

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mostefa Ben Boulaid Batna 2
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département du Socle Commun



Polycopié de cours

Licence 2

Cours

“Ecologie générale”

Chargée du cours

Dr. Abdelkrim SI BACHIR

Année universitaire 2022-2023

Chapitre I. Introduction à l'écologie

1. L'écologie

L'**Écologie** (du grec οίκος, **oikos** : maison, habitat et λόγος, **logos** : sciences, connaissance).



Le terme « écologie » fut inventé en 1866 par le biologiste allemand Ernst Haeckel qui la désignait en ces termes : « Science des relations des organismes avec le monde environnant, c'est-à-dire, dans un sens large, la science des conditions d'existence. »

Définition : L'écologie est la science qui étudie les conditions d'existence des êtres vivants (**biocénoses**) en interactions entre eux et avec le milieu (**biotope**) qu'ils occupent.

Les branches de la biologie liées à l'écologie : ● la génétique, ● la physiologie, ● la biochimie, ● l'éthologie et l'évolution, ● la géologie, ● la géographie, ● la pédologie et ● la physique. (● Écologie politique, ● l'environnementalisme (ou l'écologisme) et ● l'écologie sociale).

- ❖ **La Biocénose** : désigne l'ensemble des êtres vivants dans un espace défini, rassemblés par une attraction non réciproque qu'exercent sur eux les divers facteurs du milieu.

On divise la biocénose en deux éléments :

la phytocénose	la zoocénose
regroupe les espèces <u>végétales</u>	regroupe les espèces <u>animales</u>
	

Les biocénoses sont caractérisées par : (i) une composition spécifique (ii) phénomènes d'interdépendances (iii) occupation d'un espace défini (biotope).

- ❖ **Le Biotope** : est la partie inerte du milieu, l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques déterminées, agissant directement ou indirectement sur les être vivants qu'il héberge. Cette action peut durer au cours de toute la vie de l'être vivant ou seulement une partie de celle-ci.

Les caractéristiques d'un biotope peuvent être classées en : climatiques (climat), pédologiques (sol), géologiques (sous-sol), hydrologiques (caractéristiques et mouvements des eaux), topographiques (relief, altimétrie),...

Biocénose + Biotope = Écosystème

L'Écosystème : est un complexe dynamique composé de plantes, d'animaux, de micro-organismes (**biocénose**) et de la nature morte environnante (**biotope**) agissant en interaction.

Les écosystèmes sont souvent classés par référence aux biotopes concernés. On distingue :

<p>Les écosystèmes continentaux (terrestres) : - -</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Ecosystèmes forestiers</u> (forêts) - <u>Agro-Ecosystèmes</u> (systèmes agricoles) - <u>Ecosystèmes prairiaux</u> (prairies, steppes, savanes) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les écosystèmes des eaux continentales : <ul style="list-style-type: none"> - <u>Ecosystèmes lenthiques</u> (lacs, étangs) - <u>Ecosystèmes Lotiques</u> (rivières, fleuves)
<ul style="list-style-type: none"> • Les écosystèmes marins ou océaniques (mers, océans) 	

Suivant la grandeur de l'écosystème on trouve :

Micro-écosystème (arbre)

Méso-écosystème (forêt)

Macro-écosystème (région).



Les "Biomes" sont des regroupements biogéographiques homogènes d'écosystèmes par régions climatiques couvrant une vaste surface (toundra, steppe,...).

2. Domaines d'intervention de l'écologie :

L'écologie porte sur différents niveaux de perception des organismes vivants :

1. L'**écophysio**logie : étudie les relations entre les processus physiologiques des êtres vivants en relation et les facteurs environnementaux
2. L'**autoécologie** étudie les conditions d'existence de l'espèce ► **Un individu** est un spécimen d'une espèce donnée.
3. La **démo-écologie** étudie la dynamique des populations ► **Une population** groupe d'individus de la même espèce occupant un territoire particulier à une période donnée.
4. La **Synécologie** étudie les conditions d'existence des peuplements ► **Un peuplement** : l'ensemble des populations d'un même milieu, peuplement animal (zoocénose) + peuplement végétal (phytocénose)
5. L'**Écologie globale**, qui étudie l'écologie à l'échelle de la biosphère

Chapitre II. Les facteurs écologiques et leur influence sur les êtres vivants

1. Notions de facteur écologique

Facteur écologique : Tout élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants. L'action des facteurs écologiques peut se manifester sur :

- Le métabolisme des individus (diapause, hibernation, estivation, réactions photopériodiques, horloge biologique, rythmes d'activité,...)
- La densité des populations (fécondité, fertilité, mortalité, cycles de développement, migration,...)
- La répartition géographique des populations et des peuplements

Loi du minimum et facteur limitant :

Loi du minimum ou Loi de Leibig (1840) «Tout processus écologique est conditionné par celui du facteur qui est le plus faiblement représenté dans le milieu ». Exemple : besoins des végétaux en éléments minéraux.

➡ Lorsqu'un facteur écologique est absent, ou descend au dessous d'un minimum critique ou accède à un niveau maximal tolérable, il est dit : **Facteur limitant**.

➡ Chaque être vivant possède des limites de tolérance entre lesquelles se situe son optimum écologique

2. Notion de valence écologique :

La Valence écologique : capacité à supporter les variations plus ou moins grandes d'un facteur écologique. Elle représente la capacité à coloniser ou à peupler un biotope donné.

- Les espèces capables de peupler des milieux très différents présentent une grande valence écologiques et sont appelées : **Euryèces**

Exemple : le cétérach officinal *Ceterach officinarum*



- Les espèces ne pouvant subsister que dans des milieux très précis sont à faible valence écologiques et sont dites : **Sténoèces**

Exemple : La véronique *Veronica triphyllos*



- Les espèces à valence écologique moyenne, sont dites : **Mesoèces**.

3. Classifications des facteurs écologiques :

- **Selon leur origine** : facteurs écologiques abiotiques (physico-chimiques) et biotiques (en relation avec les êtres vivants)
- Selon qu'ils soient **dépendants ou indépendants de la densité** (abondance des espèces)
- **Selon la nature** : facteurs édaphiques, climatiques, topographiques, hydrologiques,...

4. Action des principaux facteurs écologiques sur les êtres vivants :

A. Facteurs climatiques (abiotiques)

(i) Les températures T° : Facteur physique (méthodes de mesure)

- a. Limites de tolérance et températures préférentielles** : Les êtres vivants ne peuvent théoriquement subsister au-delà de 50° et en deçà de 0° ; ce sont généralement les limites de tolérance où les activités vitales sont possibles. Certains êtres vivants, les microorganismes en particulier, sont capables de supporter des températures supérieures ou inférieures à ces limites.

Tous les êtres vivants possèdent des températures dites préférentielles qui varient selon les stades de développements.

b. Action de la température sur les êtres vivants

Le plus souvent, ce sont les températures extrêmes plutôt que les moyennes qui présentent des actions sur les êtres vivants. Ces actions portent sur :

- **Les activités vitales** : la quantité de l'alimentation consommée ; la Vitesse de développement (le Zéro de développement correspond à la température au dessous de laquelle la vitesse de développement est nulle) ; le nombre de générations (supérieur dans les régions tropicales) ; la fécondité et la fertilité (activité reproductrices, optimum de l'ovulation, taille de la progéniture,...)
- **La densité des populations** : Pullulations ou extinction de certaines populations

- **La répartition géographique** : en latitude (Hémisphères, limites des isothermes)
- **Localisation des espèces** : altitude ; exposition (Adret : Sud, Ubac : Nord) ; recherche de microclimats ;...

c. Adaptation aux températures extrêmes

Certains organismes peuvent subsister en conditions extrêmes en manifestant différents types d'adaptations :

- **Morphologiques** : Taille de l'organisme et des appendices, coloration,...
(Loi de Bergman : $T^\circ - - = Vol/Surf ++$; Loi d'Allen : $T^\circ - - = Réduction surface des appendices$)
- **Physiologiques** (Acclimatation): élévation ou ralentissement du métabolisme (Diapause hivernale et estivale)
- **Éthologiques** (comportementales) : Enfouissement, activités nocturnes, comportement grégaire, divers comportements,...

(ii) L'eau

a. Classification des êtres vivants selon leurs besoins en eau

- Espèces Hydrophiles (aquatiques : Poissons)
- Espèces Hygrophiles (humidité relative proche de la saturation : Amphibiens)
- Espèces Mésophiles (besoins modérés, supportent alternation de périodes sèches et humides : organismes terrestres des régions tempérées)
- Espèces xérophiles (organismes supportant des degrés élevées de sécheresse ; espèces des régions sahariennes dans les conditions extrêmes)

b. Bilan et métabolisme hydrique chez les êtres vivants

1. Apports :

- Absorption directe par voie digestive ou par le système racinaire
- Pénétration par la cuticule ou les téguments
- Utilisation de l'eau métabolique : eau préformée (combinée aux aliments) ou par oxydation des réserves

2. Pertes :

- Respiration
- Excrétion (urines, digestion)
- Transpiration (animaux) et évapotranspiration (végétaux)
- Évaporation à travers les téguments

Les végétaux ont des besoins différents en eau selon leurs localisations et leur phénologie. Les Animaux présentent plusieurs modes d'abreuvement :

- Abreuvement régulier : rythme de prise spécifique dans les régions où l'eau est disponible en quantités suffisantes (Régions tropicales et tempérées)
- Abreuvement irrégulier et utilisation de l'eau préformée (Espèces vivants dans les milieux à précipitations faibles et irrégulières)
- Espèces réputées ne jamais boire (Milieux xériques : *Addax nasomaculata*)



c. Influence de l'humidité sur les êtres vivants

- Influence sur la longévité et la vitesse du développement : organismes gaspilleurs (longévité varie en fonction de la disponibilité de l'eau) ; organismes économiseurs (longévité ne varie pas en fonction de l'eau)

- Influence sur la fécondité (Copulation et rythme de pontes ou de naissances)
- Influence sur la localisation et la répartition géographique des espèces selon leurs besoins en eau (exposition, altitude, microclimat, Isohyètes)
- Influence sur le comportement (Périodes d'alimentation et caractéristiques des aliments en fonction de l'humidité)

d. Adaptation aux conditions extrêmes

Dans les conditions extrêmes, les êtres vivants manifestent plusieurs types d'adaptations. Ces adaptations sont plus au moins liées aux adaptations aux températures extrêmes (morphologiques et éthologiques).

La thermorégulation est un ensemble de phénomènes écophysiologiques permettant : pertes importantes du poids corporel suite à l'oxydation des graisses, variation de la température corporelle, excréments concentrés et peu hydratés, combustion des graisses, sudation à des températures élevées, rétention hydrique, récupération de la vapeur atmosphérique,...

La connaissance des effets de l'action combinée des températures et de l'humidité permet de décrire l'optimum écologique de la majorité des activités des êtres vivants.

(iii) La lumière

La lumière agit par son intensité, sa qualité, sa durée (photopériode). Elle joue un rôle important dans l'entretien des rythmes biologiques (Biorythmes) des êtres vivants. On distingue principalement 3 types de biorythme :

- Le rythme circadien (quotidien ou journalier) : Rythme dont la période dure un nyctémère (24 heures, Photophase + Scotophase, jour + Nuit). Influence sur la photosynthèse chez les végétaux (plantes héliophiles : savanes, steppes, ...et Sciaphiles ou à ombre). Rythme entretenu par un mécanisme biologique inconnu chez les animaux "Horloge biologique" (espèces nocturnes ou diurnes). Ex. Blatte, Chauve souris.
- Le rythme lunaire : Rythme en relation avec la position lunaire et le changement des marées. Influence sur les activités à marées hautes ou à marées basses. Ex. Moules.
- Le rythme saisonnier : induit principalement par la photopériode et sa variation saisonnière. Son influence se manifeste sur : (a) les cycles de développement notamment lors de la période de reproduction avec activation des organes reproducteurs, des modifications morphologiques et comportementales. (Ex. Végétaux annuels et majorité des animaux des régions non tropicales). (b) Sur le déclenchement des phénomènes de diapauses et de dormance (c) l'induction de mouvements de déplacement et de migration.

(iv) Autres facteurs climatiques secondaires (Neige, vents, ...)

- Dans les régions enneigées, la neige peut constituer un facteur limitant vis-à-vis de l'activité des êtres vivants et de l'accessibilité à l'alimentation. Des adaptations physiologiques (utilisation de réserves de graisses), morphologiques (pelage épais, poussées de griffes et de poils entre les orteils) et comportementales (utilisation de la neige comme abri) peuvent apparaître.

- Les zones trop ventées présentent une grande gêne physique pour le déroulement des activités vitales. Le vent augmente indirectement la vitesse d'évaporation et les milieux ventés sont très peu peuplés.

B. Facteurs biotiques

(i) Les relations homotypiques

a. Relations entre individus

Les êtres vivants peuvent communiquer entre eux de différentes façons : visuelle, sonore, chimique, ...

Les phéromones sont des substances chimiques circulant entre les individus de la même espèce et servent à transmettre divers types d'information. Reçues par un autre individu elles peuvent induire une réaction caractéristique (modification du comportement, de développement).

Les phéromones existent chez différents groupes de végétaux et d'animaux. Ils agissent à des doses minimales et la variation de leurs concentrations provoque une variation dans les réactions.

b. L'effet de groupe

Lorsque les êtres vivants d'une même espèce sont groupés en 2 ou plus, ces derniers en tirent des avantages, notamment pour la vitesse de croissance, la défense et l'accès aux ressources du milieu.

Principe du minimum : Il est impossible d'éviter la disparition d'espèces grégaires devenues rares en raison de la diminution de leurs populations à un effectif minimum tolérable pour leur développement.

c. L'effet de masse

L'effet de masse se produit lorsqu'une espèce grégaire pullule pour voir ses effectifs dépasser un maximum tolérable. C'est un effet qui induit des conséquences néfastes pour les populations : Réduction de la fécondité suite à des sécrétions diverses, prolongement du cycle de vie, compétition intraspécifique, cannibalisme, augmentation de la mortalité, déplacements,...).

d. Compétition intraspécifique

C'est un ensemble de phénomènes comportementaux que manifestent entre eux les individus d'une population en surpeuplement, dans le cas où une ressource de l'environnement devient insuffisante pour tous.

La compétition intraspécifique est un processus écologique de régulation des populations permettant de les ramener à leurs densités naturelles. Son intensité est en fonction de l'évolution de la densité de la population. La compétition intraspécifique pourrait être bénéfique à l'espèce (sélection naturelle) ?

Niveaux d'influence de la compétition intraspécifique sur les populations :

- Augmentation de la mortalité et baisse de la natalité suite à un ensemble d'effets socio-physiologiques néfastes appelé "Maladie de choc" (batailles répétées, baisse de l'activité gonadique, infestations diverses, migrations,...).
- Comportement territorial et constitution de groupes et de sociétés. Le phénomène de "Compétition de combat" se manifeste lorsqu'un individu, un couple ou un groupe d'individus s'approprient une ressource environnementale en la défendant énergiquement.

- Induction de phénomènes de compétitions en mêlée (fluctuations cycliques de situations de sureffectifs et de sous effectifs des différentes classes d'âge de la même population).
- Déclenchement de mouvements de déplacements et de migration

(ii) Relations hétérotypiques

- 1. Le neutralisme :** concerne les espèces indépendantes les une des autres et n'ayant aucune influence l'une sur l'autre. Ex. Espèces à niches écologiques totalement différentes.
- 2. Le mutualisme :** L'espèce ne peut vivre, croître ou se multiplier qu'en présence de l'espèce mutuelle. Le bénéfice est partagé par les deux espèces. Ex. Association des Végétaux avec les bactéries fixatrices d'azotes, Flore bactérienne vivant dans le tube digestif des animaux).
- 3. La coopération :** Deux espèces ou plus forment une coopération non réciproque, relation bénéfique aux différentes espèces coopérants. Ex. Oiseaux coloniaux.
- 4. Le commensalisme :** Association d'une espèce commensale qui tire profit d'une autre espèce qui n'en tire aucun avantage ni préjudice. Ex. Animaux partageant le même habitat ou utilisant les restes de l'alimentation d'autres animaux,...
- 5. L'amensalisme :** Une espèce est inhibée dans sa croissance ou dans sa reproduction par une autre espèce inhibitrice (amensale) qui secrète dans le milieu des substances toxiques. C'est une action bénéfique pour l'espèce amensale mais néfaste pour l'hôte. C'est un phénomène commun chez les végétaux mais il existe des coactions entre végétaux et animaux. Ex. Phénomène des eaux rouges : algues tuant les animaux).
- 6. La prédation** (Consommation de nourriture) C'est une relation où l'espèce prédatrice se nourrit à partir d'autres espèces appelées proies. La prédation est favorable au prédateur et à la population proie car elle permet de maintenir l'équilibre et la santé de cette dernière (le prédateur capture en priorité les individus jeunes, malades ou âgés). Le cannibalisme est une forme extrême de la prédation.
- 7. Le parasitisme**
C'est une situation dans laquelle un être vivant appelé parasite vit aux dépens d'un autre être vivant appelé hôte. C'est un phénomène observé chez les végétaux et tous les groupes d'animaux connus. C'est une interaction négative qui peut entraîner des chutes considérables des effectifs des populations.
On distingue :
 - les entoparasites (parasites des viscères) et les ectoparasites (parasites extérieurs)
 - les parasites permanents et les parasites temporaires
 - les parasites obligatoires et les parasites facultatifs
- 8. La compétition interspécifique**
La compétition interspécifique se déclenche lorsqu'une ressource de l'environnement vient à manquer pour deux espèces ayant les mêmes besoins et les exploitent de la même manière. Elle serait le moteur principal de la sélection

naturelle et devient plus intense lorsque les espèces en compétition sont plus voisines.

Deux espèces ayant les mêmes besoins ne peuvent cohabiter, l'une ou l'autre est éliminée au bout d'un certain temps "Principe d'exclusion compétitive". De ce fait, les espèces cohabitant dans un même milieu développent un mécanisme d'isolement écologique qui est à l'origine de la spécialisation des espèces (Niche écologique).

La niche écologique est le rôle que joue une espèce dans le fonctionnement de l'écosystème qu'elle fréquente (alimentation, reproduction, rythme d'activité, milieu de développement,...). L'habitat désigne l'adresse de l'espèce et la niche écologique indique son "métier".

La compétition interspécifique est à l'origine de l'élimination de certaines espèces autochtones (spécialisées à faible valence écologique) par des espèces invasives ou introduites (opportunistes ou généralistes à large valence écologique).

Chapitre III. Structure des écosystèmes : les facteurs alimentaires

La nourriture est un facteur écologique important dont la qualité, la quantité et l'accessibilité jouent un rôle en modifiant divers paramètres des populations tels la fécondité, la longévité, la vitesse de développement, le taux de natalité.

1. Besoins qualitatifs et quantitatifs en nourriture

Toutes les activités vitales des organismes vivants nécessitent des besoins alimentaires caractérisés par la présence en quantités suffisantes de substances chimiques indispensables (oligoéléments, glucides, protéines, vitamines,...).

La quantité de nourriture présente et accessible est un facteur limitant pour beaucoup d'espèces.

A poids égal, les besoins sont plus importants pour les espèces de petite taille que chez les espèces de grande taille. Ces besoins sont plus élevés chez les homéothermes que chez les poïkilothermes.

Le rapport entre la quantité ingérée chaque jour est le poids corporel varie d'une espèce à une autre et d'une région à une autre pour la même espèce.

2. Classification des êtres vivants selon leurs besoins en alimentation

On distingue :

- Les Autotrophes (Producteurs) : Végétaux chlorophylliens (plantes vertes vasculaires terrestres et algues aquatiques) qui utilisent l'énergie solaire, le gaz carbonique, l'eau et des sels minéraux pour les transformer en matière biochimique élaborée.

- Les Hétérotrophes (Consommateurs primaires): Dépendent entièrement des autotrophes et ne peuvent se nourrir qu'avec des matières organiques complexes (glucides, acides aminés,...) qu'ils puisent directement sur les autotrophes (phytophages) ou indirectement (carnivores)
- Les parasites (consommateurs secondaires) qui tirent leurs aliments à partir d'hôtes qu'ils ne tuent pas obligatoirement.
- Les saprophytes (Décomposeurs): Champignons, bactéries, levures et autres organismes hétérotrophes utilisant la matière organique morte (détritiques végétaux, excréments et cadavres d'animaux dont ils assurent une minéralisation progressive et totale).

3. Les types de régimes alimentaires

Le régime alimentaire varie en fonction des espèces, des saisons, selon les disponibilités alimentaires, l'activité de l'animal et son stade de développement. Il n'existe aucun type de régime alimentaire absolu.

Certains animaux ont un régime alimentaire varié (Euryphages), d'autres suivent un régime spécial (sténophages qui se nourrissent d'une seule catégorie d'aliments).

On distingue :

- Les **Herbivores ou Phytophages** ; consommateurs de végétaux classés selon la partie du végétal consommée : Phyllophage (feuilles), Granivores (graines), Xylophages (xylème ou bois), Carpophages ou Frugivores (fruits),...
- Les **Carnivores** ou Carnassiers, consommateurs d'animaux classés selon le type d'animal consommé : Entomophages (Insectivores), Aphidiphages (Aphidiens ou pucerons), Piscivores (Poissons), Charognards (Nécrophages, cadavres frais),...
- Les **Détritivores** : Coprophages (excréments), Saprophages (matière organique en décomposition),...
- Les consommateurs à large spectre alimentaire : **Polyphages** (consomment à la fois des aliments de nature animale et végétale), les Omnivores (alimentation très diversifiée), les Microphages (Planctonophages)

4. Méthodes d'étude des régimes alimentaires

Méthodes classiques :

- L'observation directe : est la plus simple à mettre en œuvre mais non applicable aux espèces de petites tailles et les espèces discrètes (Mammifères et Oiseaux de grande taille).
- L'analyse du contenu stomacal et des rejets de la digestion : Analyse des éléments contenus dans le tube digestif ou excrétés par celui-ci (excréments, régurgitations). C'est une méthode qui permet de donner des résultats qualitatifs et quantitatifs. Cette méthode nécessite parfois le sacrifice de l'animal (analyse du contenu stomacal). L'identification des éléments retrouvés est parfois difficile. (Vertébrés et invertébrés).

Méthodes modernes :

- La méthode sérologique : Cette méthode se base sur l'utilisation des antisérums fabriqués au laboratoire. C'est une méthode qui permet en particulier de connaître les prédateurs de certaines espèces. Les anti-sérums ne présentent pas une spécificité absolue et sont généralement coûteux.
- La méthode des radio-isotopes : C'est une méthode basée sur l'utilisation de radio-isotopes (éléments chimiques radioactifs : deutérium H², tritium H³, C¹⁴, O¹⁸, P³²,...).

C'est une méthode coûteuse qui permet de dresser les chaînes alimentaires en donnant des résultats quantitatifs précis.

5. Les chaînes et réseaux trophiques

Une chaîne alimentaire est un élément d'une biocénose dans laquelle diverses espèces établissent entre elles des liens de dépendance telles que l'espèce de rang 'n' mange celle de rang 'n - 1' avant d'être mangée par celle de rang 'n + 1'.

Il existe 3 types de chaînes alimentaires :

(i) Les chaînes commençant par les végétaux vivants (autotrophes) où l'on distingue les catégories suivantes (maillons) :

- Les producteurs
- Les consommateurs de premier ordre
- Les consommateurs de second ordre
- Les consommateurs de troisième ordre
- Les décomposeurs (bioréducteurs)

On distingue 2 types de chaînes alimentaires commençant par des végétaux autotrophes :

- Les chaînes de prédateurs : Commence généralement par des êtres de petites tailles mais de grands nombres et va vers des êtres de grandes tailles et d'effectifs réduits. Ex. Herbe - Rongeur – Renard ou Pin –Puceron – Coccinelle – Araignée – Oiseau insectivore - Rapace
- Les chaînes de parasites : mènent des organismes de tailles de plus en plus réduites et de plus en plus nombreux contrairement à la précédente. Ex. Chenille – Diptère – Hyménoptère ou Mammifère – Puces – Flagellés.

(ii) Les chaînes commençant par la matière organique morte :

Les consommateurs primaires sont qualifiés de saprophages (détritivores). Ex. milieux abyssaux (grands fonds marins), cavernicoles (grottes sombres) et dans le sol (milieu endogé).

6. Notion de niveaux et de réseaux trophiques

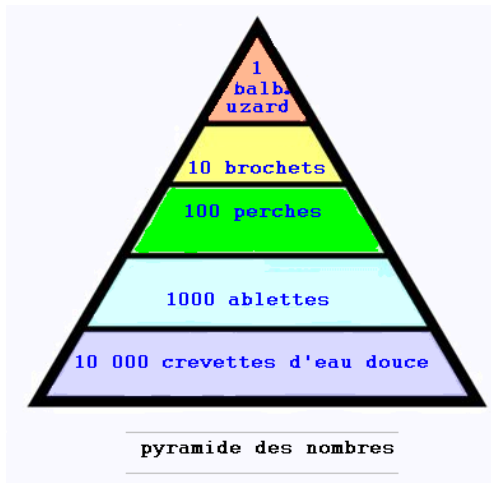
Dans une chaîne alimentaire, les organismes appartenant au même niveau trophique sont séparés des végétaux chlorophylliens par le même nombre d'étapes. Les végétaux chlorophylliens constituent ainsi le premier niveau trophique (premier maillon).

Un même animal peut appartenir à plusieurs niveaux trophiques (polyphages et omnivores). De ce fait, les chaînes alimentaires s'anastomosent pour former des réseaux trophiques complexes.

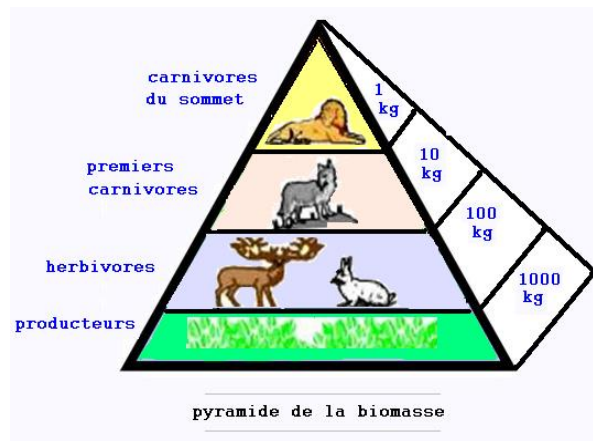
7. Les pyramides écologiques :

La structure trophique d'un écosystème peut être décrite en termes d'individus, de biomasse ou d'énergie. Elle peut être représentée graphiquement par les pyramides écologiques qui sont de 3 types :

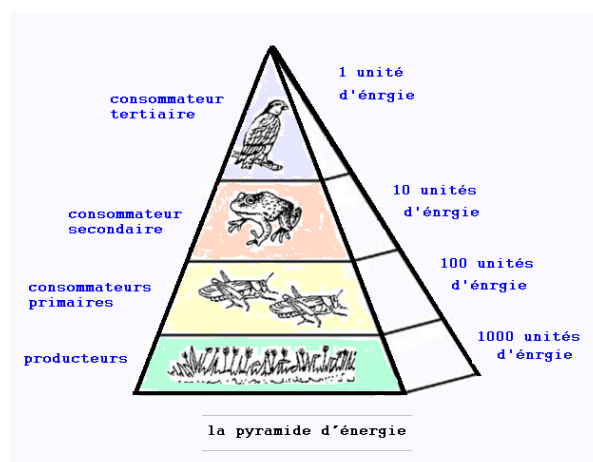
- La pyramide des nombres : Le nombre d'individus de chaque niveau trophique y est représenté. Ce nombre décroît d'un niveau trophique à l'autre. Cette pyramide met à pied d'égalité des organismes de masses différentes.



- La pyramide des biomasses : Représente pour chaque niveau trophique la biomasse correspondante (biomasse sèche). Les pyramides des biomasses accordent la même importance à des tissus ayant des valeurs énergétiques différentes.



- La pyramide des énergies est le mode de représentation le plus satisfaisant car chaque niveau trophique est mentionné par la quantité d'énergie accumulée et de celle dépensée par les organismes de chaque niveau (KCal) par unité de surface (ou de volume) et de temps.



Chapitre IV. Développement et évolution des écosystèmes

1. Notion de succession écologique

La **succession écologique** est l'ensemble des phénomènes de colonisations d'un milieu par les êtres vivants et de changements de la composition de la flore et de la faune au cours du temps.

La **série** (sere) désigne la séquence complète d'une succession écologique. Elle est caractérisée par une séquence rigoureuse de stades comportant chacun une biocénose particulière.

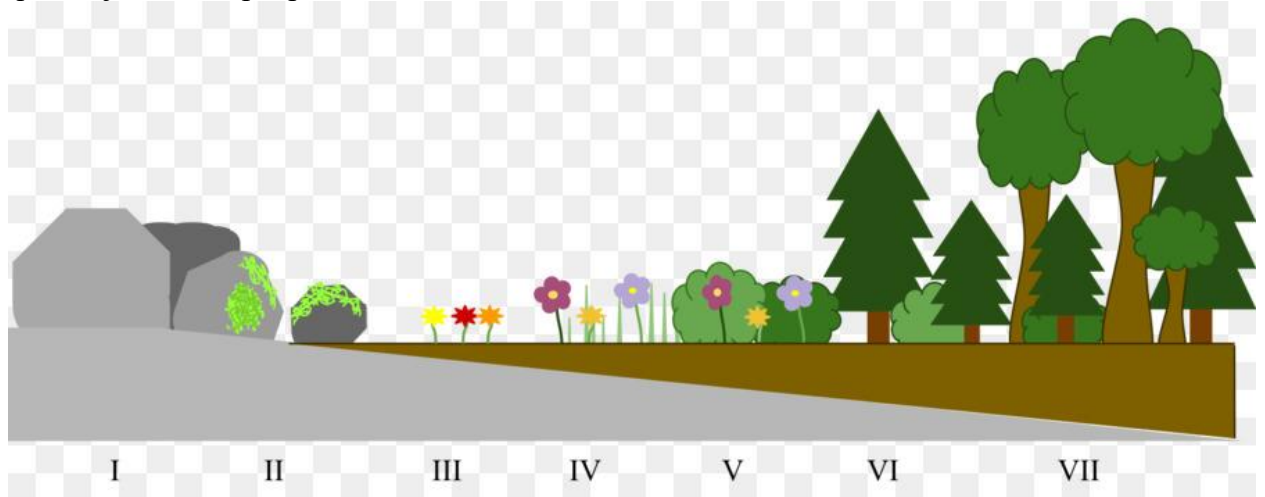
Les organismes qui s'installent en premier sont appelés : espèces pionnières et les biocénoses qui se succèdent correspondent aux séries. Les successions écologiques se poursuivent pendant des décennies ou des siècles jusqu'à ce qu'elle atteigne son stade ultime d'évolution dénommé : **Climax**.

Le Climax est une association stable d'espèces qui caractérisent qualitativement et quantitativement l'ultime phase de développement d'une biocénose dans une succession écologique.

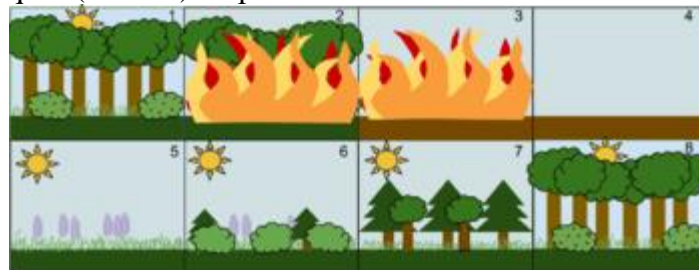
2. Principaux types de successions écologiques

On distingue : Les successions primaires et successions secondaires.

Les successions primaires correspondent à l'installation des êtres vivants dans un milieu qui n'a jamais été peuplé.



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



On distingue également les successions autogéniques (progressives) des successions allogéniques (régressives).

Les successions autogéniques proviennent d'un processus biotique s'exerçant à l'intérieur de l'écosystème (compétition, prédation, parasitisme,...).

Les successions allogéniques résultent de l'influence des facteurs perturbateurs d'origine extérieure à l'écosystème (action des facteurs perturbateurs : feu, vent, sécheresse, homme,...).

3. Causes de l'évolution des écosystèmes

On résume les causes de l'évolution des écosystèmes à 3 aspects différents (action, réaction, coaction) :

- L'action : influence exercée par le biotope sur la biocénose avec induction de phénomènes d'adaptations (morphologiques, physiologiques, éthologiques) et de régulation des abondances des populations (maintien, élimination).
- La réaction : Influence exercée par les êtres vivants sur le biotope avec des manifestations destructrices, modificatrices ou édificatrices.
- La coaction : Influence des organismes les uns sur les autres (relations biotiques).
Relations biotope biocénose

On regroupe les causes de l'évolution des écosystèmes en 4 principaux groupes :

- (i) Facteurs climatiques (changement au cours des ères géologiques et actuels)
- (ii) Facteurs géologiques et édaphiques (érosion, sédimentation, volcanisme,...)
- (iii) Facteurs biologiques (compétition, parasitisme, prédation,...)
- (iv) Facteurs anthropiques (pollution, incendies, déforestation, introduction d'espèces,...)

4. Caractères généraux des successions

1. Les écosystèmes les plus proches du stade climax sont plus organisés, plus complexes que les écosystèmes proches du stade pionnier.
2. La biomasse augmente au fur et à mesure qu'on s'approche du climax. Elle devient ensuite constante puisque la productivité tend vers zéro.
3. La diversité spécifique augmente le long des successions, passant par un maximum avant de décroître légèrement au stade climax.
4. L'équitabilité faible au début devient plus élevée.
5. Les relations interspécifiques évoluent avec la succession, la symbiose et la compétition deviennent plus fréquentes.
6. Les chaînes alimentaires linéaires dominées par les herbivores deviennent des réseaux ramifiés et complexes où les détritivores prennent une place de plus en plus importante.
7. Les niches écologiques deviennent de plus en plus étroites et spécialisées à l'approche du climax. Les cycles biologiques s'allongent et se compliquent.
8. La mobilité des espèces tend à diminuer dans les milieux climaciques favorisant l'apparition de races géographiques.
9. Les espèces pionnières sont souvent opportunistes ayant adapté des stratégies de type r (espèces possédant un potentiel biotique élevé, une croissance rapide, une faible longévité, des populations se renouvelant vite et soumises à de fortes fluctuations). Les espèces des stades climaciques sont des espèces ayant choisi des stratégies de type k (utilisant la majeure partie de leur énergie dans la croissance et la maintenance).