rural n'est pas des moindres.

En tant qu'espace écologique, richesse économique et bien social, la forêt méditerranéenne a connu et connaît encore des formes d'exploitation qui entraînent des conflits d'intérêts concernant des enjeux d'ordre foncier, social, économique et écologique.

1. **Savane**

Les savanes sont des formations végétales intertropicales couvrant des surfaces très étendues dans des régions à climat ensoleillé, chaud en été, dont la température annuelle moyenne dépasse 26°C et où la pluviosité est faible.

Les savanes herbeuses sont caractérisées par une végétation formée de graminées dures, hautes de 80 cm à plusieurs mètres, à rhizomes développés. Le tapis herbacé ainsi formé est dense et difficilement pénétrable. Ces savanes herbacées sont bien représentées en Afrique (savane de côte d’Ivoire).

Les savanes arbustives sont caractérisées par la présence d’arbre plus ou moins dispersés appartenant à des espèces peu nombreuses et différentes de celle de la forêt tels que les Acacia ou le palmier rônier en Afrique, les eucalyptus en Australie, les Cactées en Amérique du Sud. Ces arbres sont généralement de taille inférieure à 15 m avec une écorce épaisse renfermant beaucoup de liège et résistante au feu.

La faune des savanes comprend beaucoup de grands herbivores qui vivent en troupeaux surtout en Afrique (gazelle, zèbre, girafe, éléphant, rhinocéros) et des carnivores (lion, léopard, guépard). Les oiseaux coureurs sont représentés par l’Autriche en Afrique, très nombreuses espèces d’insectes (scarabéidés) est la plus riche du monde.

1. **Les formations herbacées naturelles : prairies et steppes**

Les formations herbacées naturelles représentent le plus vaste biome terrestre. Elles couvrent 24% de la surface des continents, se rencontrent dans tous les continents. Ces formations s’installent dans les régions tempérées, au cœur des continents, lorsque le climat est caractérisé par étés chauds et humides et des hivers froids. La pluviosité annuelle est de l’ordre de 300 à 500 mm mais elle peut atteindre 1000 mm.

**Les prairies d’Amérique du Nord** : cette formation s’étend depuis le sud du Canada jusqu’aux montagnes du Mexique central et elle couvre près de 3 millions de km2. La végétation est formée essentiellement par des Graminées vivaces à appareil souterrain très développé.

Les botanistes distinguent divers types de prairies parmi lesquels on citera les deux plus importants :

* *La prairie orientale* à herbes hautes s’installe dans une région de basse altitude bien arrosée (700 à 1000 mm d’eau) et dont la température moyenne est de 11°C. Elle possède des graminées qui dépassent 2 m de hauteur.
* *La prairie occidentale* à herbes courtes s’installe dans une région dont l’altitude est de 1100 à 1500 m, plus sèche (pluviosité de 300 mm par an) et plus froide (température moyenne 8°C). elle comprend des espèces comme herbe à bison qui dépassent rarement 40 cm.

La vie animale dans la prairie était remarquable et il n’en reste que de rares éléments car une grande partie de ce biome a été mis en culture ou transformé en pâturages. C’était le domaine des troupeaux de grands herbivores : le bison, l’antilope, les chiens de prairie.

**Les steppes d’Eurasie**: la région des steppes commence en Ukraine et se prolonge presque sans interruption jusqu’à la Mongolie. Le climat est de type tempéré continental relativement sec et froid. Ceci entraine l’existence, pour la végétation, de deux périodes critiques : l’été à et l’hiver. Les graminées les plus caractéristiques appartiennent aux genres *Stipa*, *Festuca*, *Bromus*. Elles ont de longues racines qui leur permettent d’atteindre l’eau en profondeur. Les réserves importantes en humus et en éléments minéraux des terres font de la steppe une région très fertile lorsque l’eau ne manque pas.

La faune de la steppe comprend, comme dans la prairie, beaucoup de Mammifères fouisseurs tels que le grand hamster, marmotte, l’écureuil, le rat taupe qui jouent le même rôle que les chiens de prairie. Les grands mammifères sont des Ongulés très mobiles comme l’antilope, le cerf, les carnivores coureurs sont le chat de steppe, le renard de steppe, il existe aussi des serpents comme la vipère.

1. **Désert**

Trente-quatre pour cent de la surface des terres émergées sont des désert ou des semi-déserts dans lesquels un cinquième de la population mondiale essaie de survivre. Dans beaucoup de régions les déserts s’étendent sous l’action combinée de processus naturels et des activités humaines. L’Europe est le seul continent dépourvu de déserts bien que le sud de l’Espagne aux environs d’Almeria soit déjà une zone aride où la pluviosité est inférieure à 200 mm par an. On estime que 810 millions d’ha ont été désertifiés depuis 50 ans, surtout au sud du Sahara

On appelle déserts les régions où la pluviosité annuelle moyenne est inférieure à 100 mm et très irrégulière. L'évapotranspiration est accentuée par le vent fort et fréquent. La végétation est très rare : moins de 500 espèces dans le Sahara, 50 seulement dans le domaine hyperaride de ce désert. Ce sont des plantes résistantes, qui se sont adaptées à la sécheresse. Ainsi, 25% sont des endémiques.

Les déserts présentent tous une végétation quasi-absente et xérophile, Les plantes sont basses et le taux de recouvrement est faible. Les formes d'adaptation sont la succulence et le xéromorphisme.

Le sol est d'autant moins riche en humus que la végétation est rare. L'eau des déserts est riche en sels, et avec l'évaporation ces sels se retrouvent dans les sols.

Certains déserts **sont zonaux** : ils sont situés entre 25 et 35° de latitude, sous les tropiques. Il s'agit du désert d'Arabie, du désert du Chiuahua au nord du Mexique, du désert d'Australie.

D'autres déserts sont **azonaux** : Ce sont les déserts d'abris (fond du rift africain au Kenya, sud-ouest de Madagascar, désert de Mohave et Sonora en Amérique du Nord), les déserts continentaux (déserts d'Eurasie : Touran, Takla, Gobi, Ordos). En fonction de la latitude et de l'altitude, ils sont plus ou moins chauds, mais ont tous des conditions de précipitations très faibles.