

## Chapitre 1 : Notions de biocénose et d'écosystème

### Définitions et notions de base : I) Définition :

**L'écologie** : étymologiquement le terme écologie dérive de deux racines grecques :  
oikos → maison, habitat et logos science

L'écologie est littéralement la science de l'habitat. Dans cette définition l'habitat concerne les végétaux et les animaux considérés dans leur milieu vital.

Le terme écologie a été proposé pour la première fois dans son usage scientifique par le zoologiste allemand Ernst Haeckel en 1866. Il s'agissait pour cet auteur de l'étude des conditions d'existence des êtres vivants et des interactions de toutes sortes, entre ces êtres vivants et leur milieu et entre ces êtres vivants entre eux dans des conditions naturelles.

Aujourd'hui on définit l'écologie comme étant l'étude de la structure et de la fonction de la nature tout en reconnaissant que l'humanité est partie intégrante de la nature c'est-à-dire science de l'environnement naturel ou modifié par l'homme.

### II) Domaines d'intervention

Les études écologiques portent conventionnellement sur trois niveaux :

L'individu, la population et la communauté.

- Un **individu** est un spécimen d'une espèce donnée.
- Une **population** : un ensemble des individus de la même espèce rassemblés en un milieu donné à un moment donné. Ce rassemblement se caractérise par le mode de répartition (distribution uniforme, en agrégats ou aléatoire) des individus et par des variables d'état telles que : émigration, natalité, mortalité...
- Une **communauté** ou **biocénose** est l'ensemble des populations d'un même milieu, peuplement animal (zoocénose) et peuplement végétal (phytocénose) qui vivent dans les mêmes conditions de milieu et au voisinage les uns des autres.

Chacun de ces trois niveaux fait l'objet d'une division de l'écologie :

- l'individu concerne **l'autoécologie** : c'est la science qui étudie les rapports d'une seule espèce avec son milieu. Elle définit les limites de tolérances et les préférences de l'espèce étudiée vis-à-vis des divers facteurs écologiques et examine l'action du milieu sur la morphologie, la physiologie et l'éthologie.

- La population concerne **l'écologie des populations** ou **la dynamique des populations** : c'est la science qui étudie les caractéristiques qualitatives et quantitatives des populations : elle analyse les variations d'abondance des diverses espèces pour en rechercher les causes et si possible les prévoir.
- La biocénose concerne **la synécologie** : c'est la science qui analyse les rapports entre les individus qui appartiennent aux diverses espèces d'un même groupement et de ceux-ci avec leurs milieux.

### III) Notion d'écosystème :

C'est en 1935 que le système d'interactions entre les êtres vivants et leur environnement est nommé « écosystème » par le botaniste anglais Arthur Tansley.

Un écosystème comprend deux ensembles = **le biotope** (= milieu de vie) + **la biocénose** (= êtres vivants comprenant les végétaux « phytocénose » et les animaux « zoocénose »). Ces deux ensembles interagissent entre eux pour générer un système organisé et fonctionnel :

#### **l'écosystème.**

L'écosystème est donc un ensemble d'éléments en interaction les uns avec les autres formant un tout cohérent et ordonné. Chaque élément est relié aux autres par un réseau d'interactions mutuelles. Un écosystème est un système ouvert et il se caractérise par une homogénéité botanique, zoologique, topographique, pédologique et climatique.

C'est un ensemble de taille variable dont la définition peut s'appliquer à n'importe quel milieu depuis une souche d'arbre mort ou une flaque d'eau (**microécosystème**), une forêt (**mésosystème**), ou bien un océan (**macroécosystème**).

Un écosystème complet est constitué de producteurs autotrophes et consommateurs hétérotrophes et de décomposeurs.

#### **Le biotope :**

Le biotope est constitué de tous les éléments physiques (épaisseur du sol, texture, structure, pente, exposition, profondeur de l'eau), chimiques (pH, salinité, éléments minéraux) qui sont soumis eux même à l'action générale locale du climat et qui déterminent la présence d'une biocénose. Parfois la variation d'un seul facteur physico-chimique peut provoquer une modification radicale de la biocénose.

## Chapitre II : Les Ecosystèmes dans le Monde

La biosphère signifie, littéralement, sphère de la vie, c'est-à-dire la partie de notre planète où la vie s'est développée. La biosphère englobe trois grands « compartiments » : l'eau (**hydrosphère**), l'air (**atmosphère**) et le sol (**lithosphère**).

- **la lithosphère (le sol)** : représente les couches les plus superficielles de l'écorce terrestre (milieu solide constitué par l'ensemble des continents + les divers constituants géologiques du substrat solide des océans). La couche supérieure de la croûte terrestre est appelée « sol ».
- **L'hydrosphère (l'eau)** : les océans occupent 70% de la surface terrestre, ce qui a valu à la Terre d'être surnommée la planète bleue.
- **L'atmosphère (l'air)** : couche gazeuse homogène, constitue la zone la plus périphérique de notre planète et enveloppe les deux précédents milieux. Il est composé à 78 % d'azote, à 21 % d'oxygène, le reste étant de la vapeur d'eau, du gaz carbonique, de l'ozone et des gaz rares (argon, néon, hélium, etc.).

À l'intérieur de ces trois grands compartiments existent de nombreux écosystèmes de taille variable :

1- **Ecosystèmes terrestres ou continentaux** : associés aux continents émergés que l'on peut subdiviser en :

- ❖ **Les Ecosystèmes forestiers** (forêts tropicales, tempérées, boréales ou méditerranéennes).
- ❖ **Les agroécosystèmes** (prairies, steppes, savanes).
- ❖ **Les écosystèmes désertiques**
- ❖ **Les écosystèmes montagnards** (basse montagne, moyenne montagne, haute montagne)
- ❖ **Ecosystèmes souterrains** (grottes, plateaux karstiques) ❖ **Les écosystèmes littoraux** (cordons dunaires, côtes rocheuses) 2-
- Ecosystèmes des eaux continentales (zones humides):**
- ❖ **Les Ecosystèmes lentiques** (lacs et étangs).
- ❖ **Les écosystèmes lotiques** : (rivières et fleuves).

3- **Ecosystèmes océaniques** : (mers et océans).

## **I. Ecosystèmes terrestres ou continentaux :**

### **I.1-Les écosystèmes forestiers :**

#### **Définition :**

« La forêt c'est une terre avec un couvert arboré de densité supérieure à 10%, d'une superficie supérieure à 0,5 ha et les arbres doivent atteindre une hauteur minimum de 5 m à maturité » La forêt a de multiples faciès selon : la latitude - l'altitude - la nature du sol - le climat...etc.

Qu'elle soit tropicale, tempérée, boréale ou méditerranéenne. **-Les**

#### **forêts tempérées :**

Elles caractérisent des régions de moyenne latitude dans l'hémisphère nord et recouvraient l'Europe centrale, l'Est de l'Asie et l'Est des états unis. Elles se caractérisent par la présence d'arbres feuillus. Leur composition varie d'une partie du monde à l'autre on peut citer : le Chêne, le Hêtre ...

#### **-Les forêts tropicales:**

La forêt tropicale humide croit dans les régions proches de l'équateur (précipitations abondantes), c'est là où on trouve la plus grande diversité biologique (végétale et animale) on peut dénombrer dans un hectare jusqu'à 300 espèces d'arbres dont certains atteignent de 50 à 60m de hauteur.

#### **-Les forêts boréales (Taïga ou forêts de conifères):**

Elles couvrent une large bande qui s'étend dans les régions froides neigeuses en Amérique du Nord, En Europe et en Asie jusqu'à la limite méridionale de la Toundra arctique. Caractérisées par des peuplements de conifères notamment (des Pins et des Sapins).

#### **-Les forêts méditerranéennes:**

Elles se trouvent dans la région méditerranéenne ainsi que le long des côtes de la Californie, du Chili, du Sud Ouest de l'Afrique et du Sud Ouest de l'Australie. La forêt méditerranéenne se compose de peuplements denses d'arbustes à feuilles persistantes et elle est adaptée à des incendies périodiques.

### **I.2-Les agro écosystèmes :**

#### **Définition :**

« L'agro-écosystème est un produit de la modification de l'écosystème par l'homme et constitue un espace d'interaction entre l'homme, ses savoirs et ses pratiques et la diversité des ressources naturelles ».

L'**agroécosystème** est donc une association comprenant les cultures, le bétail, la faune et la flore, le sol et l'eau en interaction avec les usages de l'homme.

On peut citer :

-**Les prairies** : terrain couvert d'herbes ou de plantes fourragères destinées à l'alimentation du bétail.

-**Les steppes** : formations herbacées, dont l'herbe est en touffes très espacées.

-**Les savanes** : des formations végétales terrestres aux régions chaudes dominées par les plantes herbacées.

### **I.3-Les écosystèmes désertiques :**

#### **Définition :**

« Un désert est une zone de terre stérile et peu propice à la vie ».

Il existe deux types d'écosystèmes désertiques : -Les déserts froids.

-Les déserts chauds.

Les déserts recouvrent une grande surface sur notre planète. Ces écosystèmes n'abritent qu'un très faible nombre d'espèces à cause : des températures extrêmes, du fort ensoleillement et des faibles quantités d'eau.

### **I.4-Les écosystèmes montagnards :**

Il existe 3 grands types liés à l'altitude :

Basse montagne – moyenne montagne – haute montagne.

Ils abritent de nombreuses espèces animales et végétales et jouent un rôle important en matière de régulation des risques naturels (érosion). **I.5-Les écosystèmes souterrains :**

Ils comprennent :

- **Les grottes** : constituées de cavités et de galeries de grandes dimensions pénétrables par l'homme.

-**Les plateaux karstiques (relief calcaire)** : ensemble des massifs calcaires érodés par l'eau et qui renferment des systèmes souterrains formés de fissures, de cavités, de galeries et de grottes.



**I. 6-Les écosystèmes littoraux :**

Ils s'étendent de la limite intérieure de la zone côtière et ils peuvent être divisés en : Cordons dunaires et côtes rocheuses.

**II. Ecosystèmes des eaux continentales (zones humides):**

**II.1-Les Ecosystèmes lentiques :** désignent les écosystèmes d'eaux stagnantes (calmes). On les subdivise en (lacs, étangs, marais)

**II. 2-Les écosystèmes lotiques :** ce sont les écosystèmes des eaux courantes (rivières et fleuves).

**III. Ecosystèmes océaniques (écosystèmes marins) :**

Ils constituent les plus vastes écosystèmes de la planète et comprennent les (mers et océans).

## **Chapitre V : Structure et fonctionnement trophique des écosystèmes**

### **1.1 Introduction**

Si l'on considère que la structure d'un écosystème comprend notamment les facteurs physico-chimiques de l'environnement, la biodiversité et les interactions entre espèces au sein de cet écosystème, et que le fonctionnement d'un écosystème recouvre des aspects aussi variés que la biomasse, la production de matière, la stabilité ou encore la résistance de l'écosystème aux invasions biologiques, alors la relation entre structure et fonctionnement des écosystèmes peut se décomposer en de nombreuses relations.

### **1.2 Biosphère**

La partie de la terre où se manifeste la vie est appelée biosphère. Elle comprend trois compartiments différents :

- Lithosphère concerne le milieu terrestre ;
- Atmosphère concerne le milieu aérien ;
- Hydrosphère concerne le milieu aquatique.

La vie se rencontre dans les deux premiers compartiments de la biosphère, lithosphère et hydrosphère, par contre dans l'atmosphère aucun organisme ne vit en permanence.

Théoriquement la limite supérieure de l'atmosphère se situe aux alentours de 10 km d'altitude. On connaît encore des spores de bactéries, de champignons et des kystes de protozoaires transportés par les courants aériens. La limite inférieure serait les fossés océaniques.

### **1.3 Biomes (Structure spatiale de la biosphère)**

On peut subdiviser l'environnement naturel de la terre en plusieurs communautés naturelles appelées les biomes. La diversité de l'environnement naturel est très grande et donc y faire des groupes de choses qui se ressemblent nous aide à l'étudier.

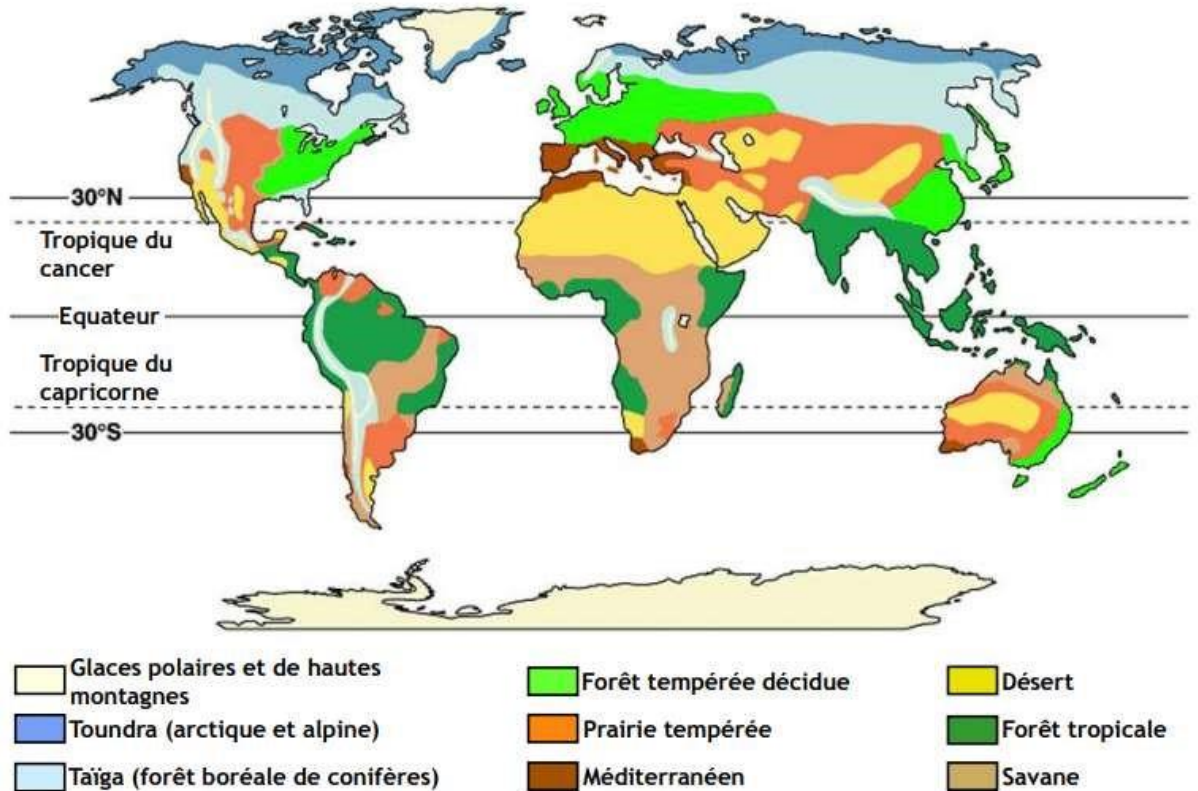
On peut choisir plusieurs caractéristiques pour subdiviser l'environnement naturel. Par exemple la quantité d'eau qu'il y a, la température qu'il y fait, les plantes et les animaux qui y vivent. Les groupes sont différents selon les caractéristiques qu'on choisit pour les faire.

On distingue dans la biosphère plusieurs grandes formations végétales réparties en communauté marine et terrestre appelée biome tel que : Savane, désert...etc

La diversité de ces biomes et leurs distributions a la surface de la biosphère définissant la structure spatiale de la biosphère à la surface du globe (fig.1).

Ainsi du pôle à l'équateur se succèdent une bande en parallèle de grandes types de formations végétales caractéristiques de grandes zones climatiques de la biosphère.

Une zone climatique donne un type de biome ; la phytocénose constitue avec la biocénose animal qui leur est associée constitue le biome.



**Figure 1 :** Carte des biomes (7 types habitats terrestres, 2 types d'habitats aquatiques. et les zones couvertes de glace) ([https://cours-examens.org/images/Etudes\\_superieures/](https://cours-examens.org/images/Etudes_superieures/)).

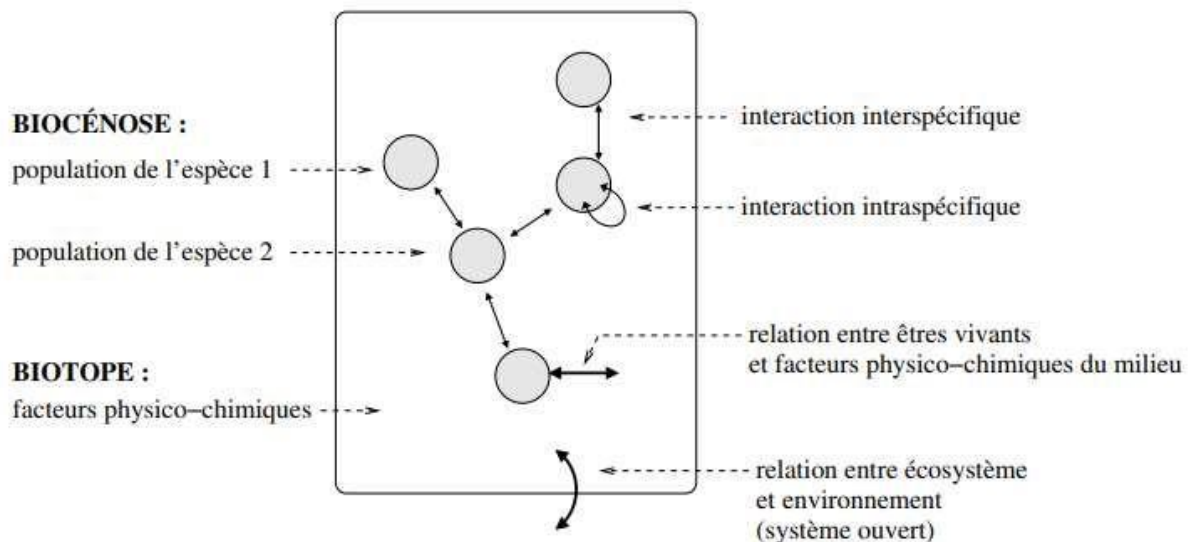
#### 1.4 Notion d'un système écologique

Immédiatement donné ou accessible au naturaliste est l'individu. Les individus, que l'on perçoit d'abord comme isolés dans la nature, n'ont de sens, pour l'écologie, qu'au travers du système de relation qui les lie, d'une part à d'autres individus, et d'autres parts à leur environnement physico-chimique. Les populations naturelles ne sont jamais isolées, elles peuvent présenter entre elles des interactions diverses de prédation, de compétition, de coopération, et sont soumises aux facteurs physico-chimique du milieu (fig. 2).



Un système écosystème inclut donc :

- le biotope, facteurs physico-chimiques du milieu (par exemple les paramètres abiotiques du sol et du climat : structure physique, température, intensité lumineuse, humidité, teneur en éléments chimiques. . .) ;
- la biocénose, ensemble des êtres vivants ;
- les relations entre les êtres vivants (interactions biotiques) ;
- les relations entre les êtres vivants et leur biotope ;
- les relations entre l'écosystème et son environnement.



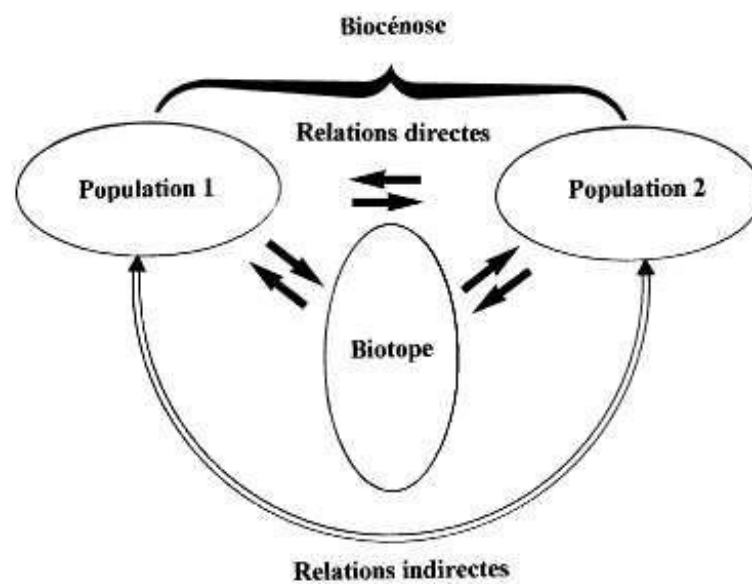
**Figure 2 :** Interaction au sein d'un système écologique (Goudard A, 2007)

### 1.5 L'Ecosystème – un réseau d'interaction

L'unité étudiée par l'écologie est l'écosystème. Le terme a été proposé en 1935 par le botaniste anglais Arthur Tansley, le concept s'est structuré à partir des années 1940. L'écosystème est un ensemble relativement homogène et stable (en l'absence de perturbations) constitué par une communauté d'êtres vivants (animaux, végétaux, champignons, microbes) appelée biocénose, en relation avec un biotope (facteurs physicochimiques déterminés par le climat, la topographie, la nature du sol, l'humidité, etc.) (fig.3). Un écosystème évolue, en l'absence de perturbation d'origine naturelle ou humaine, vers un état d'équilibre appelé climax. Cependant,

la plupart des écosystèmes terrestres ou aquatiques sont perturbés par les activités humaines. On parle de perturbation d'origine anthropique.

Une interaction (intraspécifique ou interspécifique) peut être établie directement entre deux individus ou deux espèces, ou indirectement, via des interactions avec un troisième individu ou espèce ou via des interactions avec un facteur du milieu. Il s'agit alors d'une interaction indirecte. Lorsque l'impact d'une espèce sur une autre espèce nécessite la présence d'une troisième espèce, l'effet indirect peut être transmis par variation d'abondance le long de la chaîne d'interactions ou par modification des traits des espèces en interaction (Wootton 1994, Abrams 1995).



**Figure 1 :** Propriétés systématique explique le fonctionnement des écosystèmes (d'après Frontier et Pichod-Viale).

### 1.5.1 Le cadre physico chimique (biotope)

L'écosystème n'est pas réductible à sa biocénose. Il comporte aussi un milieu physique et chimique qui intervient non seulement dans la biologie de chaque espèce mais aussi dans la structure et la dynamique de la biocénose toute entière (partie sera bien développée dans le chapitre II). A l'inverse, le fonctionnement et la transformation de la composition et de la structure des biocénoses peuvent modifier les caractères du milieu.

Un biotope est le milieu physique et chimique dans lequel vivent les végétaux et les animaux. Ce milieu est l'élément non vivant, ou abiotique, de l'écosystème. Il renferme la totalité des ressources nécessaires à la vie. Le biotope varie selon les écosystèmes. Dans un

étang, il est composé d'eau et de substances dissoutes (oxygène, gaz carbonique et sels minéraux).

Dans un écosystème forestier, le biotope est constitué par le sol qui permet l'enracinement des plantes et qui leur procure l'eau et les sels minéraux indispensables, et par l'atmosphère qui fournit l'oxygène et le gaz carbonique également indispensables.

### **1.5.2 La biocénose**

Le second élément de l'écosystème comprend l'ensemble des êtres vivants, végétaux, animaux et micro-organismes, qui trouvent dans le milieu des conditions leur permettant de vivre et de se reproduire. L'ensemble de ces êtres vivants constitue une communauté (terme surtout employé en Amérique) ou une biocénose (terme surtout utilisé en France). La biocénose est un ensemble plus ou moins riche en espèces entre lesquelles existent des liens d'interdépendance qui se manifestent par la compétition, les relations trophiques (les uns mangent les autres), la symbiose, etc. Les trois catégories d'organismes d'une biocénose sont les producteurs (les végétaux chlorophylliens), les consommateurs (animaux herbivores et carnivores), les décomposeurs (champignons, bactéries et certains animaux).

### **1.6 Structure de l'écosystème**

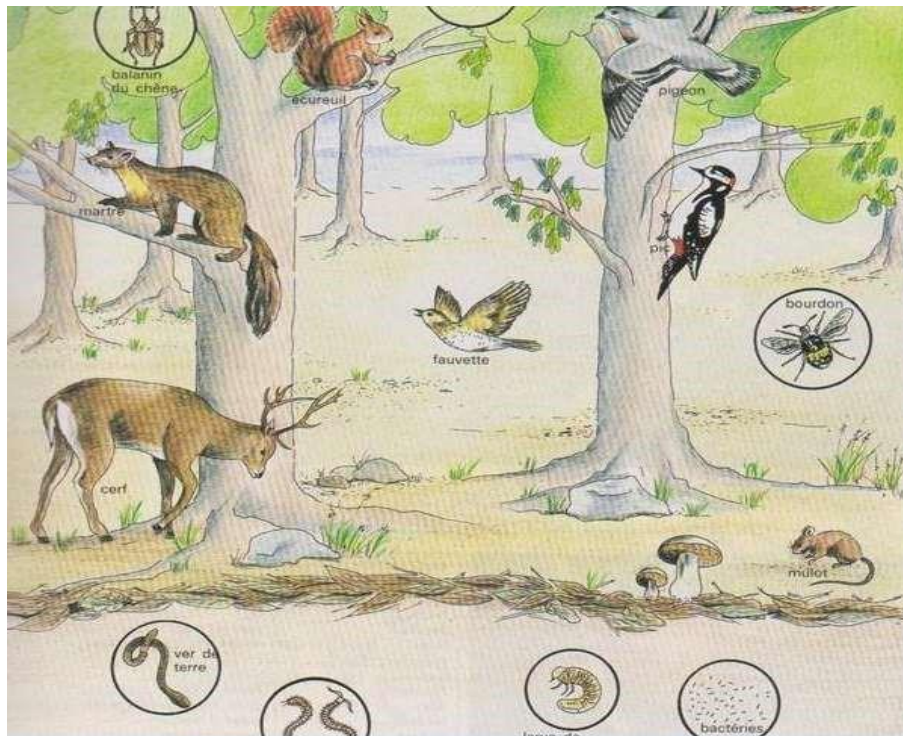
Tout écosystème possède une structure particulière qui permet de le reconnaître. La structure correspond à la disposition des individus des diverses espèces les uns par rapport aux autres, soit dans le plan horizontal, soit dans le plan vertical.

La répartition dans le plan vertical correspond à la stratification, plus ou moins marquée selon les écosystèmes. Elle est bien visible dans la forêt, où il est possible de reconnaître une strate cryptogamique au niveau du sol, de quelques centimètres au maximum, constituée par des cryptogames, mousses et lichens ; une strate herbacée formée d'herbes pouvant atteindre parfois 1 m de hauteur ; une strate arbustive jusqu'à 8 m de hauteur ; une strate arborescente comprenant les arbres les plus hauts (plus de 50 m dans certaines forêts). À cette stratification se superpose une stratification des animaux qui peuvent vivre au sol ou, comme les oiseaux ou les insectes, s'installer dans les diverses strates du sous-bois. La stratification existe aussi dans le sol où elle est marquée par un étagement des racines des diverses plantes à divers niveaux (fig.4).

La stratification existe même dans un écosystème simple comme la prairie. On peut y distinguer une strate souterraine formée par les racines et les animaux du sol comme les

vers de terre, une strate de la surface du sol composée des animaux qui vivent parmi les débris végétaux, et une strate aérienne formée par les animaux qui vivent dans l'herbe à différentes hauteurs.

Dans le plan horizontal, la structure des écosystèmes se manifeste, en forêt, par une hétérogénéité de la végétation, la présence de clairières ou d'arbres d'âges et de hauteurs différentes.



**Figure 2.** Répartition des différentes espèces végétales et animales dans le plan horizontal dans un écosystème donné

(<http://mdevmd.accesmad.org/mediatek/mod/>)consultée le 28/01/ 2019

### 1.6.1 Structure spatiale de l'écosystème

Les écosystèmes ne s'étalent pas, uniformes et homogènes, dans l'espace : ils possèdent une certaine structure, définissable horizontalement et verticalement. Pour s'en tenir à des considérations très générales il est commode de distinguer les cas où la structure spatiale de l'écosystème est définie à partir des seuls facteurs abiotiques, de ceux où les composants biotiques sont pris en compte. Ainsi peut-on caractériser la structure spatiale d'un écosystème

aquatique, lac, rivière, zone océanique, à l'aide des seules variables physicochimiques du milieu.

Les écosystèmes peuvent être décrits, au niveau de leur trame biologique

(biocénose), par la simple énumération de leur composition spécifique.

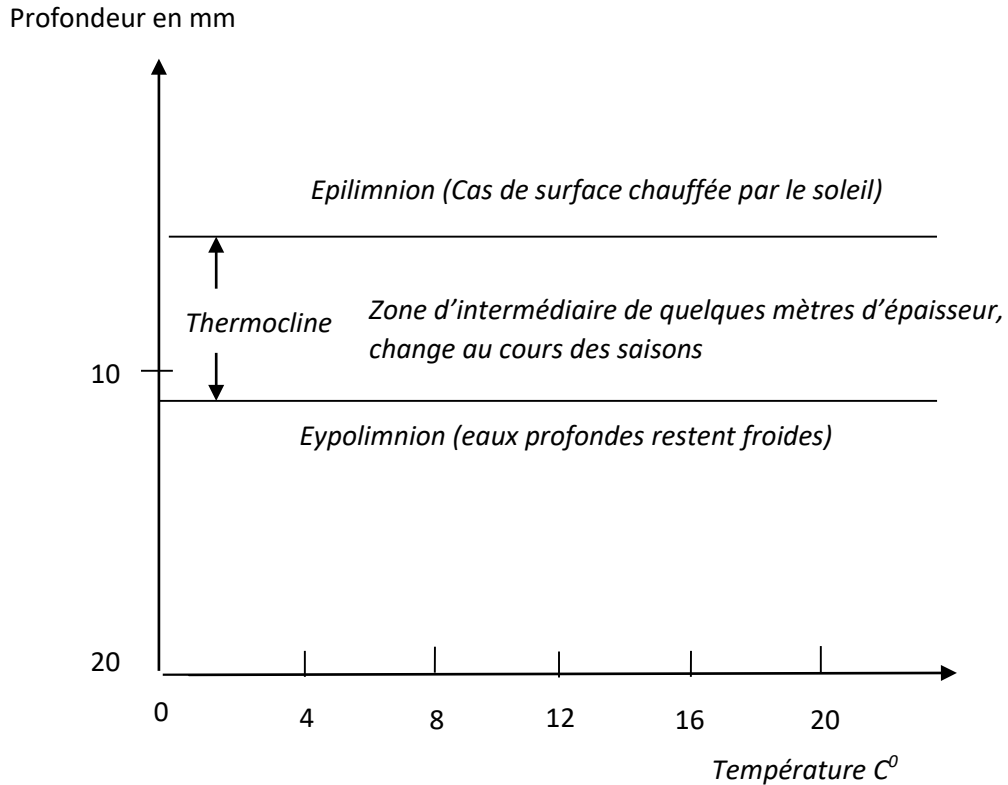
Un tel inventaire qui doit théoriquement inclure toutes espèces présentes (micro-organismes, plantes, animaux, se heurte à de sérieuses difficultés (repérage et détermination de ces espèces) et n'a guère d'intérêt :

Dès lors que l'on s'intéresse à la structure et au fonctionnement de l'écosystème, celui-ci ne saurait être réduit à une collection informe d'espèces.

Dans le cas des écosystèmes terrestres une première description intégrée est généralement donnée à partir de l'analyse de la végétation qui permet de définir la structure spatiale de l'écosystème.

Dans le cas des écosystèmes aquatiques, la structure spatiale est plus aisément définie à partir des variables physiques du milieu.

D'une manière générale, il convient de ne jamais négliger l'étude de cadre physique chimique, partie intégrante de tout écosystème.



**Figure 3** : Stratification thermique d'un lac tempéré en été (Ramad F, 2006)

### 1.6.1.1 Biodiversité et dominance

La notion de biodiversité peut se retrouver à différentes échelles :

- l'échelle moléculaire (fondée sur la diversité génétique, variabilité génétique entre individus d'une population et entre populations d'une espèce) ;
- l'échelle des espèces (diversité des espèces ou diversité spécifique) ;
- l'échelle des écosystèmes (diversité des écosystèmes).

La dominance et la diversité sont deux attributs des biocénoses. Il y a dominance lorsqu'une ou quelques espèces contrôlent les conditions de milieu qui influent sur les autres espèces. Dans une forêt, l'espèce dominante est un arbre comme le chêne ou le hêtre. Dans une biocénose marine située à proximité du littoral, l'espèce dominante peut être un animal comme la moule. La diversité est difficile à mesurer. On peut l'évaluer en déterminant tout simplement le nombre d'espèces présentes. Une meilleure estimation consiste à calculer un indice de diversité qui tient compte à la fois du nombre d'espèces et de l'abondance numérique de chacune.

La relation entre diversité et fonctionnement des écosystèmes s'étudie à l'échelle d'un écosystème et concerne donc principalement la diversité des espèces. À chaque échelle, la biodiversité a des composantes à la fois quantitatives et qualitatives. Ainsi, la diversité spécifique peut être décrite de manière quantitative, par le nombre d'espèces par exemple, ou de manière qualitative, par la composition spécifique.

Donc, l'étude de la relation entre structure et fonctionnement des écosystèmes, et en particulier la relation diversité spécifique – fonctionnement, tester l'effet de la richesse spécifique permet de déterminer l'impact du nombre d'espèces dans la communauté, quel que soit leur abondance relative, et donc de prendre en compte les effets, non négligeables, de certaines espèces peu abondantes.

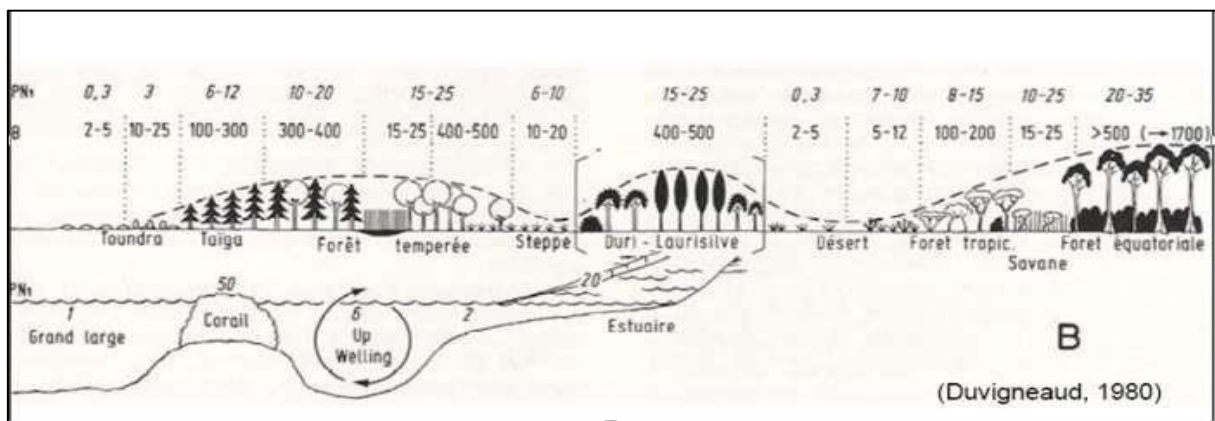
### 1.6.1.2 Productivité, Diversité, Stabilité, Résilience

#### A. Productivité

L'une des caractéristiques fondamentales des écosystèmes, en relation avec leur fonctionnement, est la productivité. Toute l'organisation des écosystèmes dépend en définitive, de la quantité d'énergie captée par les producteurs primaires. Aussi a-t-on tenté de caractériser les divers types d'écosystèmes par leur production annuelle brute ou nette.

On appelle productivité la biomasse formée pendant un temps déterminé donc la productivité dans un niveau donné c'est la biomasse élaborée par unité de temps, cette productivité dépend dans une large mesure, des deux grands variables climatiques (température et pluviométrie).

$$P = \text{Biomasse végétale (Kcal/an)}.$$



**Figure 4 :** Ordre de grandeur de la biomasse (t/ha) et de la production primaire (t/ha/an) dans les grands types de biomes (Duvigneaud, 1980)

## B. Diversité

Lorsqu'on parle de la diversité d'un écosystème on désigne généralement sa richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre le plus au moins élevé d'espèces lorsqu'il comprend (notions de richesse et de diversité spécifique sont déjà prises).

## C. Stabilité et Résilience

Les écosystèmes sont d'autant plus stables qu'ils sont diversifiés (à diversité spécifique élevée). Si l'on constate en effet que les écosystèmes naturels deviennent avec le temps, après une perturbation à la fois plus riche et plus stables, on reste ébranlé par le fait que tout accroissement de diversité introduit dans différents modèles mathématiques d'écosystèmes tend à réduire et non à accroître leur stabilité.

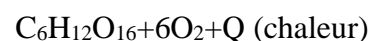
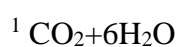
Il existe deux composantes essentielles dans la stabilité : **la première, statique**, que l'on peut appeler stabilité au sens strict, désigne les propriétés de constances ou de persistance des écosystèmes, éventuellement liées à la permanence des conditions environnementales ;

**la seconde, dynamique**, que l'on peut appeler résilience ou homéostasie, correspond à l'aptitude des écosystèmes à revenir à l'état d'équilibre après une perturbation.

Ces propriétés de stabilité et de résilience sont évidemment des caractéristiques clés des systèmes écologiques, naturels ou exploités. L'exploration des mécanismes qu'elles mettent en œuvre et l'évaluation de leur efficacité (résistance aux perturbations, vitesse de retour à l'équilibre, seuil de dégradation irréversible) sont en vérité un des objectifs majeurs de l'écologie.

### 1.1.2 Structure fonctionnelle

Il est possible de définir une structure fonctionnelle fondamentale reconnaissable à quel endroit de la biosphère où l'on se trouve. En effet la biosphère comprend des éléments vivants et d'autres éléments non vivants.



Ce processus fait pénétrer la carbone atmosphérique dans le cycle des éléments, à l'inverse de la respiration qui l'en expulse, constituant ainsi à l'élaboration de produits



D'un point de vue fonctionnel la multitude des espèces qui peuplent la terre et les mers peuvent être réparties en quatre principaux ensembles constituant autant de compartiments fondamentaux du système biosphère : Les producteurs primaires, les consommateurs primaires, les consommateurs secondaires et de rang supérieur, les décomposeurs.

Sont les producteurs primaires (végétaux autotrophes, plantes vertes sur terre, algues et phytoplanctons dans les eaux, qui utilisent l'énergie solaire pour la photosynthèse. Ce dernier permet au végétal chlorophyllien de transformer la matière minérale en matière organique (former des substances organiques complexes à partir de substances inorganiques simples).

L'opération fondamentale de la photosynthèse, rappelons-le, est la production de molécules de glucose et d'oxygène à partir de gaz carbonique et de l'eau :

Les consommateurs secondaires(C2), les carnivores : Tous les organismes qui se nourrissent aux dépens d'autres animaux vivants pour une analyse plus précise on verra qu'il convient de subdiviser cet ensemble en consommateurs secondaires (mangeurs d'herbivores), en consommateurs tertiaires(C3), qui se nourrissent des précédents, etc. En fait, beaucoup d'espèces ne se plient pas facilement à cette classification par niveaux trophiques et peuvent appartenir à plusieurs compartiment- consommateurs primaires et secondaires (espèces omnivores), consommateurs secondaires et tertiaires (prédateurs ou parasites d'herbivores et de carnivores), etc.

Les décomposeurs, sont les invertébrés, champignons et bactéries qui se nourrissent de la matière organique morte-cadavres, litière, etc

Les éléments non vivants de la biosphère peuvent être rassemblés en deux compartiments différents : Matière organique morte et éléments minéraux.

Les divers compartiments du système biosphère sont liés par des transferts de matière et d'énergie. Trois processus fondamentaux en résument le fonctionnement :

---

organiques. Il constitue le premier maillon du cycle de la matière et par conséquent celui de l'énergie.

Les animaux qui se nourrissent aux dépens des producteurs primaires sont des herbivores (C1), ils dépendent totalement des producteurs car ils produisent eux aussi de la matière organique (croissance, reproduction), mais à partir de la matière organique déjà élaborée, on les appelle producteurs secondaires(C2).

- Le processus de consommation, ingestion de matière organique ;
- Le processus de production, synthèse de matière organique ;
- Le processus de décomposition ou de minéralisation, recyclage de la matière.

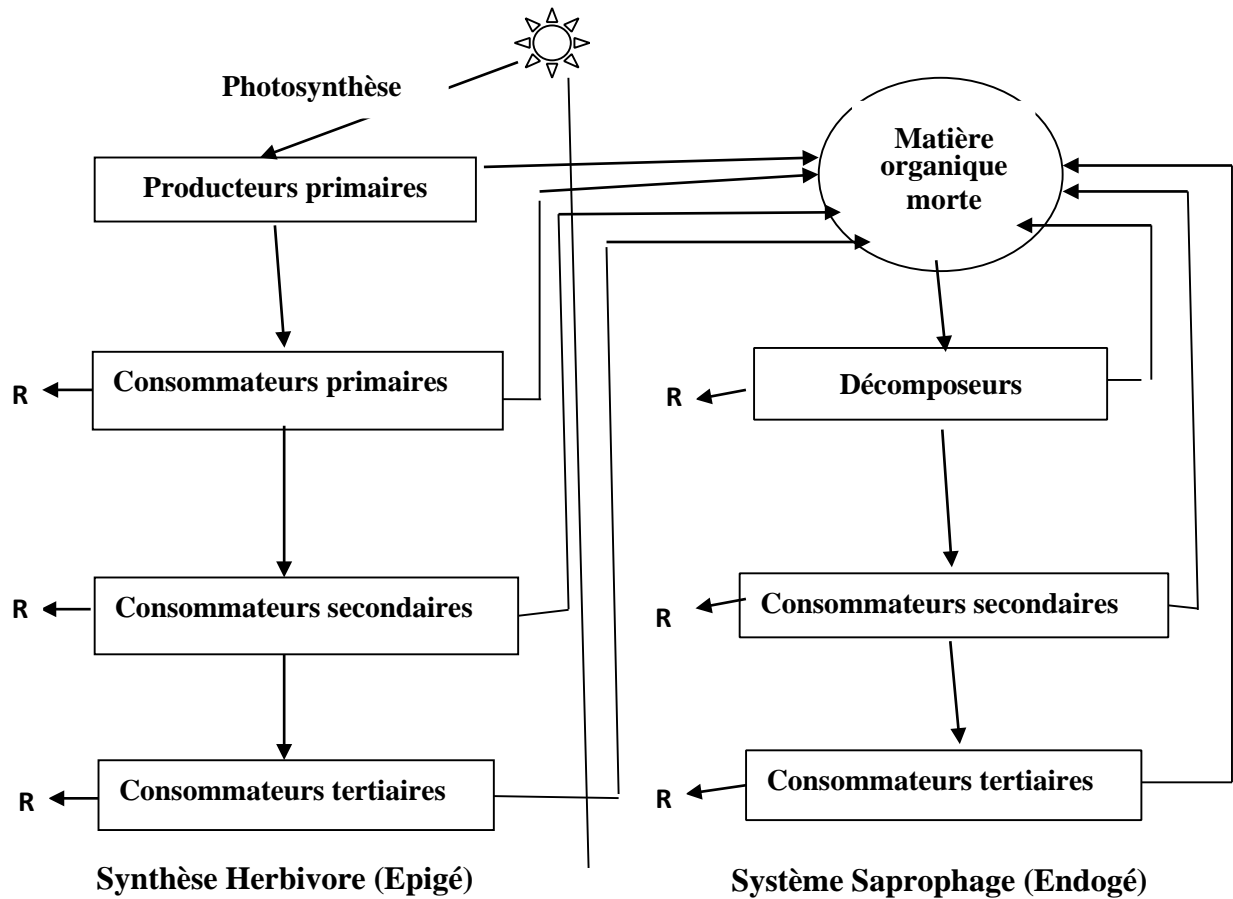
### **1.6 .2.1 Structure trophique**

Les écosystèmes sont alimentés en énergie par le soleil. Le premier compartiment trophique de tout écosystème est celui qui réunit les organismes autotrophes, algues, et végétaux chlorophylliens capables de fixer l'énergie solaire et de synthétiser leurs tissus à partir d'éléments minéraux. Ce sont des producteurs primaires

Tout écosystème repose sur la production primaire. La matière organique vivante ainsi produite est source de matière et d'énergie pour les herbivores, ou phytophage, insectes, mollusque, vertébrés, mais aussi certains végétaux parasites. Ces organismes sont les premiers consommateurs de matière organique vivante si l'on suit le flux d'énergie dans l'écosystème : Ce sont des consommateurs primaires naturellement, ces organismes synthétisent aussi leurs propres tissus pour croître et se multiplier : ce sont donc des producteurs secondaires. Les herbivores sont la proie de nombreux consommateurs prédateurs et parasites qui sont eux même source de nourriture pour les consommateurs tertiaires, victimes à leur tour d'éventuels consommateurs quaternaires.

Cette chaîne trophique n'est pas illimitée. A chaque étape, à chaque transfert d'énergie, il y a des pertes importante, de sorte qu'à partir des consommateurs de troisième ordre, la quantité de matière exploitable devient rare, dispersée et difficilement utilisable, sauf pour quelques superprédateurs et surtout parasites. Cela apparait bien dans la présentation classique des pyramides trophiques (partie sera bien développée dans le chapitre qui suit). La chaîne trophique alimentée par les végétaux est un système incomplet : y manque un processus essentiel, le recyclage de la matière, sous lequel les végétaux seraient privés d'éléments minéraux (la source pédogénétique étant largement insuffisante).

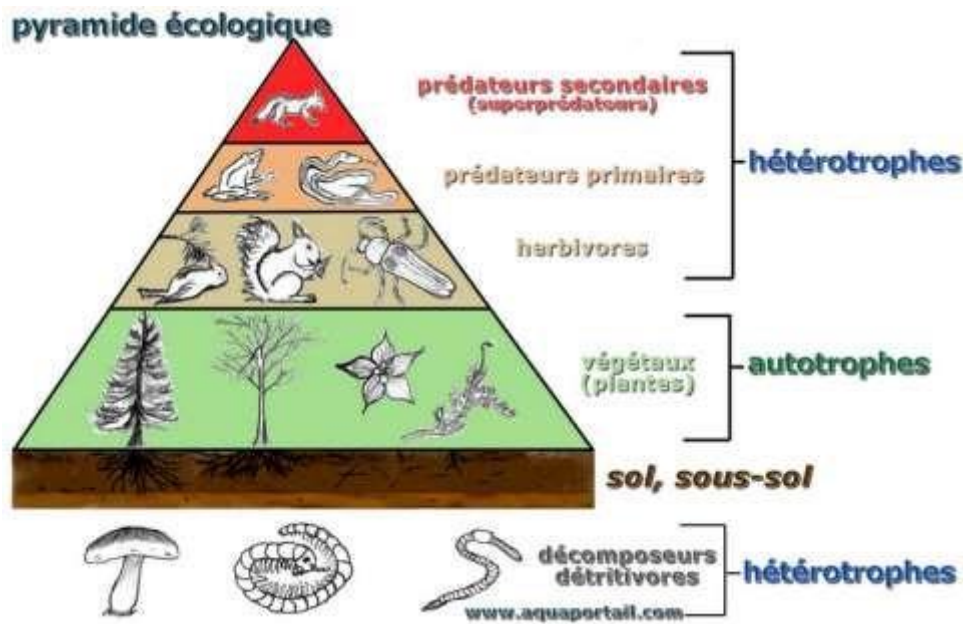
Ce recyclage de la matière organique (décomposition, minéralisation) est assuré par les organismes saprophytes, micro-organismes principalement (bactéries, champignons) mais aussi associé un système « décomposeur ». Ceux-ci sont à leur tour source de nourriture pour des consommateurs secondaires (protozoaires, arthropodes, petit vertébrés). Eux-mêmes proie des consommateurs tertiaires...tec.



**Figure 5 :** Représentation schématique de la structure trophique d'un écosystème  
(Boulaine J, 1996)

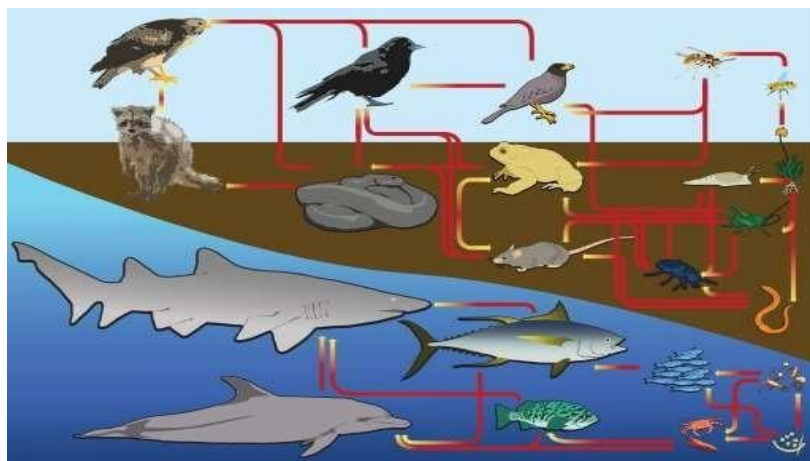
### 1.6.1.2 Représentation graphique des chaînes trophiques

La schématisation de la structure des biocénoses est généralement conçue à l'aide de pyramides écologiques, qui correspondent à la superposition de rectangles horizontaux de même hauteur, mais de longueurs proportionnelles au nombre d'individus, à la biomasse ou à la quantité d'énergie présentes dans chaque niveau trophique. On parle alors de pyramide des nombres, des biomasses ou des énergies.



**Figure 6 :** Représentation graphique d'une chaîne trophique terrestre

(<https://www.aquaportail.com/>)



**Figure 7 :** Représentation graphique d'une chaîne trophique entre mer, terre et air

(LadyofHats, 2013) <http://www.fcps.edu> (*ecology on islandcreeks, CK-12 project*)

La base qualitative d'une pyramide écologique est une chaîne alimentaire, c'est-à-dire une partie de la chaîne alimentaire d'un écosystème, communément appelée la chaîne trophique. L'assignation d'un certain type à un niveau trophique est une abstraction qui simplifie quelque peu les conditions réelles. Les saprobiontes (y compris les charognards) et les destructeurs ne sont pas inclus dans la liste des pyramides alimentaires. La raison la plus importante en est que, contrairement aux herbivores, ils n'ont aucune influence directe sur leur

base alimentaire. Les parasites sont généralement laissés sans considération. La pyramide écologique ne forme pas l'ensemble de l'écosystème, mais seulement une fraction de celui-ci.

Le fonctionnement d'un écosystème est l'ensemble des processus liés aux flux de matière et d'énergie dans cet écosystème.

Il consiste à transformer l'énergie lumineuse du soleil en énergie chimique par le phénomène de « photosynthèse » d'une part, et d'autre part il existe des relations complexes d'interdépendance entre les éléments de l'écosystème.

Les végétaux chlorophylliens utilisent l'énergie lumineuse du soleil pour synthétiser les matières organiques (lipides, glucides, protides). Ces matières organiques seront utilisées par les autres éléments de l'écosystème pour constituer **un réseau trophique** : qui est l'ensemble des relations trophiques entre les êtres vivants de différents niveaux trophiques.

#### **A- Structure trophique d'un écosystème :**

Au sein d'une biocénose, la fonction des organismes n'est pas quelconque. D'un point de vue trophique, nous pouvons distinguer plusieurs groupes d'organismes dont la fonction est distincte.

**1-Les producteurs primaires (autotrophes) :** ce sont les végétaux chlorophylliens qui utilisent l'eau, les éléments minéraux et du CO<sub>2</sub> pour fabriquer grâce à l'énergie solaire de la matière organique.

**2-Les consommateurs (hétérotrophes) :** ce sont tous les autres êtres vivants à l'exception des végétaux autotrophes, sont incapables de fabriquer la matière organique. On peut distinguer 03 niveaux de consommateurs :

**2.1-Les consommateurs de premier ordre ou consommateurs primaires:** ce sont les organismes qui se nourrissent directement à partir des producteurs. Ce sont les phytophages, granivores, frugivores, nectarivores, herbivores.

**2.2-Les consommateurs de deuxième ordre ou consommateurs secondaires:** ce sont les organismes qui subsistent en se nourrissant au dépend des consommateurs primaires. Ce sont donc des carnivores (prédateurs)

**2.3-Les consommateurs de troisième ordre ou consommateurs tertiaires:** ce sont des carnivores qui se nourrissent d'autres carnivores. Ce sont des organismes qui sont au sommet des chaînes alimentaires (représentés par les carnassiers : requins, panthères...ou des parasites ou encore les organismes nécrophages).

**Exemple :**    plante → sauterelle → grenouille → serpent  
                   Producteurs            CP                    CS                    CT

**3-Les décomposeurs :** ce sont des organismes qui bouclent le cycle trophique. Ils décomposent la matière organique et remettent en circulation les éléments minéraux qui sont contenus sous forme organique dans les débris animaux et végétaux, ils agissent à tous les stades de la chaîne alimentaire.

Les chaînes alimentaires ne circulent pas toujours d'un petit vers un grand organisme, on observe parfois le contraire.

Dans un écosystème, les phénomènes de transfert d'énergie et de matières sont nombreux, diversifiés et indépendants : on parle dans ce cas de **réseaux trophiques**.

**B- La chaîne trophique :**

Une chaîne trophique ou chaîne alimentaire est une succession d'organismes dont chacun vit au dépend du précédent.

**B.1/ Différents types de chaînes trophiques :** Il existe trois grands types de chaînes trophiques:

**B.1.1/Chaîne trophique de prédateurs :** cette chaîne démarre généralement à partir des producteurs à la suite desquels, on observe une série d'organismes de plus en plus prédateurs.

**B.1.2/Chaîne trophique de parasites :** ce type de chaînes se constitue à partir d'organismes de grande taille vers des organismes de petite taille. On peut observer dans ces chaînes l'apparition d'hyper parasite (parasites de parasites).

Les chaînes de parasites ont un impact important dans le fonctionnement des écosystèmes.

Elles permettent de réaliser un équilibre dans l'écosystème grâce à un rôle de régulation des effectifs des populations parasitées. *Exemple :*

Producteur -----herbe -----N I  
 Herbivore -----lapin -----N II  
 Parasite 1 ----- puce -----N III  
 Parasite 2 -----leptomonas---N IV (protozoaire flagellé)

**B.1.3/Chaîne trophique de saprophytes (détritivores) :** dans ce cas, le support trophique est constitué de matière détritique c'est-à-dire de matière organique en décomposition. Ce type de chaînes fait intervenir de nombreux organismes (vers de terre, bactéries, champignons) et joue

un rôle fondamental dans les écosystèmes forestiers. En effet, lorsque le feuillage et les rameaux tombent à terre et rejoignent la litière, ils sont fragmentés par les animaux saprophages (vers de terre, acariens, collemboles), les fragments sont dispersés dans le sol et sont repris par les champignons et les bactéries qui vont en achever la décomposition et le relargage des éléments minéraux.

*Exemple :*

Bois mort → Insectes → Champignons → Bactéries

*Remarque :* on trouve de la matière organique morte au début de chaque chaîne de décomposeurs.

Ces trois types de chaînes coexistent dans un même écosystème et font partie du réseau trophique de l'écosystème. D'une manière générale, elles comportent trois ou quatre niveaux trophiques en milieu terrestre, et cinq en milieu marin.

## **B.2/ Représentation graphique des chaînes trophiques**

La schématisation de la structure des biocénoses est généralement conçue à l'aide de pyramides écologiques, qui correspondent à la superposition de rectangles horizontaux de même hauteur, mais de longueurs proportionnelles au nombre d'individus, à la biomasse ou à la quantité d'énergie présentes dans chaque niveau trophique. On parle alors de pyramide des nombres, des biomasses ou des énergies.

## **Chapitre IV : Classification des écosystèmes : La biosphère et les écosystèmes**

## 4.1 Introduction

Les écosystèmes, qui sont des ensembles formés par un groupe d'êtres vivants et leur milieu de vie, peuvent être classés de différentes façons. Il existe deux sortes de classements des écosystèmes : selon le biotope (milieu de vie) ou selon la biocénose (les êtres vivants).

Le mode de classement le plus largement utilisé est celui qui est réalisé à partir du biotope, autrement dit le milieu. Par exemple, le milieu marin donne les écosystèmes océaniques. Un biotope (ou milieu) se décompose en autant d'écosystèmes qu'il y a de groupes d'êtres vivants y vivant en communauté. L'exception à ce mode de classement est l'écosystème des humains qui fait référence à la biocénose et non au milieu.

**Tableau 3 :** Classification des écosystèmes selon le biotope

Milieus se trouvant sur les continents	Ecosystèmes terrestres ou continentaux
Forêts tempérées, forêts humides, forêts tropicales	Ecosystèmes forestiers
Prairies, steppes et savanes	Agroécosystèmes
Rivières et fleuves	Ecosystèmes lotiques
Lacs et étangs	Ecosystème lentiques
Océans et mers	Ecosystèmes océaniques

### 4.1.1 Les écosystèmes aquatiques

#### 4.1.1.1 Ecosystème d'eau douce (Ecosystème limnique)

##### A. Les conditions du milieu liquide

Les propriétés physicochimiques des écosystèmes aquatiques sont fort différentes de celles du milieu terrestre ; La densité de l'eau est 775 fois plus grande que celle de l'air. Pratiquement tous les bioéléments connus existent dans les eaux mais N et P, en concentration très faible, sont limitant (Sédimentation de N et P à la profondeur).

Le pH est important, il est stable dans les océans ( $\pm 8$ ), et varie de 3 à 10 dans les eaux douces.

La consommation de l'O<sub>2</sub> par la matière organique en décomposition des végétaux morts peut mener à l'asphyxie de la faune dans les écosystèmes fermés (lacs) (Eutrophisation).

##### B. La distribution des organismes



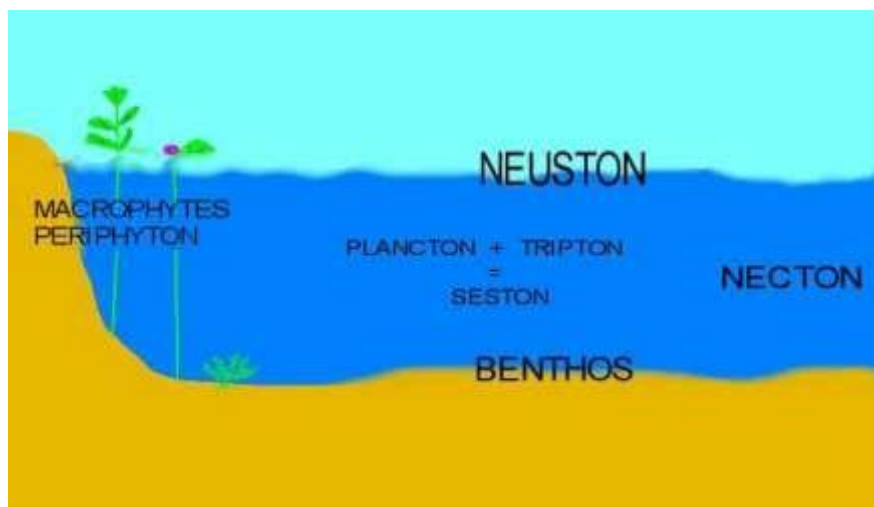
- **La vie pélagique** (nageante ou flottante) comporte les communautés suivantes :

**Necton** : animaux nageant (Poissons, céphalopodes, Décapodes, Mammifères);

**Neuston** : Organismes nageant dans le microclimat de l'interface eau-air ;

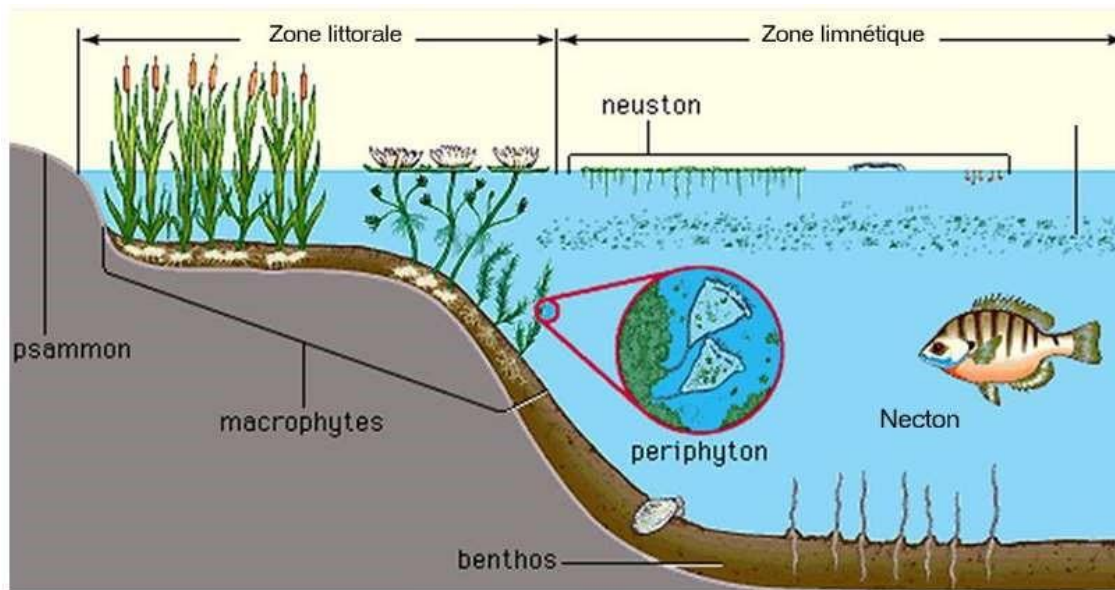
**Seston** : Ensemble des particules et organismes flottants dans l'eau ; se subdivise en :

- **Plancton** : organismes microscopiques : nanoplancton, phytoplancton, bactérioplancton, zooplancton ;
- **Tripton** : débris d'origine organique ; **Pleuston** : organismes de surface poussés par le vent.



**Figure 9:** Composition de la biocénose d'un lac d'après Stéphan Jacquet MF1, CAH 2B

- **La vie benthique** est liée au fond de l'eau : formes fixées, mobiles ou nageantes ; phytobenthos, bactériobenthos, zoobenthos, poissons benthivores. D'une manière plus spécifique, on peut classer les organismes du benthos en fonction de leur inféodation :
  - **Rhizomenon** : plantes aquatiques fixées par racines ;
  - **Biotecton** : communautés recouvrant le substrat solide tel que pierres, débris ;
  - **Épiphyton** : communautés fixées sur plantes aquatiques ;
  - **Psammon** : regroupe les espèces animales et végétales suffisamment petites pour vivre dans l'eau des espaces interstitiels des sédiments ou des sables du lit des rivières, du fond des étangs ou des lacs, des plages et des fonds littoraux.



**Figure 10 :** Zonation spatiale d'un lac profond (Guyard, 1997).

#### 4.1.1.2. Ecosystèmes aquatiques continentaux

Ce sont des écosystèmes de terre : écosystème limnique, désignant l'ensemble des eaux continentales courantes, lacustres ou stagnante, ils sont subdivisés en :

##### 4.1.1.2.1. Ecosystème lentique

Concerne les eaux continentales à renouvellement d'eau lent (lacs, étangs, marées), ils sont caractérisés par une richesse en plancton et une pauvreté en oxygène, vulnérable à la pollution par la matière organique (eutrophisation).

**A. Structure selon les propriétés physicochimiques :** sont subdivisés en quatre régions distinctes ; il y a :

- **Zone littorale**, se trouve du part et d'autre de la pièce d'eau ;
- **Zone limnique**, correspond à la couche superficielle où la photosynthèse est supérieure à la respiration des autotrophes (colonisation par phytoplancton : Diatomées, Cyanobactéries, et zooplancton) ;
- **Zone profonde**, correspond à la zone où la photosynthèse est absente, zone sombre et obscure ;
- **Zone benthique**, correspond au fond de la pièce d'eau.

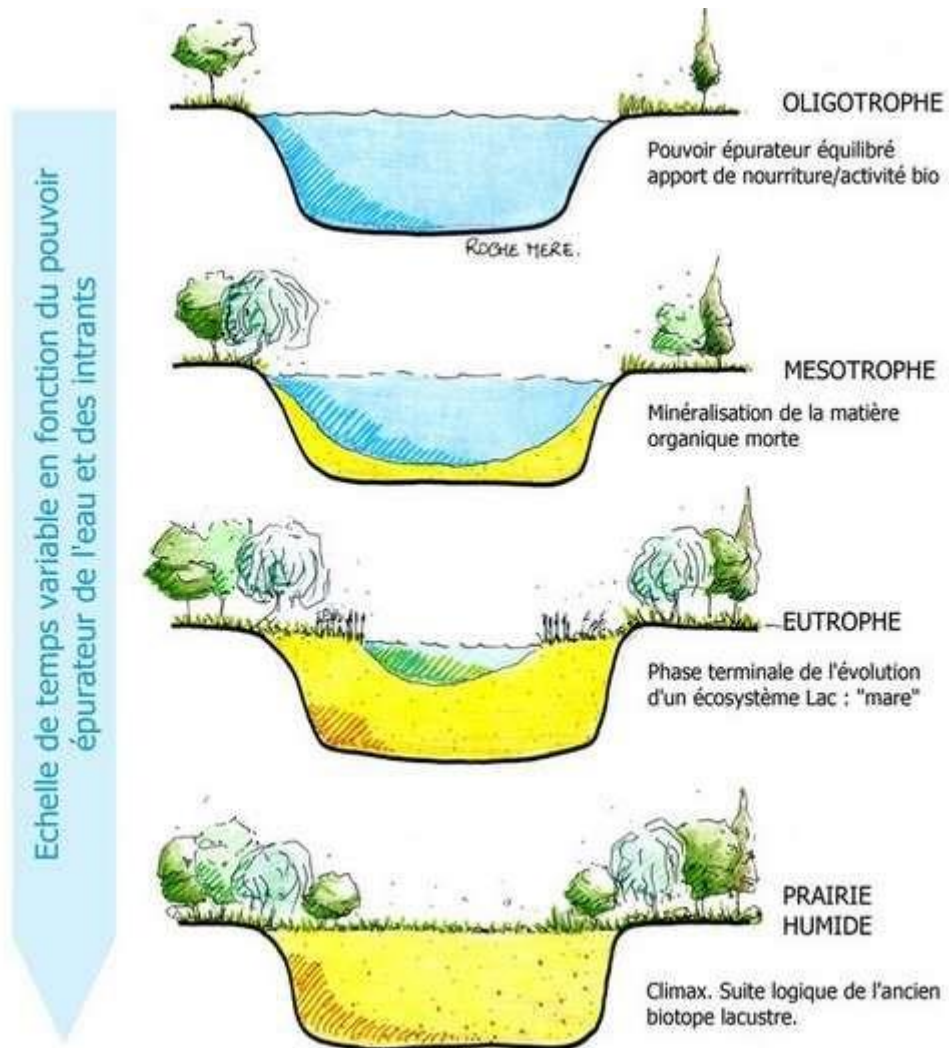
**B. Les organismes limniques (structure trophique) i. Les producteurs**

- **En zone littorale**, sont représentés en végétaux supérieurs (macrophytes émergentes, fragmites, etc... ;
  - **En zone limnique**, la production primaire est assurée par le phytoplancton exp : diatomées et par les algues filamenteuses.
- ii. **Les consommateurs** : les consommateurs de la biocénose benthique appartiennent à trois groupes distincts :
- **Zooplankton**, est constituée par des microcrustacées et autres ;
  - **Necton**, représenté par les insectes, les amphibiens et les poissons ;
  - **Neuston**, représenté par certains insectes exp : coléoptères
- iii. **Les décomposeurs** : appelés benthos qui désigne une biocénose particulière constituée en détritux ou en décomposeurs, elle est constituée les nombreux saprophages, microphage, etc...

Les groupes dominants sont les nématodes et les protozoaires.

C. **Classification des lacs** : On à 3 grandes catégories selon la richesse en matière organique.

- **Lacs oligotrophes**, Ce sont des lacs ayant des eaux très pures une grande transparence, leur productivité et leur biomasse est très faible ;
- **Lacs mésotrophes**, moyennement pure, productivité moyenne ;
- **Lacs eutrophes**, lac riche en éléments nutritifs, sont trop productif et ont une bonne biomasse.



**Figure 11 :** Evolution naturelle d'un écosystème lentique

#### 4.1.1.2.2. Ecosystèmes lotiques

Ce sont des écosystèmes aquatiques continentaux où le renouvellement de l'eau est rapide, ils ont une bonne oxygénation pauvre en matières organiques exp : oued, rivière, fleuve.

La structure des écosystèmes lotiques comporte 4 régions distinctes et d'altitude décroissante (de l'amont vers l'aval) :

- 1) **Crénon**, Correspond à la région la plus élevée où se trouvent les sources et leur émissaire il s'agit de biotope à caractère (torrentiel) (eau très rapide), souvent située dans les zones montagneuse.
- 2) **Rhitron**, constitue la partie supérieure des coins d'eau à forte pente et rapide, eau bien oxygénée.
- 3) **Potamon**, zone inférieure, à faible pente et courant lent.

4) **Estuaire**, est la dernière région des écosystèmes lotiques c'est une zone de mélange des eaux fluviales et marine, elle présente une augmentation graduelle de la salinité vers l'aval et une turbidité importante des eaux chargés des sédiments possédant une grande productivité biologique par la suite de l'apport en éléments nutritifs parvenant du lessivage et de l'érosion des parties supérieurs du bassin versant.



Les écosystèmes lotiques : ce qu'ils sont e...  
oceanium.org



Écosystème lentique — Wikipédia  
fr.wikipedia.org



Les écosystèmes lotiques : ce qu'ils sont ...  
oceanium.org



Principes lentiques pour mare | Milieux natur...  
humanite-biodiversite.fr

**Figure 12** : Les écosystèmes lotiques et lentiques

#### 4.1.1.3 Ecosystème Océanique

Un **océan** est souvent défini, en géographie, comme une vaste étendue d'eau salée. En fait, il s'agit plutôt d'un volume, dont l'eau est en permanence renouvelée par des courants marins. Approximativement 70,7 % de la surface de la Terre est recouverte par l'océan mondial, communément divisé en cinq océans et en plusieurs dizaines de mers.

L'océan mondial génère plus de 60% des services écosystémiques qui nous permettent de vivre, à commencer par la production de la majeure partie de l'oxygène que nous respirons.

**Tableau 4** : Caractéristiques des différents types d'océans

Nom	Superficie	% des océans	Remarques

Océan Pacifique	165 250 000 km <sup>2</sup>	43,5	Il est le plus grand et le plus profond des océans puisqu'il recouvre 1/3 de la surface de la planète. Le volcanisme aérien ou sousmarin y est important dans sa partie centrale et occidentale. Il est très ouvert au sud vers l'océan Atlantique et quasiment fermé au nord par le détroit de Béring
Océan Atlantique	106 400 000 km <sup>2</sup>	28,0	Il est le 2 <sup>e</sup> océan par sa superficie. Il s'étend du nord au sud sur une largeur de 5 000 km de moyenne et présente peu de volcanisme. Le fond de cet océan est jeune et il reçoit une grande quantité d'eau douce avec les nombreux fleuves qui s'y jettent comme l'Amazone, le Congo, le Saint-Laurent, etc.
Océan Indien	73 556 000 km <sup>2</sup>	19,4	Il est situé au sud de l'Asie entre l'Afrique et l'Australie. Il n'est quasiment présent que dans l'hémisphère Sud.
Océan Antarctique	20 327 000 km <sup>2</sup>	5,4	Il entoure le continent antarctique et ses limites sont moins nettes que les autres océans.
Océan Arctique	14 090 000 km <sup>2</sup>	3,7	Il est centré sur le pôle Nord et est de petite taille et peu profond. Il est entouré de nombreuses terres et recouvert d'une épaisse couche de glace

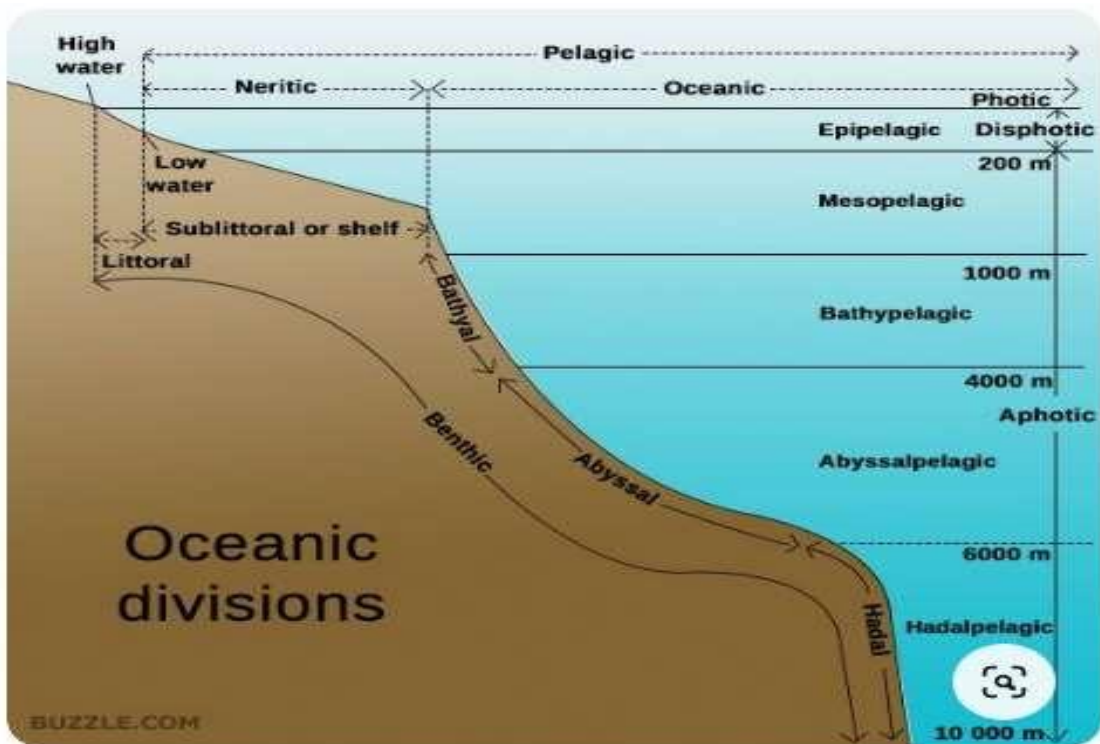
Chaque océan est à son tour découpé en mers, golfes, baies, détroits, etc. ; le Pacifique et l'Atlantique sont aussi divisés en portions nord et sud, au niveau de l'équateur. Il existe également des étendues d'eau salée prises à l'intérieur des continents, comme la mer Caspienne, la mer d'Aral, Grand lac salé ou encore la mer morte. Mais, bien que certains soient nommés « mers » en raison de leur taille ou de leur salinité, à proprement parler ils ne sont pas des mers mais des lacs salés, puisqu'ils ne communiquent pas directement avec l'océan.

**Tableau 5 :** Les principaux constituants de l'eau de mer

Cations	g/l	Anions	g/l
Na	10,75	Cl	19,34
K	0,39	Br	0,06
Mg	1,29	F	0,001
Ca	0,41	Sulfat	2,70
Sr	0,01	Bicarbonate	0,14

L'océan mondial possède une remarquable constance dans ces facteurs physicochimique, en particulier dans sa salinité et sa température

a) **Zonation horizontale et verticale :** Voir figure 13 et 14



**Figure 35 :** Zonation horizontale et verticale des océans

<http://www.buzzle.com/articles/understanding-the-ocean-ecosystem.html>

Les figures 35 et 36 montrent deux domaines :

1. **Domaine pélagique** : Représente la zone de pleine eau, elle-même divisée en plusieurs sous-unités correspond à l'eau libre est subdivisé en fonction de la profondeur en zone horizontale.

Représenté par : Le plateau continental, zone bathyale, zone abyssale et zone hadale.

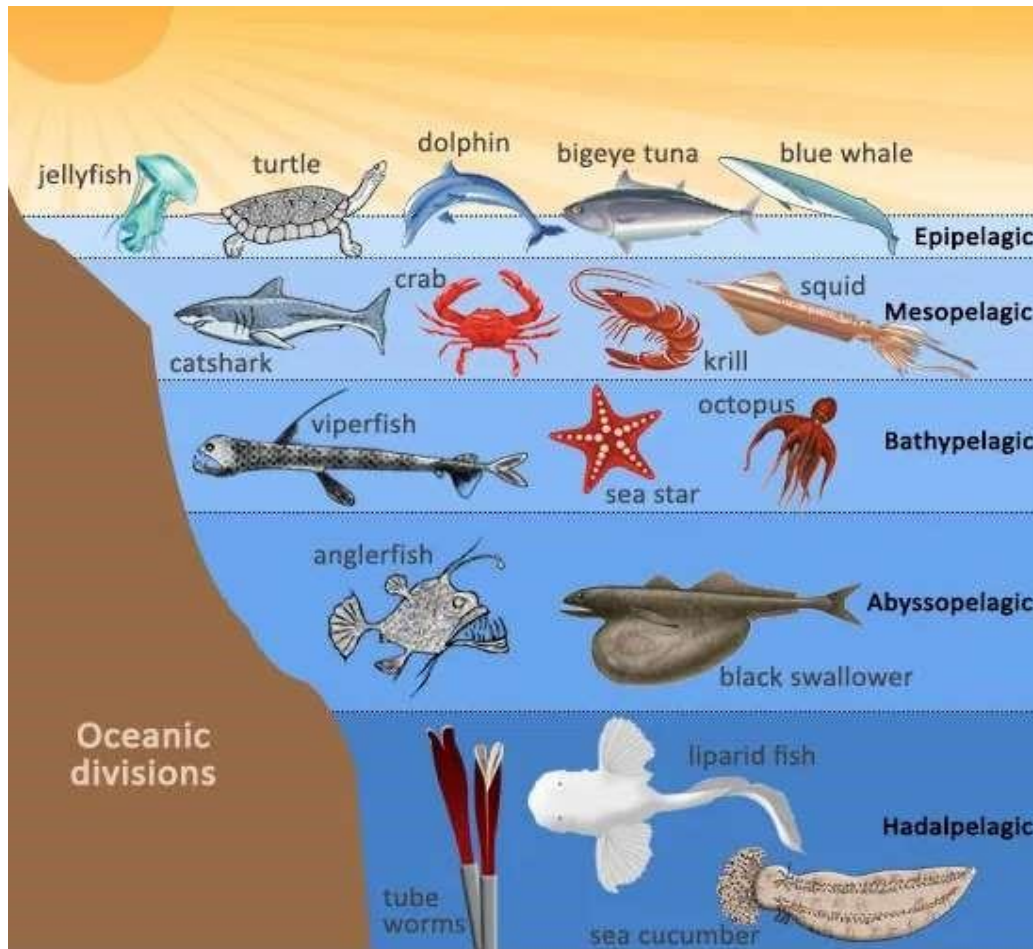
2. **Domaine benthique** : se définit comme le domaine où les organismes sont plus ou moins liés au sédiment. correspond au fond de la pièce d'eau subdivisé verticalement en étage Représenté par deux provinces :

- i. **Province néritique** ; correspondant à la zone d'eau peu profond et en limite de plateau continental (200m). abrite les 2 /3 des espèces connues des poissons, riche en profondeur (phytoplancton).

- ii. **Province océanique** ; s'étend au-delà de la néritique et représente les eaux du grand large.



**Remarque :** il est évident que pour chaque biotope, il existe une biocénose donnée, ainsi la faune épipelagique comporte plusieurs milliers de poissons. **exp.** balein, thon...etc



**Figure 36 :** Biocénoses des stratifications océaniques

### C. La structure trophique

Le phytoplancton constitue la prairie marine, il est consommé par des herbivores de petite taille formant le zooplancton (consommateurs primaires). Le zooplancton sert de nourriture à un premier groupe de carnivores (crustacées et aux poissons dont ils sont des consommateurs secondaires qui sert à leur tour à des carnivores de second ordre ou consommateurs de 3<sup>ème</sup> ordre représentés par de grand prédateur tel que le thon, requin qui vivent au dépend du Necton.

Les décomposeurs dans l'écosystème océanique sont représentés par une série saprophytes qui se nourrissent de cadavre. Ainsi, dans cette dernière phase de cycle, les cadavres sont transformés en sels minéraux par une série d'invertébrés qui réduisent la matière organique et par les bactéries qui réalisent la minéralisation. Les bactéries représentent l'élément bioréducteur dans le milieu marin.