

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Elbachir El Ibrahimi. Bordj Bou-Arréridj**

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie & Sciences de la Terre et de l'Univers.

Département des sciences agronomiques et Département des sciences biologiques

Résumé du cours d'**écologie générale**

**Spécialité : 2^{ème} année écologie et environnement et
2^{ème} année sciences agronomiques**

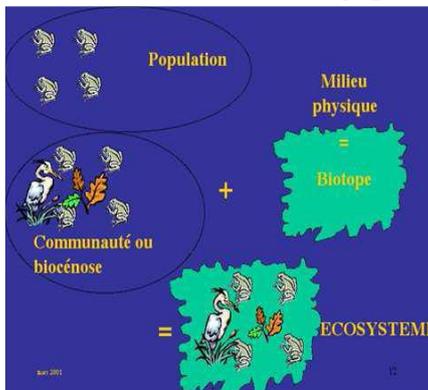
Assuré par M^{me} BAAZIZ N.

Année universitaire : 2019 – 2020

Chapitre I

1. 1. Définition : L'**écologie** : a été créé par le biologiste allemand *Ernst Haeckel* en 1866, à partir de deux mots grecs (*oikos*=maison, habitat /*logos*=science). L'**écologie** signifie la science de l'habitat, étudiant les conditions d'existence des êtres vivants (animaux et végétaux) et les interactions de toute nature qui existent entre ces êtres vivants d'une part, et entre les êtres vivants et leurs milieux d'autre part dans les conditions naturelles ou modifiées. Il s'agit de comprendre les mécanismes qui permettent aux différentes espèces d'organismes de survivre et de coexister en se partageant ou en se disputant les ressources disponibles (espace, temps, énergie, matière). Par extension, l'**écologie** s'appuie sur des sciences connexes telles la climatologie, l'hydrologie, l'océanographie, la chimie, la géologie, la pédologie, la physiologie, la génétique, l'éthologie (étude du comportement des animaux)... etc.

Notion de système écologique : Ecosystème.



Écosystème ou Un système écologique fut défini par la botaniste anglais Arthur Tansley en 1935. C'est un ensemble d'éléments en interaction les uns avec les autres / C'est un système biologique formé par deux éléments indissociables, **la biocénose** et **le biotope**.

La biocénose c'est l'ensemble des organismes qui vivent ensemble (zoocénose, phytocénose, microbiocénose, mycocénose). « Ensemble des êtres vivants qui coexistent dans un même habitat, crée par Karl Möbius en 1877 ».

Le biotope (écotope) est le fragment de la biosphère qui fournit à la biocénose le milieu abiotique indispensable./ou c'est l'ensemble des facteurs écologiques abiotiques (substrat, sol « édaphotope », climat « climatope ») qui caractérisent le milieu où vit une biocénose déterminée. Le biotope se compose d'un édaphotope, d'un climatope et d'un hydrotape. C'est tout le milieu physico-chimique. (milieu où vivent les espèces). Le biotope est défini par les caractéristiques et qualités de 5 éléments indispensables à la vie : **L'eau, le sol, l'air, la lumière, la température**. Ces cinq (5) éléments de vie se retrouvent dans tous les biotopes mais en quantité et en composition différentes. Le biotope est l'équilibre de ces 5 éléments de vie. Chaque biotope est donc différent et chaque biotope accueille un type de vie différent.

La biosphère : C'est la partie de l'écorce terrestre où la vie est possible. elle comprend une partie de la lithosphère (partie solide de l'écorce terrestre), une partie de l'atmosphère (la couche gazeuse entourant la Terre) et une partie de l'hydrosphère (partie du système terrestre constituée d'eau).

Exemple : une forêt constituée d'arbres, de plantes herbacées, d'animaux et d'un sol.

- forêt : **Ecosystème**

- arbres , plantes herbacées et animaux : sont les **Biocénoses** (animaux = zoocénose .arbres ,plantes herbacées sont les **phytocénoses**)

- sol: c'est le **Biotope**

Suivant l'échelle de l'écosystème nous avons :

- un micro-écosystème : exemple un arbre ;
- un méso-écosystème : exemple une forêt ;
- un macro-écosystème : exemple une région.

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

- Ecosystèmes continentaux (ou terrestres) tels que : les écosystèmes forestiers (forêts), les écosystèmes prairiaux (prairies), les agro-écosystèmes (systèmes agricoles);
- Ecosystèmes des eaux continentales, pour les écosystèmes **lenti**ques des eaux calmes à renouvellement **lent** (lacs, marécages, étangs) ou écosystèmes **loti**ques des eaux **courantes** (rivières, fleuves ...).
- Ecosystèmes océaniques : les mers et les océans.

Quelques exemples d'écosystèmes : On distingue :

- **Un microécosystème** : ► Une roche et ce qu'il y a dessous : terre, humidité, vers, algues, amibes, fourmis...
- **Un mésoécosystème** : ► La forêt avec ses arbres, ses arbustes, ses marécages et ses éclaircies.
- **Un macroécosystème** : ► une région et son bassin versant
 - La mer
 - La terre tout entière ou biosphère.

Composition d'un écosystème

BIOTOPE (Milieu physique-Chimique)	Composante abiotique formées de trois réservoirs -Air/ Atmosphère (basse atmosphère) -Eau/ Hydrosphère (océans, lacs, cours d'eaux ...) -Terre/ Lithosphère (pellicule de terre)
BIOCÉNOSE (Les êtres vivants)	Composante biotique formée d'un réservoir _ Êtres vivants /Biosphère

Facteurs écologiques : tout élément du milieu (température, pluies, PH du sol...) capable d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement.

On distingue des **facteurs abiotiques** (climatiques, édaphiques et hydriques) et des **facteurs biotiques**. Ces facteurs écologiques n'agissent jamais indépendamment, au contraire les êtres vivants sont toujours exposés de façon simultanée à l'action conjuguée d'un grand nombre de facteurs. La résultante de cette action conditionnera donc l'état du développement des êtres vivants.

$$Facteurs\ écologiques = F.E.Abiotiques + F.E.Biotiques$$

Ce sont tous les éléments de l'environnement qui agissent sur les organismes au cours de leur cycle de vie

1. 2. 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** : est un groupe d'individus de la même espèce occupant un territoire particulier à une période donnée.
- 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.

Peuplement : c'est l'ensemble des populations.

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.

Chapitre II : Les Facteurs du milieu

On appelle facteur écologique tout élément du milieu (température, pluies, PH du sol...) capable d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement. **On distingue :**

- **Facteurs abiotiques** : ensemble des caractéristiques physico-chimiques du milieu tel que les facteurs climatiques (température, pluviosité, lumière, vent...), et les facteurs édaphiques (Facteurs physiques, texture (granulométrie), structure (compacité et aération du sol), stabilité, hydratation ; facteurs chimiques : pH, teneur en calcaire, nitrates, salure, carences en certains éléments,
- **Facteurs biotiques** : ensemble des interactions qui existent entre des individus de la même espèce ou d'espèces différentes : prédation, parasitisme, compétition, symbiose, commensalisme, ...etc.

Facteurs écologiques = F.E.Abiotiques + F.E.Biotiques

Ce sont tous les éléments de l'environnement qui agissent sur les organismes au cours de leur cycle de vie

2.1. Facteurs abiotiques : Ce sont les facteurs climatiques (y compris hydriques) et édaphiques (y compris hydriques)

1- Facteurs climatiques

1. Définition du climat : Le climat est l'ensemble des conditions atmosphériques et météorologiques propres à une région du globe. Le climat d'une région est déterminé à partir de l'étude des paramètres météorologiques (température, taux d'humidité, précipitations, force et direction du vent, durée d'insolation, évaporation, etc.) évalués sur plusieurs dizaines d'années.

2. Principaux facteurs climatiques : Les éléments du climat qui jouent un rôle écologique sont nombreux. Les principaux sont la température, l'humidité et la pluviosité, l'éclairement et la photopériode (Répartition, dans la journée, entre la durée de la phase diurne et celle de la phase obscure). D'autres, comme le vent et la neige, ont une moindre importance, mais ils peuvent dans certains cas avoir un rôle non négligeable.

2.1-La température : c'est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Des phénomènes comme la photosynthèse, la respiration, la digestion suivent la loi de Van't Hoff qui précise que la vitesse d'une réaction est fonction de la température). La température du milieu dans lequel vit la plante, c'est à dire celle de l'air et des couches superficielles du sol et des eaux, est qui dépend du rayonnement solaire. Elle varie en fonction de la saison, des conditions atmosphériques, de l'altitude et de la latitude. La température intervient dans la répartition géographique des espèces, elle règle l'activité et le fonctionnement des êtres vivants en agissant sur diverses fonctions de la plante notamment la respiration, la photosynthèse, les différentes réactions enzymatiques. La température intervient par ses variations et ses moyennes journalières, mensuelles et annuelles, on parle de thermopériodisme.

La grande majorité des êtres vivants ne peut subsister (survivre) que dans un intervalle de températures comprise entre 0°C et 50°C en moyenne. Les températures trop basses ou trop élevées déclenchent chez certains animaux un état de dormance (quiescence) appelé estivation ou hibernation. Dans les deux cas, le développement est quasiment arrêté. Les plantes aquatiques ont généralement une amplitude de tolérance plus faible que celles des plantes terrestres. Ainsi, selon les exigences propres à chaque espèce, quant à l'action de la température, on distingue :

- **Les espèces dites sténothermes thermophiles** : leur optimum de croissance se situe à des températures élevées, exemples les Cyanophycées (algues bleues), **les sténothermes psychrophiles** (températures froides), Ces espèces sténothermes tolèrent de faibles variations de température.
- **Les espèces dites eurythermes**, elles tolèrent de larges variations de températures

Les limites des aires de répartition géographique sont souvent déterminées par la température qui agit comme facteur limitant. Très souvent ce sont les températures extrêmes plutôt que les moyennes qui limitent l'installation d'une espèce dans un milieu.

2.2- Les précipitations (*Humidité et pluviosité* :) Elles comprennent : la pluie, la neige, la grêle, la rosée et le brouillard. Elles sont très liées au rayonnement solaire puisqu'elles sont dues à la condensation dans l'atmosphère de la vapeur d'eau provenant des mers et des terres. Plus il fait chaud, plus l'évaporation est intense.

L'eau est indéniablement l'un des facteurs écologiques les plus importants. Il constitue la plus grande partie du poids des êtres vivants et joue un rôle fondamental dans la physiologie des espèces animales et végétales. En fonction de leurs besoins en eaux, et par conséquent de leur répartition dans les milieux, on distingue :

- Des espèces **aquatiques** qui vivent dans l'eau en permanence (ex : poissons) ;
- Des espèces **hygrophiles** qui vivent dans des milieux humides (ex : amphibiens) ;
- Des espèces **mésophiles** dont les besoins en eau sont modérés et qui supportent des alternances de saison sèche et de saison humide ;
- Des espèces **xérophiles** qui vivent dans les milieux secs où le déficit en eau est accentué (espèces des déserts).

La répartition saisonnière des précipitations influe grandement sur la végétation. Par exemple en région méditerranéenne la pluie tombe surtout en hiver pendant la période froide quand les plantes en ont le moins besoin et fait défaut en été au moment où la température augmente l'évaporation, il en résulte donc une végétation xérophytique bien adaptée aux longues périodes estivales sèches.

Les plantes peuvent être classées en fonction de leur besoin en eau. On distingue généralement quatre grands groupes :

- **Hydrophile**, ce sont des **plantes aquatiques** vivant en permanence dans l'eau
- **Hygrophile**, les espèces requiert un milieu très humide.
- **Mésophile**, ce groupe contient les espèces non spécialisées qui tolèrent des conditions modérées. Par ailleurs, elles peuvent supporter des alternances de périodes sèches et humides. Il s'agit de la majorité des espèces cultivées.
- **Xérophile**, ce sont des espèces adaptées au milieu sec.

Les êtres vivants s'adaptent à la sécheresse selon des modalités très variées :

Chez les végétaux

- Réduction de l'évapotranspiration par développement de structures cuticulaires imperméables.
- Réduction du nombre de stomates.
- Réduction de la surface des feuilles qui sont transformées en écailles ou en épines.
- Les feuilles tombent à la saison sèche et se reforment après chaque pluie.
- Le végétal assure son alimentation en eau grâce à un appareil souterrain puissant.
- Mise en réserve d'eau dans les tissus aquifères associés à une bonne protection épidermique.

Chez les animaux : -Utilisation de l'eau contenue dans les aliments.

- Réduction de l'excrétion de l'eau par émission d'une urine de plus en plus concentrée.
- Utilisation de l'eau du métabolisme formée par l'oxydation des graisses (dromadaire).

2.3- La lumière et ensoleillement : C'est un facteur vital de l'environnement car elle représente la seule source d'énergie pour tous les écosystèmes.

L'ensoleillement est la durée pendant laquelle le soleil a brillé. Le rayonnement solaire est composé essentiellement de lumière visible, de rayons Infrarouge et de rayons Ultraviolet. L'éclairement a une action importante non seulement par son intensité et sa nature (longueur d'onde) mais aussi par la durée de son action (photopériode). La photopériode croît de l'Equateur vers les Pôles. A l'Equateur, les jours sont rigoureusement égaux aux nuits, pendant toute l'année. Aux Tropiques, l'inégalité reste faible et pratiquement sans influence. Aux très hautes latitudes, c'est-à-dire au-delà du cercle polaire, nuits et jours dépassent les 24h, pour atteindre 6mois de jours et 6mois de nuit aux Pôles mêmes.

L'atmosphère joue le rôle d'écran ou mieux de filtre en arrêtant certaines radiations et en laissant passer d'autres. En effet, l'atmosphère absorbe une part du rayonnement solaire, et diffuse une autre portion. A ces deux actions s'ajoute un phénomène de réflexion. La lumière ou rayonnement solaire agit sur les plantes essentiellement par sa nature (ses différentes longueurs d'ondes), son intensité et sa durée (périodicité). La variation de ces trois paramètres gouverne un grand nombre des processus physiologiques et morphologiques aussi bien chez les plantes que chez les animaux.

Action sur les végétaux : Les végétaux sont adaptés à l'intensité et à la durée de l'éclairement. Cette adaptation est importante lorsque les végétaux passent du stade végétatif (phase de croissance et de développement) au stade reproductif (floraison). Les végétaux peuvent être divisés en trois catégories :

- **Les végétaux de jours courts :** ils ne fleuriront que si la photopériode au moment de l'éclosion des bourgeons est inférieure ou égale à 12h d'éclairement.
- **Les végétaux de jours longs :** qui ont besoin pour fleurir d'au moins 12h d'éclairement.
- **Les indifférents :** la durée d'éclairement ne joue aucun rôle dans la floraison.

Action sur les animaux : Chez les animaux, le rôle essentiel de la photopériode réside dans l'entretien des rythmes biologiques saisonniers, quotidiens (circadien= rythme biologique) ou lunaires.

- **Rythmes biologiques saisonniers :** ils sont de deux types :
 - **Rythme de reproduction chez les vertébrés :** ils ont pour résultat de faire coïncider la période de reproduction avec la saison favorable.
 - **Diapause :** la photopériode est le facteur essentiel qui déclenche chez l'animal l'entrée en diapause avant que ne survienne la saison défavorable.
- **Rythmes quotidiens ou circadiens :** Il s'agit de rythmes dont la période est égale à 24h. Ils sont entretenus par un mécanisme interne mal connu appelé « horloge biologique », dont le réglage est conditionné par l'éclairement et la température.
- **Rythmes lunaires :** Il s'agit de rythmes d'activité déclenchés par la lumière lunaire. Ils sont surtout connus chez les animaux marins.

- **Rôle écologique de la lumière**

- **Effet de l'intensité lumineuse :** Selon l'intensité lumineuse on distingue :

Les plantes d'ombre ou **sciaphiles** (intensité lumineuse faible) telles les plantes des sous-bois, les fougères, les cyclamens et les plantes de lumière ou **héliophiles** (intensité lumineuse forte). telles la tomate, le thym, la lavande

- **Effet de la périodicité :** la périodicité quotidienne, saisonnière ou annuelle de la lumière est à l'origine des différents rythmes biologiques chez les plantes et les animaux ; on parle de photopériodisme.

Chez les plantes, les réponses comprennent la floraison, la chute des feuilles, la dormance. Chez les animaux, les différentes réponses incluent les débuts de migration, l'hibernation, la ponte, la mue et les changements de couleur du pelage.

2.4- Le vent : Le vent résulte du mouvement de l'atmosphère entre les hautes et basses pressions.

L'impact de ce facteur sur les êtres vivants peut se résumer comme suit :

- Il a un pouvoir desséchant car il augmente l'évaporation. - Il a aussi un pouvoir de refroidissement considérable. - Le vent est un agent de dispersion des animaux et des végétaux. - L'activité des insectes est ralentie par le vent. - Les coups de vent, en abattant des arbres en forêt, créent des clairières dans lesquelles des jeunes arbres peuvent se développer. - Le vent a un effet mécanique sur les végétaux qui sont couchés au sol et prennent des formes particulières appelées anémomorphose. - Le vent modifie les autres facteurs du climat. Il joue un rôle dans la distribution des pluies, augmente la vitesse d'évaporation à partir du sol ainsi que la transpiration, diminue les températures et facilite la propagation des feux.

2.5-La neige ; C'est un facteur écologique important en montagne. La couverture de neige protège le sol du refroidissement. Sous un mètre de neige, la température du sol est de $-0,6^{\circ}\text{C}$, alors qu'elle est de $-33,7^{\circ}\text{C}$ à la surface.

2.2. Facteurs édaphiques

1. **Définition du sol :** Le sol est un milieu vivant complexe et dynamique, c'est la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus : physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants. Il est formé d'une fraction minérale et de matière organique. Végétaux et animaux puisent du sol l'eau et les sels minéraux et trouvent l'abri et/ou le support indispensable à leur épanouissement.

2. Les facteurs édaphiques

2.1. La texture du sol: est définie par la grosseur des particules qui le composent : graviers, sables, limons, argiles (granulométrie : mesure de la forme, de la dimension et de la répartition en différentes classes des grains et des particules de la matière divisée) (Tab. 01) :
En fonction de la proportion de ces différentes fractions granulométriques, on détermine les textures suivantes :

Particule	Diamètre
Graviers	>2 mm
Sables grossiers	2 mm à 0,2 mm
Sables fins	0,2 mm à 20 µm
Limon (الطمي)	20 µm à 2µm
Argile (الطين)	< 2µm

- **Textures fines :** comportent un taux élevé d'argile (>20%) et correspondent à des sols dits « lourds », difficiles à travailler, mais qui présentent un optimum de rétention d'eau.
- **Textures sableuses ou grossières :** elles caractérisent les sols légers manquant de cohésion et qui ont tendance à s'assécher saisonnièrement.
- **Textures moyennes :** on distingue deux types :
 - Les limons argilo-sableux qui ne contiennent pas plus de 30 à 35% de limons, qui ont une texture parfaitement équilibrée et qui correspond aux meilleurs terres dites « franches ».
 - Les sols à texture limoneuse, qui contiennent plus de 35% de limons, sont pauvres en humus (matière organique du sol provenant de la décomposition partielle des matières animales et végétales).

Sur le plan biologique, la granulométrie intervient dans la répartition des animaux et des eaux souterraines. Nombreux organismes tels que les vers de terre préfèrent les sols limoneux ou argilo-sableux, tout comme quelques espèces de coléoptères qui préfèrent les sols argileux et/ou limoneux, présentant une teneur élevée en éléments fins et qui ont la faculté de retenir l'eau nécessaire, contrairement aux éléments grossiers qui permettent une dessiccation trop rapide du sol.

2.1. La structure du sol : c'est l'organisation du sol. C'est l'arrangement spatial des particules de sables, de limons et d'argiles. On distingue principalement trois types de structures :

- **Particulaire :** où les éléments du sol ne sont pas liés, le sol est très meuble (sols sableux).
- **Massive :** où les éléments du sol sont liés par des ciments (matière organique, calcaire) durcies en une masse très résistante discontinue ou continue (sols argileux). Ce type de sol est compact et peu poreux. Il empêche cependant, les migrations verticales des animaux sensibles à la température et à l'humidité et ainsi en interdisent l'existence.
- **Fragmentaire :** où les éléments sont liés par des matières organiques et forment des agrégats (Assemblage hétérogène de substances ou d'éléments qui adhèrent solidement entre eux) de tailles plus ou moins importantes. Cette structure est la plus favorable à la vie des êtres vivants, car elle comporte une proportion suffisante de vides ou de pores qui favorisent la vie des racines et l'activité biologique en général, en permettant la circulation de l'air et de l'eau.

2.2. L'eau du sol : L'eau est présente dans le sol sous quatre états particuliers:

- **L'eau hygroscopique :** provient de l'humidité atmosphérique et forme une mince pellicule autour des particules du sol. Elle est retenue très énergiquement et ne peut être utilisée par les organismes vivants.
- **L'eau capillaire non absorbable :** occupe les pores d'un diamètre inférieur à 0,2 mm. Elle est également retenue trop énergiquement pour être utilisée par les organismes vivants. Seuls certains organismes très adaptés peuvent l'utiliser.
- **L'eau capillaire absorbable:** située dans les pores dont les dimensions sont comprises entre 0,2 et 0,8mm. Elle est absorbée par les végétaux et elle permet l'activité des bactéries et des petits Protozoaires comme les flagellés.
- **L'eau de gravité:** occupe de façon temporaire les plus grands pores du sol. Cette eau s'écoule sous l'action de la pesanteur.

2.3. Le pH du sol : la solution du sol contient des ions H⁺ provenant de l'altération de la roche mère, l'humification de la matière organique (synthèse d'acide humique), l'activité biologique et l'effet des engrais acidifiants. Le pH dépend également de la nature de la couverture végétale et des conditions climatiques (température et pluviosité) :

- les pH basiques (**supérieurs à 7,5**) ou basophiles caractérisent les sols qui se développent sur une roche mère calcaire. On les rencontre généralement dans les climats secs ou saisonnièrement secs et sous une végétation présentant des feuilles à décomposition rapide
- Les pH acides (**entre 4 et 6,5**) ou **acidophiles**: se rencontrent beaucoup plus sous les climats humides et froids favorables à une accumulation de la matière organique. Ils caractérisent les forêts de conifères. Ils se forment surtout sur les roches siliceuses et les roches granitiques.

Les organismes vivants tels que les Protozoaires supportent des variations de pH de 3,9 à 9,7.

Les **neutrophiles** sont les plus représentées dans la nature.

2.4. La composition chimique: Les divers types de sols ont des compositions chimiques très variées. Les éléments les plus étudiés en ce qui concerne leur action sur la faune et la flore sont les chlorures et le calcium.

Les sols salés, ayant des teneurs importantes en chlorure de sodium, ont une flore et une faune très particulière.

Les plantes des sols salés sont des **halophytes**.

En fonction de leurs préférences, les plantes sont classées en **calcicoles** (espèces capables de supporter des teneurs élevées en calcaire), et **calcifuges** (espèces qui ne supportent que de faibles traces de calcium).

Quant aux animaux, le calcium est nécessaire pour beaucoup d'animaux du sol.

Les sols dits anormaux renferment de fortes concentrations d'éléments plus ou moins toxiques : soufre, magnésium ...etc. Les métaux lourds exercent sur la végétation une action toxique qui entraîne la sélection d'espèces dites **toxico-résistantes** ou **métallophytes** formant des associations végétales particulières.

Rapport sol végétation : il apparaît clairement qu'il existe des liens étroits entre les caractères physico-chimiques des sols et de la distribution des espèces. Ainsi le sol influence la répartition des végétaux.

2. 2. Facteurs biotiques : Les facteurs biotiques sont l'ensemble des actions que les organismes vivants exercent directement les uns sur les autres. Ces interactions, appelées coactions, sont de deux types :

Homotypiques ou intraspécifiques, lorsqu'elles se produisent entre individus de la même espèce.

Hétérotypiques ou interspécifiques, lorsqu'elles ont lieu entre individus d'espèces différentes.

2.2.1. Les réactions homotypiques : On distingue l'effet de groupe et l'effet de masse.

2.2.1.1. L'effet de groupe : On parle d'effet de groupe lorsque des modifications ont lieu chez des animaux de la même espèce, quand ils sont groupés par deux ou plus de deux. L'effet de groupe est connu chez de nombreuses espèces d'insectes ou de vertébrés, qui ne peuvent se reproduire normalement et survivre que lorsqu'elles sont représentées par des populations assez nombreuses. Il s'agit d'un effet **positif**. Il en résulte souvent des communautés caractérisées par des alliances (communautés migratoires, communautés de chasse (lion), communautés de reproduction (oiseaux marins). La taille des communautés offre une protection face aux ennemies, évite de trop forte perte de chaleur, augmente le succès à la chasse ou lors de la reproduction.

2.2.1.2. L'effet de masse : A l'inverse de l'effet de groupe, l'effet de masse se produit, quand le milieu devient surpeuplé, provoque une compétition sévère aux conséquences néfastes pour les individus. Il s'agit d'un effet **négatif**. Les effets néfastes de ces compétitions ont des conséquences sur le métabolisme et la physiologie des individus qui se traduisent par des perturbations, comme la baisse du taux de fécondité, la diminution de la natalité, l'augmentation de la mortalité. Chez certains organismes, le surpeuplement entraîne des phénomènes appelés phénomènes d'**autoélimination**.

2.2.1.3. La compétition intraspécifique : Ce type de compétition peut intervenir pour de très faibles densités de population, et se manifeste de façons très diverses : Apparaît dans les comportements territoriaux, c'est-à-dire lorsque l'animal défend une certaine surface contre les incursions des autres individus.

Le maintien d'une hiérarchie sociale avec des individus dominants et des individus dominés.

La compétition alimentaire entre individus de la même espèce est intense quand la densité de la population devient élevée. Sa conséquence la plus fréquente est la baisse du taux de croissance des populations. Chez les végétaux, la compétition intraspécifique, liée aux fortes densités se fait surtout pour l'eau et la lumière.

Elle a pour conséquence une diminution du nombre de graines formées et/ou une mortalité importante qui réduit fortement les effectifs.

2.2.2- Coactions hétérotypiques : La cohabitation de deux espèces peut avoir sur chacune d'entre elles une influence nulle, favorable (+) ou défavorable (-).

2.2.2-1-Le neutralisme: lorsque les deux espèces sont indépendantes : elles cohabitent sans avoir aucune influence l'une sur l'autre.

2.2.2-2-La compétition interspécifique peut être défini comme étant la recherche active, par les membres de deux ou plusieurs espèces, d'une même ressource du milieu (nourriture, abri, lieu de ponte, etc...). Dans la compétition interspécifique, chaque espèce agit défavorablement sur l'autre. La compétition est d'autant plus grande entre deux espèces qu'elles sont plus voisines. Cependant, deux espèces ayant exactement les mêmes besoins ne peuvent cohabiter, l'une d'elle étant forcément éliminée au bout d'un certain temps. C'est le principe de Gause ou principe d'exclusion compétitive.

2.2.2-3-La prédation : l'espèce prédatrice attaque l'espèce proie pour s'en nourrir. Les relations prédateurs proies sont des relations purement alimentaires, au cours desquelles les prédateurs tuent les proies. Les prédateurs peuvent être polyphages (s'attaquant à un grand nombre d'espèces), oligophages (se nourrissant de quelques espèces), ou monophages (ne subsistant qu'au dépend d'une seule espèce).

2.2.2-4-Le parasitisme: une espèce parasite, généralement plus petite, inhibe la croissance ou la reproduction de son hôte.

Le parasite est un organisme qui ne mène pas une vie libre : il est au moins, à un stade de son développement, lié à la surface (ectoparasite) ou à l'intérieur (endoparasite) de son hôte.

On peut considérer le parasitisme comme un cas particulier de la prédation. Cependant, le parasite n'est pas vraiment un prédateur car il n'a pas pour but de tuer l'hôte. Le parasite doit s'adapter pour rencontrer l'hôte et survivre au détriment de ce dernier. L'hôte doit s'adapter pour ne pas rencontrer le parasite et s'en débarrasser si la rencontre a eu lieu. Les parasites peuvent être polyphages, oligophages ou monophages. Certains peuvent parasiter des espèces différentes, d'autres sont spécifiques.

2.2.2-5-Le commensalisme: Interaction entre une espèce, dite commensale, qui en tire profit de l'association et une espèce hôte qui n'en tire ni avantage ni nuisance. Les deux espèces exercent l'une sur l'autre des coactions de tolérance réciproque. **Exemple** Les animaux qui s'installent et qui sont tolérés dans les gîtes des autres espèces.

2.2.2-6-Le mutualisme : C'est une interaction dans laquelle les deux partenaires trouvent un avantage, celui-ci pouvant être la protection contre les ennemis, la dispersion, la pollinisation, l'apport de nutriments... **Exemple :** Les graines des arbres doivent être dispersées au loin pour survivre et germer. Cette dispersion est l'œuvre d'oiseaux, de singes...qui en tirent profit de l'arbre (alimentation, abri...).

L'association obligatoire et indispensable entre deux espèces est une forme de mutualisme à laquelle on réserve le nom de **symbiose**. Dans cette association, chaque espèce ne peut survivre, croître et se développer qu'en présence de l'autre. **Exemple :** Les lichens sont formés par l'association d'une algue et d'un champignon.

2.2.2-7-L'amensalisme : une espèce est éliminée par une autre espèce qui secrète une substance toxique. Dans les interactions entre végétaux, l'amensalisme est souvent appelé **allélopathie**. **Exemple :** Le Noyer rejette par ses racines, une substance volatile toxique, qui explique la pauvreté de la végétation sous cet arbre.

2.3. Interaction du milieu et des êtres vivants : Les réactions des êtres vivants face aux variations des facteurs physico-chimiques du milieu intéressent la morphologie, la physiologie, le comportement.

Les êtres vivants sont éliminés totalement, ou bien leurs effectifs sont fortement réduits lorsque l'intensité des facteurs écologiques est proche des limites de tolérance ou les dépasse.

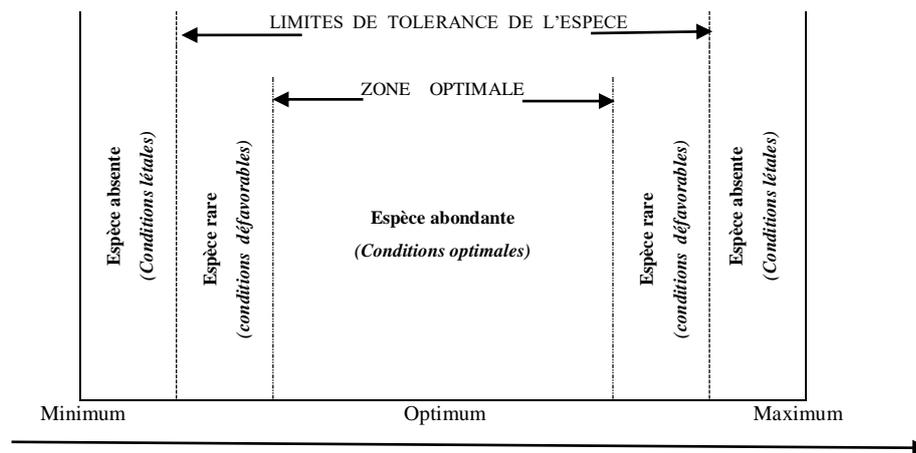
2.3.1-Rôle des facteurs écologiques dans la régulation des populations

Loi de tolérance (intervalle de tolérance) : Enoncée par Shelford, la loi de la tolérance stipule que pour tout facteur de l'environnement existe un domaine de valeurs (ou intervalle de tolérance) dans lequel tout processus écologique sous la dépendance de ce facteur pourra s'effectuer normalement. C'est seulement à l'intérieur de cet intervalle que la vie de tel ou tel organisme, population ou biocénose est possible.

-**La borne inférieure** le long de ce gradient délimite la mort par carence,

-**La borne supérieure** délimite la mort par toxicité.

-A l'intérieur de l'intervalle de tolérance, existe une valeur optimale, dénommée « préférendum » ou « **optimum écologique** » pour lesquelles le métabolisme de l'espèce ou de la communauté considérée s'effectue à une vitesse maximale (Fig.01).



Intensité du facteur écologique

Figure 01 : Limites de tolérance d'une espèce en fonction de l'intensité du facteur écologique étudié. (L'abondance de l'espèce est maximale au voisinage de l'optimum écologique).

2.3.2-Notion d'optimum écologique : Pour chaque facteur une espèce présente des seuils minima et maxima de tolérance. Entre ces deux extrêmes se situe l'optimum. L'amplitude de tolérance peut être représentée par une courbe gaussienne c'est à dire en cloche. Par ailleurs, il est important de noter qu'il existe pour chaque espèce un optimum physiologique qui est réalisé au laboratoire en l'absence de compétiteurs. Quant à l'optimum écologique, il est atteint dans le milieu naturel où vit l'espèce et peut changer selon les pressions du milieu et les compétitions avec d'autres espèces.

2.3.3-Valence écologique d'une espèce représente sa 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. De plus la valence écologique varie chez une même espèce suivant le stade de développement.

-Une espèce à forte valence écologique c'est-à-dire capable de peupler des milieux très différents et supporter des variations importantes de l'intensité des facteurs écologiques, est dite **euryo-écique (euryoèce)**.

-Une espèce à faible valence écologique ne pourra supporter que des variations limitées des facteurs écologiques, elle est dite **sténo-écique (sténoèce)**.

Tableau (02): Exemples de valences écologiques.

-Une espèce à valence écologique moyenne, est dite méso-écique (mesoèce).
 Une série de termes relatifs à la tolérance des espèces est devenue d'usage en écologie. Ces termes utilisent le préfixe grec "steno" pour désigner une faible amplitude de tolérance. "eury" pour désigner une large amplitude de tolérance.
 Quelques exemples des termes les plus utilisés pour désigner les facteurs écologiques (Tab. 02) :

<i>Facteur écologique</i>	<i>Large amplitude écologique</i>	<i>Faible amplitude écologique</i>
<i>Température</i>	Eurythermique	Stenothermique
<i>Eau</i>	Euryhydrique	Stenohydrique
<i>Salinité</i>	Euryhalin	Stenohalin
<i>Nourriture</i>	Euryphagique	Stenophagique
<i>Sol</i>	Euryédaphique	Stenoédaphique
<i>pH</i>	Euryionique	Stenoionique

Les espèces présentant de larges amplitudes de tolérance pour divers facteurs sont celles ayant une large distribution. Ce sont des espèces cosmopolites (mondiales) et qui croissent dans différents milieux.

2.3.4- Notions

1. Notion de niche écologique : Les organismes d'une espèce donnée peuvent maintenir des populations viables seulement dans un certain registre de conditions, pour des ressources particulières, dans un environnement donné et pendant des périodes particulières. Le recoupement de ces facteurs décrit **la niche**, qui est la position que l'organisme

occupe dans son environnement, comprenant les conditions dans lesquelles il est trouvé, les ressources qu'il utilise et le temps qu'il y passe. Les organismes peuvent changer de niches quand ils se développent.

Exemple : les crapauds communs occupent un environnement aquatique (s'alimentent d'algues et de détritus) avant de se métamorphoser en adultes, où ils deviennent terrestres (s'alimentent d'insectes). (**Tab. 03**).

Tableau (03): Stades de développement et environnements.

Stade	Jeune	Adulte
Environnement	Aquatique	Terrestre
Alimentation	Algues + détritus	Insectes

3. **Notion d'habitat :** Contrairement à la niche, l'habitat d'un organisme est l'environnement physique dans lequel un organisme est trouvé. Les habitats contiennent beaucoup de niches et maintiennent de nombreuses espèces différentes. **Exemple :** Une forêt comporte un vaste nombre de niches pour un choix de oiseaux (sitelles, bécasses), de mammifères (souris de bois, renards), d'insectes (papillons, coléoptères, pucerons) et de plantes (anémones de bois, mousses, lichen).

Chapitre III : Structure des écosystèmes

4. **Structure des chaînes alimentaires :** Une chaîne alimentaire ou chaîne trophique est une succession d'organismes dont chacun vit au dépend du précédent. Celle-ci assure la circulation de la matière et en conséquence, le transfert d'énergie sous forme biochimique entre les divers organismes de l'écosystème. Les chaînes alimentaires ne circulent pas obligatoirement d'un petit à un grand organisme, il arrive d'observer le contraire. Tout écosystème comporte un ensemble d'espèces animales et végétales qui peuvent être réparties en trois groupes : les producteurs, les consommateurs et les décomposeurs.

3.1. Les producteurs : Ce sont les végétaux autotrophes photosynthétiques (plantes vertes, phytoplanctons: cyanobactéries ou algues bleues : organisme procaryote). Ayant le statut de producteurs primaires, ils constituent le premier niveau trophique de l'écosystème. Ce sont des organismes capables de fixer l'énergie lumineuse et d'élaborer des matières organiques à partir de sels minéraux, de gaz carbonique et d'eau. Ils se forment alors des glucides, lipides et protides. **Exemple :** le phytoplancton, les végétaux terrestre.

3.2. Les consommateurs: ce sont les hétérotrophes, qui se nourrissent des matières organiques complexes déjà élaborées qu'ils prélèvent sur d'autres êtres vivants. Ils se considèrent comme étant des producteurs secondaires. Les consommateurs occupent un niveau trophique différent en fonction de leur régime alimentaire. On distingue les consommateurs de matière fraîche et les consommateurs de cadavres.

a- Les consommateurs de matière fraîche, il s'agit de :

- **Consommateurs primaires (C1):** Ce sont les phytophages qui mangent les producteurs. Ce sont en général des animaux, appelés herbivores (mammifères herbivores, insectes, crustacés : crevette), mais aussi plus rarement des parasites végétaux et animaux des plantes vertes. Exemple : Herbivores, Frugivores...
- **Consommateurs secondaires (C2):** Prédateurs de C1. Il s'agit de carnivores se nourrissant d'herbivores (mammifères carnassiers, rapaces, insectes,...).
- **Consommateurs tertiaires (C3):** Prédateurs de C2. Ce sont des carnivores qui se nourrissent de carnivores. Ils peuvent être soit : Des carnivores qui se nourrissent d'autres carnivores soit des supers prédateurs carnassiers (Loups, Tigres...), soit des parasites. Le plus souvent, un consommateur est omnivore et appartient donc à plusieurs niveaux trophiques. Les C₂ et les C₃ sont soit des prédateurs qui capturent leurs proies, soit des parasites d'animaux.

b- Les consommateurs de cadavres d'animaux: Les **charognards** ou **nécrophages** désignent les espèces qui se nourrissent des cadavres d'animaux frais ou décomposés. Ils terminent souvent le travail des carnivores.

Exemple : Chacal, Vautour,...

3.2.1. Les décomposeurs ou détritivores: sont des organismes qui bouclent le cycle trophique et qui remettent en circulation les éléments minéraux contenus sous forme organique dans les débris animaux et végétaux (détritus végétaux, excréta et cadavres d'animaux).

Les décomposeurs sont les différents organismes et microorganismes qui s'attaquent aux cadavres et aux excréta et les décomposent peu à peu en assurant le retour progressif au monde minéral des éléments contenus dans la matière organique. Ce sont des champignons, bactéries, levures et autres microorganismes.

-Saprophyte : Organisme végétal se nourrissant de matières organiques en cours de décomposition (Champignons).

- Saprophage** : Organisme animal qui se nourrit de matières organiques en cours de décomposition (Bactéries).
- Détritivore** : Invertébré qui se nourrit de détritits ou débris d'animaux et/ou de végétaux (Protozoaires, lombrics, nématodes, cloportes).
- Coprophage** : Animal qui se nourrit d'excréments (Bousier خنفساء الروث).

Producteurs primaires, consommateurs et décomposeurs sont liés par une chaîne alimentaire. Le caractère cyclique de la chaîne est assuré par les décomposeurs.

3.2.2. Les fixateurs d'azote : Ils ont une position particulière dans la chaîne trophique. Leur nutrition azotée se fait à partir de l'azote moléculaire. Quant au carbone et à l'énergie nécessaire à leur nutrition, ils utilisent des matières organiques plus élaborées qu'ils prennent à certains détritits ou à des racines ou feuilles des autotrophes. Ils sont donc autotrophes pour ce qui est de l'azote et hétérotrophes du point de vue carbone. C'est le cas des Azotobacter en fixation non symbiotique et les Rhizobiums en fixation symbiotique.

Chapitre IV : Fonctionnement des écosystèmes

4.1. Flux d'énergie au niveau de la biosphère :

Le flux solaire: c'est le taux d'énergie de toute longueur d'onde qui traverse une unité de surface par unité de temps, on peut l'évaluer à 2 cal/cm²/min dans la haute stratosphère.

Plus de 30% du flux solaire qui atteint la haute stratosphère est directement réfléchi dans l'espace par l'atmosphère elle-même et les nuages ; 8% est par les poussières en suspension dans l'air. De plus, 10% du rayonnement global est absorbé par la vapeur d'eau, l'ozone et d'autres gaz.

Finalement, seuls 52% des rayons solaires parviennent au sol. Mais à ce niveau se produiront encore des pertes par réflexion, de l'ordre de 10% (Albedo) et près de la moitié seront utilisés comme source de chaleur dans les processus d'évapotranspiration. Enfin, sur les 40% qui restent disponibles, à peine le quart est employé par les végétaux pour la photosynthèse. La chlorophylle et d'autres pigments apparents absorbent surtout l'énergie contenue dans les longueurs d'ondes comprises entre 0,4 – 0,5 μ (bleu) et entre 0,61 – 0,69 μ (rouge). En réalité, seulement 10% environ de l'énergie reçue par les plantes (dans le spectre visible) est réellement transformée en biomasse. Si l'on rapporte la quantité d'énergie convertie en substances organiques par les végétaux chlorophylliens au flux total qui atteint le sol, le rendement photosynthétique effectif apparaît très faible. Il est en général compris entre 0,1 et 1,6%.

4.2. Notions de pyramides écologiques

4.2.1. Différents types de chaînes trophiques : Il existe trois principaux types de chaînes trophiques linéaires :

- **Chaîne de prédateurs** : Dans cette chaîne, le nombre d'individus diminue d'un niveau trophique à l'autre, mais leurs tailles augmentent (règle d'Elton énoncée en 1921). En milieu terrestre, les chaînes trophiques comportent en général trois ou quatre niveaux, **Exemple** : (100) Producteurs + (3) Herbivores + (1) Carnivore.
- **Chaîne de parasites**: Cela va au contraire d'organismes de grandes tailles vers des organismes plus petits, mais de plus en plus nombreux (la règle d'Elton n'est pas vérifiée dans ce cas).
Exemple : (50) Herbes + (2) Mammifères herbivores + (80) Pucelles + (150) Leptomonas.
- **Chaîne de détritivores**: Va de la matière organique morte vers des organismes de plus en plus petits (microscopiques) et nombreux (la règle d'Elton n'est pas vérifiée dans ce cas).

Exemple : (1) Cadavre + (80) Nématodes + (250) Bactéries.

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 (**Fig.02**).



Figure 02 : Diverses schématisations des pyramides écologiques.

4.2.2. Le réseau trophique : c'est l'ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème et par lesquelles l'énergie et la matière circulent./ ou l'ensemble des relations trophiques existant à l'intérieur d'une biocénose entre les diverses catégories écologiques d'êtres vivants constituant cette dernière (producteurs, consommateurs et décomposeurs).

4.3. Transfert d'énergie et rendements

4.3.1. Définitions

- **Productivité brute (PB):** Quantité de matière vivante produite pendant une unité de temps, par un niveau trophique donné.
- **Productivité nette (PN):** Productivité brute moins la quantité de matière vivante dégradée par la respiration.
 $PN = PB - R.$
- **Productivité primaire :** Productivité nette des autotrophes chlorophylliens.
- **Productivité secondaire :** Productivité nette des herbivores, des carnivores et des décomposeurs.

4.3.2. Transfert d'énergie : Les relations trophiques qui existent entre les niveaux d'une chaîne trophique se traduisent par des transferts d'énergie d'un niveau à l'autre.

-Une partie de la lumière solaire absorbée par le végétal est dissipée sous forme de chaleur. Le reste est utilisé pour la synthèse de substances organiques (photosynthèse) et correspond à la **Productivité primaire Brute (PB)**.

-Une partie de **(PB)** est perdue pour la **Respiration (R1)**. Le reste constitue la **Productivité primaire Nette (PN)**.

-Une partie de **(PN)** sert à l'augmentation de la biomasse végétale avant d'être la proie des bactéries et des autres décomposeurs. Le reste de **(PN)**, sert d'aliment aux herbivores qui absorbent ainsi une quantité d'énergie **Ingérée (I1)**.

-La quantité d'énergie ingérée **(I1)** correspond à ce qui réellement utilisé ou **Assimilé (A1)** par l'herbivore, plus ce qui est rejeté (**Non Assimilée (NA1)**) sous la forme d'excréments et de déchets : **I1 = A1 + NA1**

-La fraction assimilée **(A1)** sert d'une part à la **Productivité Secondaire (PS1)** et d'autre part aux dépenses **Respiratoires (R2)**.

- On peut continuer le même raisonnement pour les carnivores. Ainsi, du soleil aux consommateurs (1^{er}, 2^{ème} ou 3^{ème} ordre), l'énergie s'écoule de niveau trophique en niveau trophique, diminuant à chaque transfert d'un chaînon à un autre. On parle donc de flux d'énergie qui traverse un niveau trophique donné correspond à la totalité de l'énergie assimilée à ce niveau, c'est-à-dire à la somme de la productivité nette et des substances perdues par la respiration.

Dans le cas des producteurs primaires, ce flux est : **PB = PN + R1.**

Le flux d'énergie qui traverse le niveau trophique des herbivores est : **A1 = PS1 + R2.**

Plus on s'éloigne du producteur primaire, plus la production de matière vivante est faible (**Fig.03**).

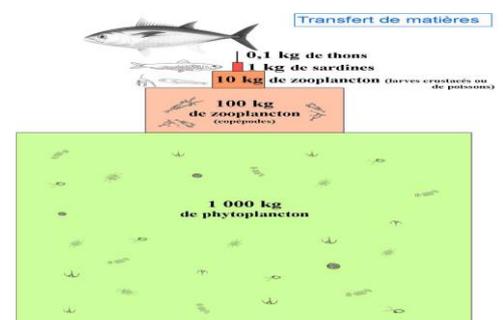


Figure 03 : Biomasse des différents niveaux d'une chaîne alimentaire : le passage d'un niveau alimentaire à un autre entraîne une perte de matière considérable.

4.4. Les rendements: A chaque étape du flux, de l'organisme mangé à l'organisme mangeur et à l'intérieur de chacun d'eux, de l'énergie est perdue. On peut donc caractériser les divers organismes du point de vue bioénergétique, par leur aptitude à diminuer ces pertes d'énergie. Cette aptitude est évaluée par les calculs de rendements :

- **Rendement écologique :** C'est le rapport de la production nette du niveau trophique de rang (n) à la production nette du niveau trophique de rang (n-1) : **(PS1/PN x 100)** ou **(PS2/PS1 x 100)**.
- **Rendement d'exploitation :** C'est le rapport de l'énergie ingérée **(I)** à l'énergie disponible. C'est la production nette de la proie : **(I1/PN x 100)** ou **(I2/PS1 x 100)**.
- **Rendement de production nette :** Qui est le rapport de la production nette à l'énergie assimilée :

(PS2/A2x100) ou (PS1/A1x100). Ce rendement intéresse les éleveurs, car il exprime la possibilité pour une espèce de former la plus grande quantité possible de viande à partir d'une quantité donnée d'aliments.

4.5. Stabilité des écosystèmes : Les ressources disponibles, régulées par les facteurs physico-chimiques du milieu, contrôlent les chaînes trophiques depuis les producteurs jusqu'aux prédateurs. C'est la théorie du contrôle des communautés par les ressources (éléments nutritifs), ou **contrôle bottom-up** (du bas vers le haut).

Exemple : La relation existante entre la teneur en phosphates des océans + la quantité des planctons + taille des poissons qui s'en nourrissent. A l'inverse, le fonctionnement d'un écosystème dépend de la prédation exercée par les niveaux trophiques supérieurs sur les niveaux trophiques inférieurs. **C'est le contrôle top-down.**

Exemple : Effet régulateur d'une population de carnivores (loups) sur une population de proies (lièvres). Les deux contrôles interviennent simultanément dans les écosystèmes et peuvent être complémentaires. Les modifications par l'homme d'un niveau trophique peuvent amplifier l'un ou l'autre des deux contrôles et entraîner une instabilité de l'écosystème. **Exemples :**

- Augmentation des ressources en éléments nutritifs (amplification du contrôle bottom-up). Cas de la pollution organique des eaux ou eutrophisation.
- Diminution d'abondance d'un prédateur de haut niveau (amplification du contrôle top-down). Cas de la chasse ou de la pêche.

5. Les cycles biogéochimiques: Il existe une circulation de la matière dans chaque écosystème où des molécules ou des éléments chimiques, reviennent sans cesse à leur point de départ et que l'on peut qualifier de cyclique, à la différence des transferts d'énergie. Le passage alternatif des éléments, ou molécules, entre milieu inorganique et matière vivante, est appelé cycle biogéochimique. Celui-ci correspond à un **cycle biologique** (cycle interne à l'écosystème qui correspond aux échanges entre les organismes) auquel se greffe un **cycle géochimique** (cycle de grandes dimensions, pouvant intéresser la biosphère entière et qui concernent les transports dans le milieu non vivant). On peut distinguer trois principaux types de cycles biogéochimiques :

- Le cycle de l'eau.
- Le cycle des éléments à gazeuse prédominante (carbone, oxygène, azote).
- Le cycle des éléments à phase sédimentaire prédominante (phosphore, potassium etc.).

5.1. Le cycle de l'eau : il consiste en un échange d'eau entre les différents compartiments de la Terre : l'hydrosphère, l'atmosphère et la lithosphère (**Fig.04**).

Sous l'effet de la chaleur du soleil, l'eau des mers, des fleuves et des lacs s'évapore. **L'évapotranspiration**, Elle est accélérée par les végétaux qui transpirent de grandes quantités d'eau par leur système foliaire,

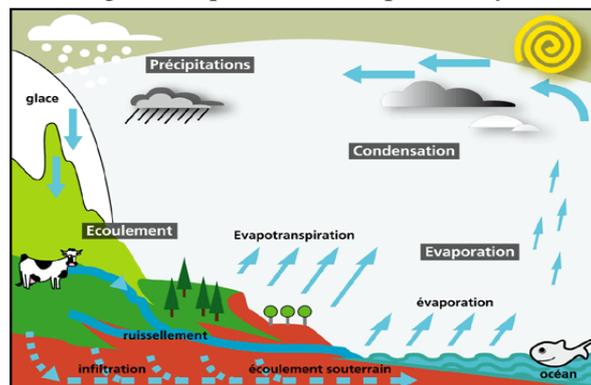


Figure 04 : Cycle de l'eau.

De plus, leurs racines, accélèrent ces mouvements ascendants de l'eau dans le sens sol-atmosphère. Cette eau rejoint alors l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau (nuages). Les nuages sont poussés par le vent. Lorsqu'ils traversent des régions froides, la vapeur d'eau se condense. Elle retombe sur le sol, sous forme de pluie, de neige ou de grêle. Les 7/9 du volume total de ces précipitations retombent à la surface des océans et les 2/9 seulement sur les continents. La circulation de l'eau dans la lithosphère emprunte trois voies :

- **Le ruissellement :** phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols.
- **L'infiltration :** phénomène de pénétration des eaux dans le sol, à travers les fissures naturelles des sols et des roches, assurant ainsi l'alimentation des nappes phréatiques.
- **La percolation :** phénomène de migration de l'eau à travers les sols (jusqu'à la nappe phréatique).

Ruissellement, infiltration et percolation assurent l'alimentation des cours d'eau qui restituent en dernier lieu l'eau à l'hydrosphère.

5.2. Le cycle du carbone: Lors de la respiration, les êtres vivants consomment de l'oxygène et rejettent du dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère. De même, les industries, les véhicules de transports rejettent du CO_2 dans l'atmosphère après combustion d'un carburant, en présence d'oxygène. Les éruptions volcaniques sont également considérées comme source naturelle de CO_2 . Le CO_2 est absorbé par les plantes (photosynthèse) et l'eau (dissolution). Photosynthèse et dissolution sont les phénomènes permettant le recyclage du gaz carbonique (**Fig.05**).

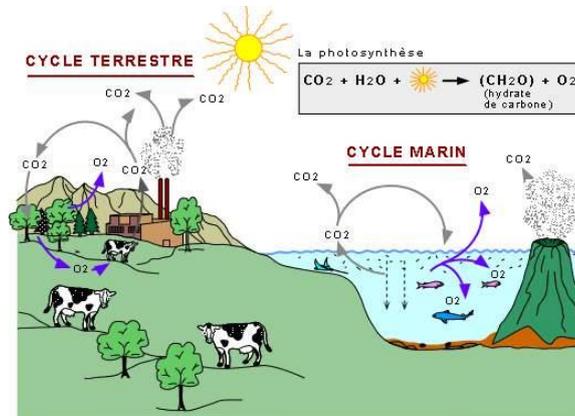


Figure 05 : Cycle du carbone.

Après la photosynthèse, le carbone se combine avec d'autres éléments pour former des molécules complexes, qui après la mort de la plante seront dégradées très lentement en charbon. Lors de leur combustion, ces combustibles fossiles formeront à nouveau du CO_2 . Le CO_2 de l'air et celui dissous dans l'eau constituent la seule source de carbone inorganique à partir de laquelle s'élaborent toutes les substances biochimiques constituant la cellule vivante (grâce à l'assimilation chlorophyllienne).

Au cours de la respiration des autotrophes, des hétérotrophes et de divers autres organismes, le gaz carbonique est dégagé parallèlement à la consommation d'oxygène. Le dégagement de CO_2 a lieu également au cours des fermentations qui conduisent à une décomposition partielle des substrats dans des conditions anaérobies.

Dans les sols, il se produit souvent un ralentissement du cycle du carbone : les matières organiques ne sont pas entièrement minéralisées mais transformées en un ensemble de composés organiques acides (les acides humiques). Dans certains cas les matières organiques ne sont pas entièrement minéralisées et elles s'accumulent dans diverses formations sédimentaires. Il se produit une stagnation et même un blocage du cycle du carbone. C'est le cas actuellement de la formation de tourbe ou par le passé de la constitution de grands dépôts de houille, de pétrole et d'autres hydrocarbures fossiles. Cependant, nous produisons trop de dioxyde de carbone et notre Terre n'arrive plus à le recycler. Le taux de CO_2 dans l'atmosphère augmente et le climat se réchauffe. En effet, le CO_2 présent dans l'atmosphère permet de piéger la chaleur du soleil qui rend la vie possible sur Terre. C'est ce qu'on appelle **l'effet de serre**. En augmentant la concentration de CO_2 dans l'atmosphère, l'équilibre de notre écosystème est perturbé. Le climat se réchauffe et cela peut avoir des conséquences graves sur la vie sur Terre : les calottes glaciaires pourraient fondre et augmenter le niveau des mers en certains points provoquant des inondations, augmentation des conditions climatiques extrêmes comme les tempêtes, les raz de marée, la sécheresse... etc.

Chapitre V : Description des principaux écosystèmes (Forêt, Prairie, Eaux de surface, Océan)

1. Ecosystème Forestier

1.1. Définition : Le mot « forêt » vient du latin (*forestis*) dérivé de (*foris*) qui signifie « hors de ». La forêt désigne ces vastes territoires situés hors de l'influence humaine, de l'habitat ou des cultures. Une forêt ou un massif forestier est une étendue boisée, relativement dense, constituée d'un ou plusieurs peuplements d'arbres et d'espèces associées. Un boisement de faible étendue est dit bois, boqueteau ou bosquet selon son importance.

La forêt est aussi un milieu de vie et une source de revenus pour l'homme. L'action de l'Homme dans plusieurs régions du monde conduit à une destruction ou une surexploitation des forêts. Cela concerne surtout actuellement les forêts tropicales, et conduit au phénomène de déforestation.

1.2. Différents aspects de la forêt : Les forêts recouvrent 30% des terres émergées. A l'échelle du globe, les diverses formes de forêts s'ordonnent de façon régulière. La large zone de conifères des hautes latitudes cède la place au feuillus dans les régions tempérées, qui s'effacent à leur tour devant la luxuriante forêt tropicale humide. Localement de petites variations des températures, des précipitations et des sols donnent aux massifs forestiers des aspects aussi différents qu'inattendus.

A quelques kilomètres de beaux peuplements de conifères de la zone subarctique, un climat à peine plus rude suffit à réduire les mêmes essences à l'état d'arbustes rabougris et clairsemés. Dans les déserts des zones tempérée et tropicale, les cactus, habituellement petits, prennent des allures arborescentes et forment des forêts sèches, là où les feuillus et les conifères ne pourraient pas survivre. Malgré leur diversité, les forêts ont toutes un point commun : Chacune crée un paysage particulier et conditionne la faune et la flore qui vivent dans son ombre.

2. Ecosystème Prairial: les prairies sont des communautés biologiques où l'on trouve peu d'arbres ou d'arbustes, mais surtout de l'herbe. Les conditions qui favorisent un couvert herbacé : un sol sablonneux, une humidité faible, du feu et du vent. Les prairies se composent de trois couches : les racines, le sol et les herbes.

3. Ecosystèmes d'eau douce (Les écosystèmes aquatiques continentaux) : On désigne sous le terme d'écosystème limnique, l'ensemble des eaux courantes, lacustres et stagnantes continentales. On les subdivise en :
- écosystèmes lentiques (lacs, étangs, marais) où le renouvellement de l'eau est très lent / et en
- écosystèmes lotiques (fleuves, rivières, torrents, etc ...) où celui-ci est rapide.

3.1. Diversité des communautés aquatiques : la densité comme la diversité des communautés dépendent fortement des conditions d'habitat, notamment de la température, de la profondeur, de la qualité des eaux, de la vitesse des courants, du type de fond, de la nourriture, etc... L'environnement réalise une pression de sélection sur les individus et les populations d'où il découle une très forte variabilité d'un écosystème à l'autre et au sein même d'un écosystème.

4. Ecosystème Océanique: L'océan mondial constitue le plus vaste écosystème de la planète, tant par sa surface (plus de 71% de la surface du globe) que par sa profondeur. Les caractéristiques physiques de l'eau permettent à l'océan de jouer un rôle régulateur vis-à-vis de l'atmosphère et du climat terrestre, et d'offrir aux organismes vivants des conditions favorables. La vie existe à tous les étages de l'océan, de la surface jusqu'aux plus grandes profondeurs. Mais si elle abonde près des côtes, elle se fait plus rare au large et dans les abysses. La lumière et la profondeur conditionne en effet la présence des végétaux à la base des cycles de vie océaniques.

5. Evolution des écosystèmes Les écosystèmes ne sont pas statiques, ils peuvent se transformer au cours du temps par l'influence de processus écologiques nommés successions écologiques, entraînant leur évolution lente vers un autre type d'écosystème, ou par l'influence de perturbations sporadiques et brusques.

5.1. Succession écologique: c'est un processus d'évolution libre d'un milieu naturel au cours du temps (différentes communautés végétales et animales, sols, etc... se remplacent).

- La première communauté à s'installer sur un sol nu est dite pionnière,

- les communautés subséquentes sont les séries

- et la communauté finale est un état d'équilibre stable atteint par le complexe climat-sol-flore-faune en un lieu donné. Cet état d'équilibre est appelé climax.

Exemple: Terrain nu => végétation pionnière => prairie => arbustes => forêt

5.2. Climax: Stade mature des successions de biocénoses, constitué d'un complexe spatiotemporel de phases pionnières, transitoires et terminales, On distingue des climax climatiques, ainsi que des climax stationnels.

5.3. Stabilité : Etat permanent d'un écosystème à plus long terme, ou sa capacité, après un changement, à retrouver ses caractéristiques initiales dans une échelle de temps " utile ". Elle comprend une composante dynamique, avec des fluctuations (par ex. de densité de populations) et n'est pas nécessairement statique.