

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش – الجزائر

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'AGRONOMIE EL-HARRACH – ALGER  
Département de BOTANIQUE

CLASSES PRÉPARATOIRES EN SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



**COURS D'ÉCOLOGIE GÉNÉRALE**

Deuxième année

2020/2021

**Dr Badia SIAB-FARSI**

## Sommaire

Chapitre I : INTRODUCTION A L'ÉCOLOGIE.....	1
I.1. Définitions.....	1
I.2. Relation de l'écologie avec les autres sciences.....	1
I.3. Subdivision de l'écologie.....	2
I.3.1. L'autoécologie.....	2
I.3.2. La synécologie.....	3
I.3.3. La démoécologie.....	3
I.3.4. L'écophysiologie.....	3
I.3.5. L'écologie globale.....	3
I.3.6. L'économie de l'environnement.....	3
I.4. L'objectif fondamental de l'écologie.....	4
I.5. Application de l'écologie.....	4
Chapitre II : NOTION D'ECOSYSTEME.....	5
II.1. Définitions.....	5
II.2. Différents types d'écosystème.....	6
II.2.1 Les écosystèmes marins.....	6
II.2.2 Les écosystèmes terrestres.....	7
✦ Les écosystèmes forestiers ( <i>Sylva</i> ).....	7
✦ Les écosystèmes prairiaux ( <i>Saltus</i> ).....	10
✦ Les écosystèmes désertiques.....	11
✦ Les écosystèmes agricoles ou agroécosystèmes ( <i>Ager</i> ).....	11
Chapitre III : LES FACTEURS ECOLOGIQUES.....	13
III.1 Définition.....	13
III.2 Interactions entre facteur.....	13
III.3 Adaptations aux facteurs écologiques.....	14
III.4 Limites de tolérance.....	17
III.5 Facteurs limitants.....	18
III.6 Classification des facteurs écologiques.....	18
III.6.1 Les facteurs abiotiques.....	18
A. Les facteurs climatiques.....	18
B. Les facteurs édaphiques.....	28
III.6.2 Les facteurs biotiques.....	29
Chapitre IV : FONCTIONNEMENT DE L'ECOSYSTEME.....	32
IV.1 Transfert de matière dans un écosystème.....	32
IV.2 Les pyramides écologiques.....	33
IV.3 Les cycles biogéochimiques.....	34



# Chapitre I : INTRODUCTION A L'ÉCOLOGIE

## I.1. Définitions

Le terme écologie vient des deux mots grecs : *oikos* qui veut dire : maison, habitat, et *logos* qui signifie science. C'est la science de la maison, de l'habitat. Il fut inventé en 1866 par Ernst HAECKEL, biologiste allemand. Dans son ouvrage " Morphologie générale des organismes", il désignait par ce terme :

*« La science des relations des organismes avec le monde environnant, c'est-à-dire, dans un sens large, la science des conditions d'existence ».*

Pour l'écologiste Américain Odum (1971), l'écologie est la science des écosystèmes.

Selon Dajoz (1978), « L'écologie est la science qui étudie les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toute nature qui existent entre ces êtres vivants d'une part et les êtres vivants et leur milieu d'autre part ».

## I.2. Relation de l'écologie avec les autres sciences

L'écologie fait appel à différentes disciplines qui étudient les êtres vivants et le milieu et lui fournissent les données physiques, biotiques et les méthodes de leur traitement.

Les données physiques proviennent de :

- **la climatologie,**
- **la géologie,**
- **l'hydrologie,**
- **la pédologie,**
- **l'océanographie...**

Les données sur les êtres vivants proviennent de :

- **la botanique,**
- **la zoologie,**
- **la microbiologie, la physiologie...**

- la phytosociologie,
- l'éthologie.

L'écologie est une science de synthèse qui étudie la distribution et l'abondance des organismes, les interactions de ceux-ci avec leur milieu biotique et abiotique et les conséquences de toutes ces interactions.



### I.3. Subdivision de l'écologie

On subdivise généralement l'écologie en six branches :

#### I.3.1. L'autoécologie

L'autoécologie est l'étude des rapports d'une seule espèce animale ou végétale avec son environnement. C'est aussi l'action des facteurs écologiques sur la répartition géographique des espèces, mais aussi sur la morphologie, la physiologie, l'anatomie et le comportement des individus. Elle définit les préférences écologiques et les limites de tolérance des espèces vis à vis des facteurs écologiques et détermine les espèces indicatrices.

#### Exemple :

- *Crithmum maritimum* : espèce indicatrice des milieux rocheux de bord de mer.
- *Quercus suber* : espèce calcifuge, thermophile et exigeant des précipitations élevées, se développe sur le Tell oriental (Collo, Annaba, El Kala...).
- *Nymphaea alba* : espèce indicatrice des milieux aquatiques.

#### I.3.2. La synécologie

Cette branche de l'écologie étudie la structure, le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes. Elle analyse le rapport existant entre une communauté d'individus qui appartiennent à diverses espèces d'un groupement et leur milieu ou environnement. On l'appelle aussi *biocénotique*.

Deux aspects peuvent être étudiés en synécologie :

- l'aspect statique (*synécologie descriptive*) qui consiste à décrire les groupements d'êtres vivants qui se trouvent dans un milieu. Cette synécologie s'intéresse aussi à la composition spécifique des groupements, à l'abondance, à la fréquence et à la répartition spatiale des espèces. Cette branche de l'écologie inclut la **Phytosociologie**, science qui vise à déterminer,

à décrire et à classer des associations végétales suivant une méthodologie qui lui est propre.

**Exemple :**

*Rhus tripartita* et *Euphorbia bivonae* sont deux espèces qui forment une association végétale appelée le *Roo tripartitae-Euphorbietum bivonae* et qui se développe sur les falaises maritimes du Mont Chenoua.

*Olea europaea* et *Pistacia lentiscus* forment en région méditerranéenne l'*Oleo-lenticetum*. Cette association est composée d'une strate arborescente formée par l'Olivier, le Caroubier et le Chêne kermès.

- l'aspect dynamique (*synécologie fonctionnelle*) qui décrit l'évolution des groupements et qui examine sous quels facteurs se succèdent les groupements dans un milieu déterminé. Cette science étudie également le transfert des matières et d'énergie entre les divers constituants d'un écosystème.

### **I.3.3 La démoécologie**

Cette partie de l'écologie décrit la structure, la dynamique d'une population et les relations existant entre cette population et son environnement. Elle cherche aussi les causes de fluctuations des populations.

### **I.3.4. L'écophysiologie**

Elle étudie les réponses comportementales et physiologiques des organismes à leur environnement.

### **I.4.5. L'écologie globale**

Cette branche étudie l'écologie à l'échelle de l'écosphère ou de la biosphère (tous les milieux occupés par les êtres vivants). Le cas des études sur le réchauffement climatique et la déforestation.

### **I.4.6 L'économie de l'environnement**

Elle étudie la consommation des ressources naturelles et les incitations économiques pour rationaliser leurs consommations et la pollution.

à décrire et à classer des associations végétales suivant une méthodologie qui lui est propre.

**Exemple :**

*Rhus tripartita* et *Euphorbia bivonae* sont deux espèces qui forment une association végétale appelée le *Roo tripartitae-Euphorbietum bivonae* et qui se développe sur les falaises maritimes du Mont Chenoua.

*Olea europaea* et *Pistacia lentiscus* forment en région méditerranéenne l'*Oleo-lenticetum*. Cette association est composée d'une strate arborescente formée par l'Olivier, le Caroubier et le Chêne kermès.

- l'aspect dynamique (*synécologie fonctionnelle*) qui décrit l'évolution des groupements et qui examine sous quels facteurs se succèdent les groupements dans un milieu déterminé. Cette science étudie également le transfert des matières et d'énergie entre les divers constituants d'un écosystème.

### **I.3.3 La démoécologie**

Cette partie de l'écologie décrit la structure, la dynamique d'une population et les relations existant entre cette population et son environnement. Elle cherche aussi les causes de fluctuations des populations.

### **I.3.4. L'écophysiologie**

Elle étudie les réponses comportementales et physiologiques des organismes à leur environnement.

### **I.4.5. L'écologie globale**

Cette branche étudie l'écologie à l'échelle de l'écosphère ou de la biosphère (tous les milieux occupés par les êtres vivants). Le cas des études sur le réchauffement climatique et la déforestation.

### **I.4.6 L'économie de l'environnement**

Elle étudie la consommation des ressources naturelles et les incitations économiques pour rationaliser leurs consommations et la pollution.

#### I.4. Objectif fondamental de l'écologie

- **Descriptif** : consiste à analyser les différents caractères du milieu (Précipitations, température, humidité, nature du sol ...etc.) et la faune et la flore (nature des espèces, les fréquences, structure...etc.).
- **Explicatif** : essayer de tirer les conclusions sur les liens qui existent entre les caractères du milieu et la répartition de la végétation ou des animaux à différentes échelles.
- **Le but final** est d'arriver à bien connaître l'écologie des espèces et le fonctionnement des écosystèmes pour une exploitation rentable et durable des ressources naturelles.

#### I.5. Application de l'écologie

L'écologie moderne est née d'une prise de conscience des effets (pollution, épuisement des ressources naturelles, disparition d'espèces vivantes, changements climatiques...) de l'activité de l'homme sur son environnement (industrie, transport, utilisation d'engrais, déchets industriels...). Elle s'intéresse donc à l'homme en tant que composante de l'écosystème.

Ainsi cette discipline apporte les connaissances nécessaires pour cerner les problèmes environnementaux, les comprendre et les résoudre. Ces problèmes sont liés à :

- La déforestation ;
- L'érosion des terres par déforestation ;
- L'appauvrissement des sols par l'agriculture et l'élevage ;
- La pollution (pollutions de l'eau, de l'air et bioaccumulation des pesticides) ;
- La destruction de la couche d'ozone sous l'action des CFC (Chlorofluorocarbones) ;
- Les déséquilibres par introduction d'espèces exotiques ;
- La préservation et la protection du patrimoine naturel : faune, flore, habitat ;
- La gestion et l'exploitation rationnelle des ressources naturelles (énergie non renouvelable) : eau, sols, forêts, terrains de parcours ;
- Les adventices ;
- La désertification ;
- L'aménagement du territoire en tenant compte de l'impact sur l'environnement ;
- Le développement durable.

## Chapitre II : NOTION D'ECOSYSTEME

Les êtres vivants peuvent être étudiés suivant différents niveaux :

- Le niveau des molécules : la biologie moléculaire ;
- Le niveau de la cellule : la cytologie ;
- Le niveau de l'organe et de sa fonction : la physiologie ;
- Le niveau de l'individu : la morphologie et la biosystématique végétale ou animale ;
- Le niveau des populations, des communautés et des écosystèmes : l'écologie.

### II.1. Définitions

- **Population** : on peut définir la population, comme étant un ensemble des individus appartenant à une même espèce et vivant à un lieu donné pendant une période de temps bien déterminée.

Exemple : population humaine, population de *Triticum durum*, population de singe magot, *Maccaca sylvanus* ou population de gazelle, *Gazella dorcas*, *G. cuvieri*, *G. leptoceros*, *G. dama*.

- **Communautés ou biocénoses** : c'est un ensemble formé par les différentes espèces qui vivent dans un même milieu et qui présentent entre elles des interactions.

Exemple : l'ensemble des arbres d'une forêt, des arbustes et des végétaux herbacés des sous-bois, des organismes qui vivent dans son sol et des animaux abrités par cette forêt constituent une biocénose.

- **Biotope** : c'est l'ensemble des facteurs écologiques abiotiques qui permettent la vie d'une biocénose.
- **Un écosystème** : désigne l'ensemble formé par une communauté d'êtres vivants (**la biocénose**), et son environnement biologique, géologique, pédologique, hydrologique climatique et atmosphérique (**le biotope**).

**Ecosystème = biocénose + Biotope**

- **La flore** : c'est la liste de tous les végétaux d'une localité ou d'un territoire géographique déterminé. On parle aussi de cortège floristique.



- **La faune** : l'ensemble des espèces animales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé, à une époque donnée.
- **La végétation** : elle correspond à l'ensemble architectural résultant de l'agencement des types de végétaux présents sur une portion du territoire géographique. Ce sont des ensembles structuraux dont la distribution verticale est appelée stratification (strates de végétation), et leur distribution horizontale détermine la densité. On parle également de type physiologique ou de formation végétale.

En Algérie, le paysage est dominé, en règle générale par 3 grands types de végétaux ou strates :

- **Les ligneux hauts** (arbres et grands arbustes) ;
- **Les ligneux bas** (arbustes et petites vivaces) ;
- **Les herbacées.**

Plusieurs combinaisons sont possibles pour former la forêt, la steppe, le maquis, la pelouse...

Ailleurs, on peut y ajouter « les succulents », végétaux des zones arides, les lianes des forêts pluviales...

## II.2. Différents types d'écosystème

Les dimensions des écosystèmes peuvent varier considérablement, on distingue :

- ❖ **Les microécosystèmes** : tel qu'une mare, tronc d'arbre mort, une roche et ce qu'il y a dessous (terre, humidité, vers, algues, amibes, fourmi...).
- ❖ **Les mésoécosystèmes** : comme un lac, une forêt (avec ses arbres, ses arbustes, ses marécages et ses éclaircies).
- ❖ **Les macroécosystèmes** : tel que la mer, l'océan, le désert, la terre.

### II.2.1 Les écosystèmes marins

Les continents ne couvrent que 30% de la surface du globe, les mers et les océans qui couvrent 70% jouent un rôle capital dans la distribution des climats grâce à l'importante masse d'eau qu'ils renferment.

Les grandes régions marines sont :

- Le plateau continental de 0 à 200 m représente 7,6 %.
- Le talus continental de 200 à 2000 m couvre 8,1 %.
- Les plaines abyssales (grec abussos = sans fond) de 2000 à 6000 m représentent 82,2 %.
- La zone hadale les plus grandes profondeurs océaniques à plus de 6 000 m avec 2,1 %.

### II.2.2 Les écosystèmes terrestres

Il existe plusieurs types d'écosystèmes dans le monde. Leur diversité et leur répartition sont liées aux conditions climatiques, topographiques et édaphiques.

En partant du pôle nord vers l'équateur, on observe une zonation latitudinale des forêts par rapport aux paramètres climatiques, particulièrement les températures et les précipitations.

#### ➤ Les écosystèmes forestiers (*Sylva*)

Ce sont des formations arborescentes dont les arbres possèdent une densité suffisante pour que toutes les strates arbustives, herbacées, la faune et la microfaune soient conditionnées par leur présence.

Les écosystèmes forestiers se distinguent par rapport à d'autres écosystèmes non dominés par des arbres, par les caractères suivants :

- **Croissance en hauteur** : grande extension verticale à partir du sol.
- **Utilisation de l'énergie** : les écosystèmes forestiers se distinguent par une grande consommation d'énergie, un bon rendement énergétique et par conséquent des échanges de matière élevés.
- **Stockage de biomasse** : biomasse vivante (arbres et autres plantes, animaux) et biomasse morte (bois mort, litière, humus...) de longue durée.
- **Longévité** : longue durée de vie des écosystèmes forestiers.
- **Fragilité** : les écosystèmes forestiers sont les plus sensibles aux actions anthropiques (coupes, défrichements, brûlis...).

Les forêts, comme les savanes, sont des biocénoses sensibles aux incendies car la biomasse des arbres est un bon combustible.

Exemples :

♦ **La forêt boréale de conifères** ou **taïga** forme une ceinture au sud de la toundra (dernier biome avant les glaces). Elle couvre la majorité des territoires intérieurs de l'Alaska (États-Unis), du Canada, de la Scandinavie (Norvège, Suède), de la Finlande, du Nord de l'Écosse (Highlands), de la Russie, de l'Islande, du nord-ouest de la Chine et du nord de l'île d'Hokkaidō (Japon). Elle est caractérisée par des Pins (*Pinus sylvestris*), Sapins (*Abies sibirica*), Mélèzes (*Larix sibirica*) ainsi que les Bouleaux, les Saules, les Peupliers et au sol quelques espèces de mousses, lichens et fougères. Biomasse moyenne environ 200 t/ha. Hivers très longs, gel permanent, 1 à 3 mois de températures > à 10°C.

Peu de mammifères peuvent supporter les durs hivers : l'élan, le lynx, le loup, le renne (ou caribou), le castor et plusieurs espèces d'Ursidés tel l'ours brun.

♦ **La forêt tempérée** est localisée dans l'hémisphère nord, Europe occidentale et centrale, Asie orientale et Amérique du Nord. Cette forêt est caractérisée par :

- l'alternance des saisons et des variations saisonnières de luminosité et de températures, même si celles-ci restent tempérées,
- des précipitations abondantes et régulières,
- une richesse des espèces herbacée ou le sous-bois.

La faune de la forêt tempérée est généralement riche. On y trouve des oiseaux, des invertébrés (insectes, araignées, mollusques), des petits mammifères (écureuils, mulots, castors, ratons laveurs, etc.) et de plus gros (loups, renards, couguars, cerfs, sangliers, ours, etc.).

La forêt tempérée présente plusieurs variantes :

- **La forêt de feuillus caducifoliés** : hêtraie à *Fagus sylvatica*, chênaie pédonculée à *Quercus pedunculata*, chênaie sessile à *Quercus sessiliflora*, érablière à *Acer platanoides*...

- **La forêt de résineux** : sapinière à *Abies alba* ou pinède à *Pinus nigra*, forêt de *Séquoia*.

La biomasse est importante : environ 2000t/ha. Températures moyennes annuelles comprises entre 7 et 16°C. Précipitations entre 500 et 1500 mm.

♦ **La forêt sclérophylle sempervirente méditerranéenne**

Elle se localise autour de la Méditerranée, mais des formations sempervirentes de type méditerranéen se rencontrent aussi en Californie, au Chili (chaparral), en Australie et en Afrique du Sud dans la région du Cap.

En région méditerranéenne, la forêt comprend une strate arborée (arbre de moins de 20 m) à feuilles coriaces : *Quercus ilex* (Chêne vert), *Q. suber*, *Olea europaea* (Olivier), *Ceratonia siliqua* (Caroubier), et des résineux : *Pinus halepensis*, *Cedrus atlantica*..., une strate arbustive très riche avec *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Genista tricuspidata* et une strate herbacée constituée surtout par des espèces annuelles et biennuelles comme *Trifolium arvensis*, *Sherardia arvensis* et *Malva sylvestris*...

La dégradation est très poussée (incendies, défrichements, surpâturage) et donne naissance **aux garrigues sur sols calcaires et aux maquis sur sols siliceux**.

La biomasse d'une forêt de chêne vert est évaluée à environ 250t/ha.

Les caractéristiques climatiques : sont **un été chaud et sec et un hiver pluvieux et froid. La sécheresse estivale peut durer plusieurs mois**. La pluviosité moyenne annuelle varie entre 300 et 800 mm.

La faune est caractérisée par une avifaune devenue particulière à ce type de formation. On y trouve des aigles, des petits rapaces tels le busard et des charognards tels que le vautour et le condor. Quant aux mammifères, ils sont présentés par le Singe Magot (*Macaca sylvanus*), la Belette (*Mustela nivalis*), la Genette commune (*Genetta genetta*), le Cerf de Barbarie (*Cervus elaphus barbarus*), la Hyène (*Hyaena hyaena*).....

#### ◆ La forêt pluvieuse tropicale

Elle est bien représentée dans 3 vastes territoires : l'Amazonie, l'Afrique occidentale et centrale, l'Indo-Malaisie et le Nord-est de l'Australie. On y ajoute les côtes orientales de Madagascar.

Les conditions climatiques : températures  $> 25^{\circ}\text{C}$  toute l'année, précipitations moy an  $> 1000$  mm et un rythme de saisons des pluies suivies de saisons sèches.

La biodiversité est considérable avec des grands arbres (jusqu'à 80 à 100m), des lianes, des espèces épiphytes et une strate herbacée très pauvre par manque de luminosité.

La faune est très diversifiée et la plupart des espèces vivent dans les arbres tels que les singes, lémuriens et paresseux. On note également la présence de jaguars, de tigres et de sangliers.

#### ➤ Les écosystèmes prairiaux (*Saltus*)

Ils sont représentés par les steppes tempérées : la pampa en Argentine, les steppes russes et mongoles, les steppes méditerranéennes, les prairies américaines et les savanes ou prairies tropicales.

Les steppes méditerranéennes sont à base de Graminées xérophiles : *Stipa tenacissima* (l'Alfa), *Lygeum spartum* (Sparte, Senagh) et de chamaephytes : *Artemisia herba-alba* (Armoise blanche, chih). Le climat est de type continental avec une pluviosité comprise entre 200 et 400 mm.

Les savanes se caractérisent par des pluies rares en 1 ou 2 courtes saisons, des herbacées vivaces composées de graminées de plus de 1 m de hauteur : *Pennisetum*, *Andropogon*...et quelques arbres très clairsemés : *Acacia*, *Balanites*...

Une richesse faunistique remarquable, où on rencontre les grands mammifères : éléphants, hippopotames, rhinocéros, les grands félins : lions, tigres, panthères et les grands ongulés : zèbres, buffles, antilopes

### ➤ Les écosystèmes désertiques

Ces écosystèmes n'abritent qu'un très faible nombre d'espèces, essentiellement à cause des conditions difficiles de vie qui y règnent : des températures extrêmes, une faible quantité d'eau et un fort ensoleillement.

On considère comme désertiques, les régions caractérisées par une pluviosité moyenne annuelle < 200 mm, une forte luminosité, des températures élevées et une forte évapotranspiration.

La végétation est caractérisée par une formation ouverte, une flore éphémère (à croissance rapide et cycle biologique très court) et des espèces vivaces bien adaptées au sable et aux regs (ou déserts de pierres) : *Stipagrostis pungens* et *Retama raetam* sur les ergs, *Arthrophytum scoparium* (remth), *Zilla spinosa* et *Anabasis aretioides* sur les regs et les hamadas.

La faune est représentée par des espèces adaptées aux conditions extrêmes de ce type d'écosystèmes telle que : *Camelus dromedarius* (Dromadaire), *Gazella dorcas* (Gazelle dorcas), *Vulpes zerda* (Fennec), *Canis aureus* (Chacal doré), *Acinonyx jubatus* (Guépard).

Les grandes régions désertiques sont : les déserts du Chili, ceux du Mexique (Amérique du sud), ceux du Sud-Ouest des Etats-Unis (Amérique du Nord), ceux d'Afrique du Sud : Kalahari, Namibie et surtout l'immense domaine Saharo-Asiatique qui s'étend de la côte mauritanienne, qui couvre le Nord de l'Afrique et l'Ouest de l'Asie se poursuit par une bande désertique de la Caspienne jusqu'à la Mongolie et enfin dans la partie centrale et au nord-ouest de l'île principale de l'Australie.

### ➤ Les écosystèmes agricoles ou agroécosystèmes (Ager)

Les agro-écosystèmes ont la particularité d'être nés de l'action de l'homme sur son environnement.

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

L'agro-écosystème est l'unité de base permettant d'étudier les relations entre une communauté humaine, son environnement et les services que les écosystèmes fournissent pour assurer sa subsistance.

L'agro-écosystème est donc une *association dynamique comprenant les cultures, les pâturages, le bétail, d'autres espèces de flore et de faune, l'atmosphère, les sols et l'eau en interaction avec les usages qu'en font les hommes* sur la base de leurs systèmes de valeurs et traditions.

Il est différent des écosystèmes naturels par les caractères suivants :

- Simplification : ce sont presque toujours des populations d'une à deux espèces, ce qui les rend très vulnérables.
- La productivité est élevée.
- Intervention de la technologie à différents niveaux : mécanisation de plus en plus sophistiquée, utilisation d'engrais, utilisation de produit phytosanitaires, herbicides, pesticides.

Ces écosystèmes sont divers et variés selon les cultures et coutumes locales : vergers, oasis, plaine céréalière, potagers, bocages, jardins....



## Chapitre III : LES FACTEURS ECOLOGIQUES

### III.1 Définition

Un facteur écologique est tout paramètre physico-chimique ou biologique susceptible d'agir *directement* sur les êtres vivants durant au moins une phase de leur cycle de vie.

De nombreux facteurs de natures diverses contribuent à la réalisation d'un habitat. On les appelle facteurs du milieu, **facteurs écologiques** ou **facteur environnemental**.

Les facteurs écologiques agissent différemment sur les êtres vivants :

- Ces facteurs interviennent dans la répartition géographique des êtres vivants en éliminant certaines espèces des territoires dont les caractéristiques ne leur sont pas favorables.
- Ils influencent la densité des populations dans leur milieu en modifiant le taux de fécondité et de mortalité de diverses espèces (action sur le cycle de développement et sur les migrations animales).
- Ils favorisent l'apparition de modifications adaptatives chez certains êtres vivants.

### II.2 Interactions entre facteurs

Les facteurs du milieu n'agissent pas isolément mais souvent simultanément. Si on prend le cas de la pluviosité dans un écosystème de type méditerranéen, ce facteur est étroitement lié à l'altitude et à l'exposition.

Pour Seltzer (1946), le gradient altitudinal pour l'Algérie septentrionale est une augmentation de 50 mm tous les 100 m de dénivellation. Cette notion s'applique également pour les températures où nous observons une diminution de 0,7°C tous les 100 m de dénivellation pour les températures maximales (M) et de 0,4°C pour les températures minimales (m).

### III.3 Adaptations aux facteurs écologiques

Les communautés d'êtres vivants ne subissent pas de manière passive l'influence des facteurs de l'environnement. Les êtres vivants présentent à des degrés variés, **une plasticité écologique** leur permettant de s'adapter aux changements de leur habitat. On distingue alors différents types d'adaptations aux facteurs écologiques.



- **L'acclimatation**

C'est une adaptation qui résulte de l'existence chez les êtres vivants des mécanismes de régulation provoquant des modifications métaboliques compensatrices qui permettent aux êtres vivants de maintenir constantes et à une valeur optimale leurs conditions internes face à un changement du milieu ambiant.

**Exemple 1 : d'acclimatation**

L'accoutumance à l'altitude chez l'espèce humaine. Tout individu vivant en plaine a des difficultés d'oxygénation au cours d'un effort physique lorsqu'il arrive en montagne. Ces malaises disparaissent au bout d'une semaine environ dans ce milieu suite à un accroissement du nombre des globules rouges dans son organisme. En effet, en montagne il y a moins d'oxygène que dans la plaine et il faut pour cela beaucoup plus de globules rouges.

**Exemple 2**

L'Alfa (*Stipa tenacissima*), est une espèce qui occupe une aire géographique très large, allant de l'étage bioclimatique semi-aride à l'étage saharien, avec un optimum de développement dans l'étage aride et une préférence écologique entre 200 et 400 mm de précipitations par an.

Dans l'étage bioclimatique semi-aride où les pluies annuelles sont comprises entre 300 et 600 mm, l'alfa s'installe sur les pentes bien drainées et sèches tandis que dans l'étage bioclimatique saharien où P voisine les 100 mm, l'Alfa se rencontre dans les lits d'oueds, les éboulis et les talwegs, collecteurs d'eau. Il s'agit d'une **compensation de facteurs** où dans le premier cas, le surplus d'eau est compensé par la pente et dans le deuxième cas, le manque d'eau est compensé par les collecteurs.

- **L'accommodation**

Certains êtres vivants, les plantes surtout, pour se mettre en harmonie avec les conditions du milieu développent des caractères non héréditaires. Ces caractères non-inscrits sur le matériel génétique (A.D.N.) sont appelés *modifications*. Les individus ayant subi ces modifications sont des *accommodats*.

### Exemple 1

Les plantes exotiques adaptées aux climats chauds présentent des accommodats lorsqu'elles sont cultivées en climat tempéré.

Les buissons ou arbres exposés aux embruns marins présentent la forme en drapeau.

- **Adaptation**

C'est la forme d'adaptation la plus parfaite d'une espèce aux conditions écologiques locales. Elle se caractérise par l'acquisition génétique ou héréditaire des modifications. Les individus ayant subi des adaptations génotypiques ou héréditaires sont appelés des *écotypes*.

### Exemple

*Plantago coronopus* (le plantain corne-de-bœuf), par exemple, offre des séries écotypiques caractéristiques selon qu'il pousse sur le sable, sur des argiles ou des marnes, sur des sols gravillonneux ou sur dalles rocheuses. Sur ces dernières on trouve *Plantago coronopus subsp macrorhiza*, cette sous espèce est l'écotype de *Plantago coronopus*.

- **Endémisme**

Il caractérise la présence naturelle d'une espèce animale ou végétale exclusivement dans une région géographique délimitée. Ce concept peut également s'appliquer aux sous espèces, genres, familles ou autres groupes taxonomiques.

### Exemple

*Cupressus dupreziana* (Cyprès du Tassili) espèce endémique du Tassili.

*Macaca sylvanus* (Singe magot) espèce endémique d'Afrique du Nord.

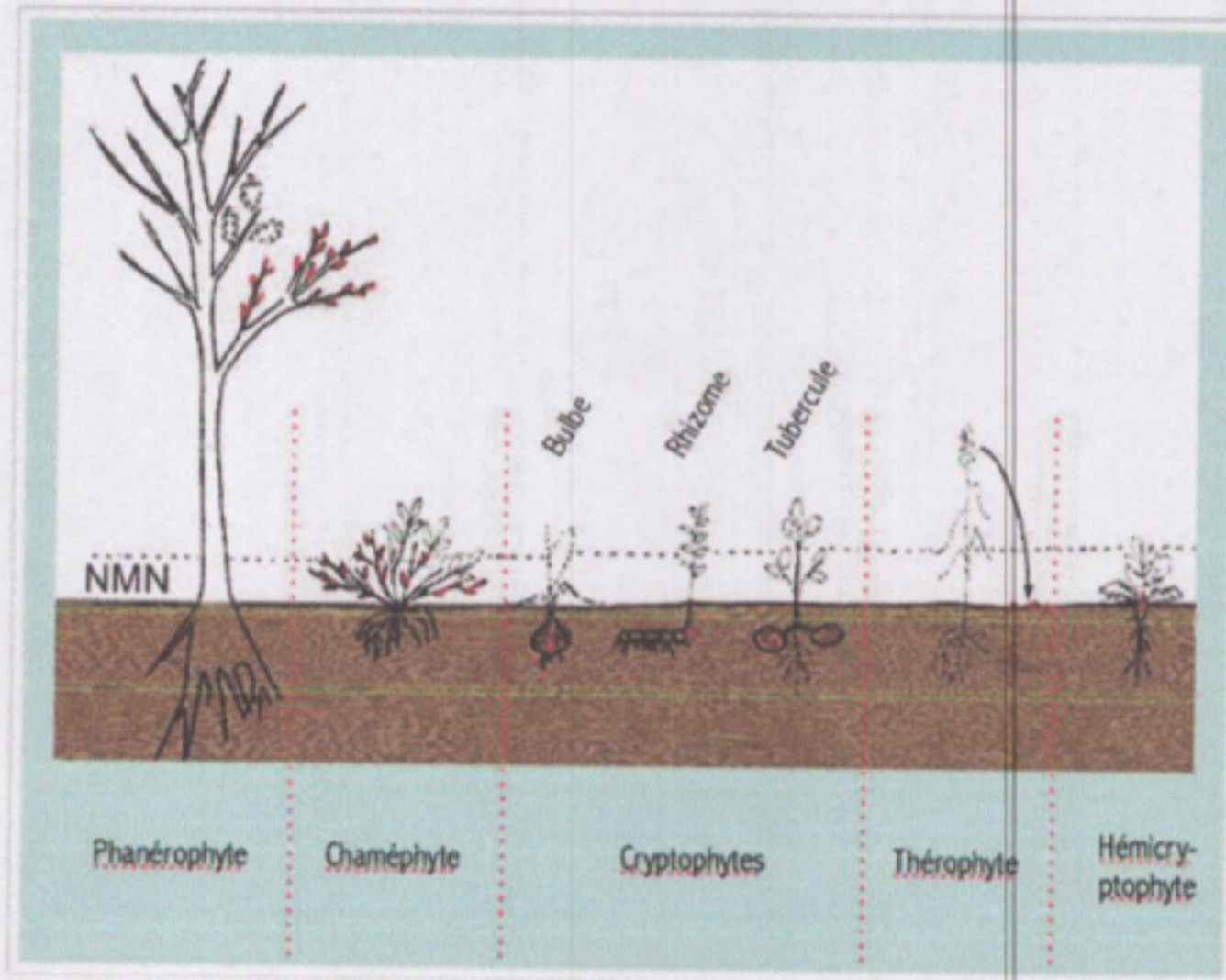
- **Adaptation à un facteur : le passage de l'hiver**

Les types biologiques ou formes biologiques désignent le comportement adaptatif de l'espèce végétale aux changements saisonniers de température ou variations des facteurs environnementaux. Elles renseignent sur le type de la formation végétale, son origine et ses transformations.

**Les types biologiques** sont issus de la classification de Raunkiaer. Cette classification se base sur la hauteur ou la position du bourgeon rénovateur par rapport à la surface du sol pendant l'hiver.

Les types biologiques sont :

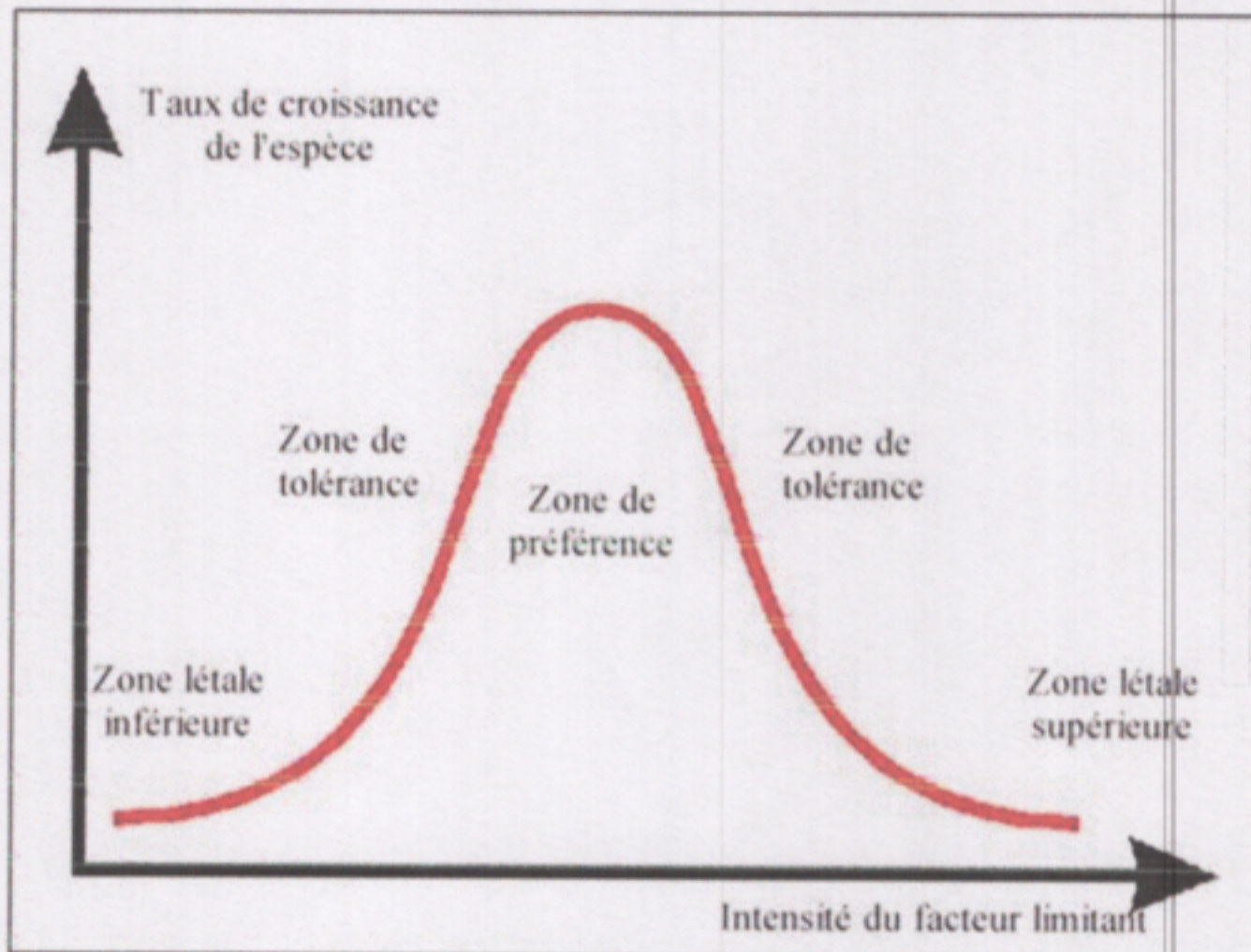
- **Les phanérophytes** : ce sont les arbres et les arbustes de grande taille qui conservent la totalité ou l'essentiel des parties aériennes (sempervirents ou caducifoliés) mais aussi les lianes ligneuses. La repousse est assurée par les bourgeons rénovateurs situés en hauteur à plus de 1m50.
- **Les chamaephytes** : sous-arbrisseaux et des petites vivaces dont la hauteur ne dépasse pas selon Raunkiaer les 25 cm.
- **Les hémicryptophytes** : plantes dont les bourgeons passent la mauvaise saison au ras du sol, protégés par des feuilles persistantes en rosette basale.
- **Les géophytes ou « plantes du sol »** : les bourgeons rénovateurs sont cachés dans le sol. On distingue les géophytes à bulbe, à tubercule ou à rhizome.
- **Les thérophytes** : plantes annuelles qui passent la mauvaise saison sous forme de graines et qui, après germination, bouclent leur cycle phénologique en moins d'un an.



### III.4 Limites de tolérance

Chaque être vivant présente vis à vis des divers facteurs écologiques des **limites de tolérance**, exprimées par Shelford (1911) sous le nom de **loi de tolérance**.

Tout processus biologique peut se réaliser entre deux limites – minimum et maximum. À l'intérieur de ces deux limites se situe une valeur, « **l'optimum** » qui est la plus favorable à la réalisation du processus considéré ».



**Loi de tolérance de Shelford.**

### III.5 Facteurs limitants

Un facteur écologique joue le rôle de **facteur limitant** lorsque s'il est absent ou réduit en dessous d'un minimum critique ou bien s'il excède le niveau maximum tolérable, la vie s'arrête.

La notion de facteur limitant s'applique à tous les facteurs aussi bien dans leur limite supérieure que pour leur limite inférieure.

En Algérie, le facteur limitant est l'eau, car il agit directement sur la répartition des grandes formations végétales.

### III.6 Classification des facteurs écologiques

Les facteurs écologiques peuvent être classés en 2 types : les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques.

#### III.6.1 Les facteurs abiotiques

##### A. Les facteurs climatiques

- **La lumière**

Elle agit par son intensité, sa durée et sa périodicité. Elle intervient sur la germination, la croissance, l'activité photosynthétique et la floraison.

Suivant leurs exigences en lumière, les plantes peuvent être classées en deux catégories.

- **Espèces héliophiles** (de lumière), qui présentent leur optimum de développement sous de forts éclaircissements : plantes de désert, de steppes, de hautes montagnes, de rochers, de prairies. Espèces colonisatrices des emplacements découverts (talus, bords des routes et de chemins, lisière des forêts...), espèces de maquis ou de garrigue telles que les cistes (*Cistus monspeliensis*), les hélianthèmes (*Helianthemum guttatum*) ou romarin, espèces de dunes et de rochers maritimes (*Ammophila arundinacea*, *Limonium psilocladon*) ainsi que les espèces des pâturages et milieux ouverts comme les trèfles et les luzernes (*Trifolium arvense*, *Trifolium angustifolium*, *Medicago orbicularis*, *Medicago hispida*...).
- **Espèces sciaphiles** (d'ombre), qui sont adaptées à l'ombre. Citons les espèces de sous-bois (fougères, *Cyclamen africanum*). Pour de nombreuses espèces d'arbres, les jeunes plantules sont sciaphiles.

La lumière du jour stimule la production de lait, la fertilité et la croissance et stimule le système immunitaire des espèces animales.

- **Les températures**

Certains paramètres jouent un rôle déterminant dans la vie végétale et animale.

- Chez les espèces animales, la température agit sur le métabolisme et l'activité vitale, la quantité d'aliments consommés, la fécondité et l'activité sexuelle.

On observe chez les mammifères des régions froides une réduction importante des appendices (oreilles, cou, pattes, queue) au fur et à mesure qu'on approche des pôles. Ce constat appelé règle d'Allen traduit une forme d'adaptation des espèces animales au froid.

**Exemple 1**

La taille des oreilles des Renards diminue fortement des déserts subtropicaux aux régions polaires. Le Renard du désert chaud d'Afrique (*Vulpes zerda*), a de très grandes oreilles alors que le Renard roux d'Europe ou des régions tempérées (*Vulpes vulpes*) a des oreilles très petites. Le Renard arctique ou polaire (*Alopex lagopus*) quant à lui, a des oreilles minuscules et un museau court. Le Renard polaire réduit les pertes des chaleurs au niveau de ses oreilles minuscules tandis que le Fennec les favorise, le premier pour résister au froid, le second, pour résister à la chaleur.

### Exemple 2

Chez les mammifères des régions froides, la fourrure est plus épaisse qu'en climat chaud. Son épaisseur augmente avec la taille de l'animal. Les espèces des régions tempérées pour éviter la forte perte de la chaleur ont aussi pour la plupart des robes sombres.

### Exemple 3

Développement d'une couche épaisse de graisse chez les animaux qui vivent dans les milieux froids le cas de la Baleine bleue qui vit dans les eaux froides et dont l'épaisseur de la couche de graisse peut atteindre 1 mètre.

### Exemple 4

Les **conifères** la **taïga** sont adaptés au **froid**, comme les mélèzes, les épicéas, les pins et les sapins. Leur forme conique fait glisser la neige et leurs aiguilles sont couvertes d'un enduit cireux qui les protège du gel le cas de *Larix sibirica* et *Abies sibirica*.

- De nombreux auteurs connaissent aux facteurs thermiques (en particulier les maxima et les minima) une influence certaine sur la répartition des espèces et sur leur vie. Ce facteur est essentiel dans la répartition latitudinale des grands biomes. Plusieurs paramètres sont à considérer, et chacun constitue un facteur écologique : les températures maximales, les minimales, l'amplitude thermique, la température moyenne annuelle.

#### ➤ **Moyennes des températures minimales du mois le plus froid (m)**

Dans la classification du climat, Emberger (1953) utilise « **m** », qui exprime « le degré et la durée de la période critique des gelées » et permet une appréciation du repos végétatif.

Pour Sauvage (1961), « la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, m est plus instructive à considérer parce qu'elle sépare d'une façon plus nette les espèces-climax dans leur réaction aux basses températures ».

Alcaraz considère la valeur  $m = -1^{\circ}\text{C}$ , comme facteur seuil dans la répartition du chêne vert, du pin d'Alep et du thuya.

Le chêne liège ne supporte pas des valeurs de « m » inférieure à 0°C.

Au Maroc les subéraies sont dans des régions où  $3,3^{\circ}\text{C} < m < 10,3^{\circ}\text{C}$  (Sauvage, 1961).

En Algérie, elles se localisent dans des territoires où  $2,9^{\circ}\text{C} < m < 10,3^{\circ}\text{C}$  (Khelifi, 1987).

Le sparte, *Lygeum spartum*, se répartit entre  $-1,8^{\circ}\text{C}$  et  $2,6^{\circ}\text{C}$ .

#### ➤ Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud (M)

Les températures maximales influent sur les phénomènes d'évapotranspiration.

Le chêne vert peut résister à des températures maximales pouvant atteindre  $42^{\circ}\text{C}$  (Maroc et Algérie).

Les limites thermiques des subéraies méditerranéennes sont les suivantes :

En Algérie :  $26,4^{\circ}\text{C} < M < 33,4^{\circ}\text{C}$  ;

Au Maroc :  $27^{\circ}\text{C} < M < 35^{\circ}\text{C}$  ;

En Tunisie :  $28,6^{\circ}\text{C} < M < 35,3^{\circ}\text{C}$  ;

Le chêne liège craint la chaleur car le démasclage a lieu en été, les arbres étant mis à nu donc plus de couche protectrice, il y a un risque de dessèchement des arbres.

#### ➤ Amplitude thermique M – m

Elle s'obtient par  $M - m$  et exprime la continentalité d'une station. L'amplitude thermique varie avec la distance par rapport à la mer.

#### Exemple de quelques valeurs :

Stations	Alt. (m)	M (°C)	m (°C)	M – m (°C)
Alger (port)	0	30	9	21
Djelfa	1143	35	- 0,8	36,1
Laghouat	797	38	1	37
In Salah	280	46	5	41

#### • Les précipitations



La pluviosité constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la distribution des écosystèmes terrestres mais aussi pour certains écosystèmes particuliers comme les lacs, les tourbières...

La répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue.

En réalité le bilan hydrique du sol est tout aussi important que la valeur absolue des précipitations car une même quantité d'eau reçue par différents sols peut masquer des déficits lorsque les températures entrent en ligne de compte (cf. **diagrammes ombrothermiques**).

**Les rosées** ainsi que **les brouillards** et **les neiges** constituent un apport en eau non négligeable puisqu'ils sont interceptés par les végétaux et s'égouttent sur le sol. Les rosées peuvent avoir une importance dans les régions arides. La rosée étant un phénomène nocturne, les plantes bénéficient de cette eau en réduisant leur transpiration en début de journée. Cet apport en eau peut être absorbé par les organes aériens de certaines plantes **épiphytes en climat tropical**.

Plus de 90 % de l'eau absorbée par les végétaux est perdue par évapotranspiration foliaire.

Les quantités minimales annuelles nécessaires au développement des macro-écosystèmes continentaux sont :

<b>Biomes</b>	<b>Pluviosité annuelle</b>
<b>Forêts pluvieuses tropicales</b>	1300 mm
<b>Forêts caducifoliées tempérées</b>	700 mm
<b>Forêts sclérophylles sempervirentes</b>	500mm
<b>Formations herbacées : steppes, savanes</b>	250 mm
<b>Déserts</b>	200 mm

**L'isohyète 400 mm** sépare **les steppes** et **les forêts** en Algérie.

En fonction de leur exigence et leur comportement vis à vis du facteur eau, les espèces animales et végétales se répartissent en différentes catégories.

- ◆ **Espèces aquatiques** : celles qui vivent entièrement et constamment dans l'eau telles les nénuphars, les potamots, les élodées, les lentilles d'eau... . Pour les espèces animales : les **poissons**.
- ◆ **Espèces semi-aquatiques ou amphibies** : celles qui vivent partiellement ou alternativement dans l'air et dans l'eau comme *Typha latifolia*, *Iris pseudacorus*, *Phragmites communs*,.... Pour les espèces animales : **grenouille**.
- ◆ **Espèces hygrophiles** : elles vivent dans des conditions d'humidité édaphique ou atmosphérique voisine de la saturation le cas de l'aulne (*Alnus glutinosa*), le frêne (*Fraxinus angustifolia*). Pour les espèces animales : **grenouille**.
- ◆ **Espèces mésophiles** : elles ont un **besoin modéré en eau** et en humidité atmosphérique. Dans ce groupe se place la majorité des espèces et en particulier **des plantes cultivées** et la majorité **des animaux terrestres** qui se contentent d'une hygrométrie moyenne.
- ◆ **Espèces xérophiles** : espèces vivant dans les habitats secs d'où une mise en place de système d'adaptation spécifique : **racines très développées** (espèces des dunes maritimes), **feuilles réduites et accompagnées d'épines** (*Zilla spinosa*), **limbes enroulés** afin de réduire l'évapotranspiration, **stomates protégées** par des poils : alfa (*Stipa tenacissima*), drinn (*Stipagrostis pungens*), **feuilles remplacées par des épines et présence de parenchyme aquifère** telles les **Cactées** et plusieurs **espèces crassuléscentes** (*Salsola kali*).  
Pour les espèces animales on cite celles qui utilisent de l'eau métabolique provenant de l'oxydation *in vivo* des lipides et glucides le cas du **dromadaire**.

- **Les vents**

Ils constituent dans certains biotopes un facteur écologique très actif. Les vents violents agissent en limitant le développement de la végétation (littoral), ou en déformant les arbres (port en drapeau),

Ils sont responsables de la propagation des incendies de forêt et de l'érosion éolienne dans les sols désertiques. Lorsque ceux-ci ne sont pas protégés par une couverture végétale, les vents favorisent l'arrachage des particules fines en laissant les graviers ou la roche nue d'où la formation des dunes et des regs.

Les vents jouent un rôle dans la dissémination des grains de pollen, des spores et des graines.

### A.1. Les Synthèses climatiques

La vie des espèces végétales et animales est dépendante des facteurs écologiques et particulièrement des facteurs climatiques.

Pour Stewart (1969), « la croissance des plantes est conditionnée par l'évapotranspiration. Quand la quantité d'eau qu'elles cèdent à l'atmosphère dépasse la quantité qu'elles retirent du sol, la différence est fournie par leurs tissus qui se dessèchent : les stomates se ferment et la vie s'arrête ».

Ceci explique le lien existant entre pluviosité et températures. Aussi de nombreux indices climatiques ont été proposés pour exprimer de façon globale l'influence du climat sur les biocénoses à l'aide de données faciles à manipuler telles que les températures et les pluviosités.

#### a- Expression synthétique de la continentalité

##### ➤ La continentalité thermique

Elle peut être exprimée par l'**amplitude thermique** : **M-m** (Debrache, 1953) ou par la formule plus élaborée de Daget (1977) :

$$K' = 1,7 \frac{A}{\sin(\alpha + 10 + 9h)} - 14 \text{ où } A = \text{amplitude thermique (}^\circ\text{C)}$$

$\alpha$  = latitude (en degrés d'arc)

$h$  = altitude en km

##### ➤ La continentalité pluviale

La continentalité pluviale est représentée par le rapport :

$$C = \frac{\text{Précipitations des 6 mois les plus chauds}}{\text{Pmm des 6 mois les plus froids}}$$

En combinant continentalité thermique ( $K'$ ) et pluviale ( $C$ ), on peut déterminer le type de climat d'une station (voir diagramme de continentalité).

#### b- Expression de la sécheresse

Parmi les indices qui expriment la sécheresse, les plus utilisés sont :

- Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen ;
- Le quotient pluviothermique et le climagramme d'Emberger.

### 1. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Les auteurs considèrent qu'un mois est sec lorsque le total mensuel des précipitations est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle :

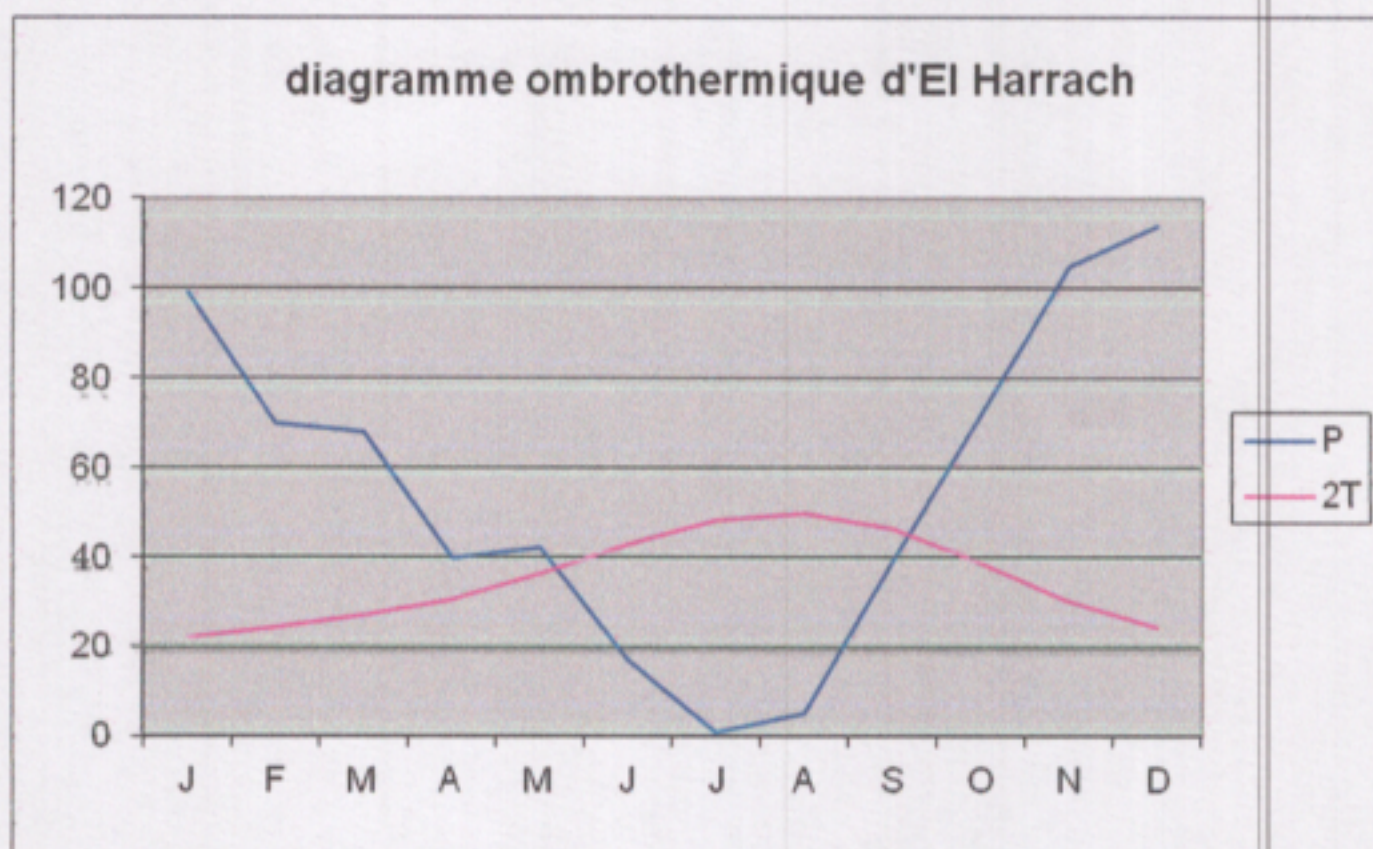
$$P \leq 2T$$

Ils proposent la construction d'un diagramme qui permet de comparer mois par mois la courbe des précipitations et celle des températures.

**Le but** : déterminer la durée et l'intensité de la période sèche.

**Le principe** : sachant que  $P \leq 2T$ , on porte sur un même graphe les courbes de T et P où 1° correspond à 2 mm.

La zone comprise entre les 2 intersections correspond à la période sèche. La projection des 2 points d'intersection sur l'axe des abscisses détermine le nombre de mois secs.



### 2. Le quotient pluviothermique et le climagramme d'Emberger

Afin de caractériser le climat méditerranéen, Emberger propose un quotient dont la formule est :

$$Q_2 = 1000 \frac{P}{(M+m/2)(M-m)}$$

Où P est en mm et M et m en degrés Kelvin.

Le  $Q_2$  exprimant l'aridité, sa valeur diminue quand le climat devient plus sec.

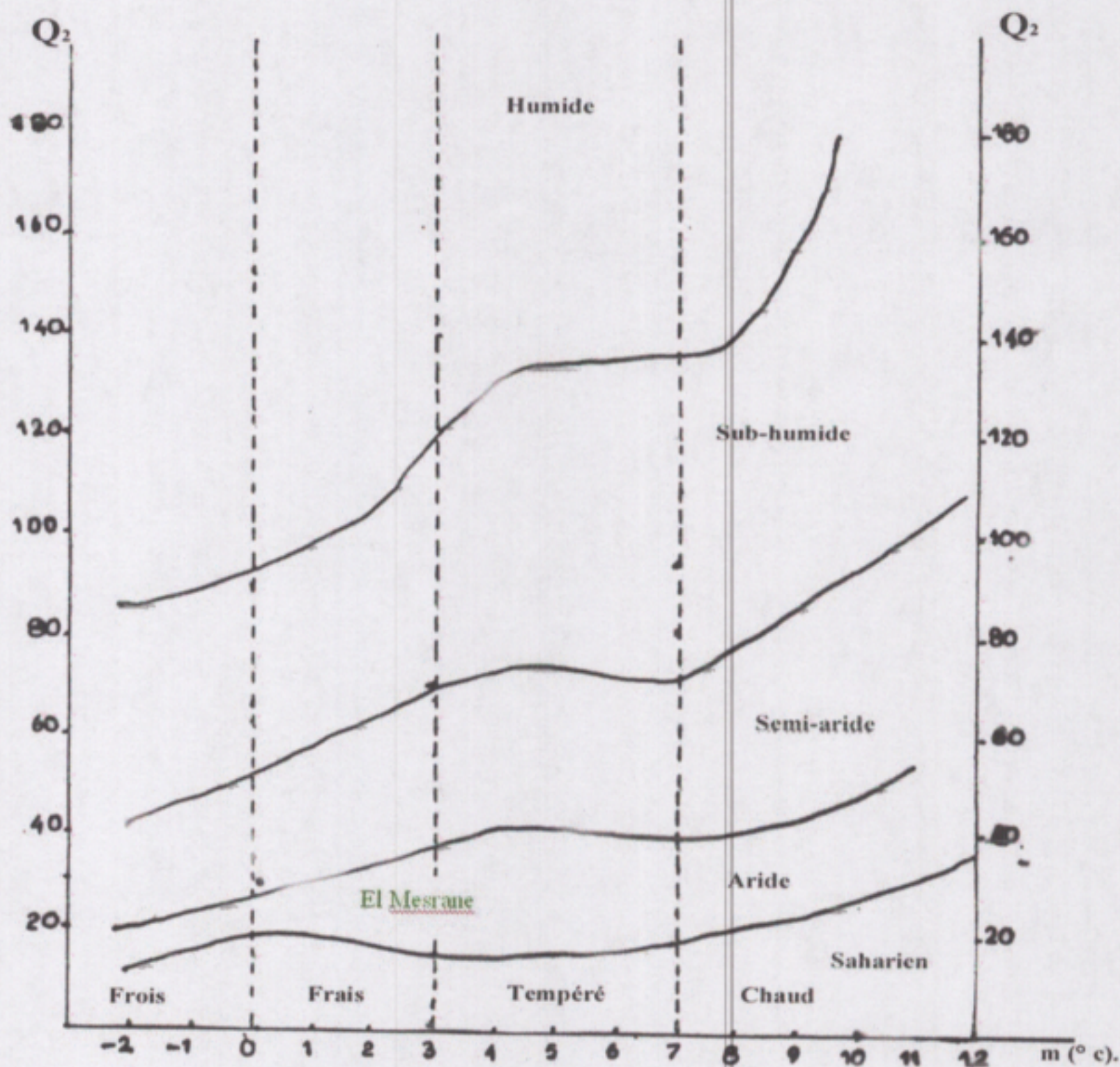
Le quotient n'étant pas suffisant, Emberger construit un diagramme en introduisant "m" en abscisse et  $Q_2$  en ordonnée.

Le climagramme délimite alors **les étages bioclimatiques** ou **bioclimats** qui sont :

- **L'humide ;**
- **Le sub-humide ;**
- **Le semi-aride ;**
- **L'aride ;**
- **Le saharien.**

Les valeurs de **m** déterminent **les sous-étages bioclimatiques** ou **variantes thermiques**.

Lorsque :	<b>m &lt; 0°C</b>	<b>sous-étage froid</b>
	<b>0°C &lt; m &lt; 3°C</b>	<b>sous-étage frais</b>
	<b>3°C &lt; m &lt; 7°C</b>	<b>sous-étage tempéré ou doux</b>
	<b>m &gt; 7°C</b>	<b>sous-étage chaud</b>



### 3. Le quotient pluviothermique de Stewart

Stewart a simplifié la formule de  $Q_2$  et a proposé un quotient simplifié le  $Q_3$ ,

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

$M$  et  $m$  sont exprimées en °C ce qui est plus simple à utiliser. Le climagramme reste valable avec le même découpage en étages et sous-étages bioclimatiques.

## B. Les facteurs édaphiques

### ✓ Définition

**Les facteurs édaphiques expriment toutes les relations écologiques entre les êtres vivants et le sol.**

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes des écosystèmes continentaux. Leur formation résulte de l'interaction de l'atmosphère et des couches superficielles de la lithosphère, c'est-à-dire la désagrégation de la roche-mère sous l'action conjuguée des facteurs climatiques et des êtres vivants.

Voir le schéma général de la formation du sol (RAMADE, 1984).

Les principaux facteurs édaphiques sont constitués par :

- **Les propriétés physiques du sol :**
  - La texture : dépend de la nature de fragments de la roche mère (sable grossiers, sables fins, limons, argiles, graviers) ;
  - La structure : c'est la façon dont les particules sont placées les unes par rapport aux autres dans le sol ;
  - L'hygrométrie.
  
- **Les propriétés chimiques du sol :**
  - Les teneurs en éléments minéraux ;
  - Le pH ;
  - Les matières humiques ;
  - Le complexe absorbant ;
  - La solution du sol.

Exemple de facteur édaphique : **La texture**

Tous les sols comportent deux fractions, l'une minérale et l'autre organique étroitement liées. La texture dépend de la nature de la fraction minérale, c'est-à-dire des fragments provenant de la décomposition de la roche-mère.

Pour chaque type de texture correspond une flore (donc des espèces).

### Exemple

- espèces psammophiles = liées à une texture sableuse :
  - *Stipagrostis pungens* (dunes désertiques)
  - *Retama raetam* (idem)
  - *Ammophila arundinacea* (dunes maritimes)
  - *Elymus farctus* = *Agropyron junceum* (dunes maritimes)
  - *Matthiola tricuspidata* (sables maritimes)
  - *Ononis variegata* (idem)
  - *Orlaya maritima* (idem)
  - *Salsola kali* (idem)
  
- Espèces liées à une texture limono-sableuse
  - *Artemisia herba alba*
  - *Poa bulbosa*
  - *Polygonum aviculare*
  
- Espèces liées à une texture argileuse
  - *Convolvulus tricolor*
  - *Hedysarum flexuosum*
  - *Ranunculus repens*

### **III.6.2 Les facteurs biotiques**

- ❖ On appelle facteurs biotiques, l'ensemble des actions que les organismes exercent les uns sur les autres et sur leur milieu.
- ❖ Ce sont toutes les interactions qui existent entre les êtres vivants animaux et végétaux présents dans un milieu donné.

Ces interactions jouent un rôle important dans l'organisation, la dynamique et l'évolution des populations, peuplements ou écosystèmes.



**a- Interactions liées au surpeuplement** : compétition intra et inter spécifique

Il s'agit de l'interaction des organismes vivants, pour l'accaparement des ressources limitées d'un milieu donné, et qui entraîne, le plus souvent, à la domination d'un individu ou d'un groupe d'individus, d'une espèce ou d'un groupe d'espèces.

**Exemple**

Lorsque les plantes s'ombragent mutuellement, il y a défaut d'assimilation et de croissance pour les plantes ombragées.

Une conséquence de la compétition entre les plantes : **la stratification** qui est la distribution verticale des organes aériens et souterrains.

**b- Interactions par contact ou hébergement**

- **Le commensalisme** : un seul des deux partenaires, celui qui est hébergé par l'autre est bénéficiaire : cas des végétaux épiphytes (fougères, lichens, orchidées...) qui peuplent les branches et les troncs des arbres, poisson pilote avec les requins ou le pique-bœuf avec les bovins.
- **Le mutualisme** est une interaction entre deux espèces qui trouvent un avantage (+) à leur association : protection, apport de nutriments, dispersion, pollinisation, etc.

**c- Exploitations alimentaire d'organismes par d'autres : parasitisme, symbiose, prédation**

Les rapports de dépendance les plus importants dans la biocénose sont de natures trophiques, liés à la nutrition.

- **Le parasitisme** : les parasites vivent à la surface ou à l'intérieur d'un organisme vivant, l'hôte. Ils consomment de la matière vivante ou des produits résultant de son métabolisme sans tuer leur hôte.

**Exemples**

La rouille du blé : *Puccinia graminis* ou les orobanches, phanérogames parasites des légumineuses cultivées.

- **La prédation** : Il s'agit d'interaction trophique directe, de nature antagoniste, entre deux organismes, par laquelle une espèce dénommée prédateur, consomme entièrement ou partiellement une à plusieurs espèces dénommée proies, généralement en les tuant, pour s'en nourrir ou pour alimenter sa progéniture.

Le tableau suivant résume les **différents types d'interactions** qui peuvent exister entre deux espèces.

Intéractions	Espèce A	Espèce B
Compétition	—	—
Commensalisme (A commensale, B hôte)	+	0
Mutualisme	+	+
Parasitisme (A parasite B)	+	—
Prédation (A prédateur, B proie)	+	—

0 : les espèces ne sont pas affectées.

+ : l'interaction est bénéfique (la vie de l'espèce est rendue possible ou améliorée).

- : l'interaction est néfaste (la vie de l'espèce est réduite ou impossible).

## Chapitre IV : FONCTIONNEMENT DE L'ECOSYSTEME

### IV.1 Transfert de matière dans un écosystème

A l'intérieur d'un écosystème, les relations qui existent entre les différents constituants de la biocénose sont de nature essentiellement alimentaire. La circulation de matière est permanente. Les liens qui se créent entre les éléments de la communauté constituent : **les chaînes alimentaires = les chaînes trophiques.**

Suivant leur position et leur fonction dans la chaîne alimentaire, les êtres vivants qui sont assimilés à des maillons de la chaîne peuvent être classés en 3 catégories.

- **Les producteurs (autotrophes).**
- **Les consommateurs (hétérotrophes).**
- **Les décomposeurs (saprophytes).**

1- **Les producteurs** : ce sont des végétaux chlorophylliens, essentiellement les Phanérogames dans les écosystèmes terrestres et les algues du phytoplancton dans les écosystèmes aquatiques. Ils utilisent une partie du flux solaire qu'ils reçoivent pour transformer les matières minérales ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ...) en matière organique.

2- **Les consommateurs** : ils utilisent les matières organiques qu'ils ne peuvent synthétiser. Ils dépendent donc des producteurs qui représentent leur seule source d'énergie utilisable.

Les herbivores sont des consommateurs primaires et deviennent des producteurs secondaires, les carnivores sont des consommateurs secondaires, les détritivores sont des consommateurs de matière morte.

3- **Les décomposeurs** : ou saprophytes (champignons, bactéries, actinomycètes...) utilisent la matière organique morte dont ils assurent la minéralisation qu'ils mettent à la disposition des végétaux.

On distingue 3 grands types de chaîne trophique.

- ◆ **Les chaînes trophiques des prédateurs** (voir tableau ci-après).

On remarque l'accroissement de la taille avec la succession des niveaux trophiques

NIVEAU TROPHIQUE	FONCTION ECOLOGIQUE	TYPE D'ORGANISME	ESPECE
I	Producteur	Phytoplancton	<i>Chaetoceros</i>
II	Consommateurs I (herbivores)	Zooplancton	<i>Calanus</i> (Copépode)
III	Consommateurs II (carnivores I)	Poissons microphages	<i>Ammodytes</i>
IV	Consommateurs III (carnivores II)	Poissons macrophages	<i>Glupea</i> (Hareng)
V	Consommateurs IV (Carnivores III)	Oiseaux ichtyophages	<i>Phalacrocorax</i> (Cormoran)

- ◆ **Les chaînes trophiques des parasites** : elles sont fréquentes chez les vertébrés, dans ce cas, la taille des organismes est de plus en plus petite.

Végétal → Mammifère herbivore → Puces → flagellés.

- ◆ **Les chaînes saprophytiques** où la matière en circulation est d'origine détritique.  
Ex. dans les forêts une partie du feuillage va constituer après sa chute la litière qui sera consommée par des organismes saprophages.

Dans la nature, la situation est plus complexe :

- Un même animal peut appartenir à plusieurs niveaux trophiques ;
- Un même animal ou végétal peut être utilisé par des consommateurs variés ;
- Dans un écosystème, les différentes chaînes se recoupent et engendrent un réseau trophique.

#### IV.2 Les pyramides écologiques

On les construit en superposant des rectangles de hauteur identique et de longueur proportionnelle à l'amplitude de l'élément considéré.

Il existe 3 types de pyramides écologiques :

- La pyramide des nombres ;
- La pyramide des biomasses ;
- La pyramide des énergies ou des productivités.



#### IV.3 Les cycles biogéochimiques

##### a- Définitions

La circulation de matière entre les êtres vivants et le milieu extérieur dans un écosystème se traduit par des **échanges continus cycliques** qu'on appelle **cycles biogéochimiques**.

Ces cycles sont caractérisés par une **accumulation** de certains éléments dans des compartiments durant un temps plus ou moins long.

A l'intérieur du compartiment, il y a un renouvellement de la matière : **turn-over** avec **des apports extérieurs** (entrées) et **des sorties**.

- Les sites de stockage : ils sont différents selon les éléments considérés : océans, sols, biomasse animale ou végétale...
- Les entrées : les apports atmosphériques, les apports par désagrégation de la roche-mère ou de la décomposition de la matière organique morte...
- Les sorties : elles sont représentées par :
  - Les pertes par ruissellement ;
  - L'absorption par les êtres vivants ;
  - La pratique de l'agriculture ;
  - Et des pertes diverses.

## b- Les principaux cycles biogéochimiques de la biosphère

- **Cycle de l'eau**

- Les océans représentent 97% de l'eau de la biosphère.
- L'eau atmosphérique est peu abondante en valeur absolue mais c'est elle qui assure la circulation et la distribution de l'eau par les précipitations.
- L'eau utilisée par l'homme pour ses besoins domestiques et industriels représente environ 2,5% du total des pluies.

- **Cycle du carbone**

Il s'effectue essentiellement entre le gaz carbonique de l'atmosphère et les êtres vivants. Le CO<sub>2</sub> ne représente que 0,03% de l'atmosphère mais c'est cette faible quantité qui est utilisée pour la photosynthèse.

En principe, il s'établit un équilibre entre photosynthèse et respiration mais l'homme tend à le modifier par l'apport de gaz carbonique sous forme de déchets des combustions industrielles, domestiques, des moteurs de véhicules...

- **Cycle de l'oxygène**

- Le cycle de l'oxygène est lié à celui du carbone.
- L'oxygène atmosphérique et celui des roches superficielles d'origine biogène (exemple du calcaire).
- La majeure partie de l'oxygène produit au cours des temps géologiques n'est pas dans l'atmosphère mais se trouve accumulée dans l'écorce terrestre.
- Actuellement en dehors de l'action de l'homme, le taux d'oxygène libre demeure constant.

- **Cycle de l'azote**

Ce cycle est très complexe et très spécialisé.

- L'azote gazeux est l'élément majeur de l'atmosphère (79%).
- Pourtant il est inutilisable sous cette forme par les organismes terrestres.
- L'azote accumulé dans la biomasse animale et végétale sera minéralisé par les décomposeurs.

- Cette minéralisation aboutit à la formation du  $\text{NH}_3$  qui peut être en partie seulement utilisé par les racines des végétaux.
- Une microflore très spécialisée (Nitrobacter par exemple) va recycler le  $\text{NH}_3$ . Il sera alors oxydé en  $\text{NO}_2$  ou  $\text{NO}_3$ . Ces formes sont utilisables par les végétaux.
- L'homme intervient dans le cycle par l'introduction des engrais dans les cultures. Les nitrates introduits ne sont pas entièrement métabolisés et les excès sont entraînés par lessivage et ruissellement ==> **Contamination des eaux.**

- **Cycle du soufre**

Le soufre est très répandu chez les êtres vivants (acides aminés soufrés...). La plus grande partie du cycle se déroule dans le sol et les eaux.

La majorité du soufre utilisable par les végétaux provient des sulfates :

- Décomposition de la matière organique ;
- Soufre minéral provenant de certaines roches.