

# I. Introduction générale

Le terme **ÉCOLOGIE** a été inventé au XIXe siècle (1866) par un biologiste allemand **Ernst Haeckel**.

Le mot écologie est d'origine grecs ***oikos*** signifie la maison ou le milieu de vie, et ***logos*** signifie la science.

L'écologie apporte les connaissances nécessaires pour cerner les problèmes environnementaux, les comprendre et les résoudre

- ☞ Déforestation.
- ☞ Érosion des terres par déforestation.
- ☞ Appauvrissement des sols par l'agriculture et l'élevage.
- ☞ Pollutions de l'eau et de l'air.
- ☞ Bioaccumulation des pesticides.
- ☞ Destruction de la couche d'ozone sous l'action des CFC (Chlorofluorocarbonnes) .
- ☞ Déséquilibres par introduction d'espèces exotiques.

L'écologie requiert beaucoup de connaissances

En génétique, en évolution, en physiologie, en éthologie, en chimie, en géologie, en physique, en mathématiques...

# 1. Définitions

## 1.1. C'est quoi l'écologie?

- **L'écologie** est une Science 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.



## 1.2. L'objectif principal de l'écologie

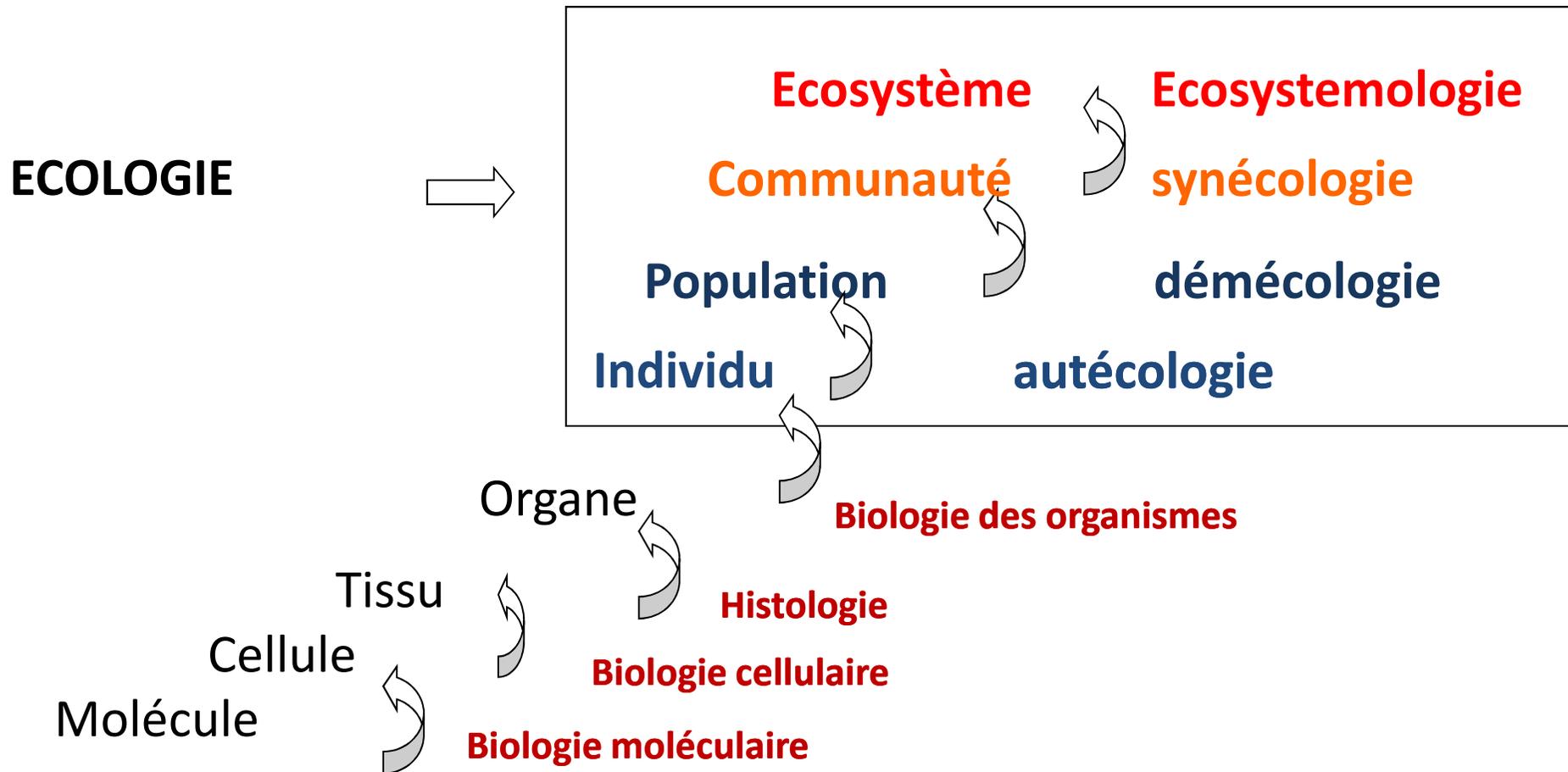
- **Descriptif** : consiste à analyser les différents caractères du milieu (Précipitations, température, humidité, nature du sol ...etc) et de la végétation (nature des espèces, les fréquences, structure...etc).
- **Explicatif** : essayer de tirer les conclusions sur les liens qui existent entre les 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.

## 1.3. Définition de l'écologie et de l'environnement

- **L'écologie** : est l'étude des interactions entre les organismes vivants et le milieu, et des organismes vivants entre eux dans les conditions naturelles.
- **l'Environnement** : est l'ensemble de caractères **physiques, chimiques et biologiques** susceptibles d'avoir une **action directe ou indirecte, immédiat ou à terme**, sur les **êtres vivants** et sur les **activités humaines**.

# 3. Les niveaux d'étude en écologie

- Hiérarchie du vivant



## 4. la biocénose et le biotope

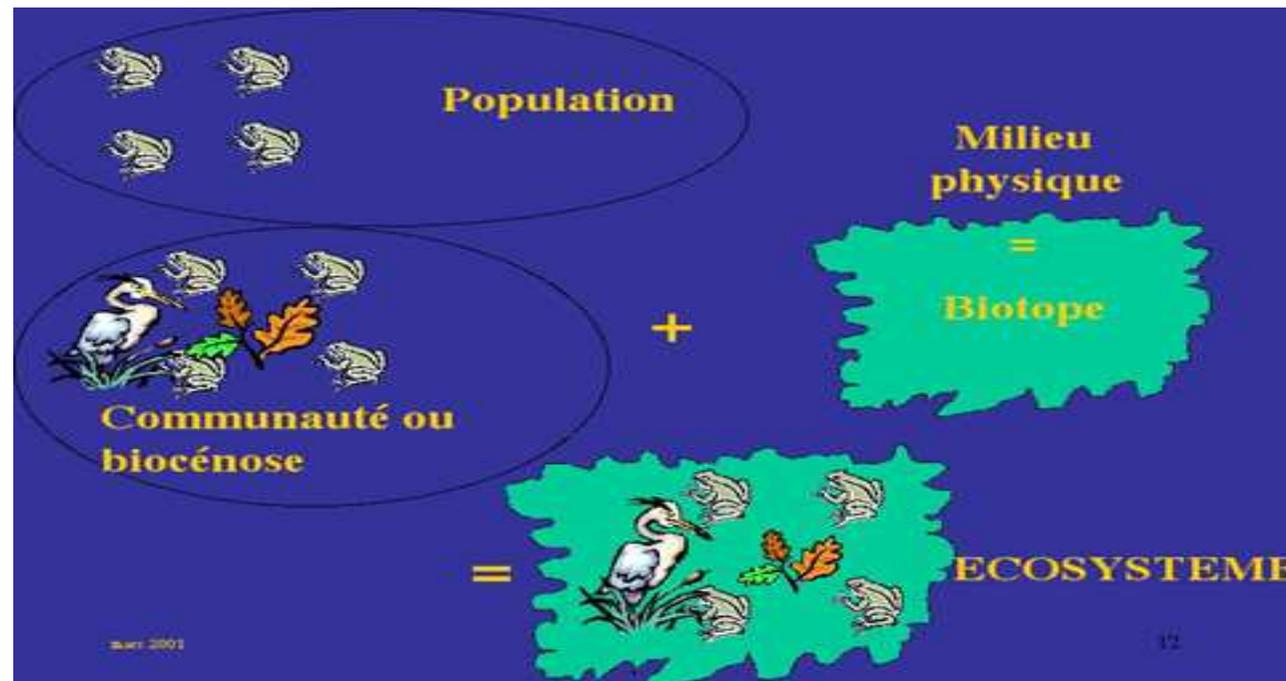
- ▶ **Une biocénose** : est un ensemble de communautés ou d'êtres vivants de toutes espèces, végétales et animales, coexistant dans un espace défini appelé **biotope**.
- ▶ **Un biotope** : est un ensemble d'éléments caractérisant un milieu physico-chimique déterminé et uniforme qui héberge une flore et une faune spécifique (**la biocénose**).
- ▶ **Une espèce** : Groupe d'êtres vivants pouvant se reproduire entre eux (**interfécondité**) et dont la descendance est fertile.

**La biocénose + le biotope = un écosystème**

# 5. Écosystème

## 4.1. Définition de l'écosystème

Un **écosystème** désigne l'ensemble formé par une communauté d'êtres vivants (**la biocénose**), et son environnement géologique, pédologique et atmosphérique (**le biotope**). Les éléments constituant un écosystème développent un réseau d'interdépendances permettant le maintien et le développement de la vie.



## 4.2. 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.

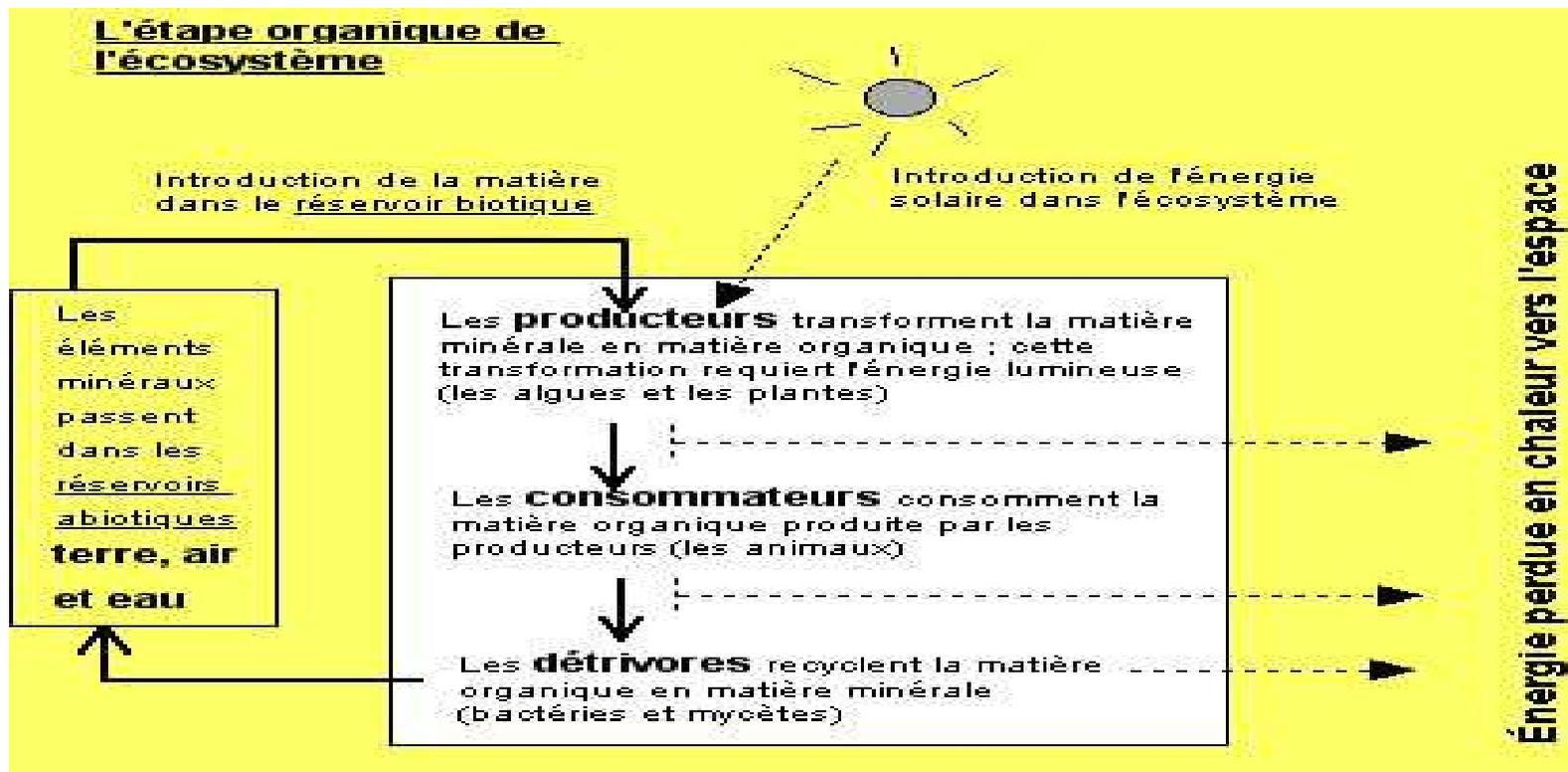
## 4.3. Composition d'un écosystème

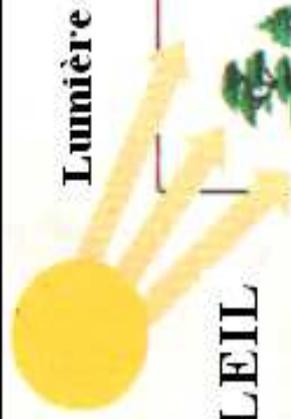
<p><b>BIOTOPE</b> (Milieu physique- Chimique)</p>	<p>Composante abiotique formées de <b>trois réservoirs</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>Air</b>    <b>Atmosphère</b> (basse atmosphère)</li><li>➤ <b>Eau</b>    <b>Hydrosphère</b> (océans, lacs, cours d'eau...)</li><li>➤ <b>Terre</b>    <b>Lithosphère</b> (pellicule de terre)</li></ul>
<p><b>BIOCÉNOSE</b> (Les vivants)</p>	<p>Composante biotique formée d'<b>un réservoir</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>Êtres vivants</b>    <b>Biosphère</b></li></ul>

## 4.4. Fonctionnement d'un écosystème

✓ **L'étape organique de l'écosystème** ; Cette étape se déroule le moment où la matière minérale est dans le réservoir des êtres vivants.

Elle se résume à 3 groupes d'organismes : **Producteurs** — **Consommateurs** — **Détrivores**





**SOLEIL**

**Lumière**



**PRODUCTEURS**

**CONSOMMATEURS**



**Substances nutritives  
assimilables par  
les végétaux**



**HERBIVORES**

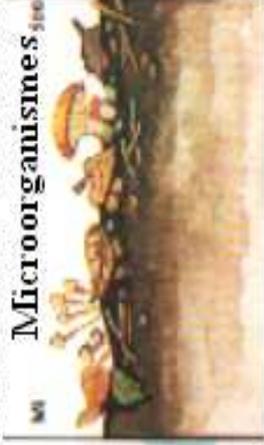
mouflons, macaques,  
gazelles de cuvier,  
sangliers, lièvres,  
insectes, oiseaux...



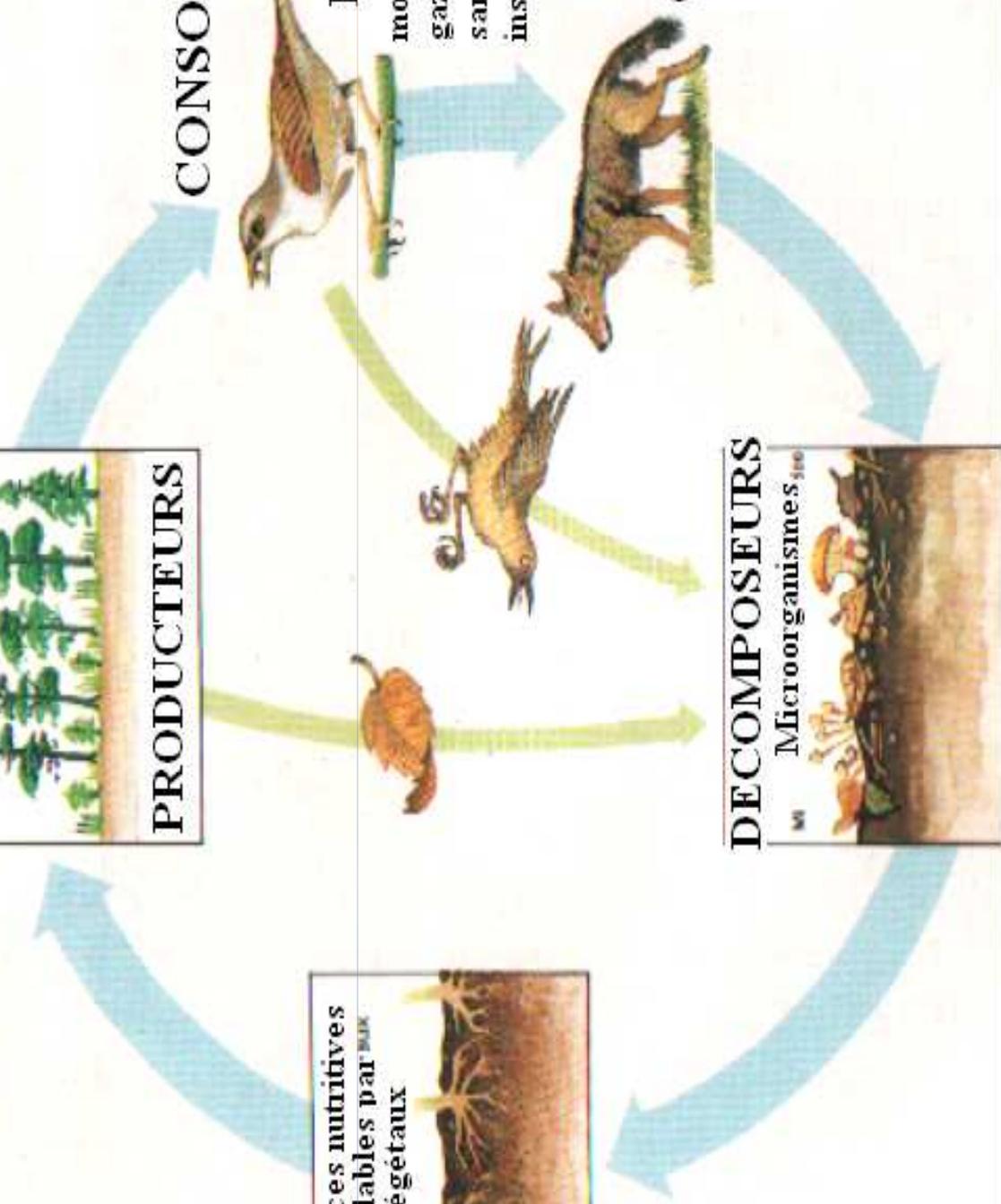
**CARNIVORES**

lions, panthères,  
chacales, aigle,  
vautours...

**DECOMPOSEURS**



**Microorganismes**



## 4.4. Fonctionnement d'un écosystème



### Les producteurs



→ Des organismes qui se nourrissent eux-mêmes à partir de la matière minérale (autotrophes).

→ *Matière minérale* → *Matière organique*

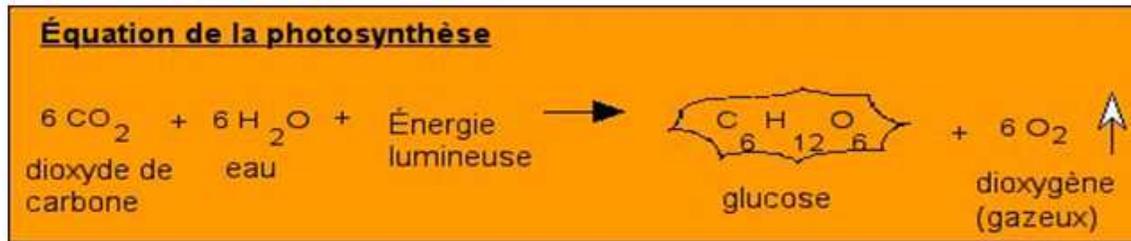
→ Forment des liaisons chimiques entre les molécules minérales « simples » et les transforment en matière organique « complexe ».

# On distingue deux types de producteurs



## 1. Les *photosynthétiseurs* : L'énergie utilisée est la lumière

Plantes (végétaux), algues (protistes), bactéries photosynthétiques



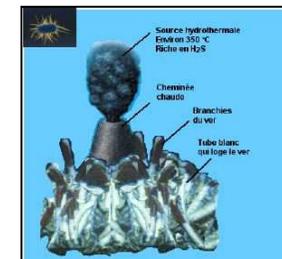
## 2. Les *chimiosynthétiseurs* : L'énergie utilisée provient de l'oxydation de certaines substances minérales : sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S)



les grandes profondeurs océaniques



volcan sous-marin et Les cheminées chaudes



# Les consommateurs

→ Des organismes qui se nourrissent de matière organique donc dépendent des producteurs qui la produisent.

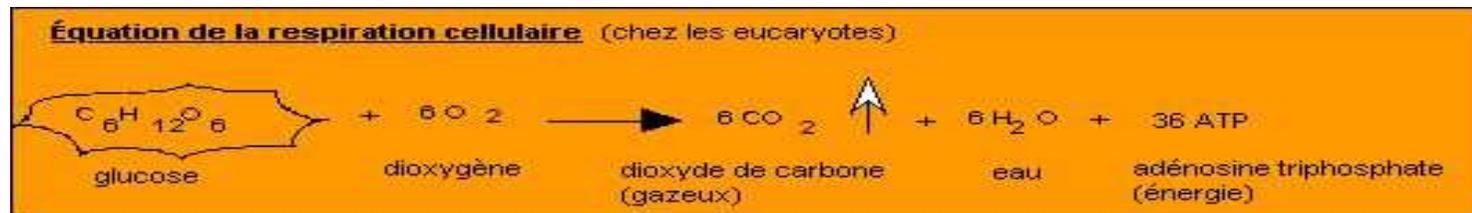
→ *Matière organique* → *Matière minérale...*

→ Bris des liaisons chimiques entre les molécules organiques « complexes » les transformant ainsi en matière minérale « simple ».



# On distingue deux types de consommateurs

✓ **Consommateurs de style « respirateurs »** : Le processus métabolique utilisé est la respiration cellulaire « **mitochondries** »

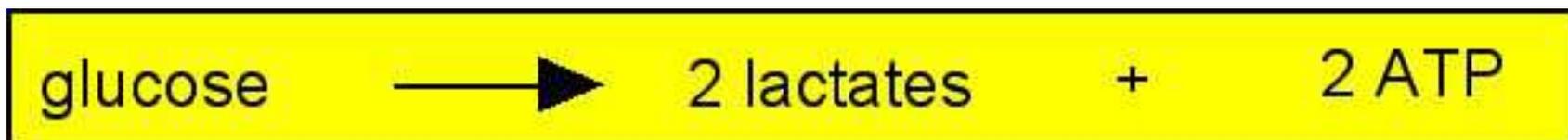


✓ **Consommateurs de style « fermenteurs »** : Le processus métabolique utilisé est la fermentation

- Fermentation alcoolique



- Fermentation lactique



# Les décomposeurs détritivores

→ Des organismes qui consomment de la matière organique « morte » : des excréments, des feuilles mortes, des déchets d'animaux et des carcasses.

→ *Matière organique* → *Produits minéraux*



# 5. LES CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES

le **cycle biogéochimique** est le passage alternatif d'un élément de l'état organique à l'état minéral, et dont les différentes phases se déroulent au sein de la biosphère.

« **La biosphère** est la partie de notre planète où la vie s'est développée : couche superficielle très mince qui comprend l'hydrosphère, la couche la plus basse de l'atmosphère et la lithosphère (sens donné par les écologistes). »

Ces éléments chimiques sont stockés dans des réservoirs finis (atmosphère, océans, sols, ...). On distingue deux réservoirs :

- **réservoir : abiotiques** (constitue le domaine de la géochimie)
- **réservoir : biotique** (constitue le domaine de la biogéochimie)
- il existe des flux (échanges) entre ces réservoirs

## 5.1. Le cycle biogéochimique du carbone

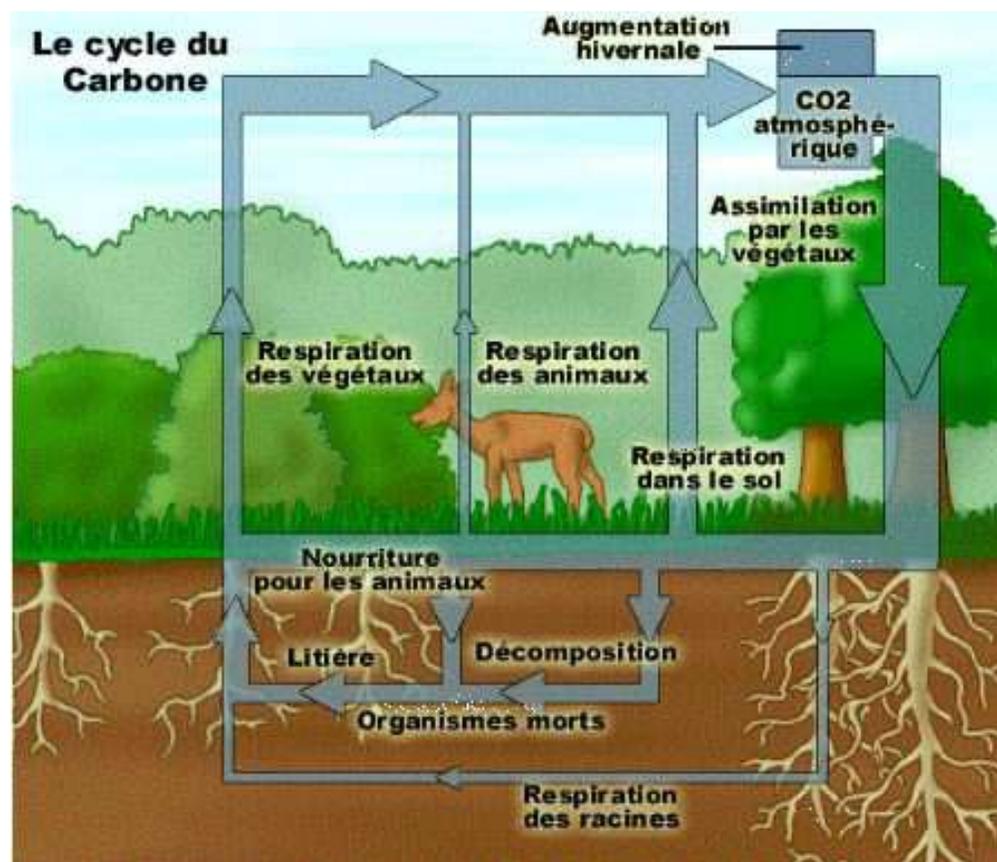
### Mouvement du carbone au travers des réservoirs de l'écosystème (Partie terrestre)

L'atmosphère est un réservoir mineur du carbone

Le carbone pénètre dans les écosystèmes terrestres (via la **photosynthèse**) sous forme de  $\text{CO}_2$

Le carbone quitte les écosystèmes terrestres (via la **respiration**) sous forme de  $\text{CO}_2$

La photosynthèse et la respiration assurent donc la circulation du carbone entre les compartiments terrestres et l'atmosphère



# 5.1. Le cycle biogéochimique du carbone

## Mouvement du carbone au travers des réservoirs de l'écosystème (Partie aquatique)

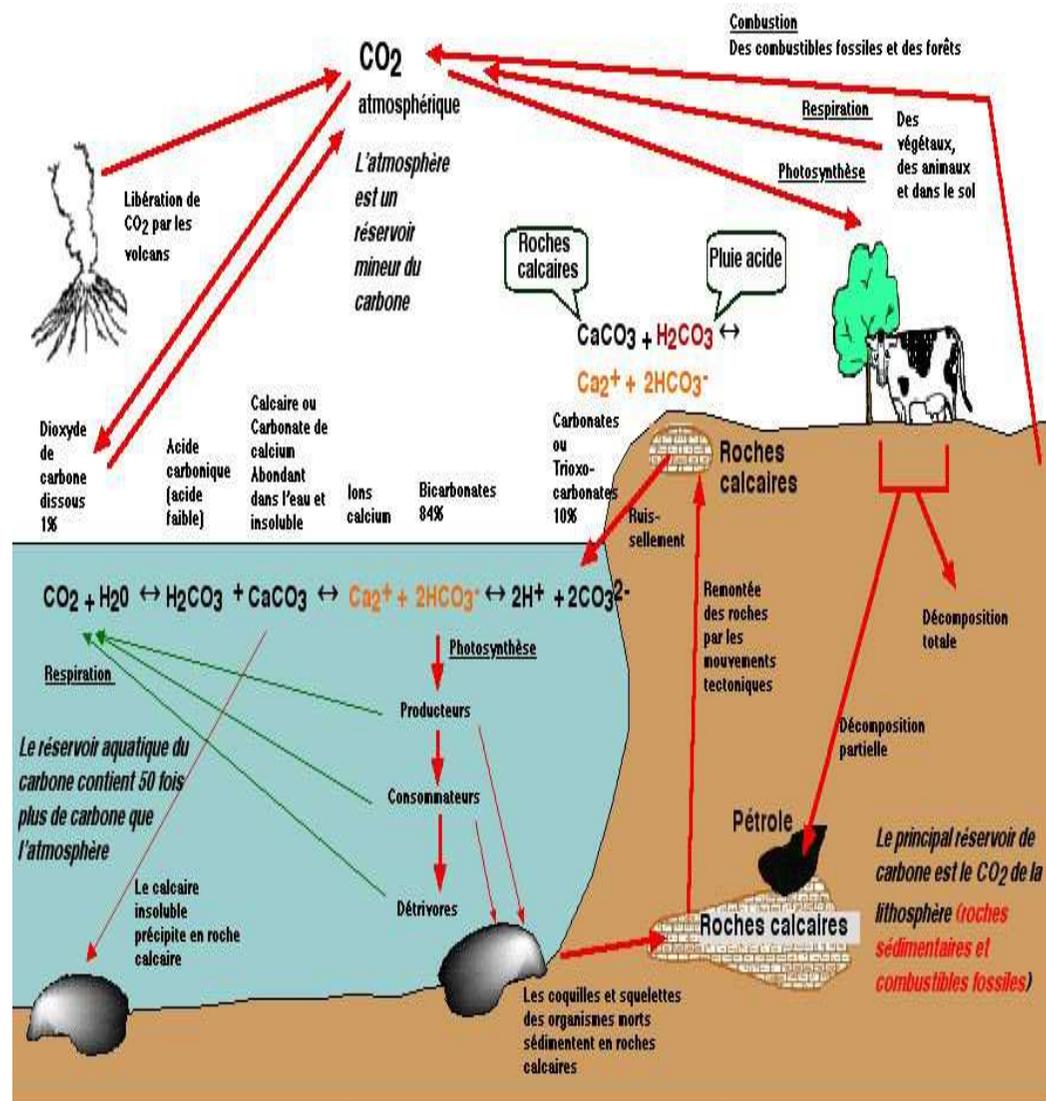
Les pluies acides sont formées lorsque l'eau réagit avec le CO<sub>2</sub> en produisant de l'acide carbonique (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) :  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

Les roches calcaires lessivées par les pluies acides produisent des ions calcium et bicarbonates qui ruissellent vers l'océan.



Une bonne partie de ces ions calcium et bicarbonates sera utilisée par les organismes marins pour former leur squelette et leur coquille.

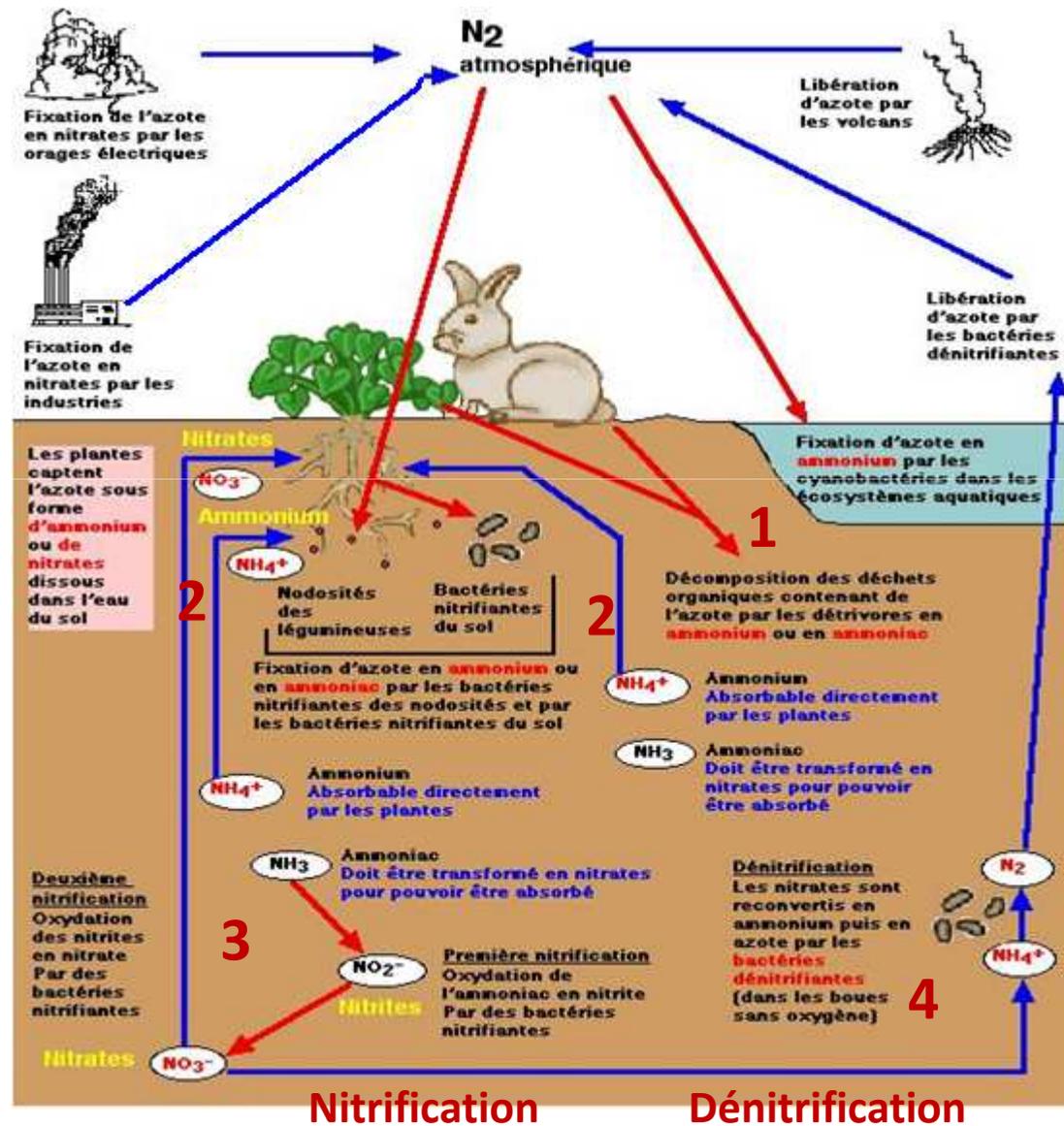
À leur mort, leurs cadavres sédimentent et se transforment en roches calcaires



## 5.2. Le cycle biogéochimique de l'azote

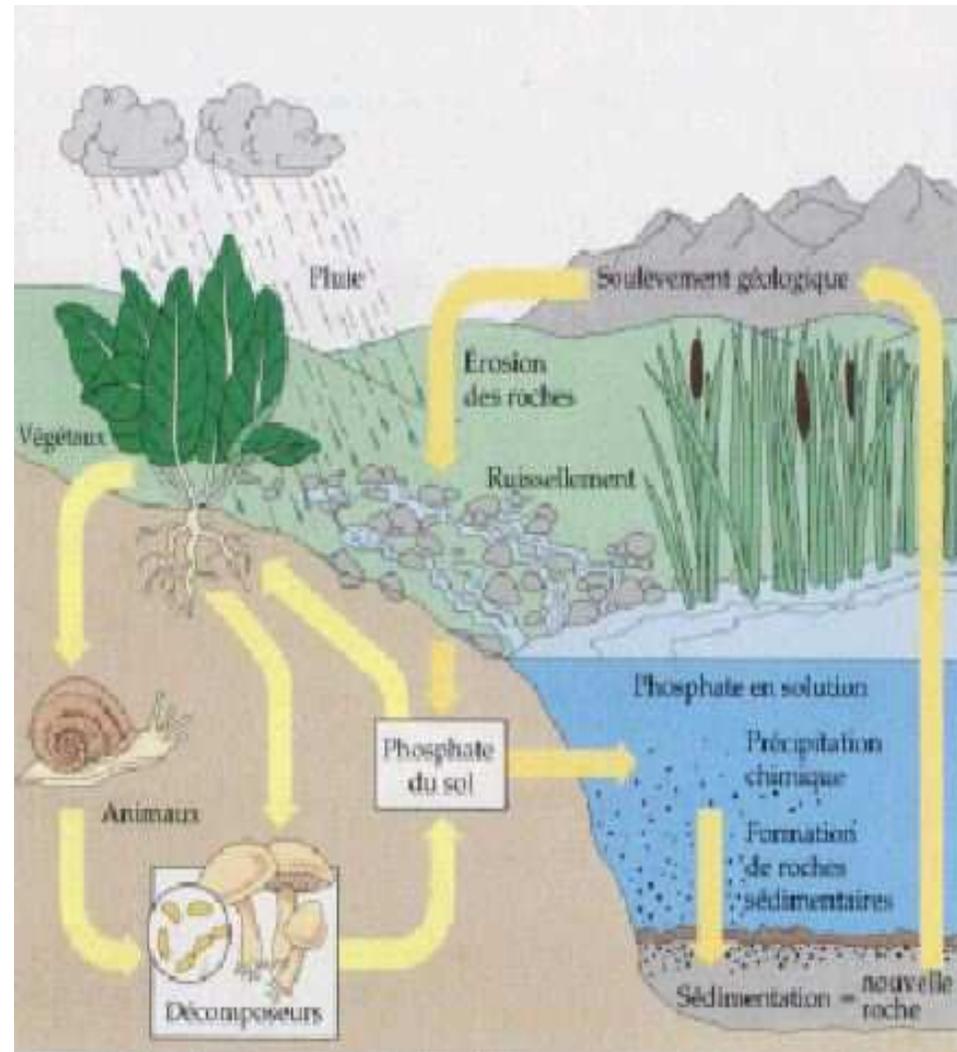
### Mouvement de l'azote au travers des réservoirs de l'écosystème

- L'atmosphère est le principal réservoir de l'azote
- La circulation de l'azote, entre les réservoirs biotique et abiotique, est assurée par la nitrification et la dénitrification
- Les producteurs absorbent l'azote sous forme de nitrates « $\text{NO}_3^-$ » et d'ammonium « $\text{NH}_4^+$ »
- La majeure partie (95%) de l'azote de l'écosystème provient de la circulation locale (décomposition des déchets organiques puis réintroduction au niveau des racines des producteurs)



## 5.3. Le cycle biogéochimique du phosphore

- Les roches sont le principal réservoir de phosphates
- Le cycle du phosphore ne comporte pas de phase gazeuse
- Le phosphore devient naturellement disponible à l'écosystème lors de la dissolution lente des roches
- Les producteurs absorbent le phosphore sous forme d'ions phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )
- La majeure partie du phosphore de l'écosystème provient de la circulation locale (décomposition des déchets organiques puis réintroduction au niveau des racines des producteurs)
- Le phosphore des écosystèmes terrestres est perdu lorsqu'il est entraîné, par lessivage, dans les cours d'eau
- Le phosphore des écosystèmes aquatiques est perdu lorsqu'il précipite au fond des océans et des lacs en formant des roches sédimentaires





**2<sup>ème</sup> Partie**  
**Facteurs écologiques**

# I. FACTEURS ECOLOGIQUES

## Définition

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

# I. FACTEURS ECOLOGIQUES

## 1. L'environnement physique et climatique

L'environnement est composé d'éléments physico-chimiques, indépendant des organismes et des populations. Ce sont les Facteurs Ecologiques Abiotiques.

### 1.1. Facteurs Ecologiques Abiotiques

#### 1.1.1. Les facteurs physiques et climatiques

- l'eau (composante indispensable à la vie, véhicule les nutriments)
- l'air (fournit l'oxygène et le gaz carbonique aux organismes vivants)
- la lumière (à la base de la photosynthèse)
- la température (température moyenne de la terre est 15 °C).

# I. FACTEURS ECOLOGIQUES

## 1.1.2. Les facteurs édaphiques

- la nature (support de développement des organismes vivants)
- la structure (conditionne l'exploitation par les organismes vivants)

## 1.1.3. Les facteurs chimiques

- la composition élémentaire : (matière minérale)
- l'état (solide, dissous, gazeux) et les changements de phase.

## 1.2. Facteurs Ecologiques Biotiques

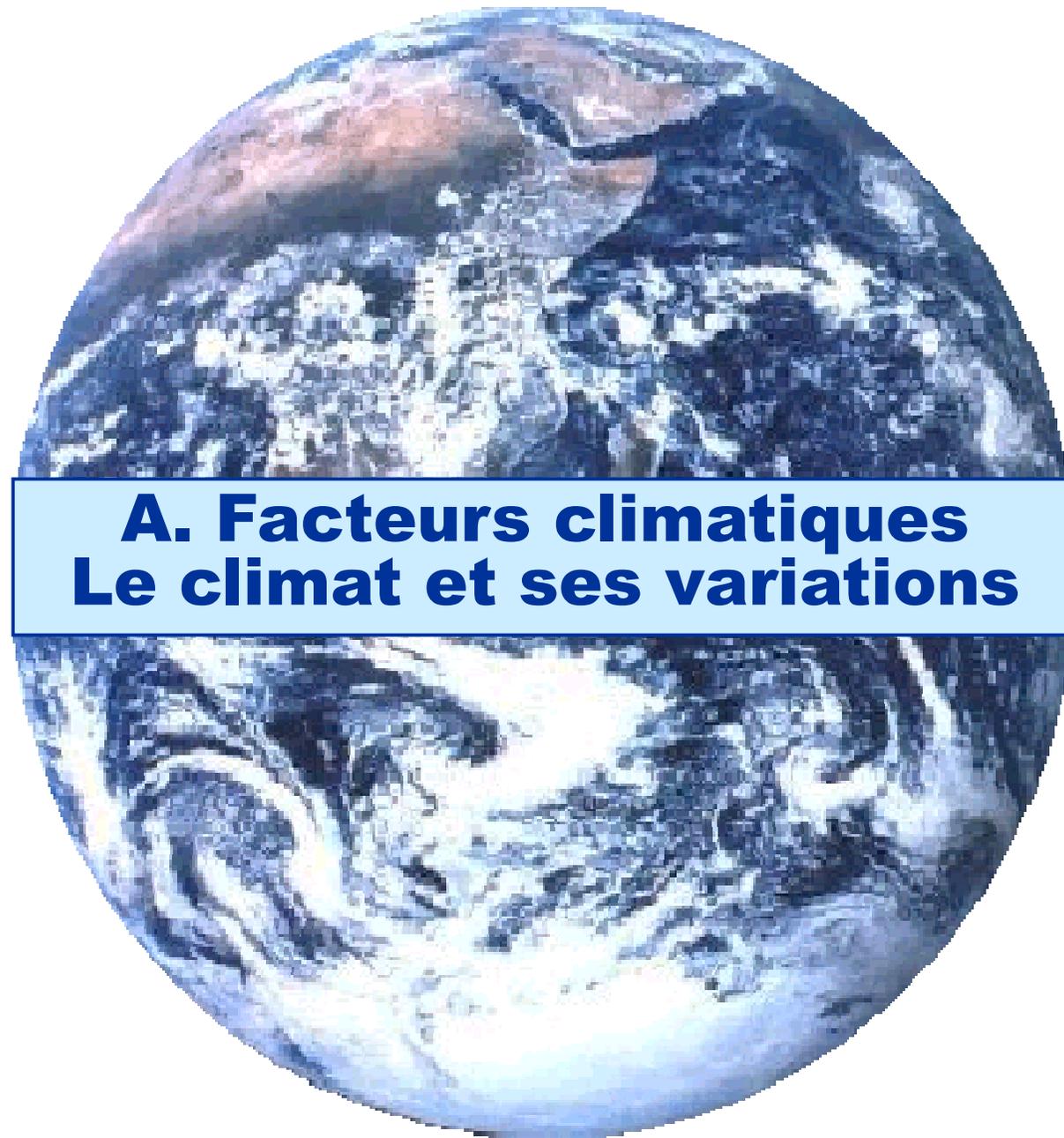
Ce sont les éléments qui définissent les relations que développent entre eux, les organismes et les populations. On distingue :

- l'anthropisation
- la compétition pour la ressource
- la prédation
- le parasitisme
- la symbiose

D'une manière générale :

**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.**



**A. Facteurs climatiques**  
**Le climat et ses variations**

# I- Définitions

## **LE CLIMAT:**

C'est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, humidité, ensoleillement, pression, vent, précipitations) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné.

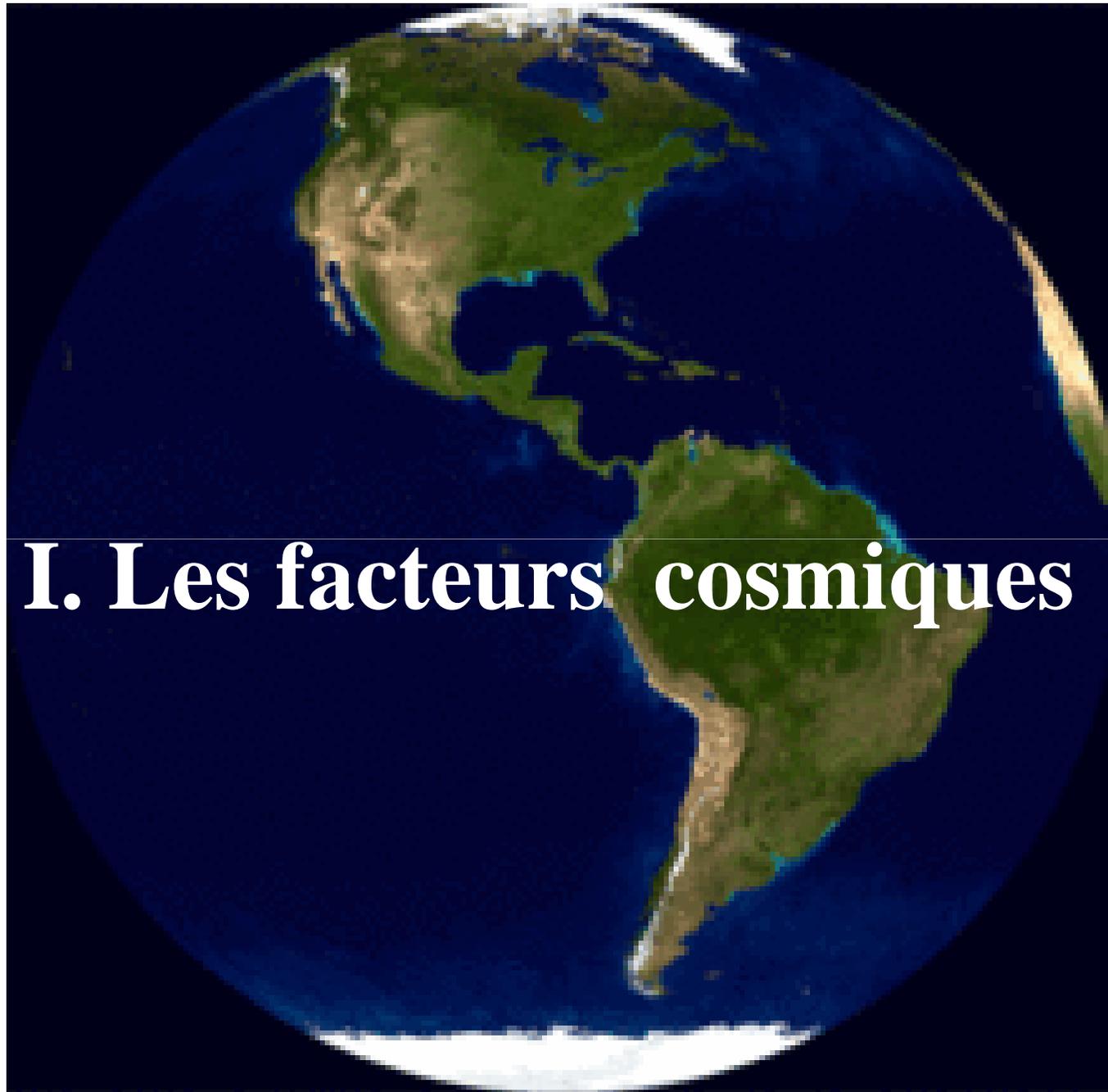
## II- Les causes des variations naturelles du climat

Le moteur principal du système climatique de la Terre est le Soleil. Ce système climatique résulte de trois groupes de facteurs :

☞ **Les facteurs cosmiques** : variation de l'énergie solaire et variation de l'activité solaire;

☞ **Les facteurs planétaires** : répartition de l'énergie solaire sur la planète et ses conséquences sur les mouvements d'air (dynamisme de l'atmosphère) ;

☞ **Les facteurs géographiques** : présence des reliefs, de la végétation, des volcans, les installations humaines, l'éloignement par rapport aux océans, etc) .



# I. Les facteurs cosmiques

# I: facteurs cosmiques

## 1. L'EFFET DU SOLEIL SUR LE CLIMAT

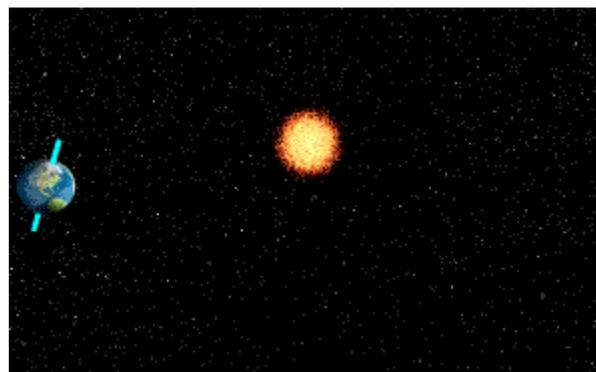
- Effet sur la température

Il existe 3 types de variations de la température à l'échelle du globe :

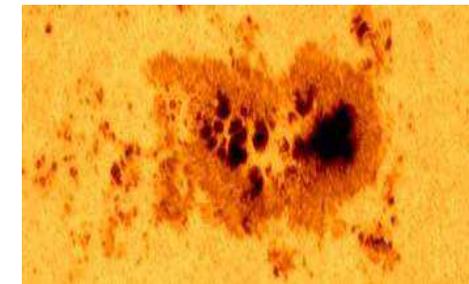
Variations périodiques  
à court terme  
(jour-nuit)



Variations périodiques  
à long terme  
(saisonniers)

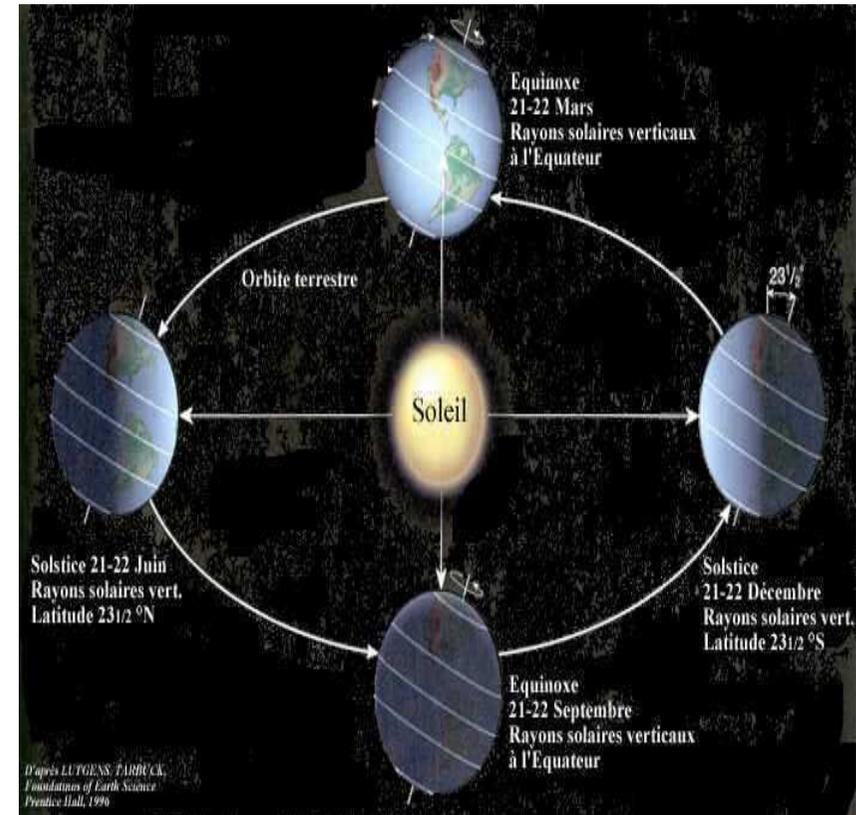


Variations  
périodiques  
(taches solaires)



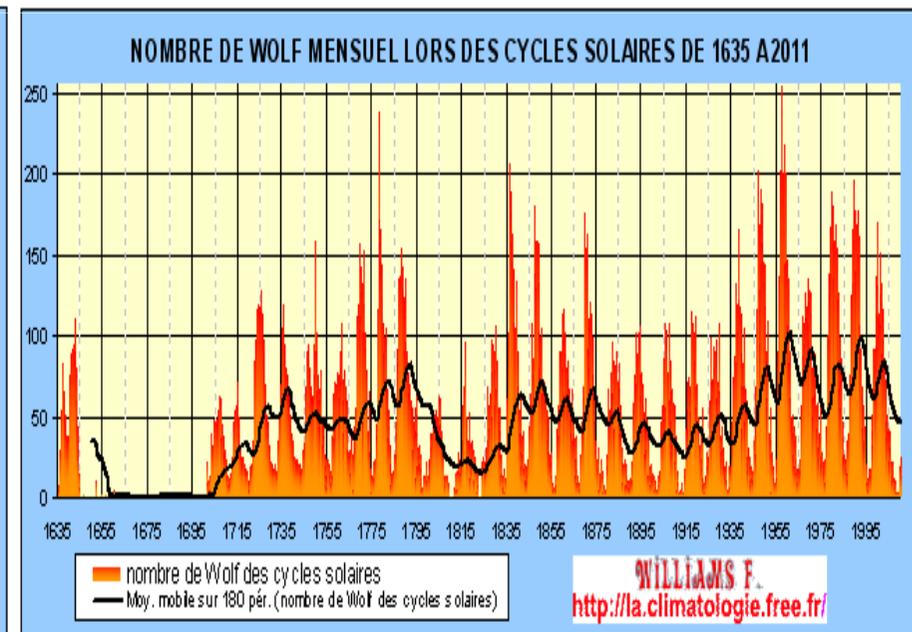
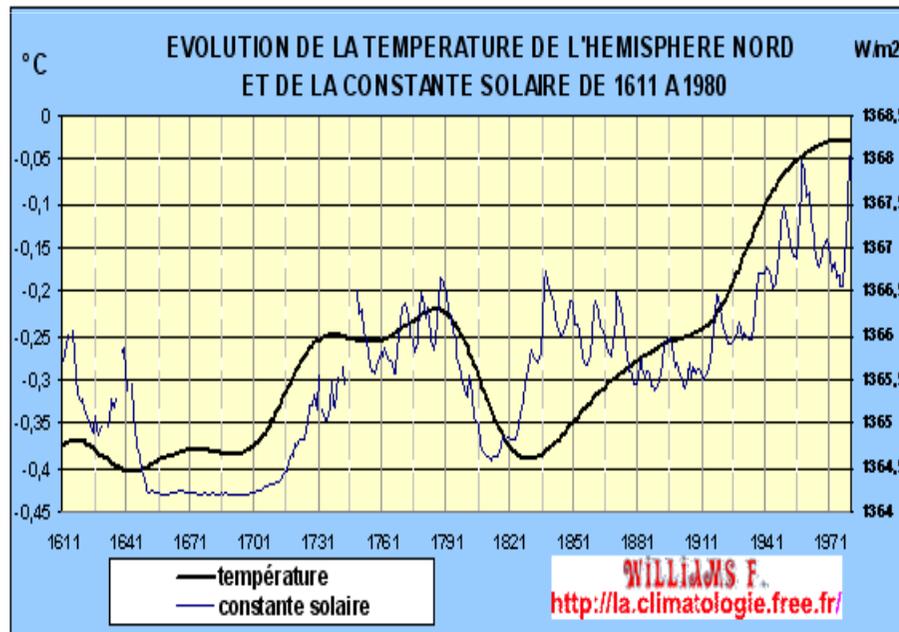
## 2. Variations périodiques (jour-nuit et saisonnières)

La terre fait un tour sur elle-même en 24 heures selon un axe incliné à  $23,5^\circ$  et fait le tour du soleil en 365 jours en décrivant une orbite quasi circulaire. Ces caractéristiques astronomiques de notre planète font en sorte que nous ayons quatre saisons.



### 3. Les variations de l'activité solaire (Taches solaires)

La théorie des taches solaires est développée par l'Allemand Heinrich Schwabe vers 1840 puis par l'Américain George Hale en 1906. Elle explique les faibles variations climatologiques qui ont lieu tous les 11 ans, cycle correspondant à celui des taches solaires qui ont une périodicité de 11 ans ; lorsque le nombre de taches solaires est important, le Soleil émet plus d'énergie (la Terre en reçoit donc plus) et donc un changement de température a lieu. La petite période glaciaire observée entre les années 1645 à 1715, est une illustration de la théorie de l'influence des variations de températures dues au cycle des taches solaires. (Voir vidéo)





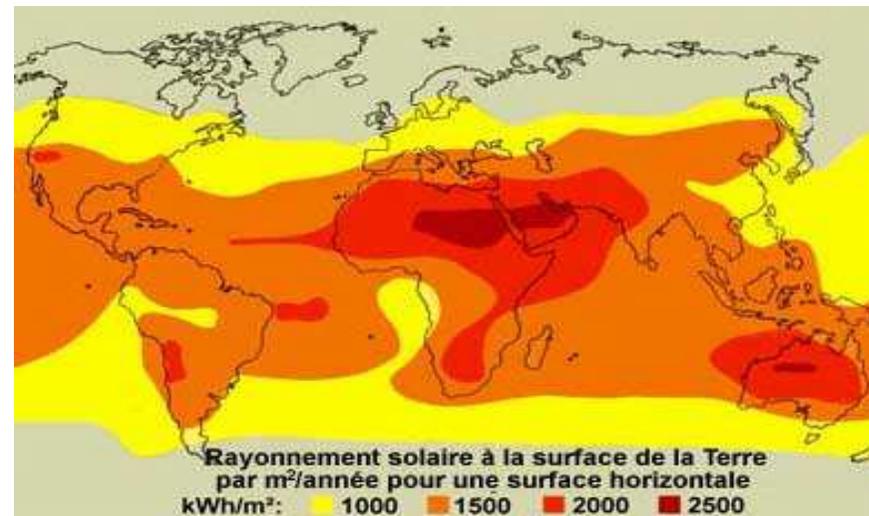
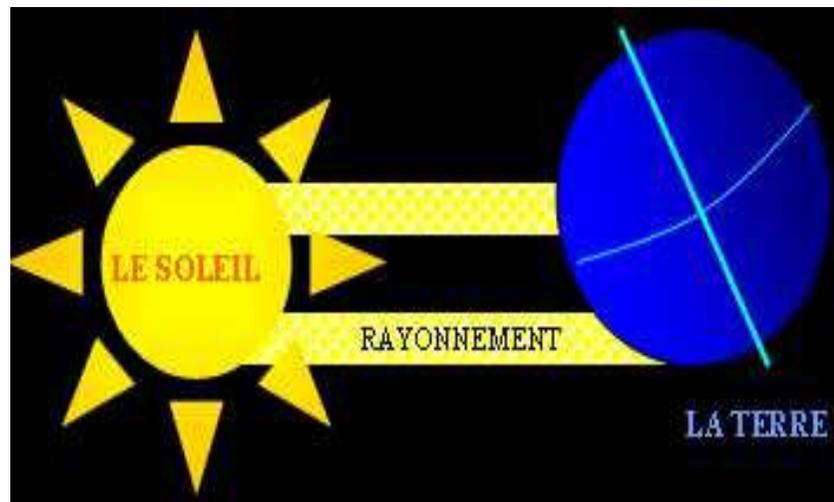
## II. Les facteurs planétaires

# II. Facteurs zonaux ou facteurs planétaires

## 1. Variations latitudinales des températures

Dans les conditions naturelles, La répartition du rayonnement solaire au niveau de notre planète est fonction de la position de la Terre par rapport au Soleil.

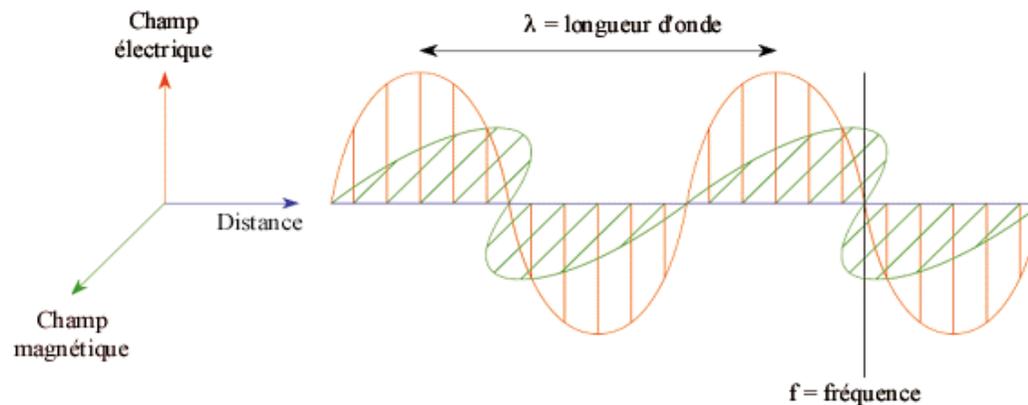
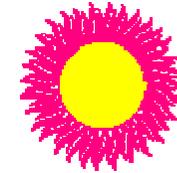
L'axe des pôles forme un angle de  $23^{\circ}5'$  avec la normale (perpendiculaire) au plan de l'écliptique : *l'intensité lumineuse varie avec la latitude*



# II. Facteurs zonaux ou facteurs planétaires

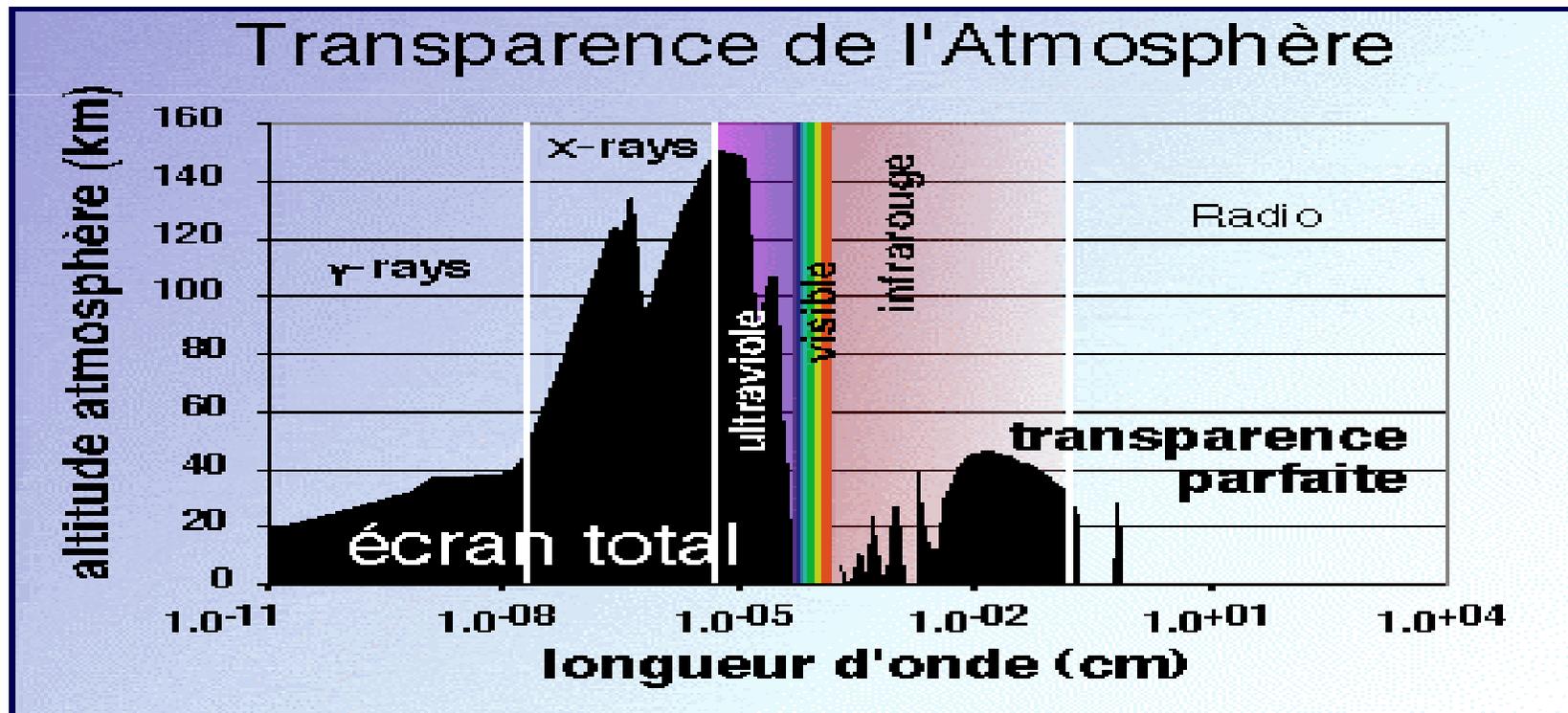
## 1.1. Rayonnement solaire

Notre planète tire toute son énergie sous forme de rayonnement électromagnétique. d'une seule source : le soleil.



L'atmosphère fait écran total aux rayons gammas et X.

Seule une partie de l'UV, le spectre de la lumière visible et les ondes radio atteignent le sol.



## 1.2. Le bilan radiatif de la Terre

- Le bilan radiatif de la Terre est une composante essentielle du système climatique.
- L'absorption du rayonnement solaire et la perte de chaleur vers l'espace sont des mécanismes primordiaux pour les températures globales et la dynamique du système
- La quantité d'énergie solaire interceptée à la surface de la terre dépend des quantités d'énergie réfléchie par les nuages et les particules en suspension dans l'air (aérosols)

## 1.2. Le bilan radiatif de la Terre

Le bilan radiatif d'un milieu considéré c'est la différence par unité de temps entre le gain d'énergie de rayonnement fourni par l'absorption de tout ou partie du rayonnement incident et la perte de cette même énergie causée par l'émission de rayonnement.

**Le bilan radiatif = rayonnement absorbé – rayonnement émis**

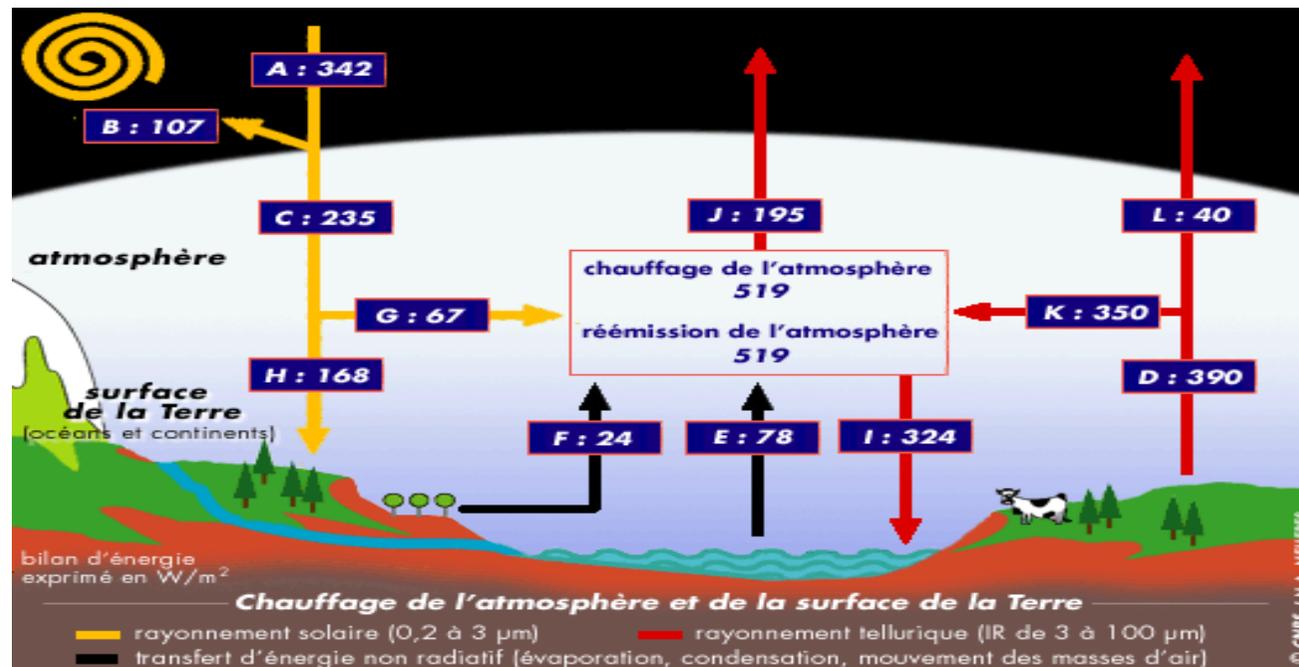
.

La température moyenne sur toute la surface de la Terre (océans et continents), et sur toute l'année est estimée à **+15°C**.

## 1.2. Le bilan radiatif de la Terre

La température sur la surface de la Terre (continents et océans) est le résultat d'un équilibre entre l'énergie absorbée et l'énergie réfléchie. L'énergie qui chauffe la surface de la Terre provient de deux origines (H et I), ce qui représente 492 watts/m<sup>2</sup>.

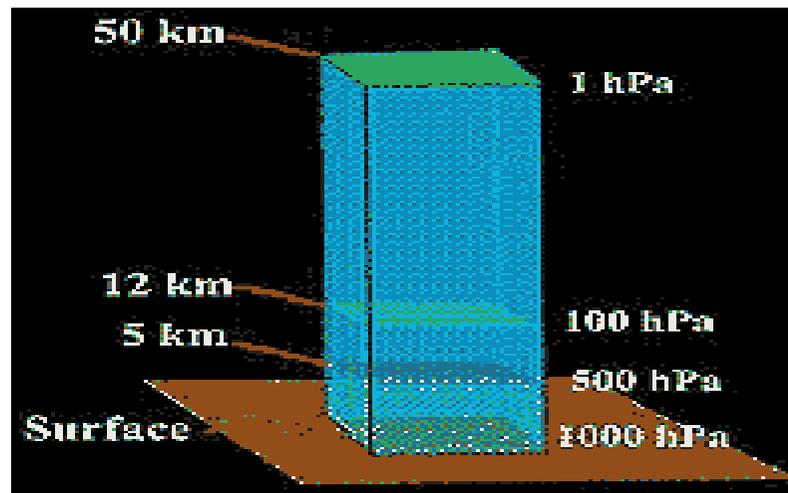
Cette même quantité d'énergie (492 watts/m<sup>2</sup>) quitte la surface de la terre par trois origines (D, E et F). Tout changement dans chacune de ces origines, entraînera un déséquilibre de l'énergie, et par conséquent modifiera la température moyenne sur Terre et se répercutera sur le climat.



## 2. Mouvement d'air et dynamique des masses atmosphériques

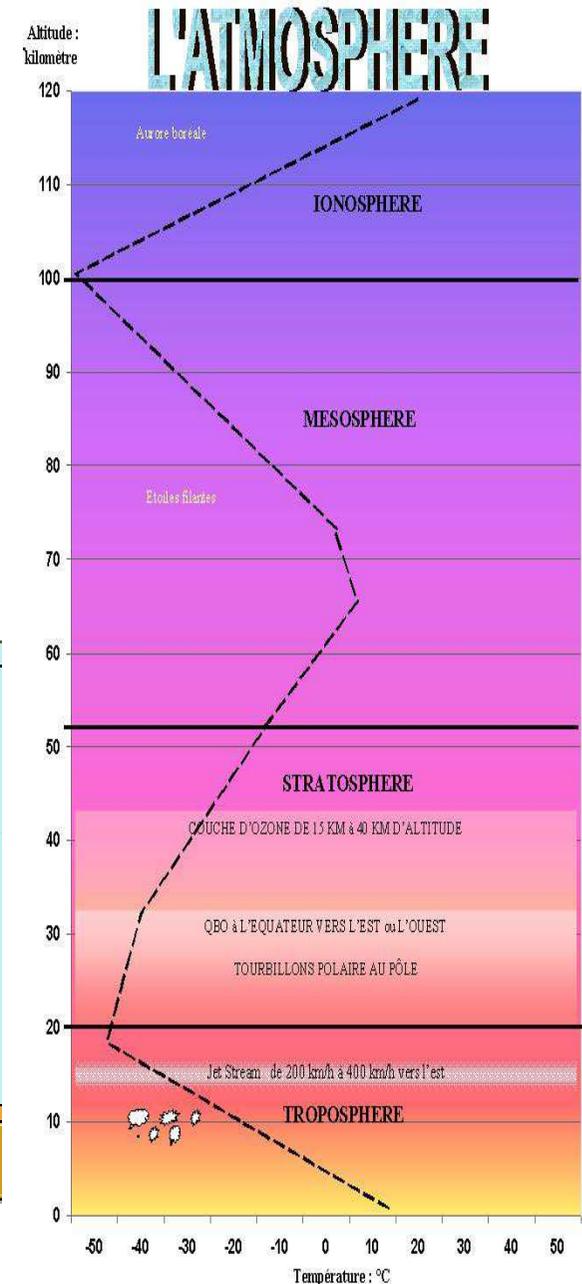
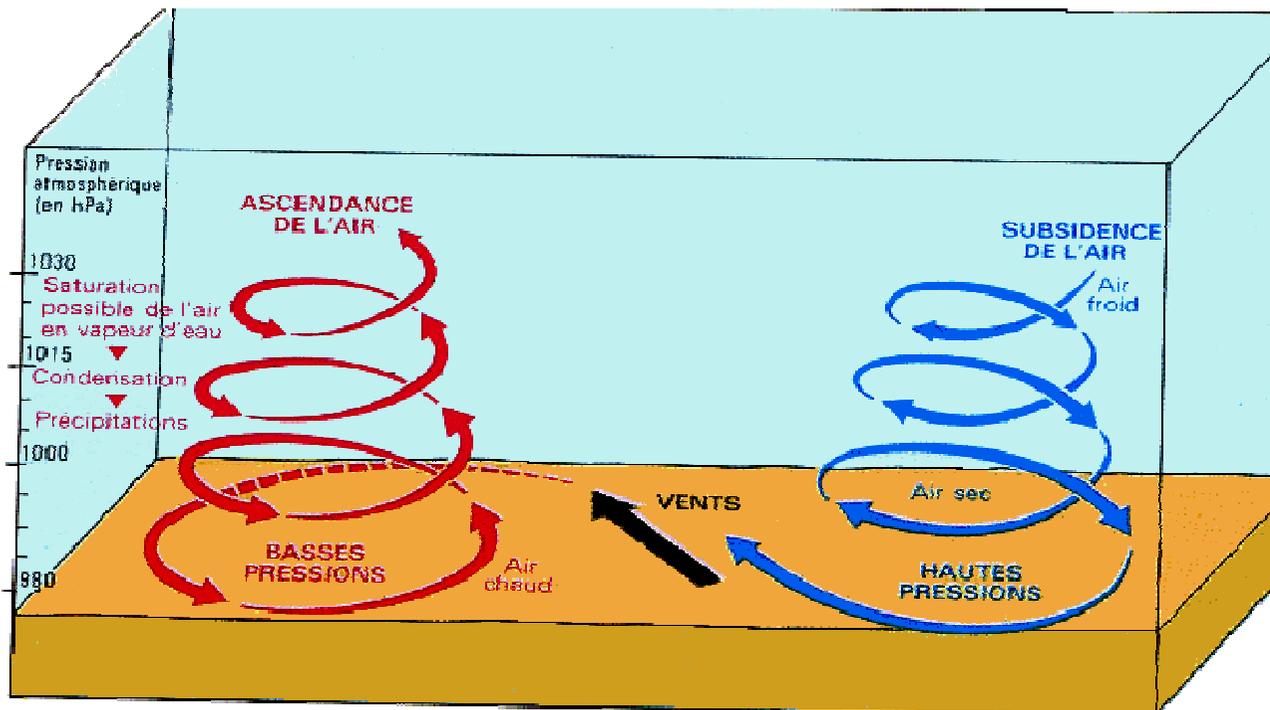
### 2.1. Les mouvements d'air verticaux

- L'air est un gaz qui a du poids. **La pression atmosphérique** est le poids d'une colonne d'air qui s'étend de la surface de la terre jusqu'au sommet de l'atmosphère et ce poids s'applique sur tous les objets à la surface de la Terre.
- La pression atmosphérique peut donc être mesurée en millimètres, ou en kilopascal (kPa) ou bar .
- La pression atmosphérique diminue avec l'altitude d'environ 3 hectopascals par tranche de 25 m.

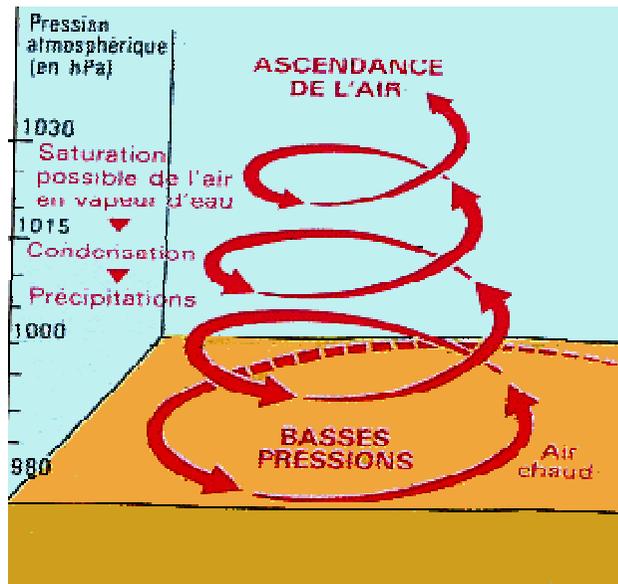


## 2.1. Les mouvements d'air verticaux

- La densité de l'air dépend de sa température :
  - l'air chaud plus léger s'élève
  - l'air froid, plus lourd se tasse vers le sol.Ainsi, au contact du sol, l'air s'échauffe, devient donc plus léger et s'élève : il se produit **une ascendance**.
- Inversement, l'air froid, plus lourd, va descendre vers le sol, se comprimer et se réchauffer : il se produit **une subsidence**.

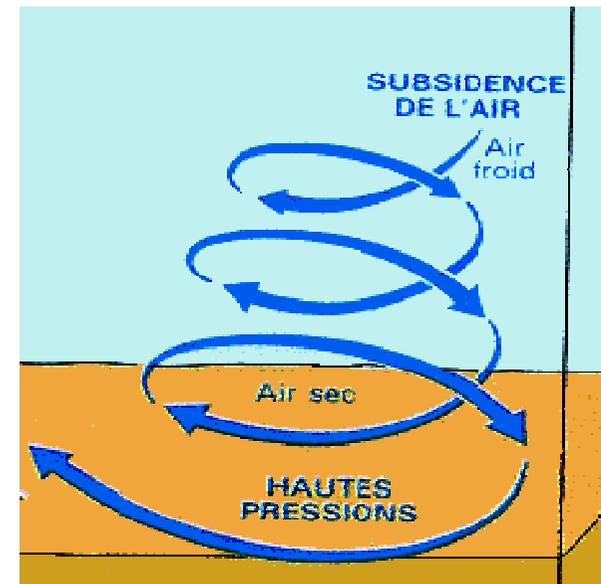


## 2.1. Les mouvements d'air verticaux



**Régions équatoriales**

L'air tropical s'est chauffe et devient moins dense donc plus léger et s'élève en altitude. Alors des basses pressions se forment au niveau du sol.

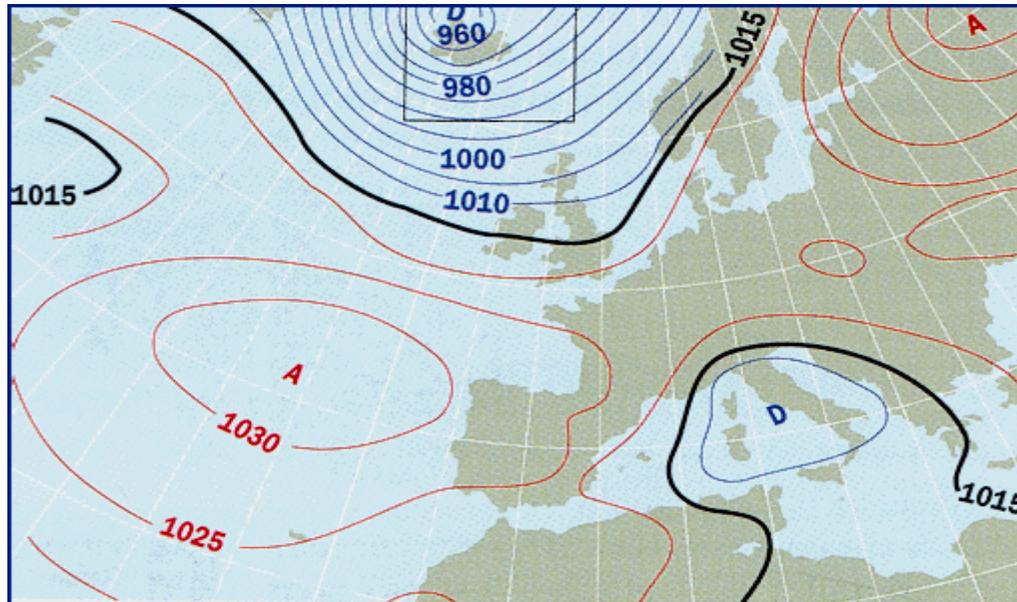


**Régions polaires**

Les masses d'air se refroidissent et deviennent plus denses donc plus lourdes et descendent. Alors des hautes pressions se forment au niveau du sol.

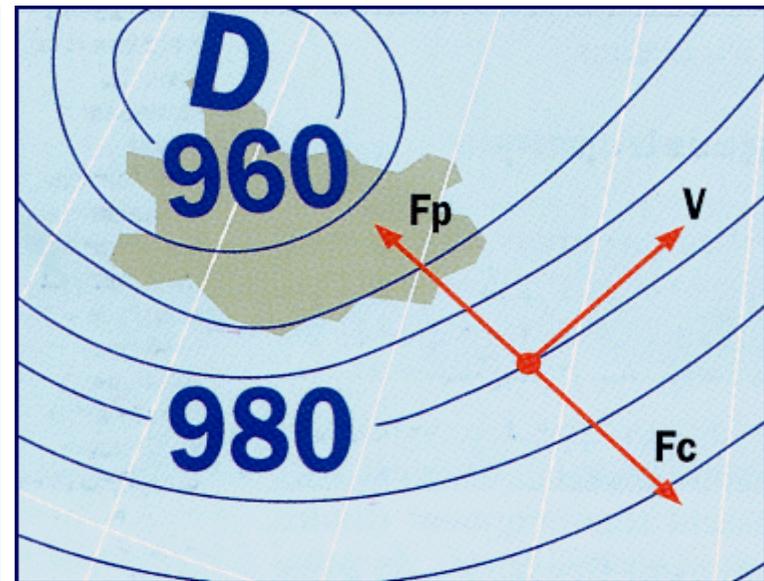
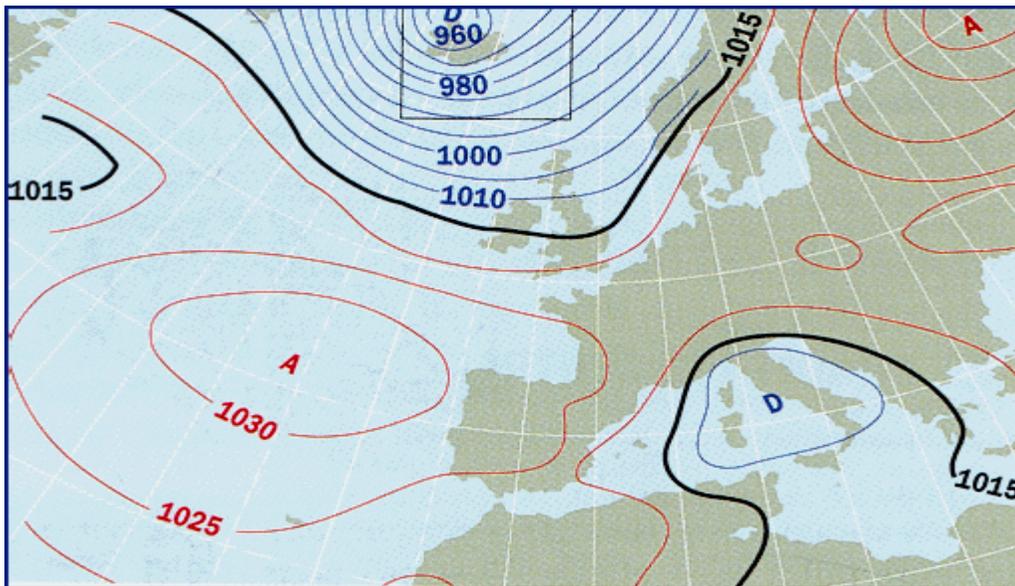
## 2.2. Les déplacements d'air horizontaux

- - Quand la pression est supérieur 1013 hPa (**haute pression**) cela correspond à un **anticyclone (affecté de signe positif)**
- - Quand la pression est inférieur à 1013 hPa (**basse pression**) c'est un **Cyclone ou dépression (affecté de signe négatif)**
- Une hausse de pression de l'air favorise généralement du beau temps, tandis qu'une baisse de pression est souvent associée à du mauvais temps et si elle descend très vite elle entraine un **orage** voir une **tempête**.



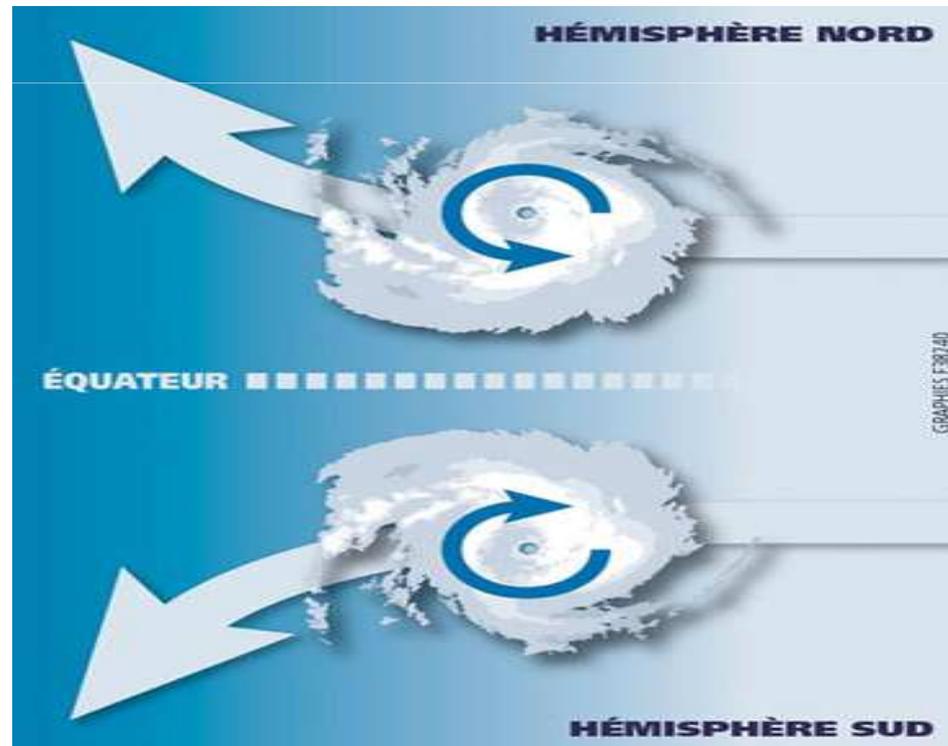
## 2.2. Les déplacements d'air horizontaux

Le vent est un déplacement horizontal de l'air engendré par **la force de pression** qui tend à déplacer l'air atmosphérique des zones de hautes pressions vers les zones de basses pressions. Cette force de pression est perpendiculaire en chaque point aux lignes isobares, son intensité est d'autant plus grande que la différence de pression est élevée.

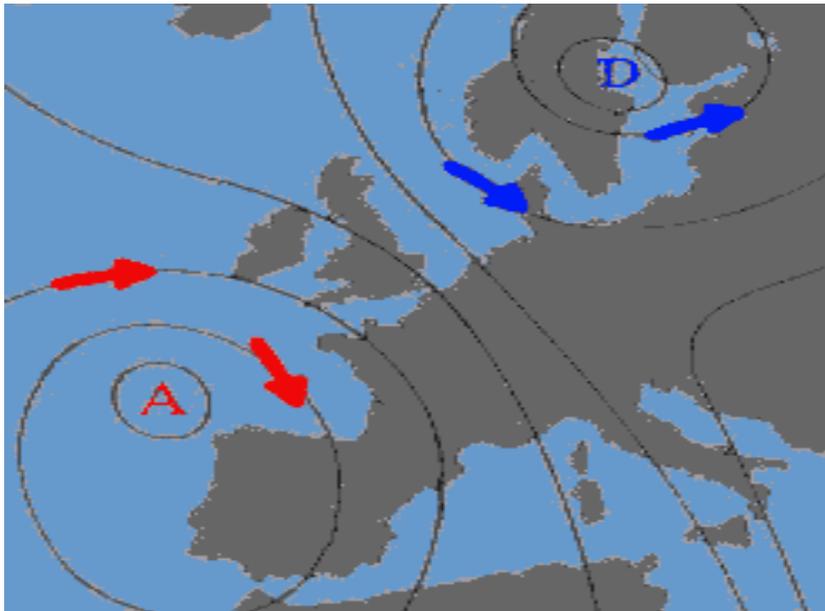


## 2.2. Les déplacements d'air horizontaux

- Le mouvement du vent est perturbé par la rotation de la Terre engendré par **la force de Coriolis** qui dévie l'air **vers la droite dans l'hémisphère nord** et vers **la gauche dans l'hémisphère sud**. Cette déviation est nulle à l'équateur et maximales aux pôles. Cette force déviante est à l'origine du mouvement tourbillonnaire de la masse d'air.

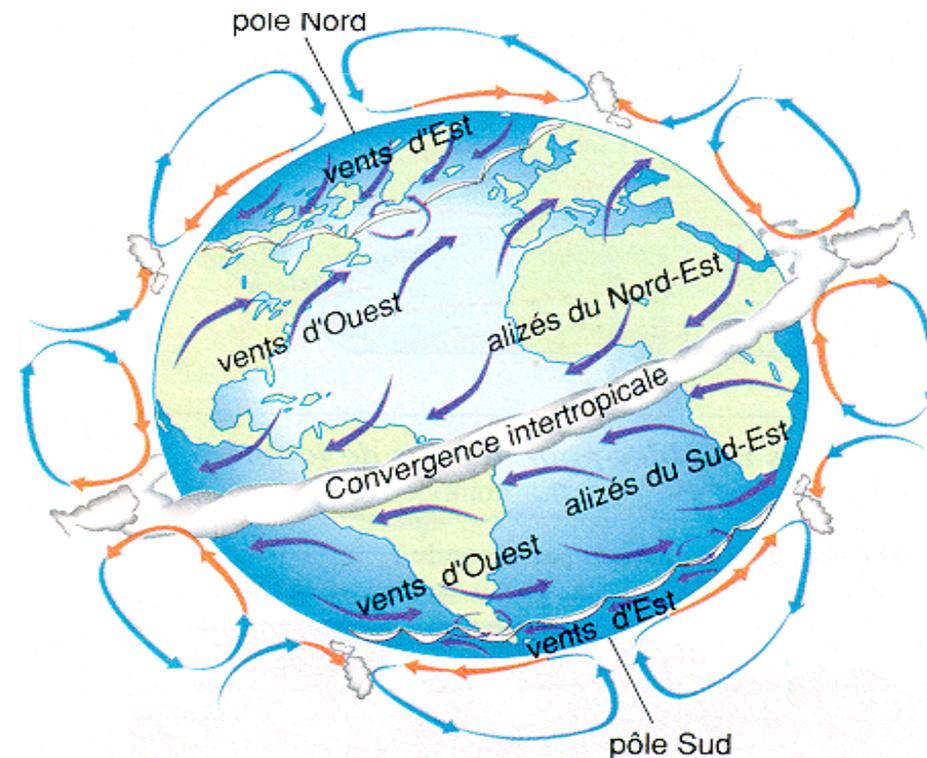
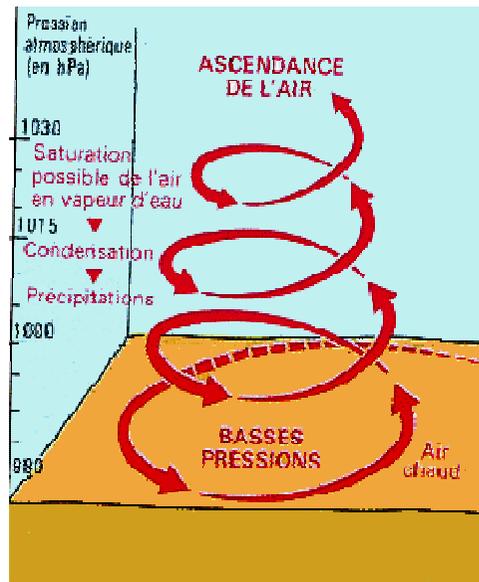


- D'après cette hypothèse, le mouvement du vent ne se fait pas perpendiculairement aux lignes isobares mais tangentiellement. L'air tourne autour des centres dépressionnaires et des centres anticycloniques. Dans l'hémisphère nord, le vent tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre autour d'un centre dépressionnaire et dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone. Dans l'hémisphère sud, les mouvements du vent sont inversés.



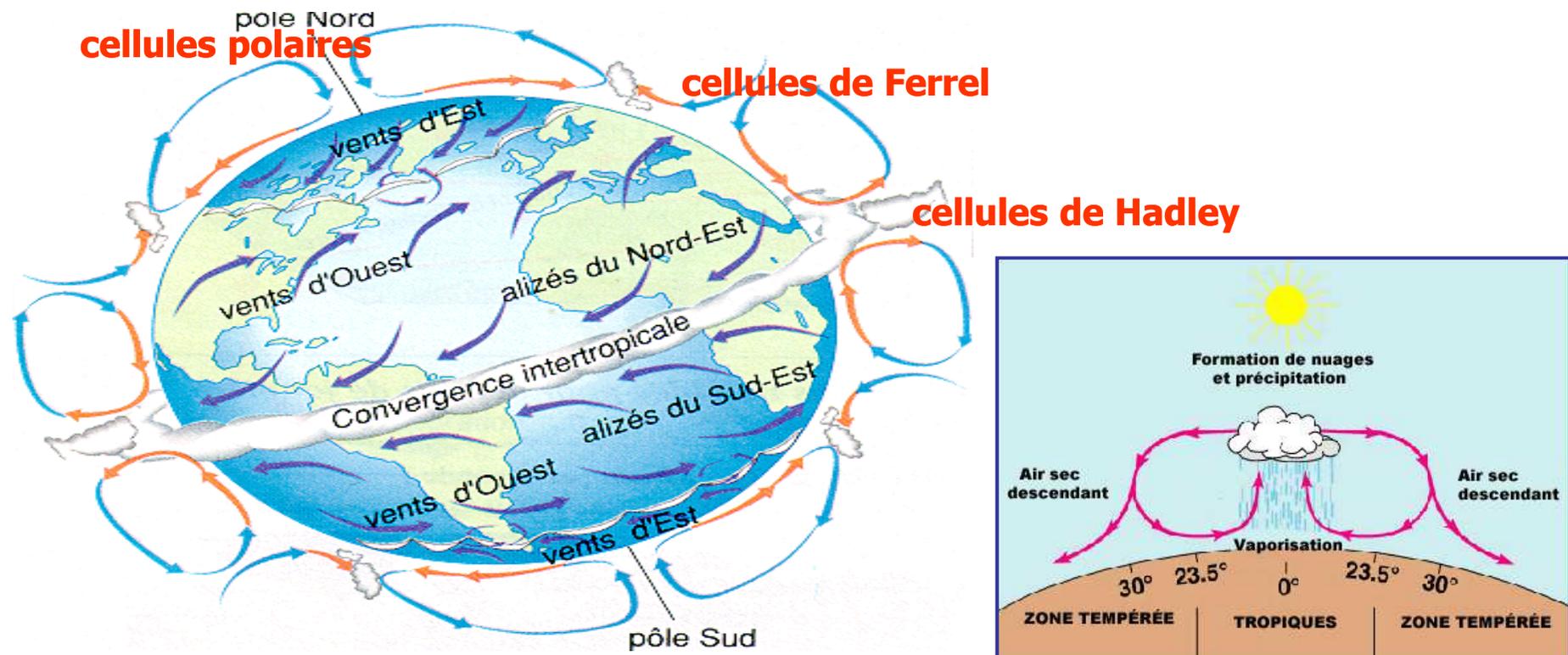
## 2.3. La circulation atmosphérique générale

La source principale des mouvements atmosphériques est le soleil. Celui-ci réchauffe la surface de la Terre. Des mouvements ascendants se créent, mais en s'élevant, l'air se refroidit et redescend alors vers le sol. Cette circulation porte le nom de cellule. Les différentes cellules sont disposées en bandes selon les latitudes : c'est une organisation zonale.



## 2.3. La circulation atmosphérique générale

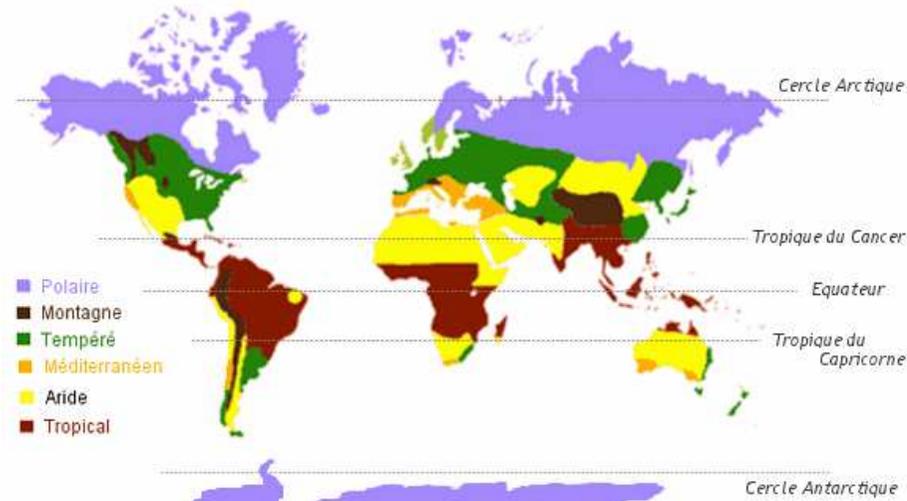
- On distingue donc six cellules de convection (transfert de l'énergie ou de chaleur) : deux cellules équatoriales dans le sens direct dites **cellules de Hadley**, deux cellules à circulation inverse des précédentes dites **cellules de Ferrel** et deux **cellules polaires** à nouveau à circulation directe.



# 3. Les grandes zones climatiques

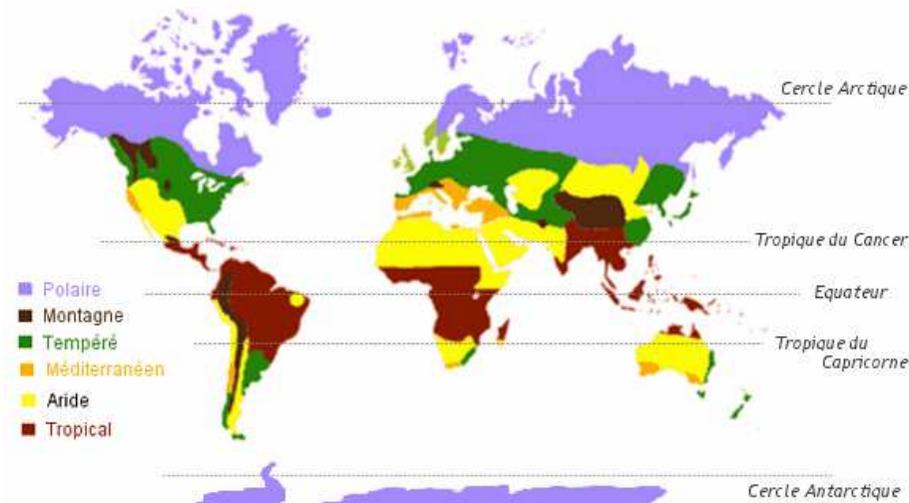
## 3.1. Climats tropicaux humides

Ce climat est présent autour de l'équateur jusqu'à 15 à 25 degrés de latitude nord et sud. La température mensuelle moyenne est toute l'année au-dessus de 18°. On distingue une saison sèche d'une saison Humide. Plus on s'approche de l'équateur et plus la saison humide s'allonge. Le niveau de précipitation annuel dépasse 1500 mm.



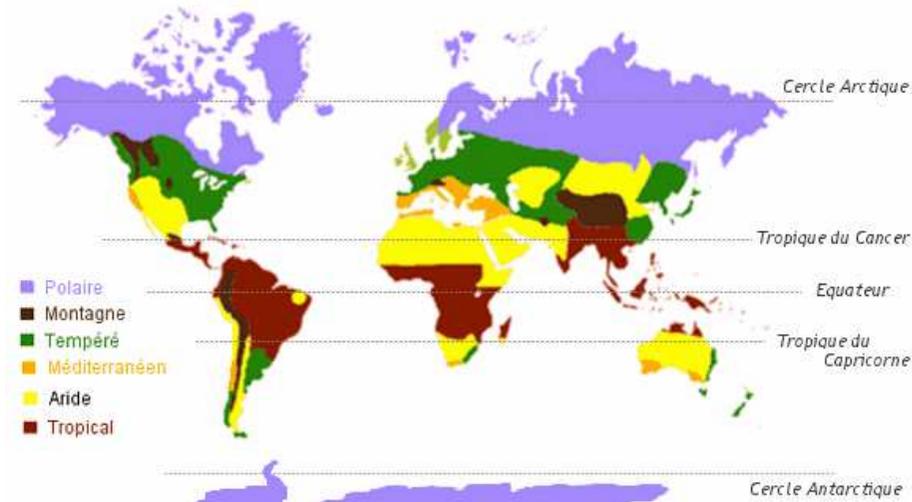
## 3.2. Climats tropicaux secs

- Le climat tropical sec est caractérisé par une évaporation supérieure aux précipitations et une température moyenne annuelle supérieure à 18 °C. On distingue quelques mois où les précipitations peuvent se produire. La végétation est parfois absente. Il s'étend entre 20 et 35 degrés de latitude nord et sud. Ce climat est caractéristique des régions désertiques ou semi-désertiques des grandes régions continentales souvent entourées de montagnes, à l'ouest et au centre des continents.



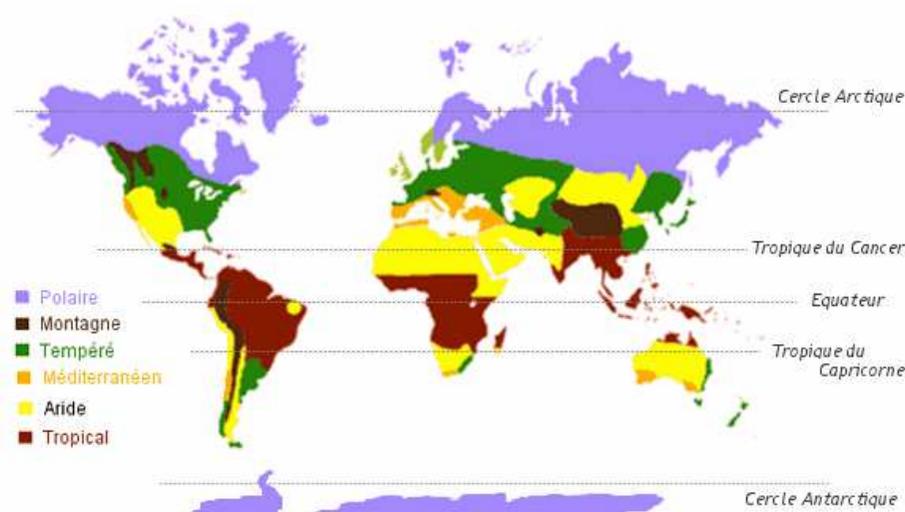
## 3.3. Climats tempérés

- Ce climat est en général caractérisé par des étés chauds et humides et des hivers doux. On les distingue par une amplitude thermique faible (plus ou moins  $10^{\circ}$ ), qui s'accroît dans l'intérieur des continents (jusqu'à  $40^{\circ}$ ). Les précipitations sont moyennes, et le vent de secteur Nord-Ouest est dominant. On le retrouve entre 30 et 50 degrés de latitude dans l'hémisphère nord et sud.



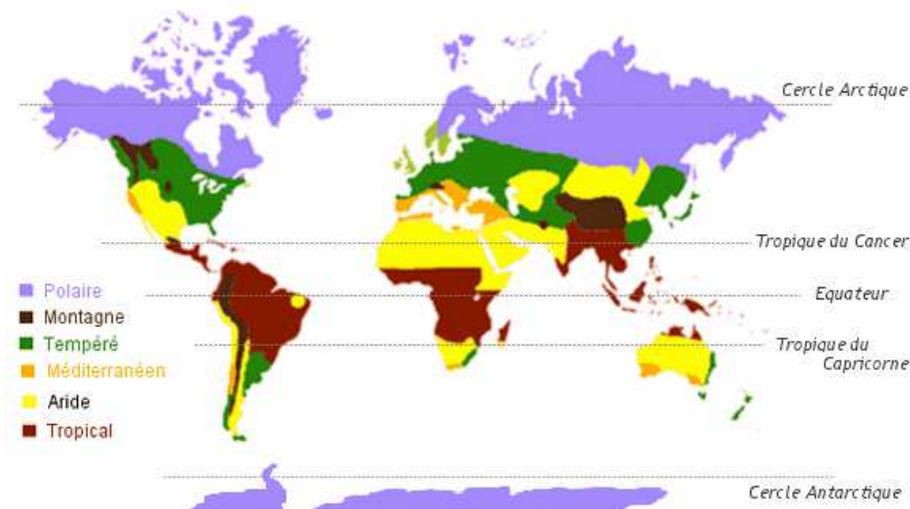
## 3.4. Climats subarctiques

- Ce climat est un intermédiaire entre le climat tempéré et le climat polaire. Les étés sont moins chauds et les hivers plus rigoureux que dans le climat tempéré. On ne retrouve ce type de climat que dans l'hémisphère nord : extrême nord-est des États-Unis, Canada, majeure partie de la Russie et nord-est de la Chine.



## 3.5. Climats polaires

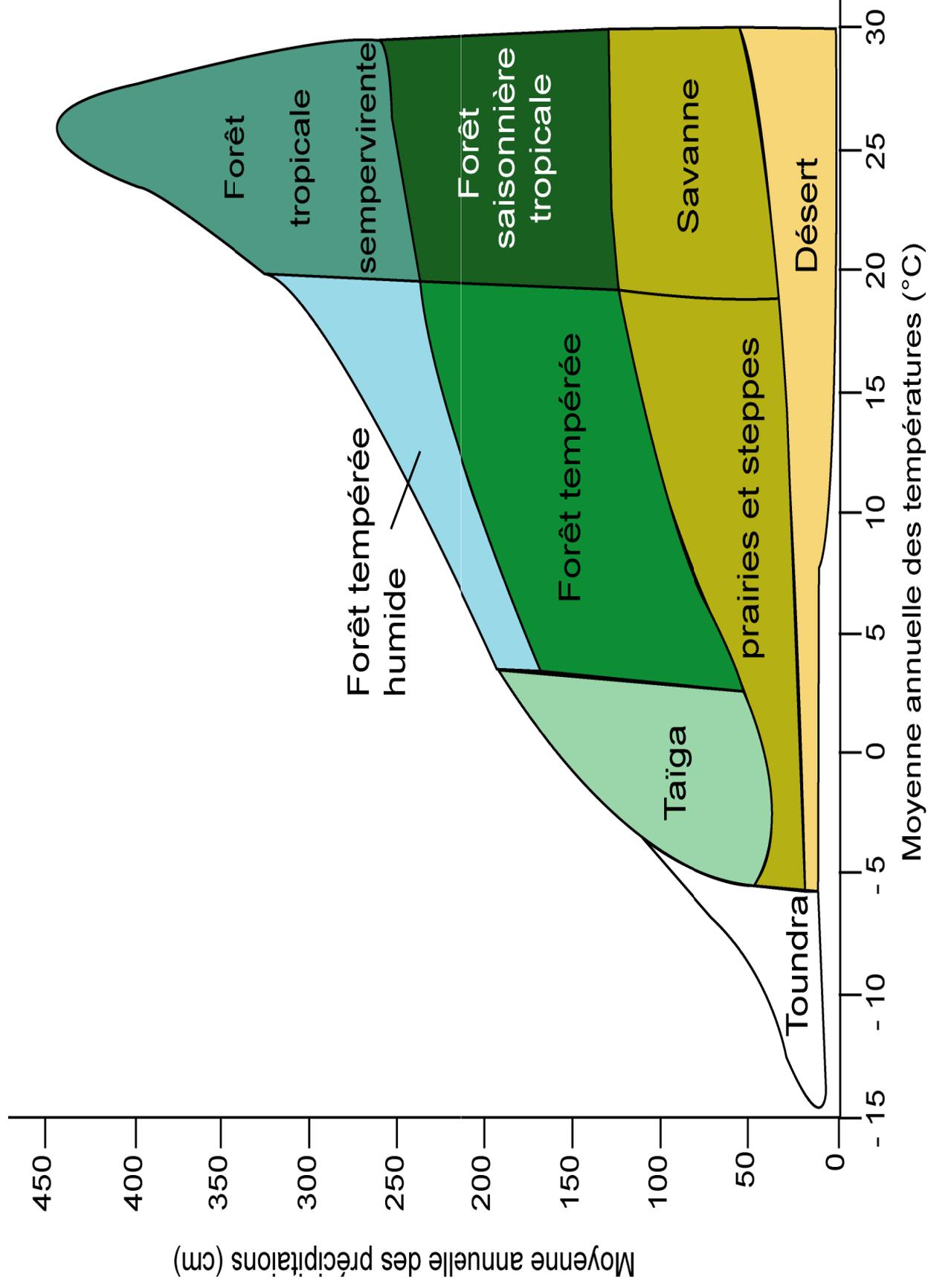
- Le climat polaire est caractérisé par des températures froides toute l'année, le mois le plus froid étant toujours au dessus de  $10^{\circ}$ . Le climat polaire est caractérisé par des précipitations quasi nulles (vu que presque toute eau est solide). Les températures y sont très basses. Ce climat est caractéristique des côtes nord de l'Amérique, de l'Europe et de l'Asie.



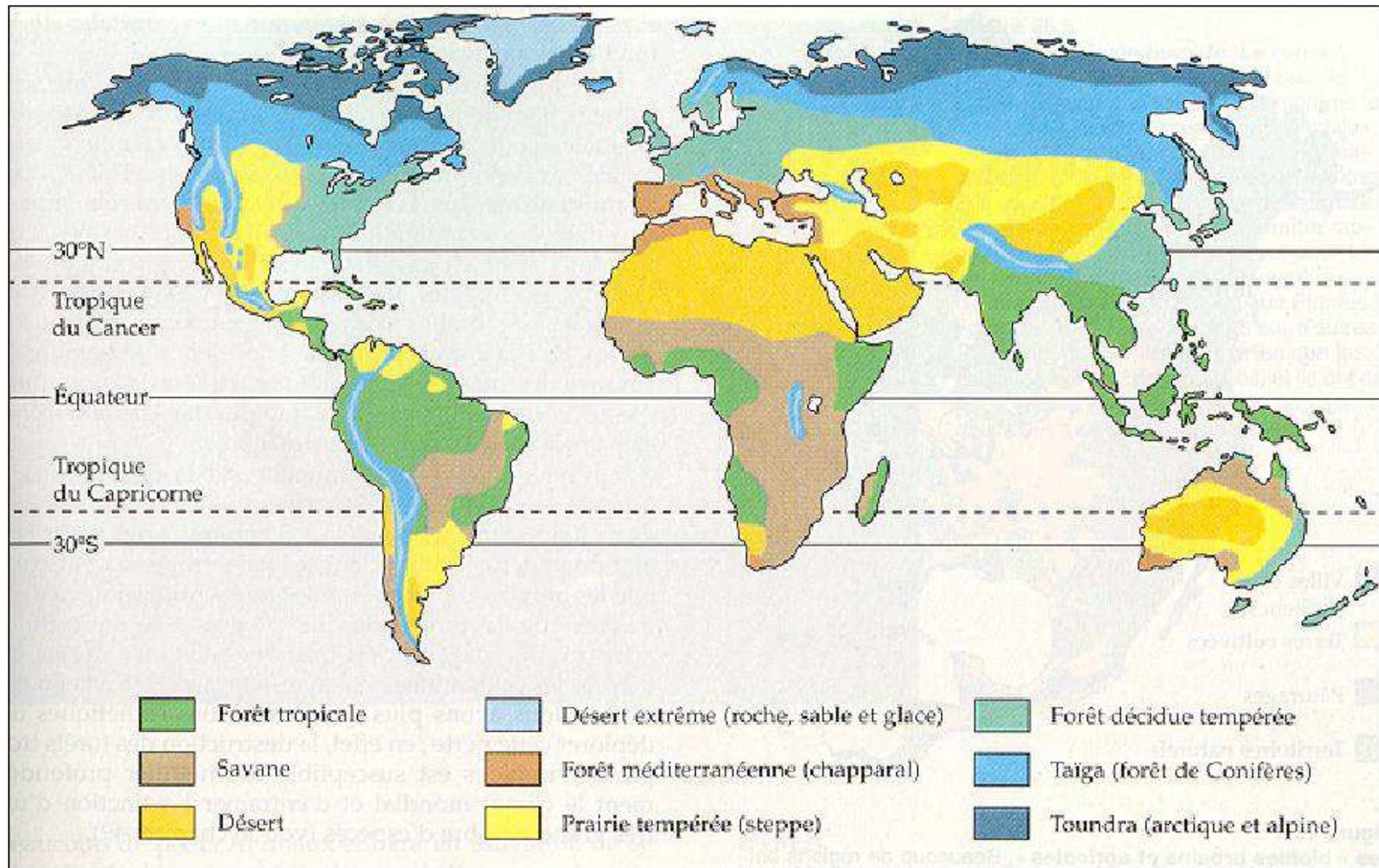
# 4. Les biomes

## 4.1. Qu'est-ce qu'un biome?

- ☛ Les biomes correspondent à des subdivisions **latitudinales** sous forme de bandes, de l'équateur vers les pôles, en fonction du climat et du milieu (aquatique, terrestre, montagnard).
- ☛ La répartition est généralement fondue sur les adaptations des espèces au froid et/ou à la sécheresse.
- ☛ Il n'y a pas de frontière nette entre deux biomes. Les zones de transition où se chevauchent des deux systèmes se nomment **écotones**.



## 4.2. Distribution des biomes terrestres



## 4.2.1. Biomes terrestres

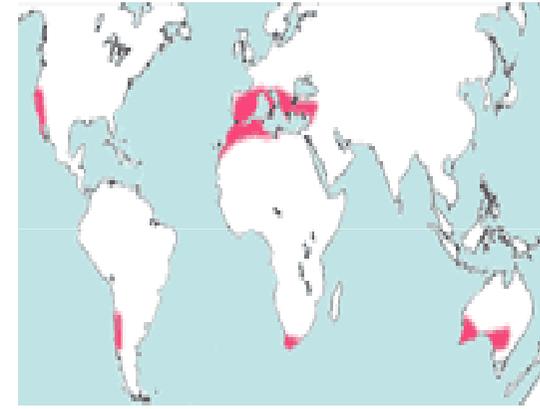
### - Les zones chaudes

- Forêts tropicales et subtropicales humides à feuillage caduque (**caractérisé par un climat chaud et très humide**).
- Forêts de conifères tropicales et subtropicales (**la saison sèche est longue et les précipitations sont rares**)
- La Forêt tropicale et subtropicale sèche à feuillage caduque
- Les Prairies, savanes et broussailles tempérées
- Les prairies et savanes inondées
- Mangroves



# Les zones tempérées

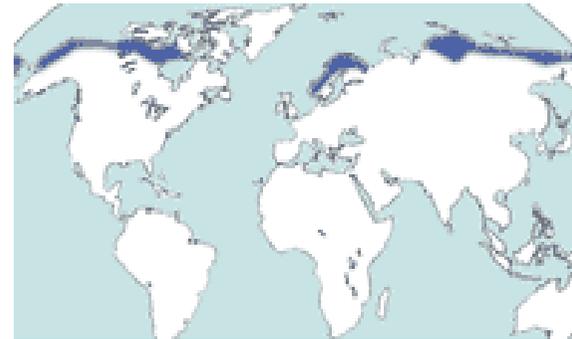
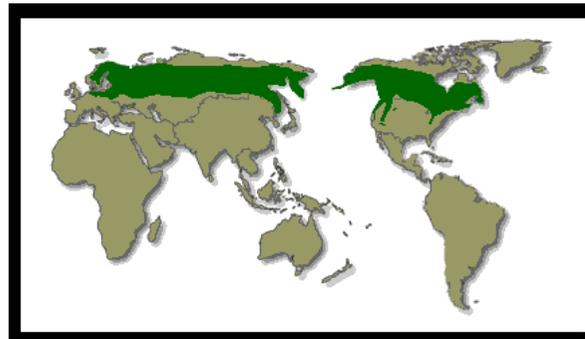
- Les forêts tempérées d'arbres à feuilles caduques
- Les forêts de conifères tempérées
- Forêts, bois et broussailles méditerranéens



## Les zones froides

. **La taïga ou forêt boréale** : C'est une région biogéographique nordique subarctique, composée principalement de sapins et autres conifères à feuilles persistantes

. **Toundra** : La toundra n'existe pratiquement que dans l'hémisphère nord. La **toundra** est constituée par une strate végétale basse composée d'herbacées. Elle forme un cercle autour du pôle de plus de 8 millions de km<sup>2</sup> soit 6% des terres émergées.



## Les biomes azonaux

- ♦ **Les déserts et broussailles xérophytes** : est un milieu caractérisé par des conditions arides. Ce biome est caractérisé par une végétation rare, basse dite xérophyte composée notamment de plantes succulentes ou *grasses*.
- ♦ **Les prairies et broussailles de montagne** : Cette formation est situées au-dessus de la *limite des arbres*.



## 4.2.2. Biomes aquatiques

- un peu plus de 70% de la surface de la terre est occupée par l'eau – océans, lacs et rivières etc.
  - estuaires : embouchure fluviale où il y a mélange de l'eau saline et l'eau douce, très riche en organismes biologiques
  - zones littorales : zones côtières où la terre et l'océan se rencontrent
  - réefs de corail : dépôts calcaires-carbonates au large de l'océan
  - borne continental : bordure du continent en dessous de l'eau océanique
  - fond de l'océan : région océanique lointaine

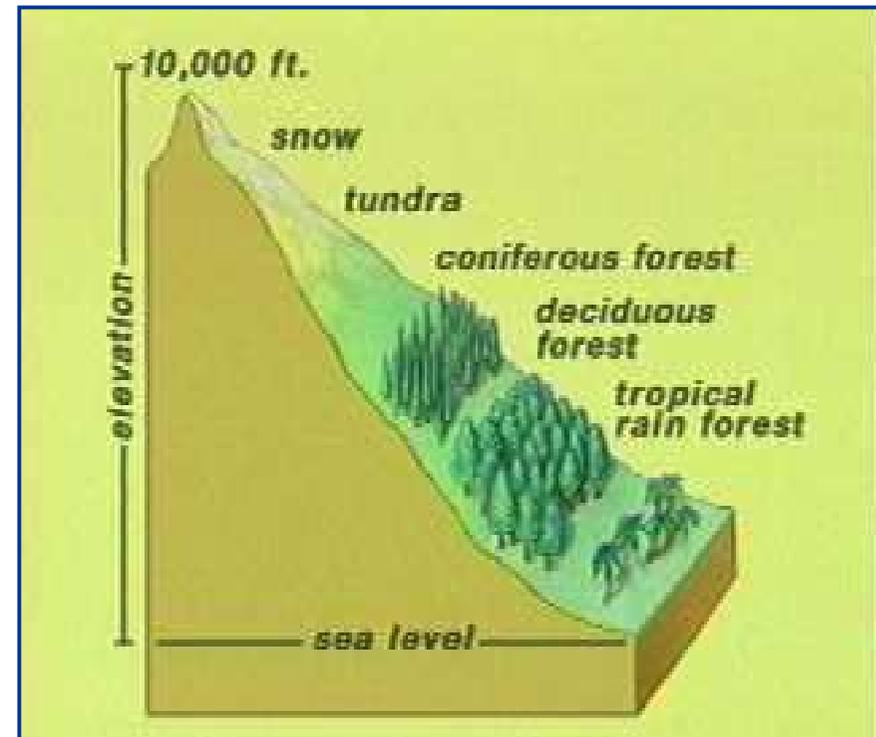
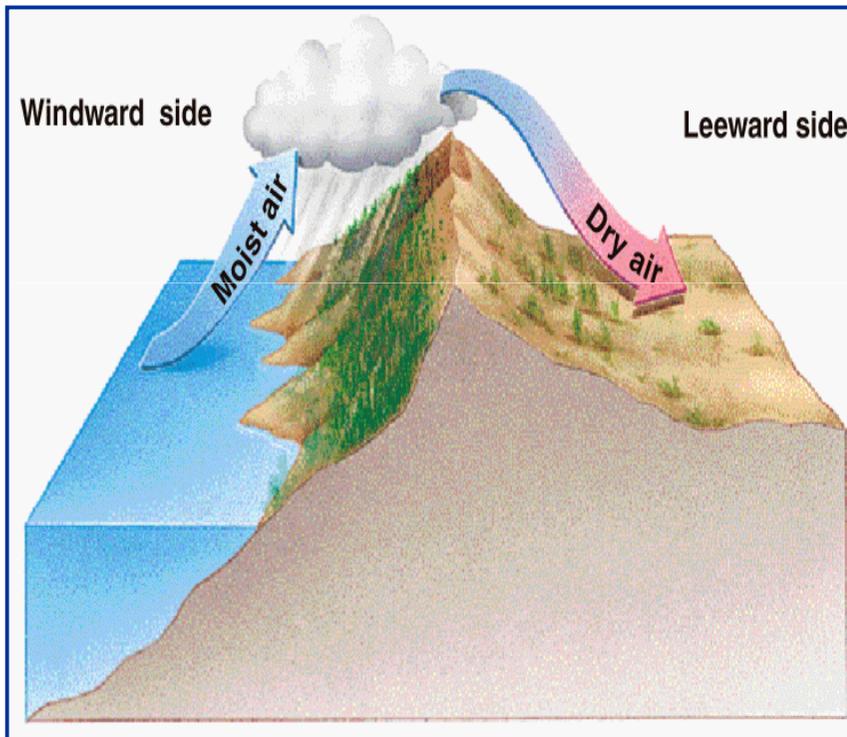


A satellite-style image of the Earth, showing the Americas (North and South America) in green and brown, surrounded by the deep blue oceans. The Earth is set against a black background, with a thin white line representing the horizon or the edge of the planet. The text "III. Les facteurs géographiques" is overlaid in white serif font across the center of the image.

### III. Les facteurs géographiques

# III. Les facteurs géographiques

## Hydrographie et topographie



# 1. Les variations des précipitations

Trois facteurs interviennent dans la répartition des précipitations .

## **1.1. La position géographique**

Elle se traduit par une diminution des précipitations annuelles avec :

- **la latitude**, on parle d'un gradient nord-sud ou gradient latitudinale.
- **la longitude ou continentalité**, on parle d'un gradient ouest-est, c'est à dire les moyennes annuelles des précipitations baissent lorsqu'on s'éloigne de la mer dans un relief homogène.

## *1.2. L'altitude*

Elle se traduit par une augmentation des précipitations avec l'altitude. La présence des montagnes compense donc l'éloignement de la mer par l'altitude. Par exemple, Fès située à 415 m d'altitude reçoit annuellement 545 mm contre 1101 mm à Ifrane située à 1635 m d'altitude.

## *1.3. L'exposition*

Les reliefs constituent un barrage qui arrêtent les précipitations, Il en résulte une dissymétrie pluviométrique nette entre les versants ouest exposés aux vents pluvieux et les versants est et sud en position d'abri et soumis en outre aux influences sahariennes.

## 2. Les variations de la température

- Trois facteurs interviennent dans leurs répartition qui sont :
  - 1. La latitude** : les températures moyennes diminuent lorsque la latitude augmente.
  - 2. L'altitude** : les températures moyennes diminuent lorsque l'altitude augmente avec un gradient de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  par 100m de dénivelé.
  - 3. La continentalité** : l'océan atlantique joue un rôle de régulateur thermique. Plus on s'éloigne de la côte plus les contrastes thermiques augmentent (plus froid en hiver et plus chaud en été), ce qu'on appelle effet de la continentalité.

## Variation avec la continentalité

La température augmente lorsqu'on s'éloigne de la mer. Ainsi à égale latitude, l'amplitude thermique (différence entre la  $t^{\circ}\text{max}$  et la  $t^{\circ}\text{min}$ ) est plus élevée à l'intérieur des continents que dans les régions côtières. Autrement, l'amplitude thermique augmente quand la distance à la mer augmente : les océans jouent donc un rôle important de régulateur thermique.

Exemple :	Rabat	Meknes	Fes
M ( $^{\circ}\text{c}$ )	28,5	34,2	35,8
m ( $^{\circ}\text{c}$ )	7,7	4,4	4,3
M-m	20,8	29,8	31,5

M : moyenne maximale des températures du mois le plus chaud ( $^{\circ}\text{c}$ )

m : moyenne minimale des températures du mois le plus froid ( $^{\circ}\text{c}$ )

M-m : est appelée amplitude thermique, elle exprime la continentalité au Maroc.

### 3. BIOCLIMATOLOGIE

- Les facteurs climatiques agissent simultanément sur le végétale. La végétation est la réponse biologique à la résultante de l'interaction de tous les facteurs climatiques. Il s'agit donc ici, à l'aide de formules simples et empiriques, de ramener à une variable l'action de plusieurs facteurs afin de définir et classer les bioclimats.

## 1. Quotient pluviothermique de Luis EMBERGER

- C'est la classification bioclimatique la plus utilisée dans la région méditerranéenne et en particulier le Maroc. Le quotient pluviothermique exprime l'aridité du climat : il est directement proportionnel à la hauteur moyenne annuelle des précipitations en mm (P) et inversement proportionnel à l'amplitude extrême moyenne des températures (M-m) qui exprime la continentalité et donne aussi une idée de l'évaporation, (M+m)/2 correspond à la température moyenne annuelle.

$$Q2 = \frac{1000 \ P}{\frac{(M + m)}{2} (M - m)}$$

$$Q2 = \frac{1000 P}{\frac{(M + m) (M - m)}{2}}$$

- P : moyenne annuelle des pluies en mm
- M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °K
- m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °K
- (M - m) : exprime la continentalité
- $\frac{(M + m)}{2}$  : traduit la température moyenne annuelle
- 2
- M et m sont retenues du fait que ce sont les seuils thermiques moyens entre lesquels se déroule la vie végétale.
- L'auteur utilise les températures en °K = °C + 273 afin d'éviter des températures négatives
- En multipliant par 1000 pour éviter des valeurs trop petites.

- Le quotient pluviothermique permet d'apprécier l'aridité du milieu ; quand le **Q2** augmente l'aridité diminue. Il est donc fonction du rapport **P/EP** avec :
- **P** = quantité d'eau apportée par les précipitations
- **EP** = quantité d'eau susceptible d'être perdue par évapotranspiration (évaporation et transpiration).
- Plus le rapport (**P/EP**) est faible, plus le climat est qualifié **d'aride**.

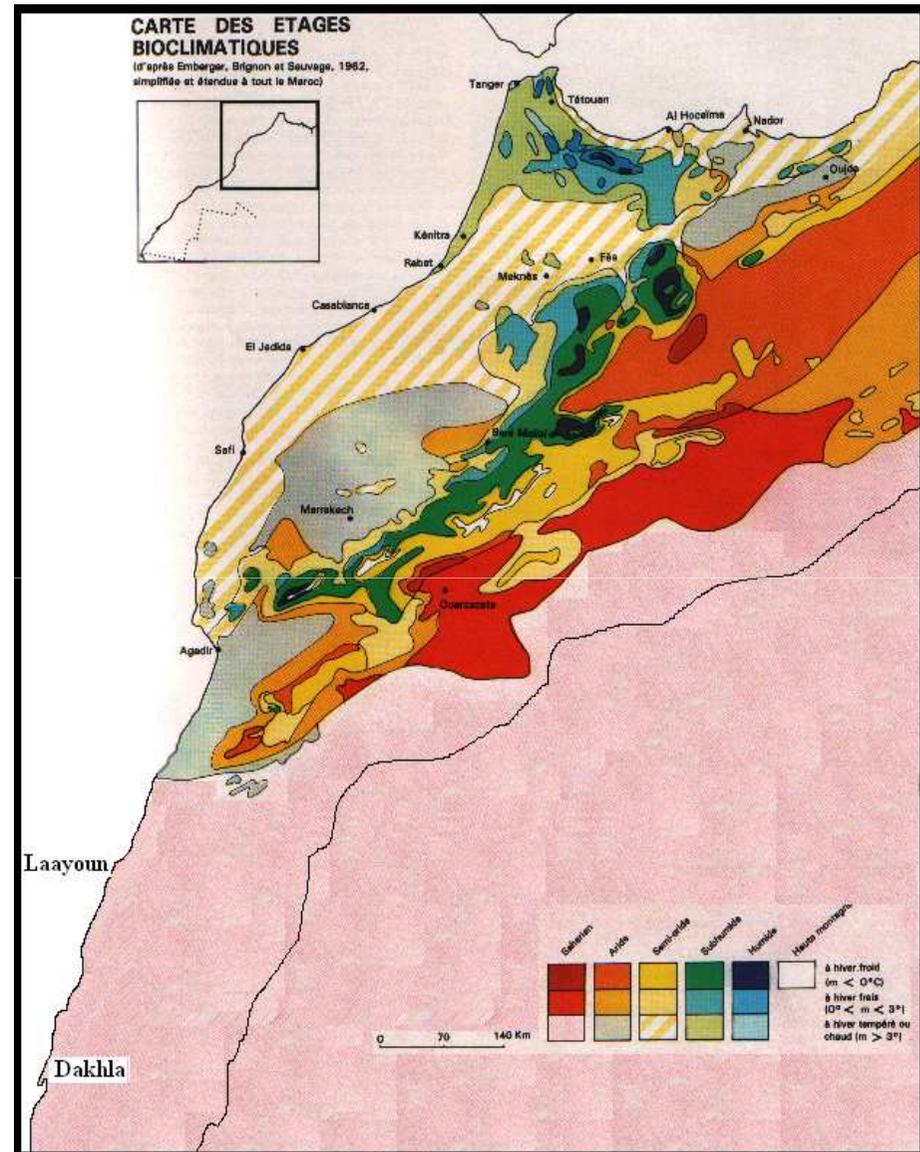
$$Q2 = \frac{1000 \ P}{\frac{(M + m) (M - m)}{2}}$$

## 2. Le climagramme de Luis EMBERGER

- Le coefficient d'Emberger n'exprime que très imparfaitement l'aridité climatique (SAUVAGE. 1963 et CALVET. 1966). L'utilisation de ce coefficient seul peut des fois classer des stations dans un même étage bioclimatique, par exemple : Oulmès ( $Q_2 = 85$ ); Rabat ( $Q_2 = 86,3$ ), alors qu'elles sont très différentes sur le plan écologique. Ce coefficient doit être complété par un graphique, le climagramme pluviothermique, qui prend en compte la valeur de  $m$ . Ainsi, l'auteur a subdivisé chaque bioclimat en 4 variantes ou sous-étages thermiques.
  - 👉  $m < 0 \Rightarrow$  Hiver froid : gelée fréquente de longue durée
  - 👉  $0 < m < 3 \Rightarrow$  Hiver frais : gelée rare de courte durée
  - 👉  $3 < m < 7 \Rightarrow$  Hiver tempéré : pas de gelée
  - 👉  $7 < m \Rightarrow$  Hiver chaud : jamais de gelée



- La carte bioclimatique permet de constater que l'immense majorité du territoire marocain est aride ou semi-aride.
- - L'étage saharien occupe 31% de la superficie totale
- - L'étage aride occupe 29%
- - L'étage semi-aride occupe 26%
- - L'étage subhumide et humide occupent 13%
- - L'étage de haute montagne occupe 1%





## **B. Facteurs édaphiques**

## **B. LES FACTEURS EDAPHIQUES**

- **1. Définition**

- La pédologie, c'est la science qui étudie les propriétés physico-chimiques du sol, c'est à dire des couches superficielles terrestres, qui sont plus au moins tendres et friables, et d'épaisseur variable, qui résulte de la décomposition et de la transformation de la roche mère sous-jacente par l'action des agents physiques, chimiques et biologiques.

## 2. Le sol

Le sol est une combinaison de 2 fractions importantes : une fraction minérale et une fraction organique, les deux fractions sont riches en eau, en gaz et abritent de nombreux organismes vivants.

### 2.1. La fraction minérale

- **Les fragments de la roche mère sous-jacente** : limons, sables, graviers et cailloux, dont la taille du diamètre  $> 2\mu$ .
- **Les éléments colloïdaux** : les argiles dont le diamètre  $< 2\mu$ .
- **Les ions minéraux** : ce sont des particules mobiles :
  - cations :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$
  - anions : sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ , phosphate  $\text{PO}_4^{3-}$ .

## 2.2. La fraction organique

- Elle se présente sous deux formes :
- **Une forme brute** : représentée par de la matière organique fraîche (débris des végétaux et d'animaux frais).
- **Une forme humifiée** : dans laquelle la matière organique fraîche est plus au moins transformée par les micro-organismes du sol pour donner des **composées organiques** ou **composées humiques** en général de réaction acide.

## 3. Caractéristiques physiques du sol

Les propriétés physiques du sol dépendent essentiellement de la taille de ses différents éléments constitutifs « **sa texture** » et du mode d'agencement de ses éléments les uns par rapport aux autres « **sa structure** ».

### 3.1. La texture

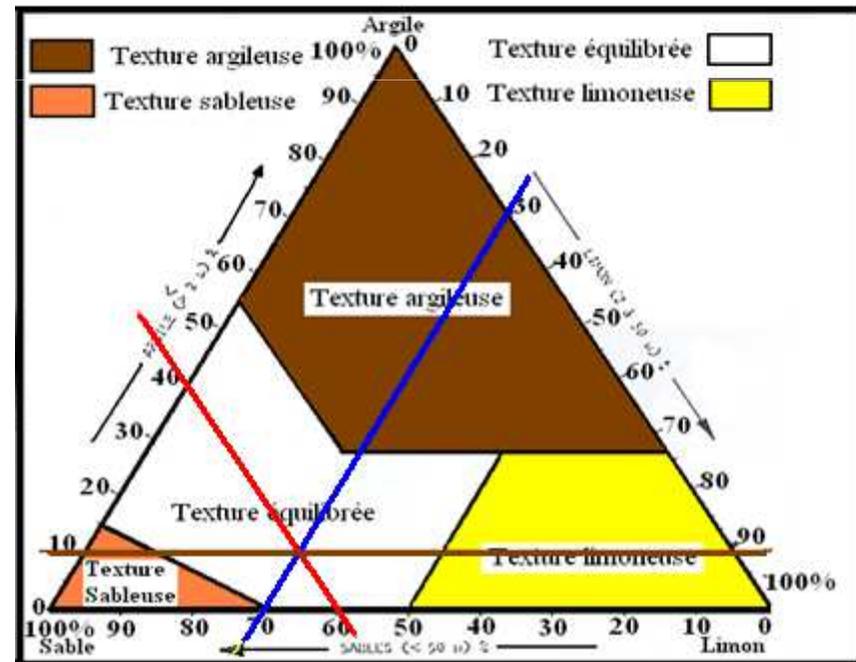
- ☛ La texture d'un sol est déterminée par l'analyse granulométrique. Cette analyse ne concerne que la fraction minérale de la terre fine. A partir de cette analyse on distingue :
  - **Les éléments fins**, dont la taille des particules  $< 2$  mm.
  - **Les éléments grossiers**, dont la taille des particules  $> 2$  mm, par exemple : les graviers et cailloux.

## 3.1. La texture

- Les éléments fins sont composés de 3 de fractions minérales, on distingue :
  - **Sables** : dont le diamètre  $50 \mu\text{m} < \theta < 2 \text{ mm}$
  - **Limons** : dont le diamètre  $2 \mu\text{m} < \theta < 50 \mu\text{m}$
  - **Argiles** : dont le diamètre  $\theta < 2 \mu\text{m}$
- Le pourcentage ou le poids de chacune de ces 3 fractions définissent la texture du sol analysé.

Exemple : un sol constitué de

- **limon 30%**
- **Argile 10%**
- **sable 60%**

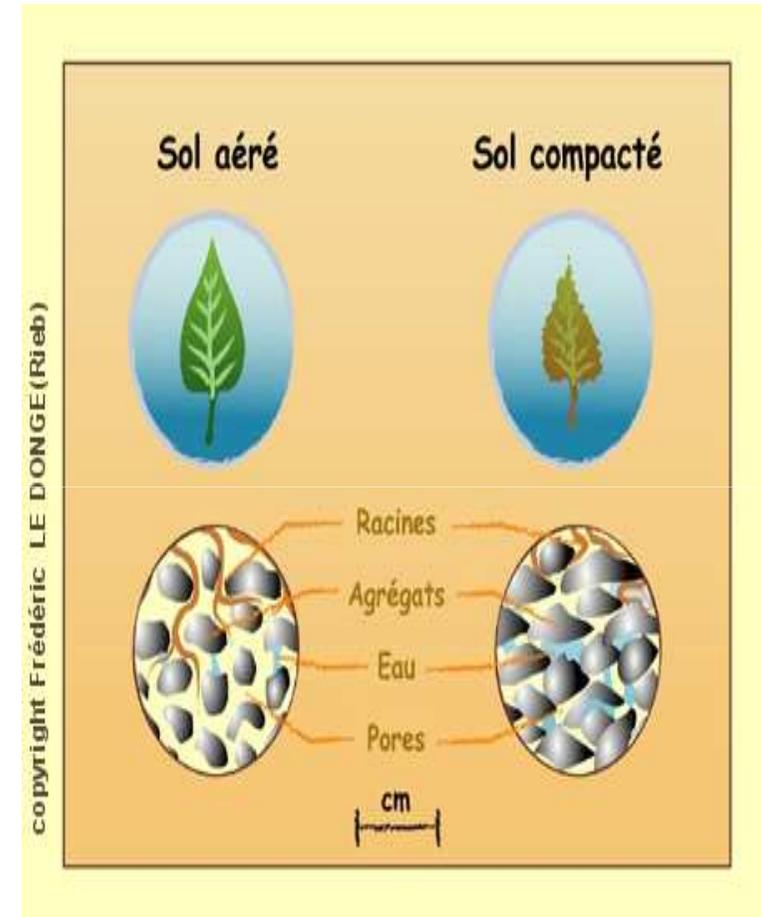


Triangle de texture

- A partir de ce triangle on distingue :
- **La texture argileuse** : correspond aux sols lourds, compacts et imperméables.
- **Texture sableuse** : correspond aux sols légers, meubles et perméables.
- **Texture limoneuse** : elle offre une aération et une perméabilité généralement insuffisantes.
- **Texture équilibrée** : est la plus intéressante pour les cultures.

## 3.2. La structure

- La structure désigne le mode d'assemblage des particules, elle s'observe à deux niveaux : macroscopique et microscopique.
- La structure détermine la répartition dans l'espace de la matière solide et des vides (pores) dont les petits pores sont occupés par de l'eau et les plus grossiers par de l'air : cette répartition conditionne l'ensemble des propriétés physiques fondamentales du sol :
  - **Aération et respiration des racines**
  - **Rétention par les forces capillaires d'une réserve d'eau utilisable par les plantes en période sèche.**

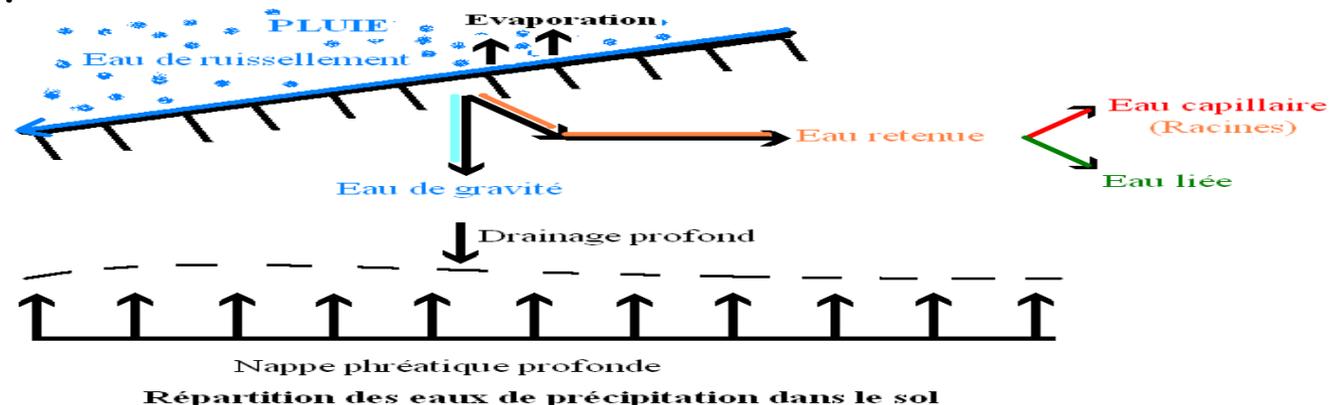


## 4. La porosité du sol

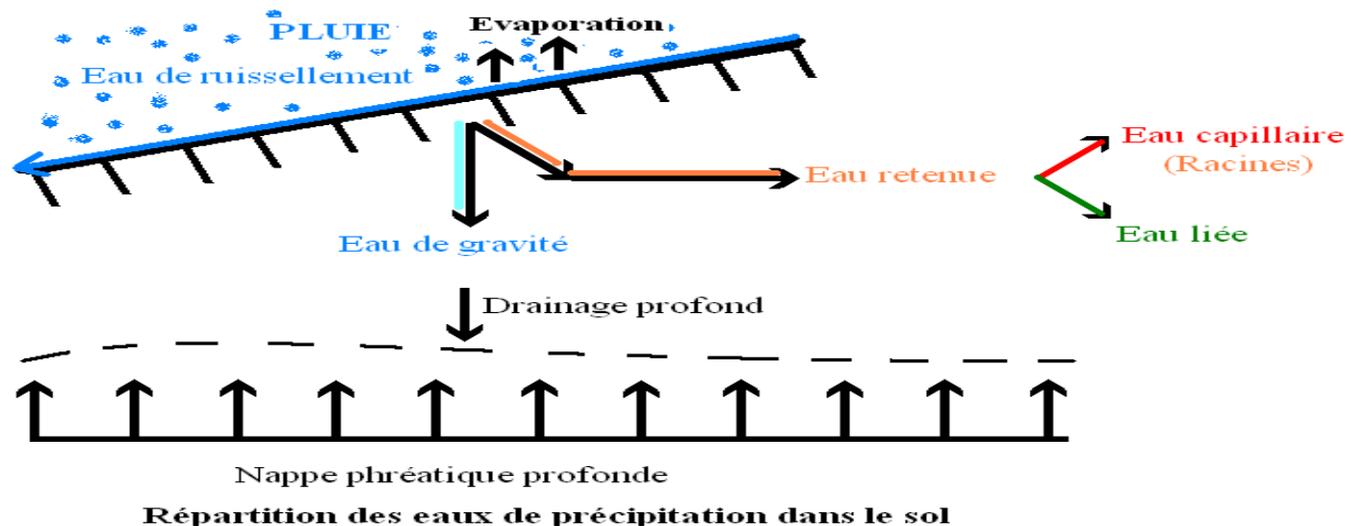
- **On distingue :**
- **Les pores grossiers**, dont le diamètre  $\theta > 50 \mu\text{m}$  : sont normalement occupés par l'air après ressuyage rapide des pluies.
- **Les pores moyens**, dont le diamètre  $10 \mu\text{m} < \theta < 50 \mu\text{m}$ , se ressuient de façon très progressive, et sont donc soit occupés par l'eau, soit occupés par l'air suivant les conditions météorologiques.
- **Les pores fins**, dont le diamètre  $0.2 \mu\text{m} < \theta < 10 \mu\text{m}$ , ces pores retiennent l'eau capillaire absorbable par les racines.
- **Les pores très fins**, dont le diamètre  $\theta < 0.2 \mu\text{m}$ , ces pores sont occupées par l'eau liée, non absorbable par les racines.

# 5. L'eau dans le sol

- L'eau existe dans le sol sous diverses formes :
- **L'eau de ruissellement**
- Ce sont des eaux superficielles dues à des pluies violentes. Cette forme d'eau n'est pas constante et n'affecte que les pentes, même faible.
- **L'eau de gravité**
- Ces eaux circulent dans les pores grossiers et moyens à diamètre supérieur à 10  $\mu\text{m}$ , souvent verticalement, parfois obliquement.
- Cette forme d'eau se divise en deux parties :
- **L'eau de gravité à écoulement rapide**
- Elle circule dans les pores grossiers supérieurs à 50  $\mu\text{m}$ , dans quelques heures qui suivent les pluies.
- **L'eau de gravité à écoulement lent**
- Elle descend lentement dans les pores moyens de diamètre  $10 \mu\text{m} < \theta < 50 \mu\text{m}$ .

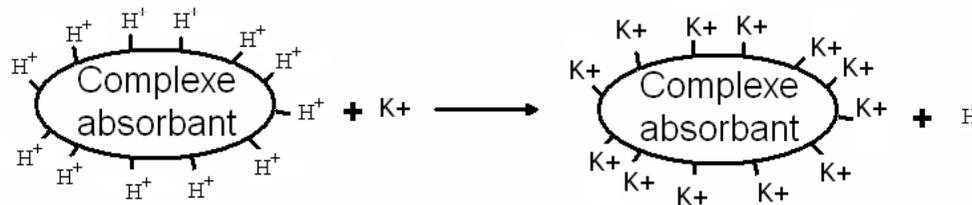


- **L'eau retenue**
- Ce sont des eaux retenues par le sol au cours de l'infiltration des pluies. Cette forme d'eau occupe les pores fins et très fins dont le diamètre est inférieur à  $10\ \mu\text{m}$ . L'eau retenue se divise en deux parties :
- **L'eau capillaire**
- Cette forme d'eau occupe les pores fins, elle est absorbable par les racines.
- **L'eau liée**
- Cette eau forme une fine pellicule à la surface des particules du sol. Elle occupe les pores très fins de diamètre inférieur à  $0,2\ \mu\text{m}$ . Ces eaux sont retenues par le sol et ne sont pas absorbable par les racines.



## 6. Caractéristiques chimiques des sols

- **L'acidité** du sol est définie par la concentration en ions  $H^+$  libre dans la solution, par exemple : **Sol-  $H^+$   $\rightarrow$  Sol +  $H^+$  (PH  $\approx$  3)**.
- **Sol acide** : PH  $<$  7, **sol neutre** : PH = 7 et **sol basique ou alcalin** : PH  $>$  7 PH.
- L'acidité d'un sol dépend de l'état de son complexe absorbant (ensemble composés humiques plus argile). Le complexe absorbant est doté de charge négative, donc susceptible de retenir des cations sous la forme dite échangeable. Par exemple : l'apport d'un engrais potassique dans un sol à complexe absorbant saturé d'ions  $H^+$ .



- Dans le complexe absorbant on distingue deux grandes catégories d'ions retenus :
  - les ions acides :  $H^+$  et  $Al^{3+}$
  - les ions basiques ou bases échangeables : qui augmente le PH du sol, ces ions sont :  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  et  $Na^+$ .

# 7. Relations plantes-sols

- **On distingue :**
- **Les neutrophiles :** ce sont les plantes qui ne résistent pas à l'acidité du sol.
- **Les acidophiles :** ce sont les plantes qui fuient les sols saturés en ions  $\text{Ca}^{2+}$ .
- **Les calcifuges :** ce sont les plantes qui ne supportent pas la présence du calcaire actif dans le sol.
- **Les calcicoles :** ce sont les plantes qui résistent et tolèrent le calcium soluble dans le sol.
- **Les halophytes :** ce sont les plantes des milieux salés.
- **Les nitrophytes ou plantes rudérales :** ce sont les plantes qui poussent sur les milieux riches en nitrates.
- **Les psammophytes :** ce sont les plantes qui poussent dans les milieux sableux.
- **Les argilophytes :** ce sont les plantes qui poussent dans les milieux argileux.



**3<sup>ème</sup> Partie**  
**Distribution et adaptations des organismes**  
**sur la planète**

## Partie 3 : Distribution et adaptations des organismes sur la planète

### 1. Les facteurs abiotiques conditionnent la distribution des organismes sur la planète

a) Un organisme ne survit que s'il tolère les facteurs abiotiques de son habitat

Température\* — Eau\* — Lumière — Vent — Sol

b) Les facteurs abiotiques varient d'une région à l'autre (dans l'espace) et d'une saison à l'autre (dans le temps)

Été / hiver  
Saison des pluies / saison sèche

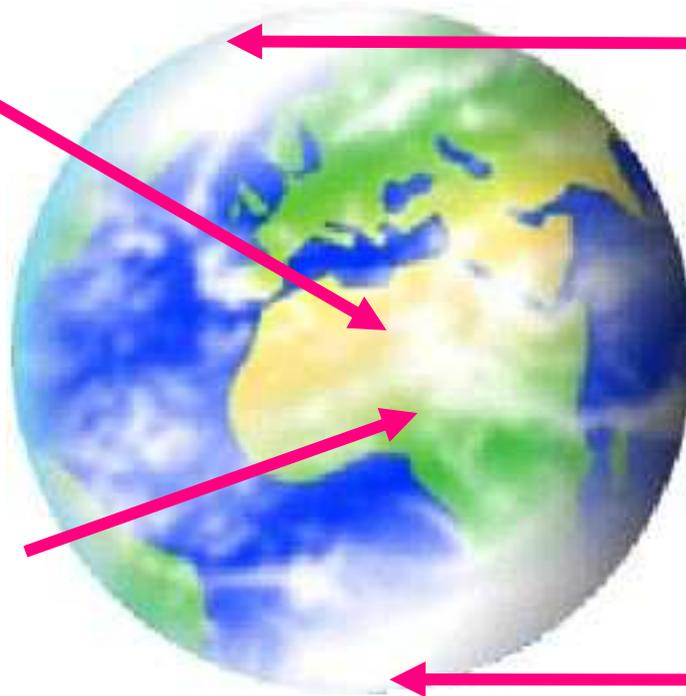
Équateur chaud et humide /  
Pôles froids et secs

c) Plus les facteurs abiotiques sont favorables, plus les organismes sont nombreux et variés. Et vice versa.

En allant de l'équateur vers les pôles, la biodiversité diminue car les conditions abiotiques deviennent difficiles à supporter.

Régions désertiques  
(comme le centre du Sahara) → faible biodiversité.

Forêts tropicales  
(abondance de lumière,  
de chaleur et d'eau) →  
grande biodiversité.



Extrême nord de  
l'Arctique et  
extrême sud de  
l'Antarctique →  
faible biodiversité.

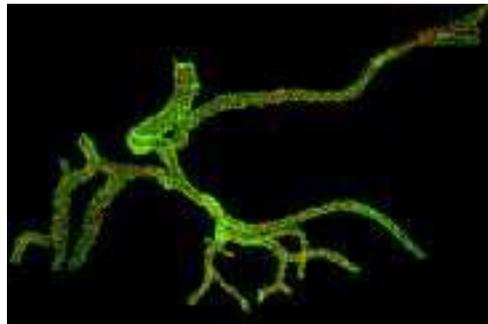
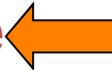
## Adaptation morphologique

Structure physique particulière telle la présence de plumes.



## Adaptation physiologique

Processus interne comme le resserrement des vaisseaux sanguins quand il fait froid.



## Adaptation comportementale

Action par l'organisme comme se mettre à l'abri de la lumière (Sciaphyles).



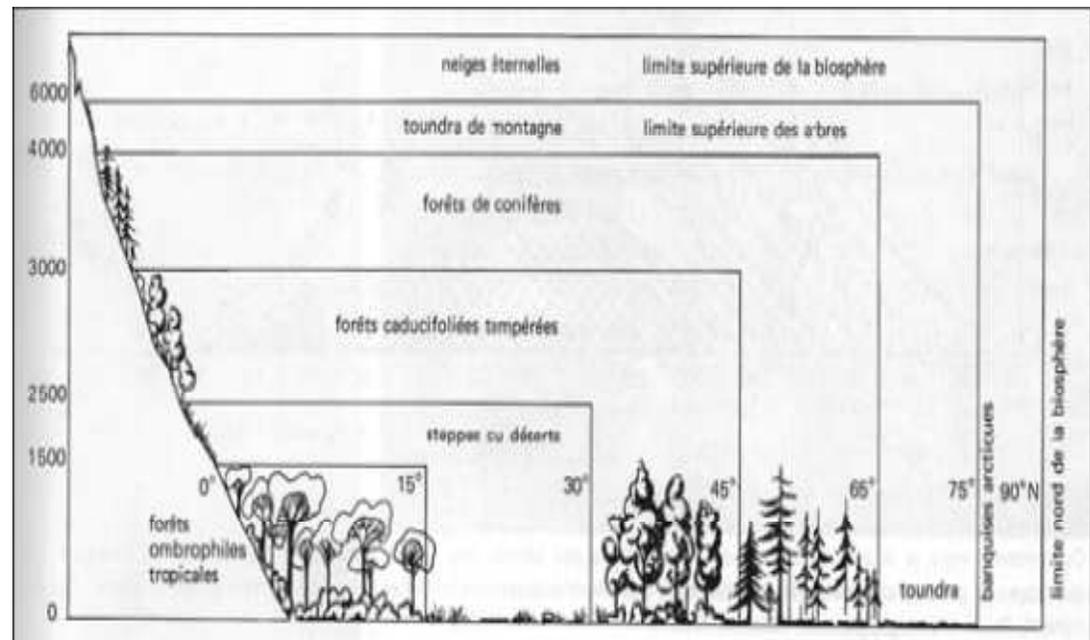
## 2. Les températures

### 2.1. Actions physiologiques de la température

- La température agit sur :
- les fonctions physiologiques des végétaux : respiration, transpiration, photosynthèse, etc. Par exemple les températures élevées et basses entraînent chez certaines plantes une baisse de la photosynthèse par conséquent une diminution de la croissance de ces végétaux.
- les températures élevées peuvent parfois provoquer des altérations physiologiques irréversibles, exemple : Chute des feuilles.
- les hautes températures agissent aussi indirectement sur les végétaux en augmentant les pertes en eau par évaporation.
- les basses températures ont un effet sur le levée de dormance pour les graines et les bourgeons des végétaux.
- la vernalisation : certaines plantes ne peuvent pas fleurir qu'après avoir subi antérieurement une exposition aux températures basses.

## 2.2. Adaptation des plantes à la température

Le degré d'adaptation au froid augmente avec la latitude et l'altitude



## 2.3. Adaptation aux basses températures

Les plantes s'adaptent à la température basse en développant :

- Une pilosité dense :

Les plantes développent un système pileux important pour garder une humidité ambiante et se protéger contre les températures basses.

- Le nanisme :

La plupart des plantes d'altitude sont naines. On parle souvent des plantes acaules. Les feuilles sont souvent organisées en rosettes basales et les fleurs se trouvent sur de courts pédoncules.



- **Plantes en coussinets :**

Les plantes d'altitude sont souvent organisées en coussinets. Il s'agit souvent d'un seul plant qui développe ses feuilles en touffe très dense.



*Erinacea anthyllis*



*Bupleurum spinosum*

## 2.4. Adaptation aux hautes températures

- **adaptations morphologiques**

accumulation eau dans les tissus (plantes grasses), feuilles réduites, développement des épines.

- **dormance**

forme d'attente que les conditions redeviennent vivables

- **adaptations physiologiques**

réduction photosynthèse à la mi-journée pour limiter l'évapotranspiration

■ *Limoniastrum feii*

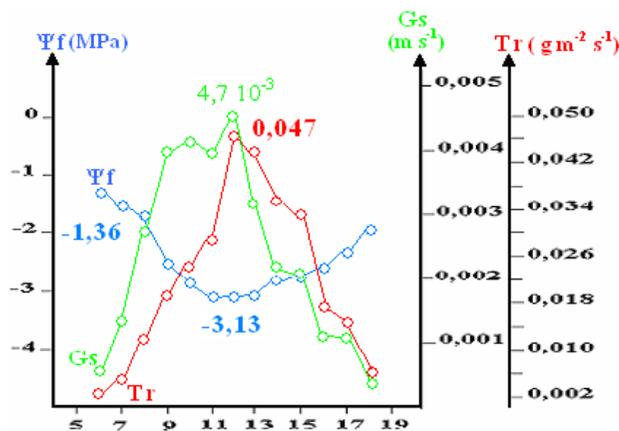


*Acacia syale*



*Anabasis aretioides*

*Euphorbia echinus*



## 2.5. Action biogéographique de la température

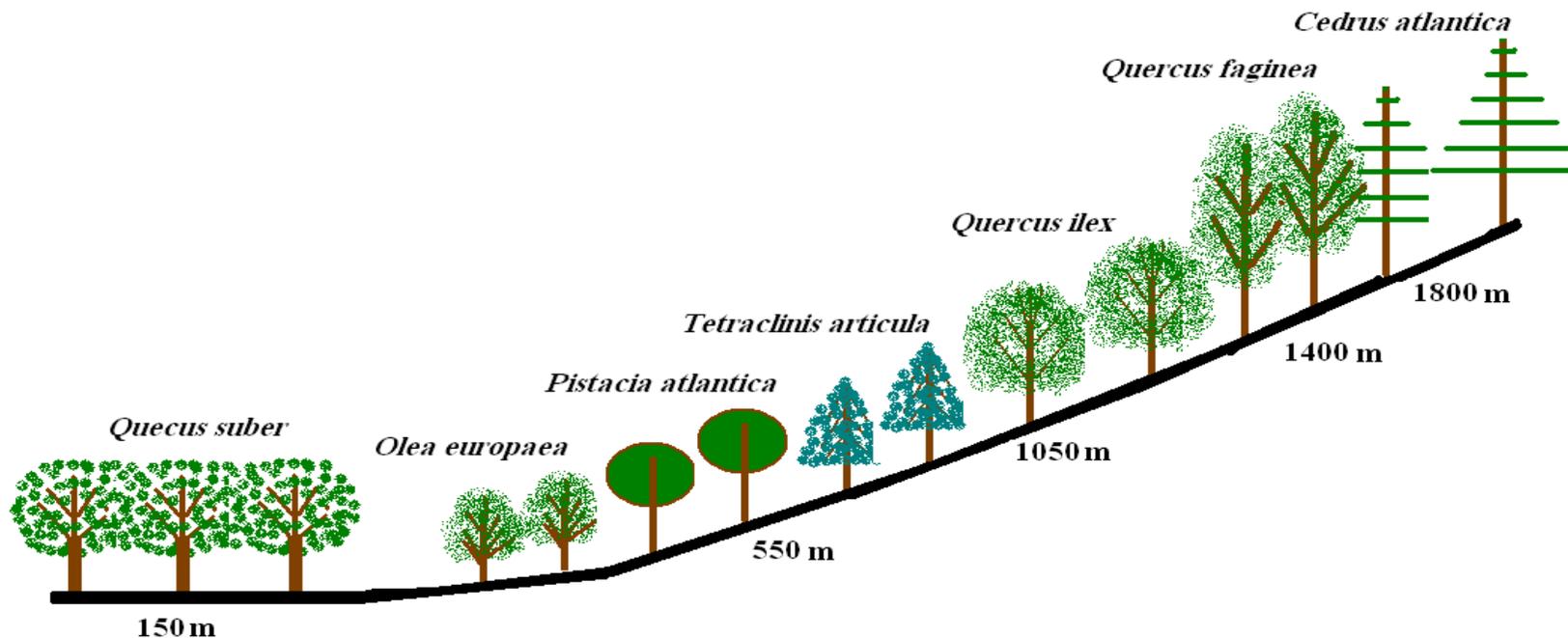
- Chaque espèce végétale a ses exigences physiologiques vis à vis de la température. On distingue :
- **les plantes thermophiles** : ce sont les plantes qui supportent des températures élevées et sont réparties dans les régions chaudes.
- **les plantes moins thermophiles** : ce sont les plantes qui ne supportent pas des températures élevées ; et sont réparties dans les régions froides.
- En fonction de la variation des températures on distingue des différentes zones de végétation appelées étages ou étagement de végétation, ce phénomène s'observe surtout dans les régions montagneuses.



Etagement de végétation

### 3. Variation avec l'altitude

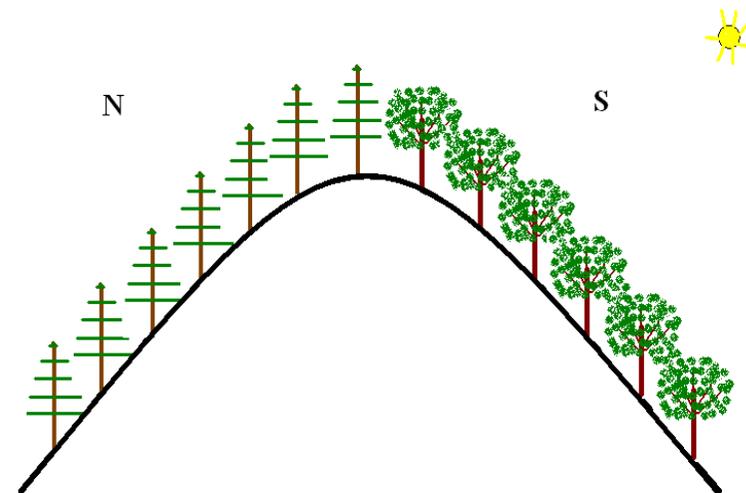
- La règle générale montre que la température diminue quand l'altitude augmente avec un gradient de 0,5 à 0,6°C par 100m, l'explication de ce phénomène est simple, lorsque l'altitude augmente l'air se raréfie et donc son pouvoir d'absorption des radiations solaire par l'atmosphère diminue.



## 4. Variation avec l'orographie

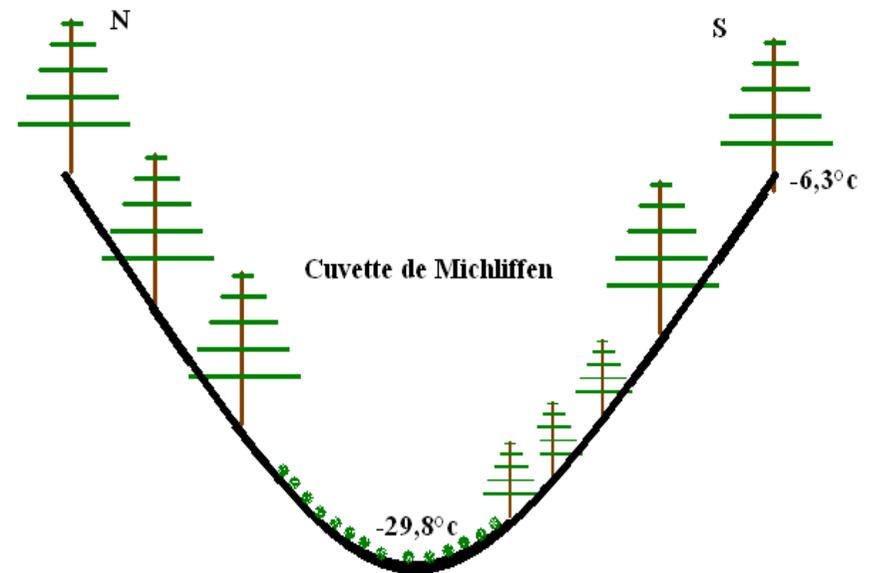
### - l'opposition de versant

- Dans les régions montagneuses, les forts contrastes d'insolation entre les versants sud (les plus ensoleillés) et les versants nord (les moins ensoleillés) font que les premiers sont relativement plus chauds que les seconds, ceci est très important surtout en hivers, ce phénomène se traduit sur la répartition de la végétation, ainsi, on peut avoir à égale altitude, dans une même région et sur un même substrat, une végétation différente entre les deux expositions.



## - Inversion thermique

- Ce phénomène d'inversion thermique se produit dans les cuvettes fermées et les vallées encaissées, surtout pendant les nuits d'hivers. L'air froid s'accumule et se stagne dans les fonds de dépressions du fait de sa lourde densité, ceci entraîne une diminution de la température dans les fonds par rapport aux versants. Exemple : Cuvette de Michliffen.



# PHYTOGEOGRAPHIE DU MAROC

# I. LA FORMATION VÉGÉTALE

## *1. Définition*

*Déf1* « La formation végétale est un ensemble de végétaux, qui peuvent appartenir à des espèces différentes, mais qui présentent pour la plupart, des caractères convergents dans leurs formes et parfois dans leurs comportements ».

*Déf2* « La formation végétale, un ensemble de végétaux caractérisé par une physionomie déterminée dû à la dominance d'un ou de plusieurs forme biologique ».

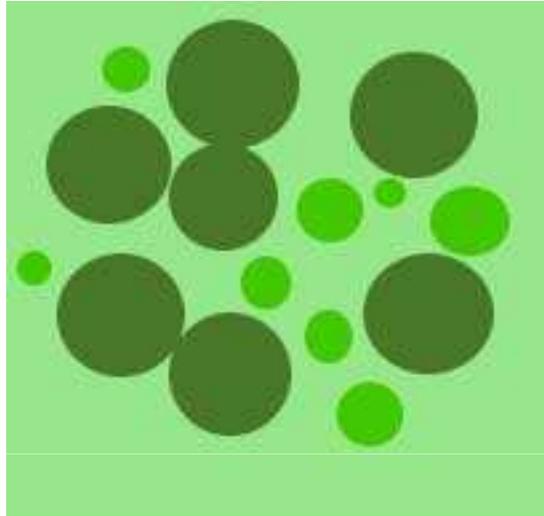
# 1.1. Organisation structurale de la végétation

STRATIFICATION : La **stratification** traduit la disposition en étages des plantes.

- Strate arborescente (hauteur  $> 7m$ )
- Strate arbustive ( $1m < h < 7m$ )
- Strate herbacée ( $0,1 < h < 1m$ )



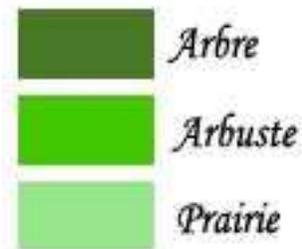
## RECOUVREMENT VEGETAL



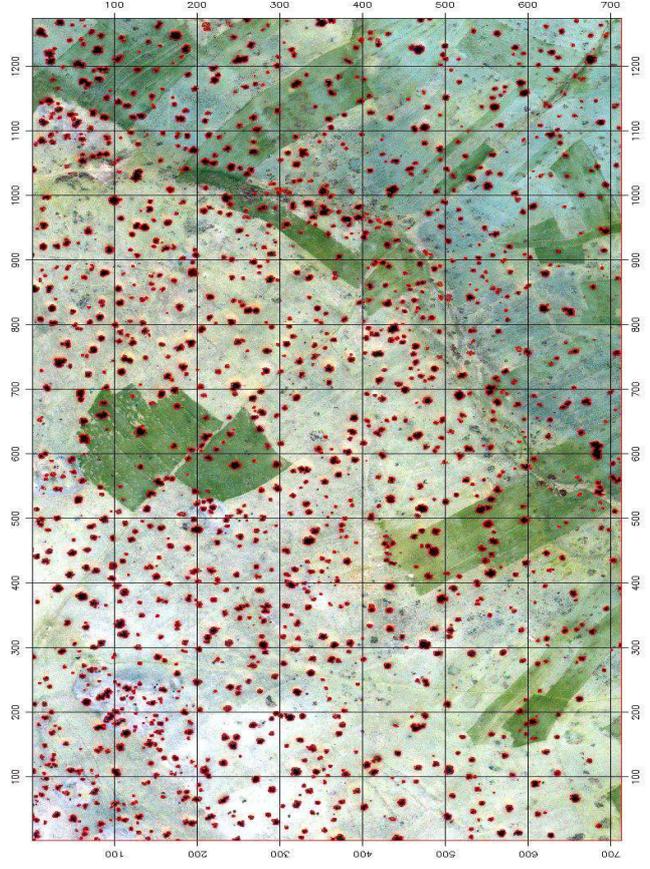
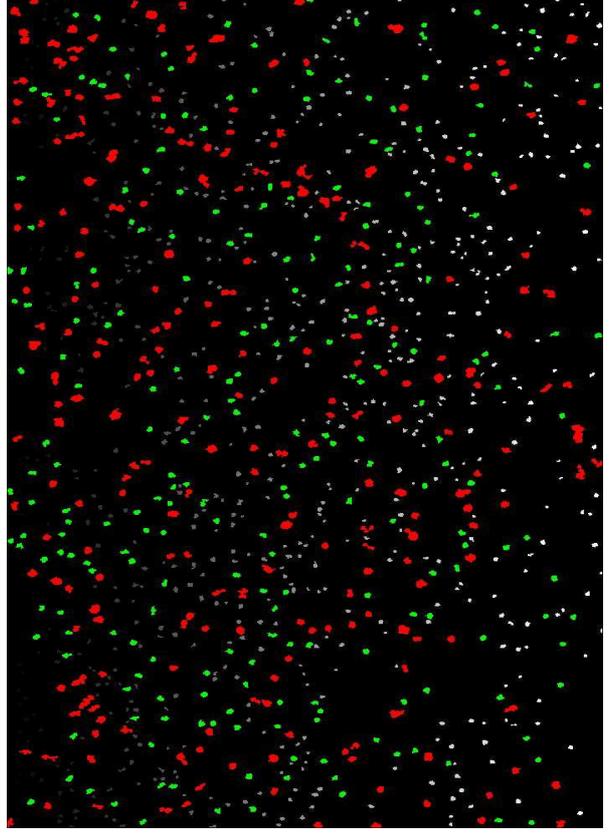
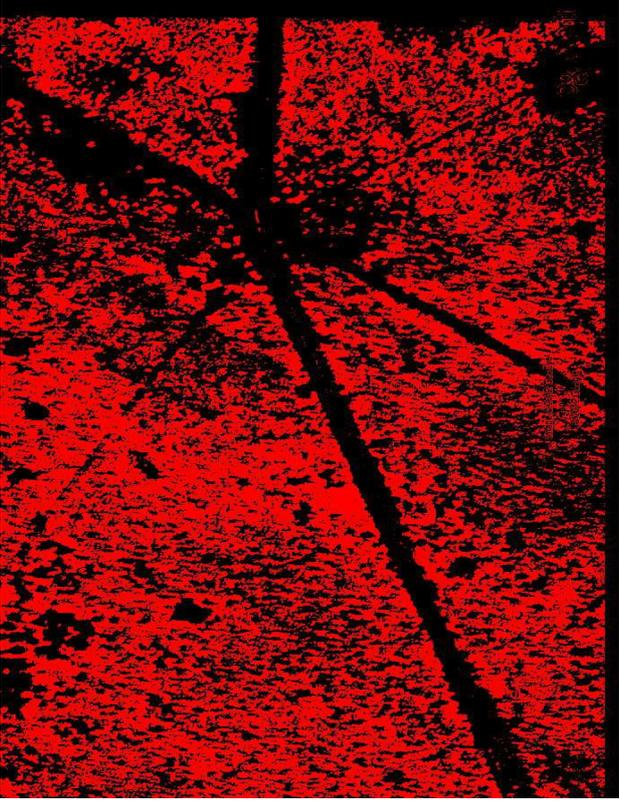
Le **recouvrement végétal** précise la disposition en plan de la **biomasse** (masse végétale sèche (kg/ha)).

**Taux de recouvrement (T.R. en %)** : il estime la surface occupée par la projection au sol d'une strate.

Ex. taux de recouvrement en % de la strate arbustif, herbacé, arboré.

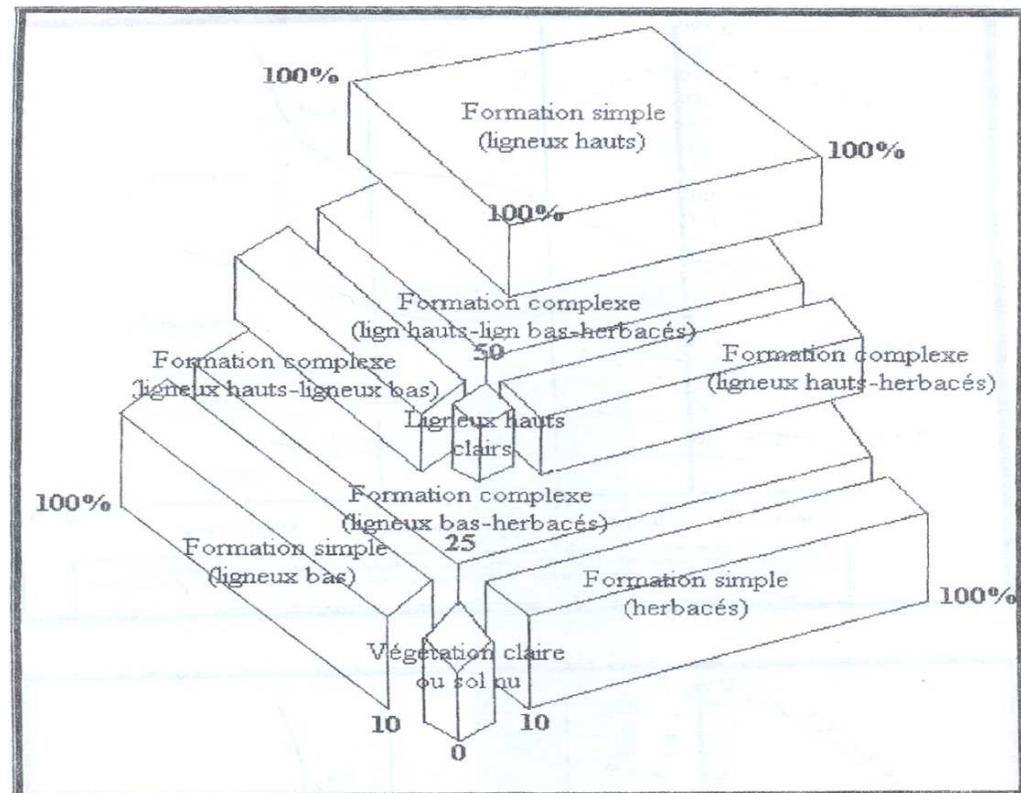


Ainsi, dans une forêt multi-strates, le T.R. peut parfois dépasser 100%.



Types de formation	Recouvrement Ligneux hauts	Recouvrement Ligneux bas	Recouvrement Herbacées
Ligneux hauts	50 – 100%	0 – 10%	0 – 10%
F.Simples Ligneux bas	0 – 25%	10- 100%	0 – 10%
Herbacées	0 – 25%	0 – 10%	10 – 100%
Lig. hauts-bas	25 – 50%	10 – 100%	0 – 10%
F. Complexes Herbacées Lig.hauts	25 – 50%	0 – 10%	10 – 100%
Herbacées-Lig.bas	0 – 25%	10 – 100%	10 – 100%
Herbacées-Lig.hauts-bas	25 – 50%	10 – 100%	10 – 100%
Ligneux hauts clairs	25 – 50%	0 – 10%	0 – 10%
Zones à végétation très claire ou nulle	0 – 25%	0 – 10%	0 – 10%

- Les critères de classification des formations sont basés sur le pourcentage de recouvrement de chaque formation (voir figure et tableau).



- Si une forme biologique est prépondérante, **la formation est dite simple**, par exemple : une formation de ligneux hauts, ligneux bas ou formation herbacée.
- Si les végétaux se rattachent à deux ou trois formes biologiques, **la formation est dite complexe**, par exemple : formation mixte ligneux hauts et ligneux bas ou ligneux hauts et herbacées ou ligneux hauts, ligneux bas et herbacées.
- La formation complexe est issue de la combinaison des éléments de deux ou trois formations simples.

## 1.2. Espèce dominante

Certaines espèces sont dominantes, soit parce qu'elles sont caractéristiques du paysage végétal par la taille, le nombre ou la forme, soit par l'action qu'elles exercent sur l'habitat (espèce fourragère ou fruitière).

## 1.3. Espèce Endémique

On appelle « **endémisme** » le fait que certaines espèces sont limitées à l'occupation d'un territoire géographiquement bien délimité. Souvent, l'endémisme correspond à une long isolement de ces régions.

Exemple : L'arganier « *Argania spinosa* »



## 1.4. Dénomination des formations

- La notion de formation végétale est vague, et pour mieux préciser la description physionomique, on ajoute souvent au nom de la formation le nom l'espèce dominante et des indications sur la densité, la hauteur, le climat du milieu et le substrat. Par exemple :
- Densité : forêt dense ou forêt claire
- Espèce dominante :
- forêt de chêne vert : Iliçaie ; forêt de cèdre : Cédraie ; forêt de chêne liège : Suberaie ; forêt d'Arganier : Arganeraie ; forêt du tuya : Callitraie
- résineux, feuillus, caducifoliée, etc.
- Climat : forêt humide de sapin, steppe froide d'alpha
- Substrat : matorral à genévrier rouge sur sable

## II. CLIMAX ET VEGETATIONS CLIMACIQUES

### *1. Définition*

- La végétation naturelle d'un endroit donnée ne reste pas stable, au contraire, elle évolue au cours du temps, au bout d'un certain temps, de l'ordre de quelques décennies dans les cas les plus favorables à un siècle dans les cas les moins favorables, la végétation atteint un état boisé dont la composition floristique dépend des facteurs écologiques de l'endroit considéré, ce stade terminal est généralement forestier, appelé **climax**.
- « Un climax ou végétation climacique est défini comme un peuplement végétal naturel en équilibre avec le milieu, tel qu'il existerait sans aucune intervention humaine ou autres facteurs naturels (action de l'Homme, surpâturage, vent, érosion du permanente du sol) ».

- Dans la plus part des régions du Maroc, la végétation climacique est conservées dans les lieux saints (cimetières et Marabouts), ces lieux sont généralement respectés par l'homme se qui permet à la forêt de se réinstaller.



- Ainsi au Maroc on distingue trois principaux types de végétation climacique : **Les forêts, les matorrals et les steppes.**



## *La Forêt*



- C'est une formation végétale constituée d'arbre de plus de 5 à 7 m de haut, dont la densité est suffisante pour qu'ils entrent en concurrence par leurs systèmes aériens (branches) ou sous terrains (racines).
- La forêt existe au Maroc dans les étages bioclimatiques semi-aride, subhumide et humide.

# Les principales forêts du Maroc

Arbres dominants	Nom de la formation	Répartition			
		SA	SH	H	Région
<i>Argania spinosa</i>	Arganeraie	*			Ps, HA (versant sud), AA
<i>Tetraclinis articulata</i>	Callitriaie	*			AA, HA, MA, Pc, R, Md
<i>Pinus halepensis</i>	Pinède à Pin d'halep	*	*		HA, MA, R, BS, Md
<i>Juniperus thurifera</i>	Thuriferaie	*	*		HA, MA (hauts sommets)
<i>Juniperus phoenicea</i>	Juniperaie rouge	*	*		M, Es, S, HA, MA
<i>Quercus suber</i>	Suberaie	*	*	*	Pao, R, MA, Pc
<i>Quercus ilex</i>	Iliçaie	*	*	*	AA, HA, MA, R, Pc, Md, BS
<i>Cedrus atlantica</i>	Cedraie		*	*	HA, Ma, R
<i>Quercus faginea</i>	Zénaie			*	MA, R
<i>Quercus pyrenaica</i>	Tauzinière (Chêne tauzin)			*	R (central et occidental)
<i>Pinus pinaster</i>	Pinède à Pin maritime			*	MA, R (central et occidental)
<i>Abies maroccana</i>	Sapinière			*	R (occidental)

## *Le matorral*



- C'est une formation végétale assez dense à base d'arbustes et / ou d'arbrisseaux de hauteur inférieure à 5m. Les matorrals résultent de la dégradation des forêts mais ils peuvent être climaciques, c'est à dire en équilibre avec leurs milieux. On les rencontre dans toutes les zones forestières dégradées des plaines et basses montagnes à bioclimat semi-aride et subhumide à hivers frais, tempéré et chaud.

## Les principaux matorrals du Maroc

Espèces dominantes	Répartition		
	SA	SH	Région voir carte d'emberger
<i>Phillyrea angustifolia</i>	★	★	
<i>Pistacia lentiscus</i>	★	★	
<i>Olea europaea</i>	★	★	
<i>Rhus pentaphyllum</i>	★		
<i>Quercus ilex</i>	★	★	
<i>Chamaerops humilis</i>	★	★	
<i>Cistes, lavandes, Genêts</i>	★	★	
<i>Euphorbes cactoïdes</i>	★		

## *Les steppes*



- Les steppes sont des formations végétales climaciques qui couvrent le milieu lorsque les conditions climatiques deviennent très sévères, soit aride trop froid (bioclimat de haute montagne), soit aride chaud (bioclimat aride et saharien). Le mot steppe désigne des types de végétation très clairsemés et très irréguliers, on distingue trois types de steppes au Maroc.

## Les principales steppes du Maroc

- **☞ Les steppes froides ligneuses à xérophytes épineux**
- **☞ Les steppes ligneuses arides et sahariennes**
- **☞ Les steppes des graminées**
- **☞ Les steppes du Sahara océanique**
- **☞ Steppes salées ou halophiles .:**

## *L'erme*

- C'est une formation herbacée basse, à rythme saisonnier très marqué (peuplement ouvert pendant la saison sèche, fermé ou presque pendant la saison humide). L'erme dérive du matorral par dégradation très poussée. Il se caractérise par la rareté ou absence des végétaux ligneux et l'abondance des herbacées (**Thérophytisation**). On distingue des ermes à *Asphodelus microcarpus* ou à *Urginea maritima*.

## Les pelouses et les prairies

- Sous certaines conditions climatiques par exemple le froid hivernal ou édaphiques par exemple une abondance de l'eau dans le sol par suite de la proximité d'une nappe phréatique locale, les types de végétation précédents peuvent être remplacés par des formations naturelles climaciques d'herbes vivaces qui couvrent le sol de façon continue toute l'année. Ces formations sont appelées aussi des pozzines, par analogie avec les formations montagneuses européennes.
- Exemple : *Poa bulbosa*, *Trifolium humile* ou *Festuca elatior*

## ***Les formations hygrophiles et hydrophiles (Ripisilves)***

- Ce sont des formations végétales particulières due à l'existence locales d'eau libre pendant une durée plus ou moins grande, par exemple les Dayas (marais temporaire), Merja (étendues d'eau permanente) ou les bords des oueds. Parmi les espèces végétales qui constituent ces formations on trouve : ***Nerium oleander***, appelée Defla en arabe et Alili en berbère, ***Vitex agnus castus***, ***Fragmites communis*** (Kesbe), ***Juncus maritimus*** (Smare), *Tamarix* sp