



جامعة غليزان
RELIZANE UNIVERSITY

UNIVERSITE DE RELIZANE

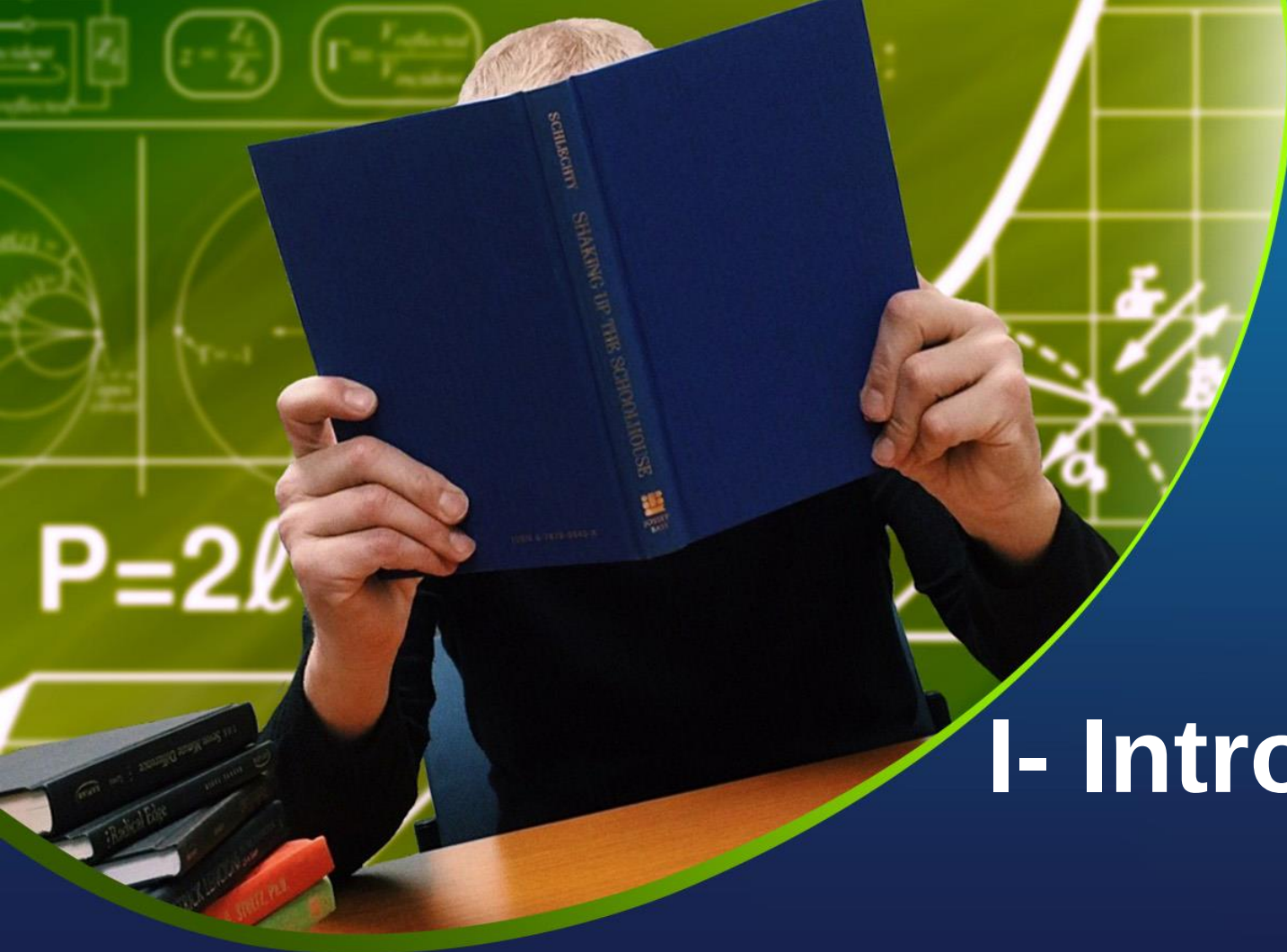
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

COURS : ECOLOGIE GÉNÉRALE

Destiné aux étudiants de la 2^{ème} Année Sciences biologiques

PRÉSENTÉ PAR : MR. BENCHIHA WALID



I- Introduction



1- Qu'est-ce que l'écologie ?

- L'écologie appartient dans le champ **des sciences de la nature**.
- L'écologie doit être caractérisée par **les phénomènes** aux qu'elles elle s'intéresse et par **les questions** qu'elle se pose et aux qu'elles elle cherche à répondre.



- **L'écologie** peut être définie comme l'étude des relations des organismes vivants avec leur environnement.
- Le mot écologie provient de **OIKOS** = habitat et **Logos** = science.
- La définition de l'écologie serait donc **la science de l'habitat**.

2- Éléments d'histoire

Le mot écologie a été créé en **1866** par le biologiste Allemand **Ernst Haeckel** ardent disciple de **Charles Darwin** « L'origine des espèces » (**1859**).

Alexandre Humboldt père de la géographie des plantes « La géographie des plantes, **1805**. »





Alphonse de Candolle « La géographie botanique, **1855** ».

Selon **Pascale Acot, 1988** le vrai fondateur de l'écologie est **Eugen Warming** (Professeur de botanique à l'université de Copenhague). (Un traité, **1895** de géobotanique qui porte le titre : **Ecologie**).

Charles Elton, 1927 Zoologiste de l'université d'oxford (Un traité : **Animal Ecology**).



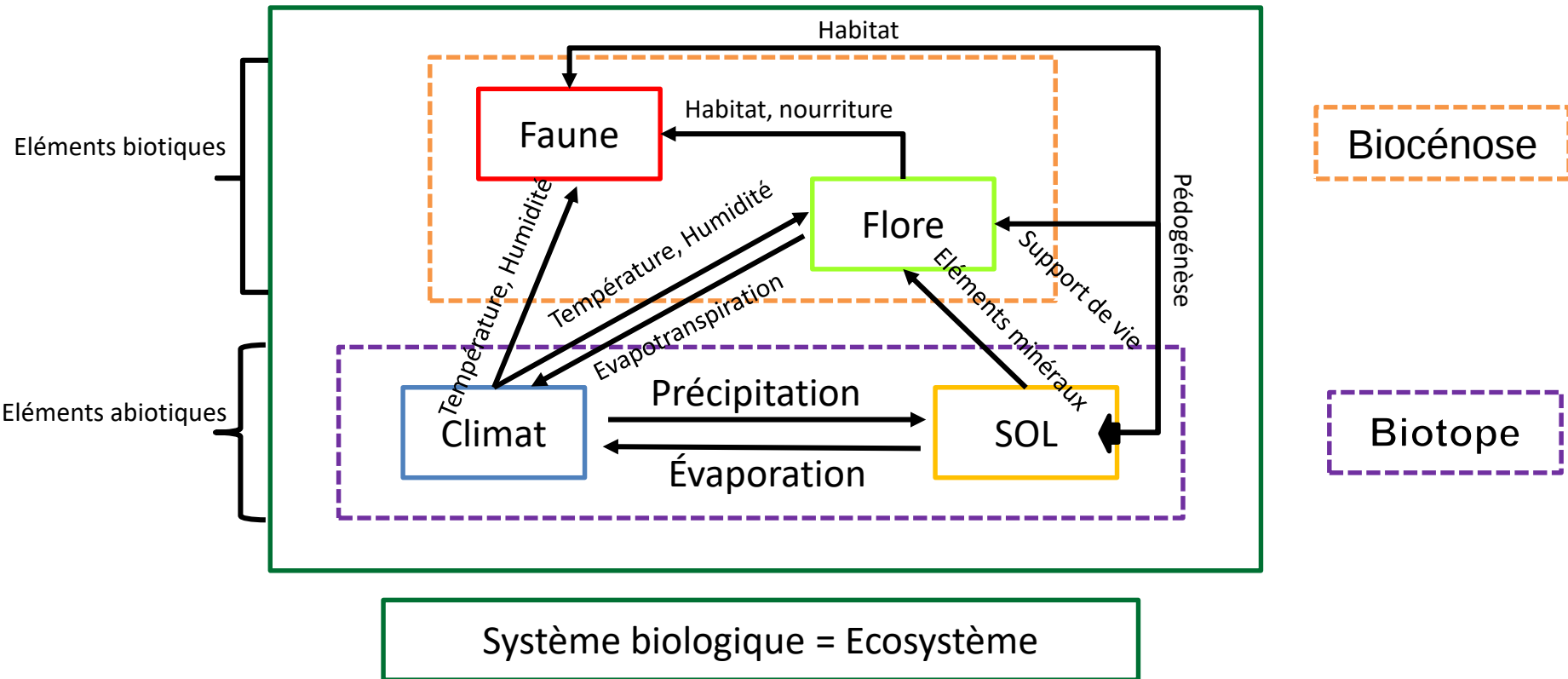
3- La notion de système écologique

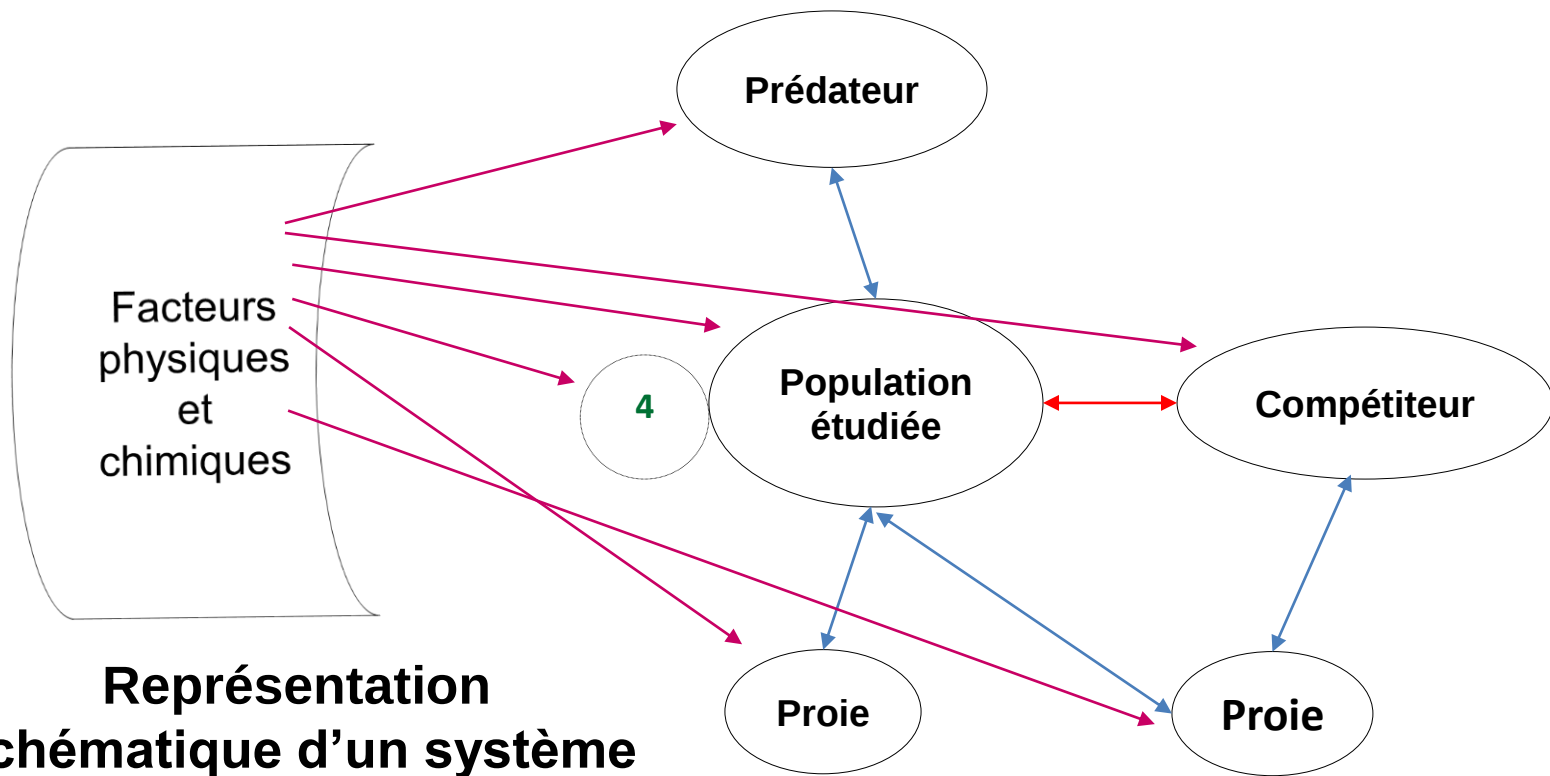
Un système biologique formé de deux (02) éléments indissociable : **la biocénose** et **le biotope**.

La biocénose : ensemble organismes vivants (Phytocénose, Zoocénose, Bactériocénose, Mycocénose ...etc.)



Le biotope : milieu naturel est un fragment de la biosphère qui fournit à la biocénose le milieu abiotique indispensable (ensemble des facteurs écologiques abiotiques).

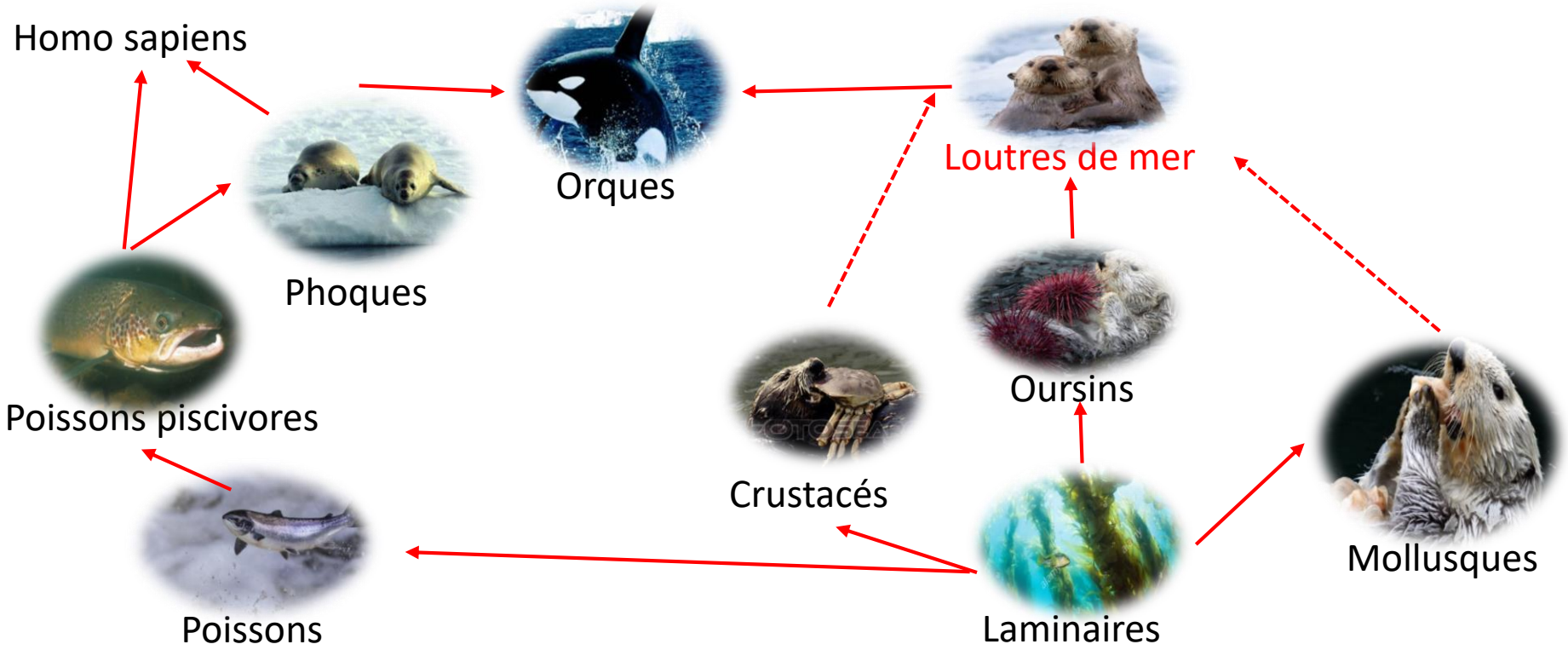




**Représentation
schématique d'un système
écologique**



Un fragment de réseau trophique sur les côtes de l'Alaska



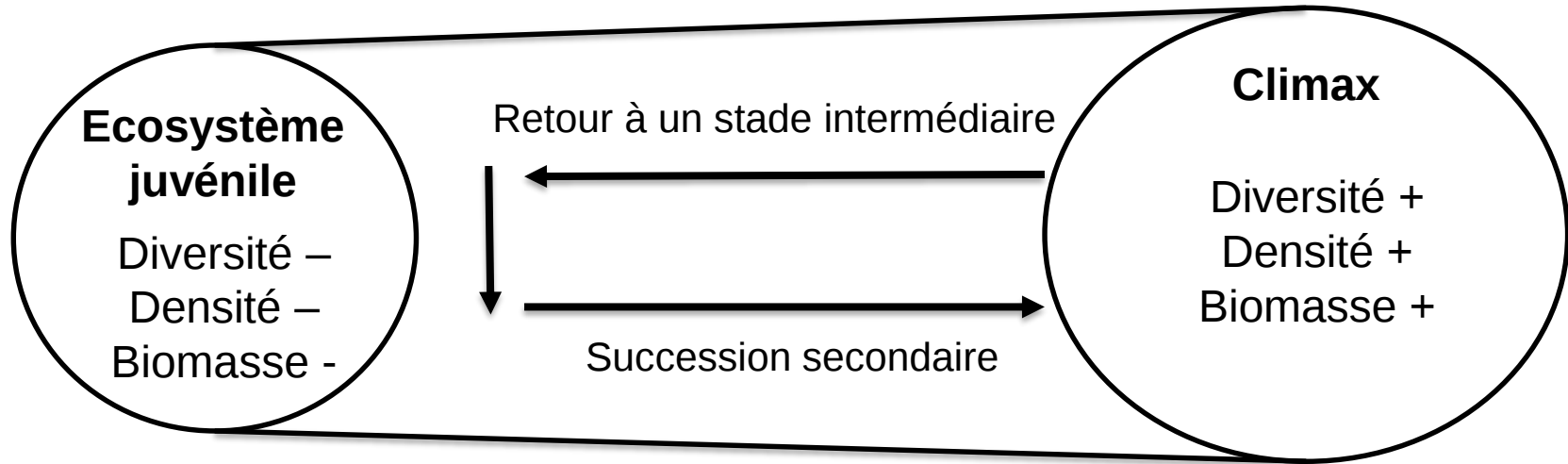


Un écosystème n'est pas stable dans l'espace et le temps, des facteurs anthropiques ou naturels peuvent influencer son évolution qui passe par plusieurs **stades de développement phytodynamiques**.

On distingue deux grands types d'évolution :



- Evolution **progressive** : passage des stades les moins développés (communauté pauvres d'annuelles) vers des stades développés (forêt climatiques). Ces stades sont diversifiés et longs (plusieurs dizaines d'années).
- Evolution **régressive** : passage des stades développés vers des stades dégradés simples et très pauvres en espèces. Cette évolution peut se faire très rapidement (quelques heures-incendie de forêt- ou quelques années -surpâturage ou surexploitation du milieu).





La notion d'écosystème est multi-scalaire (multi-échelle), c'est à dire qu'elle peut s'appliquer à des portions de dimensions variables de la biosphère; un lac, une prairie, ou un arbre mort...

Suivant l'échelle de l'écosystème nous avons :

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



Les écosystèmes sont souvent classés par référence aux biotopes concernés.

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

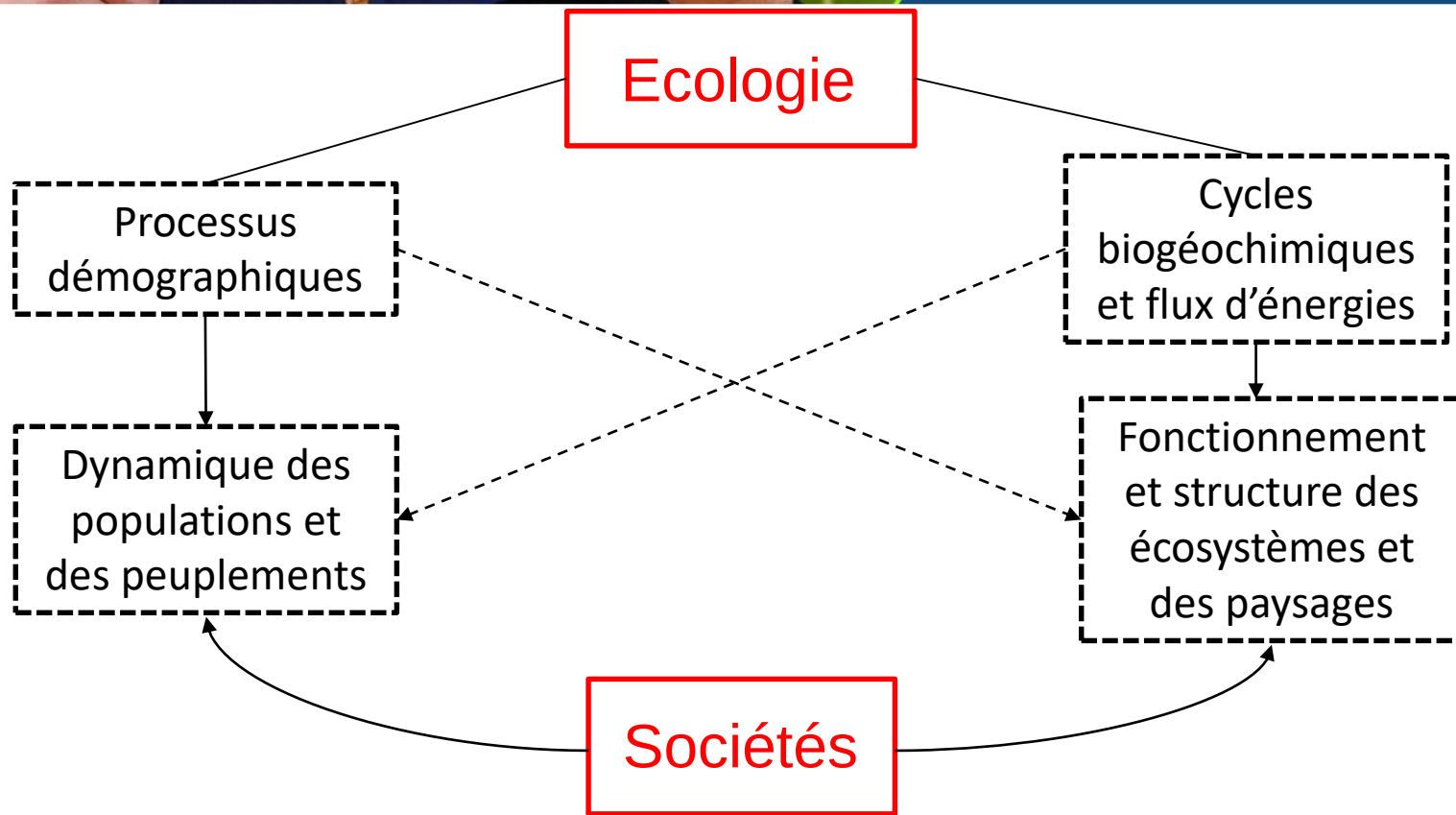


4- Ecologie et sociétés

- L'écologie est une science structurée autour de deux champs majeurs : **(1) populations** ; **(2) écosystèmes**.
- Le premier constitué autour des population, elle s'intéresse à la structure et à la dynamique des populations. Les spécialistes de ce domaine étudient aussi bien les processus démographiques qui interviennent dans la dynamique des populations.



- Le second champ est constitué autour des écosystèmes, elle s'intéresse au fonctionnement et la structure des écosystèmes et des paysages et à la biosphère. Les spécialistes de ce domaine étudient les cycles biogéochimiques et les flux d'énergie qui animent ces systèmes.



5- Domaine d'intervention de l'écologie

- Inventaire des ressources naturelles (flore, faune).
- Amélioration de la production végétale et/ou animale.
- Mécanismes de lutte contre la pollution, nuisances, l'érosion biologique, désertification.....etc.
- Contribution au développement durable.
- Aménagement d'un territoire.





Définitions

Population : ensemble d'organismes de même espèce qui vivent dans un écosystème donné et peuvent se reproduire.

Communauté ou peuplement : assemblage de populations d'espèces différentes qui coexistent dans un même écosystème.

Réseau trophique (réseau alimentaire) : assemblage d'espèces d'un même écosystème réunies par des relations de mangé à mangeur.

Ecosystème : subdivision élémentaire de la biosphère constituée d'un réseau trophique et du biotope où il se déploie.

Biosphère : système planétaire qui inclut l'ensemble des êtres vivants et leurs conditions et milieux d'existence. (**écosystème planétaire**).

II. Facteurs de l'environnement

D'une manière générale les composantes de l'environnement comprennent

Cadre climatique

Propriétés physico-chimique

Interactions des populations

On appelle **facteur du milieu** ou **facteur écologique** tout **élément** du milieu (biotope) **susceptible d'agir** sur les êtres vivants durant au moins une phase de leur cycle de développement

Elements du climat

Photopériode

Eclairement

Humidité

La température
(T°C)

Pluviosité

Le vent

Pression
atmosphérique

La teneur en sels minéraux,
de l'eau pour les végétaux

Conditions topographiques :
L'altitude, L'exposition

Les **Facteurs biotiques** sont les relations directes entre populations d'espèces différentes telque :
Prédation (Herbivorie), Competition, Parasitismes, Commensalisme et Mutualisme (Symbiose).

N.B: Les **organisms ingénieurs** qui agissent indirectement sur la population d'étude en modifiant le milieu abiotique dans un sens favorable ou défavorable (disponibilité des ressources, creation d'habitat. (Ingénieurs de l'écosystème)

2. Loi de Minimum :

Enoncée par **LIEBIG en 1840**, cette loi dit que « la croissance des végétaux n'est possible que si tous **les éléments minéraux** sont présent en **quantité suffisantes** dans le sol et ce sont les éléments déficitaires (dont la concentration est inférieur à une valeur minimum) qui conditionnent et limitent la croissance ».

Exemple de ces éléments minéraux présent dans le sol : **N, P, K, Ca, Mg, S** ...etc.

3. Facteurs limitant :

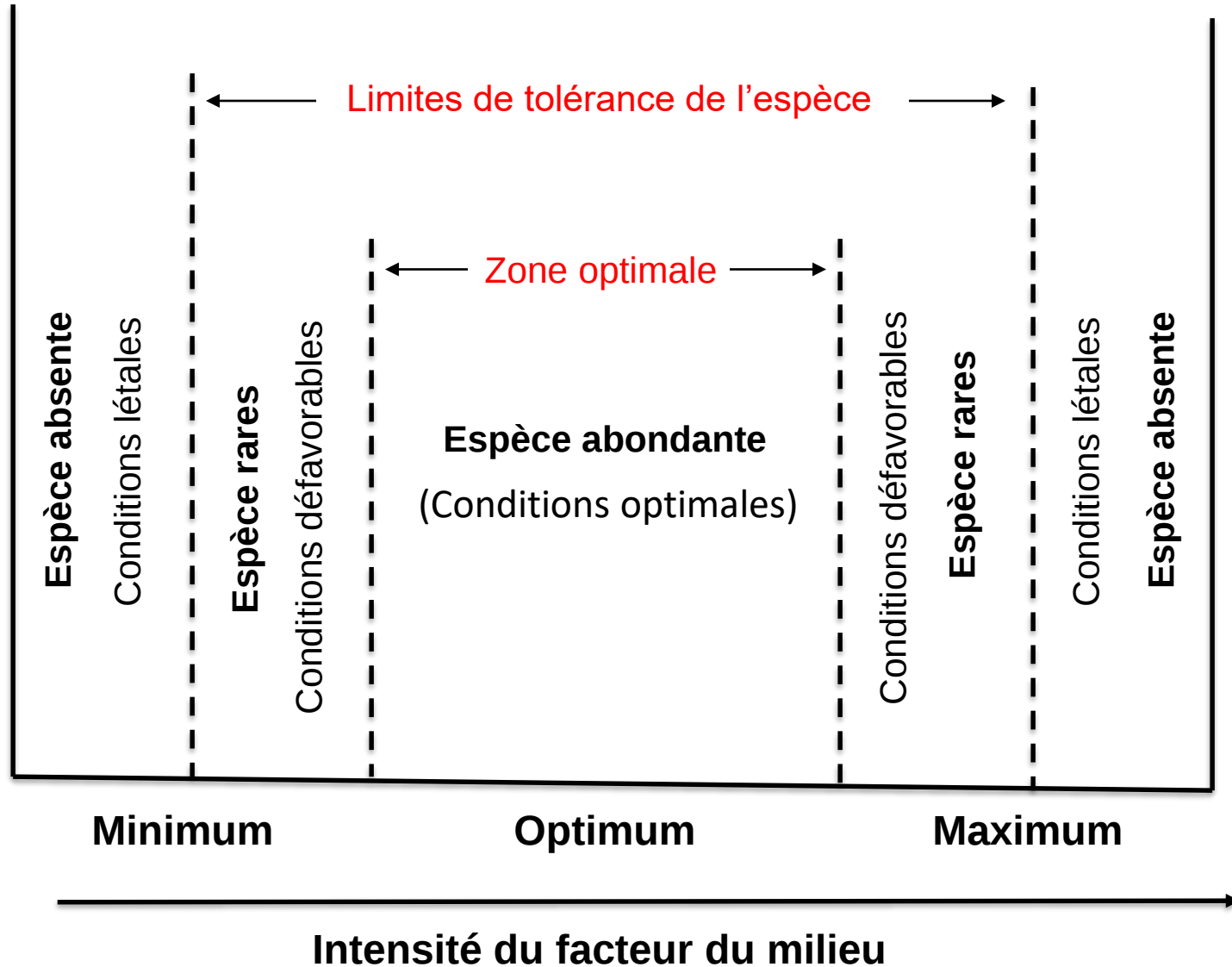
La loi de **LIEBIG** fut généralisée à l'ensemble des facteurs écologiques sous forme d'une loi dite :
« **loi des facteurs limitant** ». Cela supposait qu'au début que **le facteur** était **limitant** quand son intensité est au-dessous d'une **valeur minimum** incapable de satisfaire les exigences de l'espèce donc il est limitant **par manque ou défaut**. Puis cette notion s'étendit pour s'appliquer également aux cas où la valeur d'un facteur **dépasse** celle acceptable pour une espèce, le facteur donc est **limitant par excès**.

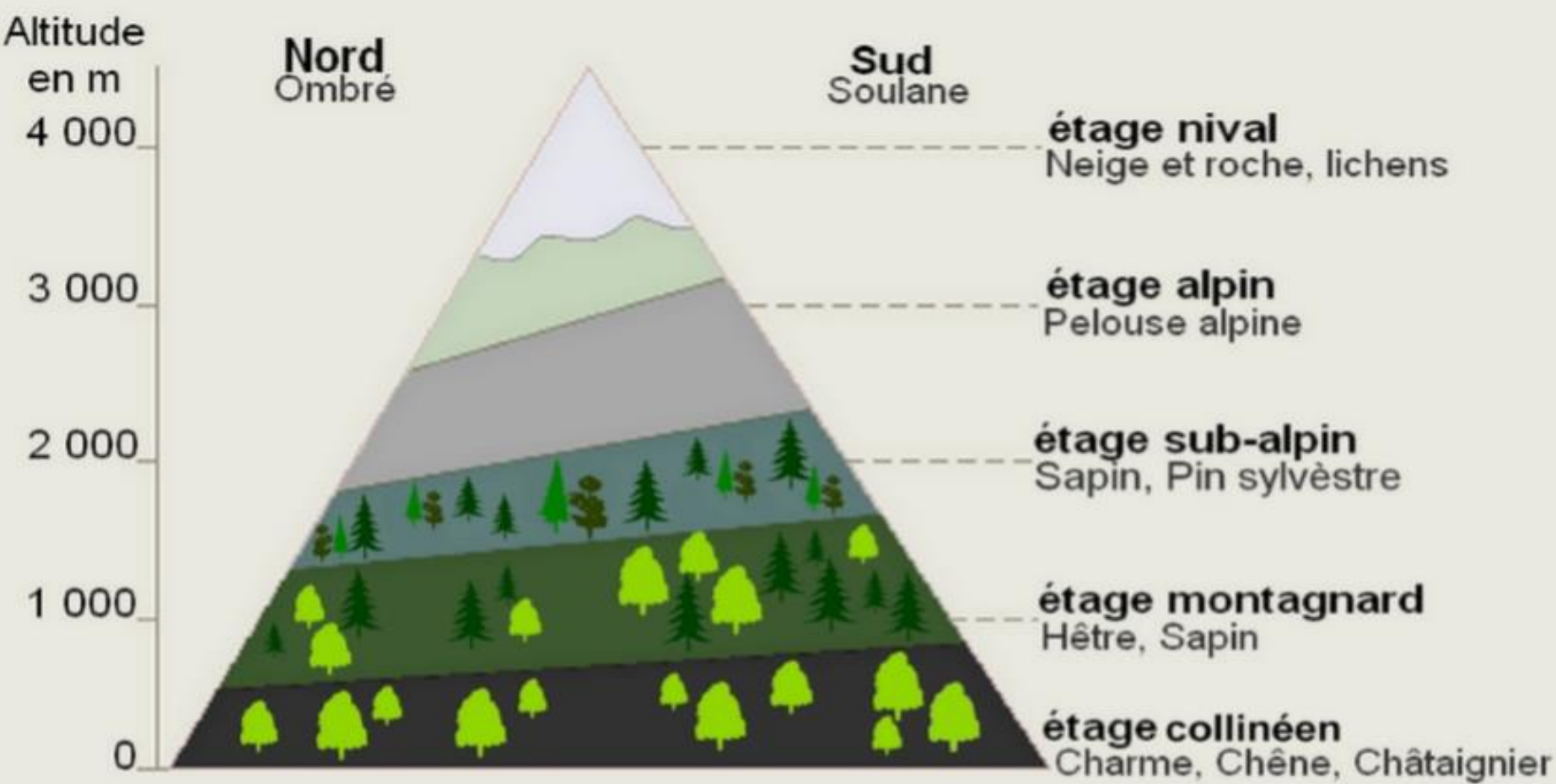
- ❖ Un facteur écologique joue un rôle **d'un facteur limitant** lorsque il est **absent** ou **réduit** d'un seuil critique ou bien il **excède** le niveau maximum tolérable.
- ❖ C'est le facteur limitant qui **empêchera l'installation et la croissance d'un organisme dans un milieu.**
- ❖ Aussi, tous **les facteurs écologiques**, à un moment ou autre, sans aucune exception, sont susceptibles de se comporter comme **facteurs limitant**, quand les valeurs **sont critiques** : trop **faible** et donc **insuffisantes**, trop **élevées** et donc **toxique**.

4. Loi de tolérance :

Enoncée par **Shelford en 1911**, la loi de **tolérance** stipule que pour tout facteur de l'environnement **physique ou biologique** existe un domaine de valeurs (ou intervalle de tolérance) dans lequel tout **processus écologique** sous la dépendance de ce facteur pourra **s'effectuer normalement**.

Limites de tolérance d'une espèce en fonction de l'intensité du facteur écologique

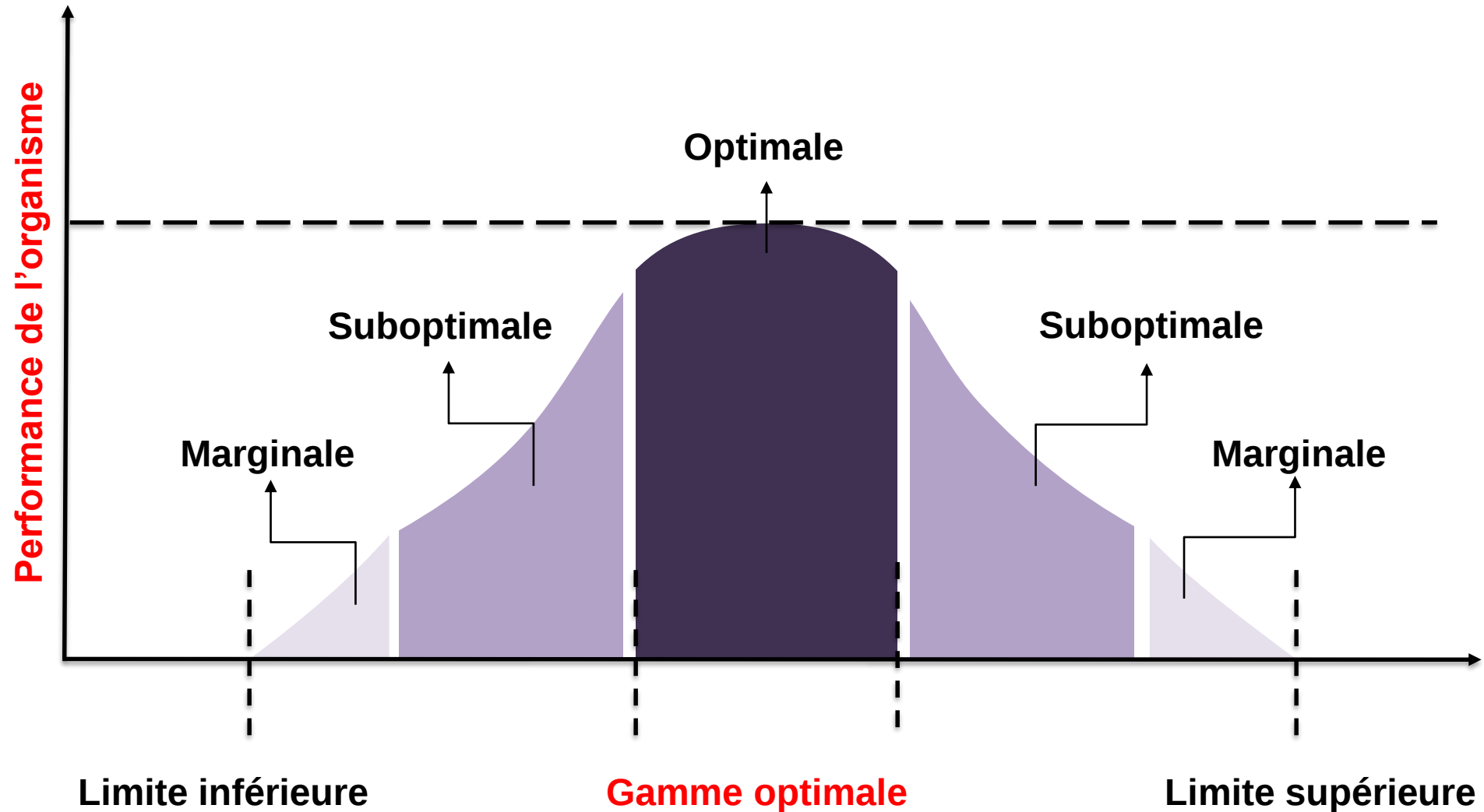




Légende:

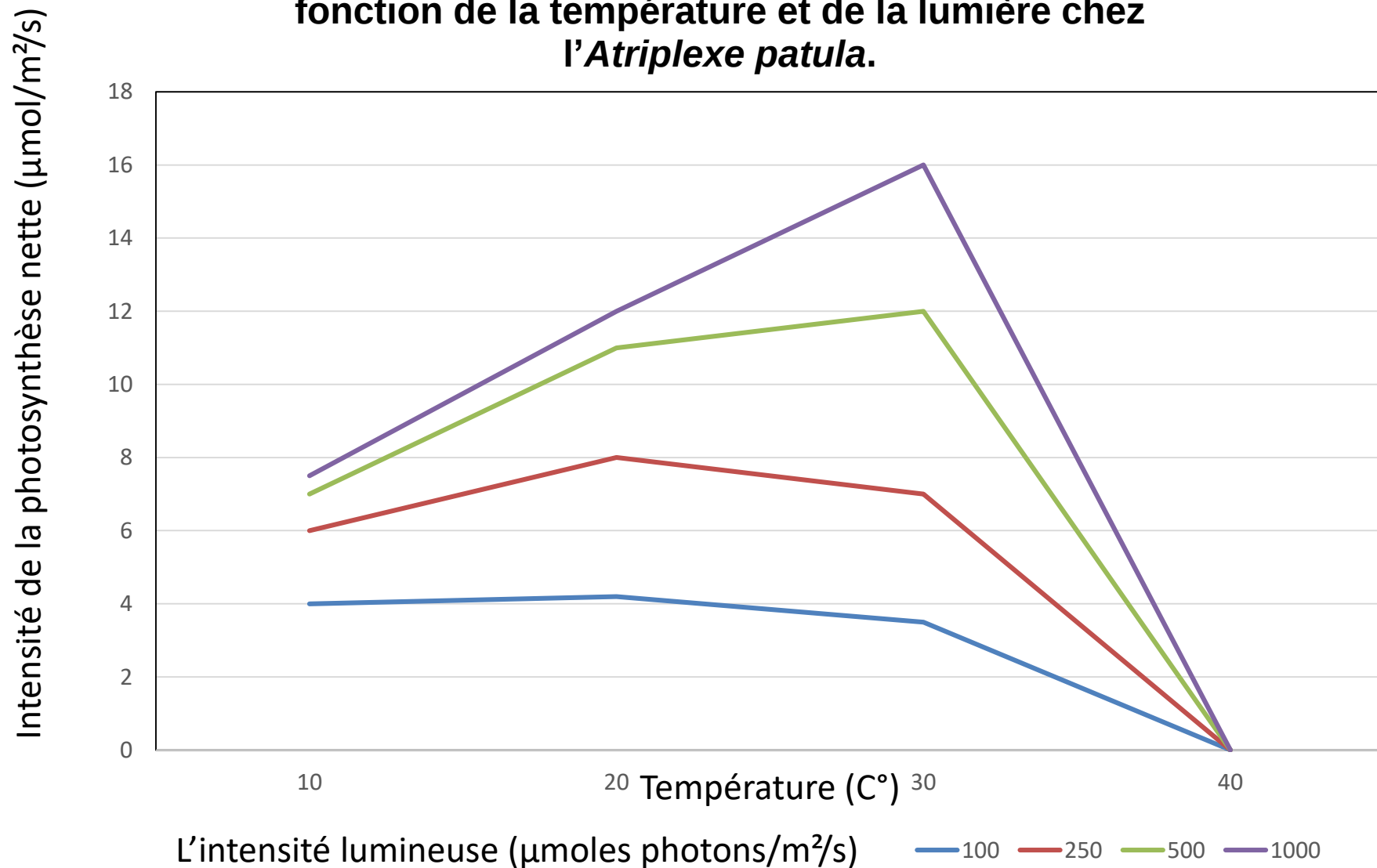


Courbe de tolérance d'un organisme à un facteur de l'environnement



La gamme permettant **la reproduction** (Optimale) est distinguée de la gamme permettant simplement **la croissance** (Suboptimale) ou **la survie** (Marginale).

**Variation de l'intensité de la photosynthèse nette en
fonction de la température et de la lumière chez
Atriplex patula.**



5. La valence écologique :

La **valence écologique** d'une espèce représente sa **capacité** à supporter **les variations** plus ou moins grandes d'un facteur écologique. Elle représente **la capacité à coloniser ou à peupler un biotope donné.**



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



Une espèce à valence écologique **moyenne**, est dite **mesoèce**.



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

Exemple de quelques adjectifs utilisés :

Facteur	Faible tolérance	Forte tolérance
Température	Sténotherme	Eurytherme
EAU	Sténohydre	Euryhydre
Humidité atmosphérique	Sténohygre	Euryhygre
Salinité	Sténohaline	Euryhaline
Nourriture	Sténophage	Euryphage
Eclairement	Sténophote	Euryphote
Nombre d'hôte parasités	Sténoxène	Euryxène

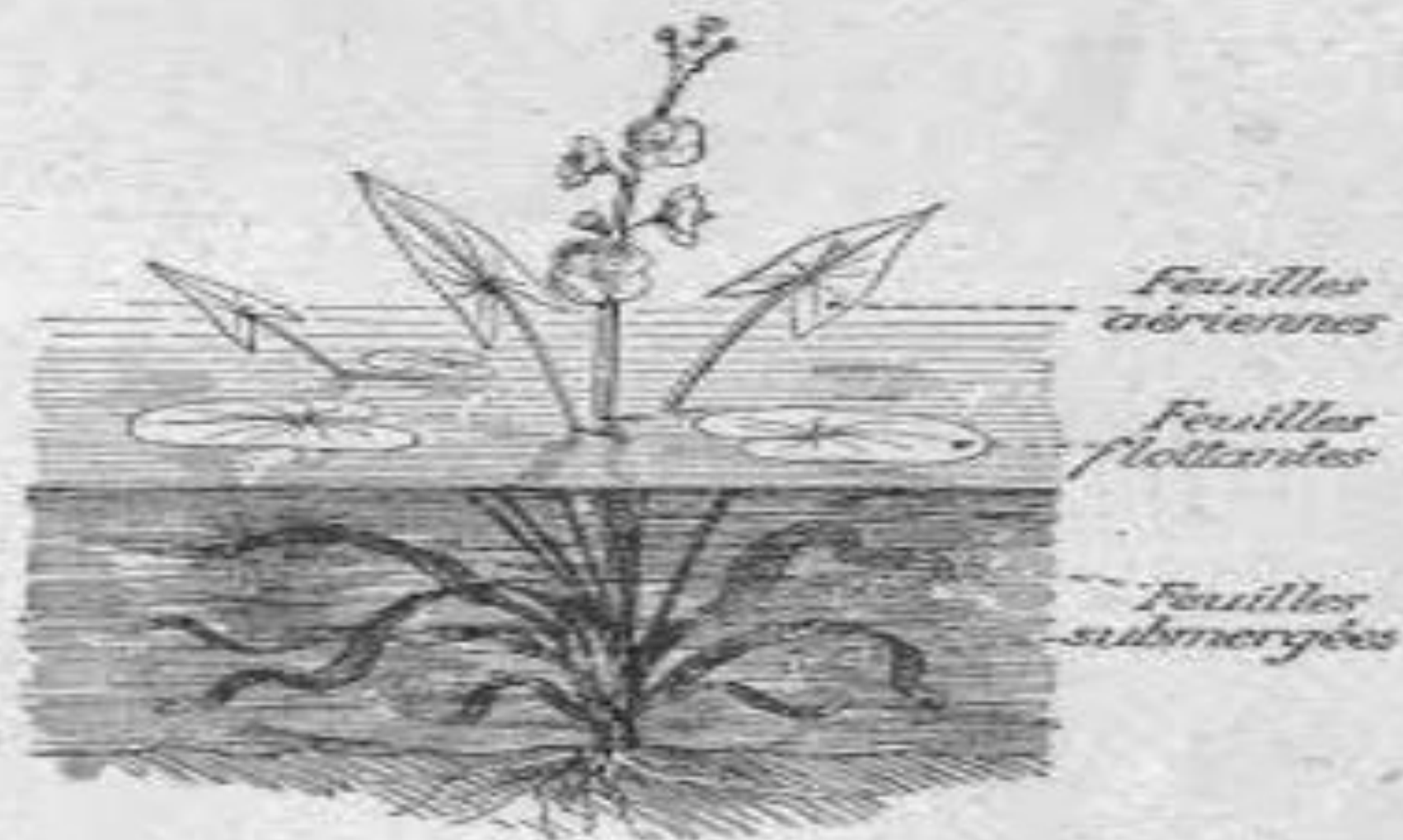
6. Adaptation aux facteurs écologiques :

L'accommodation : est la transformation chez certains individus ou populations de certains caractéristique extérieurs (**phénotypique**) en réponse à suite des facteurs du milieu, **sans transmission héréditaire**.

Exemple : La sagittaire



(Sagittaria sagittifolia)



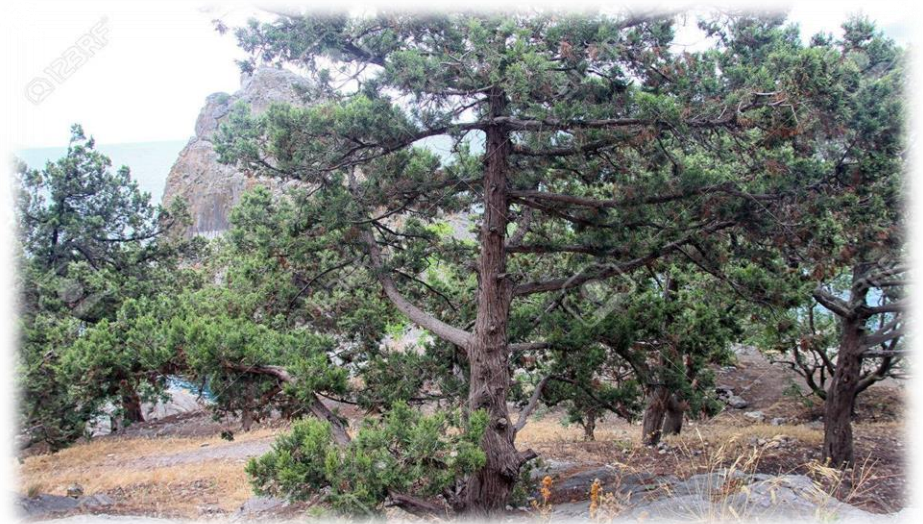
La Sagittaire et ses trois
sortes de feuilles.

L'adaptation : changement **irréversible** en réponse à un facteur externe; les adaptations sont **transmettent** d'une génération à l'autre.

Les individus (population) adaptés sont appelés : **Ecotypes**.



Genévrier nain des haute altitude



Genévrier élancé en plaine

La convergence écologique : C'est un cas particulier d'adaptation où **plusieurs individus** appartenant à des **espèces, genres et familles différentes** ont **la même morphologie** en réponse à un même facteur écologique externe.



Euphorbia resinifera



Euphorbia anoplia

7. Rôle des facteurs écologiques :

Les facteurs écologiques agissent sur les êtres vivants de diverses manières :



Répartition géographique



La répartition géographique des organismes animales ou végétales qui sont **présents** dans les milieux ou **les conditions sont favorables** et **absents** dans les milieux où les **conditions sont défavorables** (caractéristiques climatiques et physicochimiques du milieu).



Densité des populations



Les facteurs écologiques agissent sur la densité des populations par le biais des **taux de fécondité** et **de mortalité**.



Modification adaptative



Les facteurs écologiques agissent sur les êtres vivants en favorisant l'apparition des **modifications adaptatives** telles que : **l'hibernation, la diapause, le Métabolisme ...etc.**

Définitions

L'hibernation : est un état d'hypothermie régulée durant plusieurs jours ou semaine qui permet aux animaux de conserver leurs énergie pendant l'hiver.

La diapause : est une phase génétiquement déterminée dans le développement d'un organisme où il diminue l'intensité de ses activités métaboliques.

Le métabolisme : est l'ensemble des réactions chimiques qui se déroulent au sein d'un être vivant pour lui permettre notamment de se maintenir en vie.

La fécondité : exprime la capacité des espèces vivantes, végétales ou animales de se reproduire.

8. Classification des facteurs écologiques :



Classification en facteur
biotique et abiotique



Classification de
Mondchasky



Classification en facteur
dépendant / indépendant
de la densité

Cette classification se base sur **l'origine biophysique** des facteurs du milieu.

Les facteurs abiotiques :
se sont les facteurs
d'ordre **physique ou**
chimique du **milieu** dans
lequel vivent les êtres
vivants.

Les facteurs biotiques :
se sont les facteurs qui se
rapprochent de **l'activité**
des êtres vivants au sein
d'une biocénose.



Climatiques :
P, T°C, H, Vent...etc.



Edaphiques :
MO, H, pH, CT, CA



Topographique :
Pente, Altitude, exposition



Prédation



Parasitisme



Commensalisme



Compétition



Symbiose
(Mutualisme)

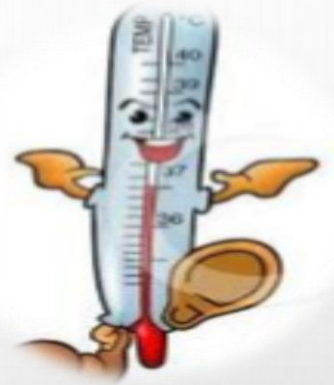
Classification en facteurs dépendant et indépendant de la densité

Les facteurs **dépendant de la densité** sont d'**ordre biotique**. Ce sont les facteurs de **compétition**, de **prédation** et de **parasitisme**.

Les facteurs **indépendant de la densité** se sont surtout les facteurs d'**ordre climatiques** et **physico-chimiques** du milieu.

III- Facteurs climatiques

I- La Température :

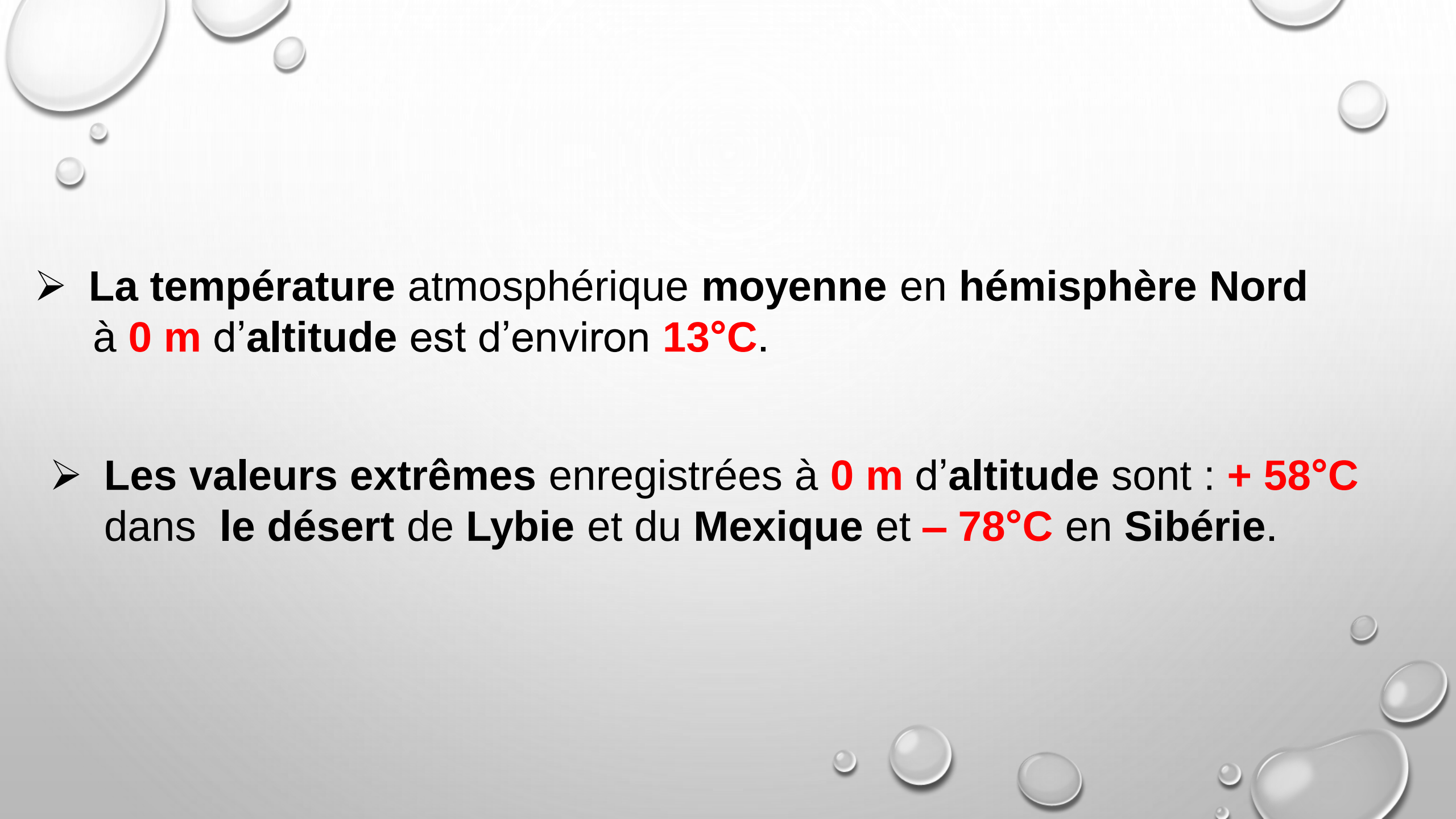


La température est **un facteur fondamental** qui contrôle la respiration, la photosynthèse ... etc., la répartition des espèces et des communautés **en raison de ses fluctuations** : altitudinales, latitudinales et saisonnières.

Moyenne Annuelle
T °C

Moyenne du mois
le plus froid **m °C**

Moyenne du mois
le plus chaud **M °C**

- 
- **La température** atmosphérique **moyenne** en **hémisphère Nord** à **0 m** d'**altitude** est d'environ **13°C**.
 - **Les valeurs extrêmes** enregistrées à **0 m** d'**altitude** sont : **+ 58°C** dans **le désert de Lybie** et du **Mexique** et **– 78°C** en **Sibérie**.

1- Importantes variations de la température :

A- Avec la latitude :

En allant de l'équateur vers les pôles, la température ($T^{\circ}\text{C}$) diminue progressivement à raison de $0,6^{\circ}\text{C}/\text{degré latitude ou parallèle}$, c'est le gradient latitudinale.

Exemple : La température moyenne annuelle est de $26,3^{\circ}\text{C}$ à l'équateur, n'est plus que 14°C à latitude 40° Nord.



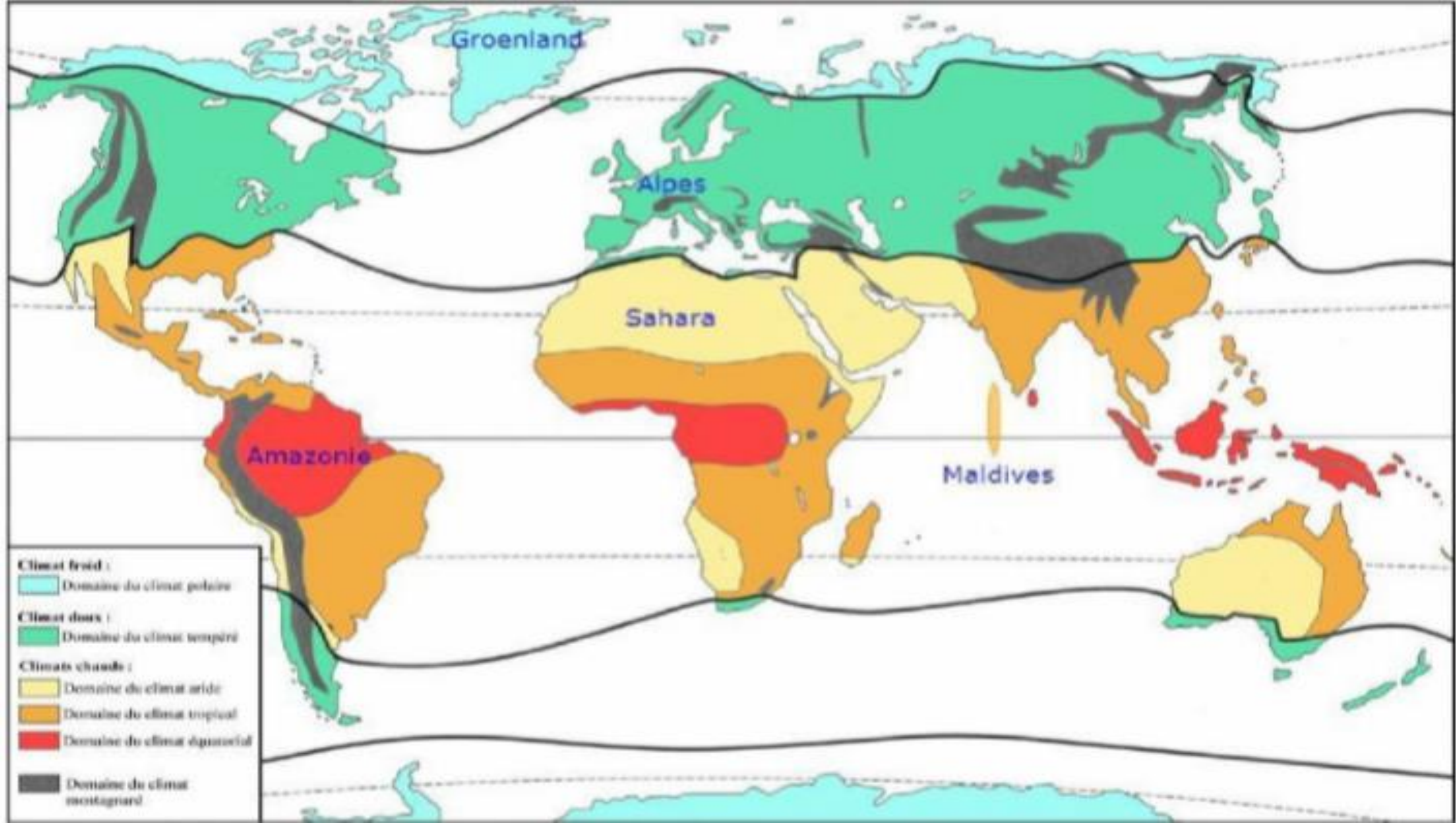
Répartition de la température moyenne annuelle sur le globe terrestre.

À l'échelle continentale, **la conséquence majeure** est la **délimitation des zones climatiques** (macroclimats, climats généraux) plus ou moins **parallèlement à l'équateur**.

Ce phénomène est **la zonation thermique latitudinale** qui résulte en **une zonation végétale latitudinale « Les Biomes »**.

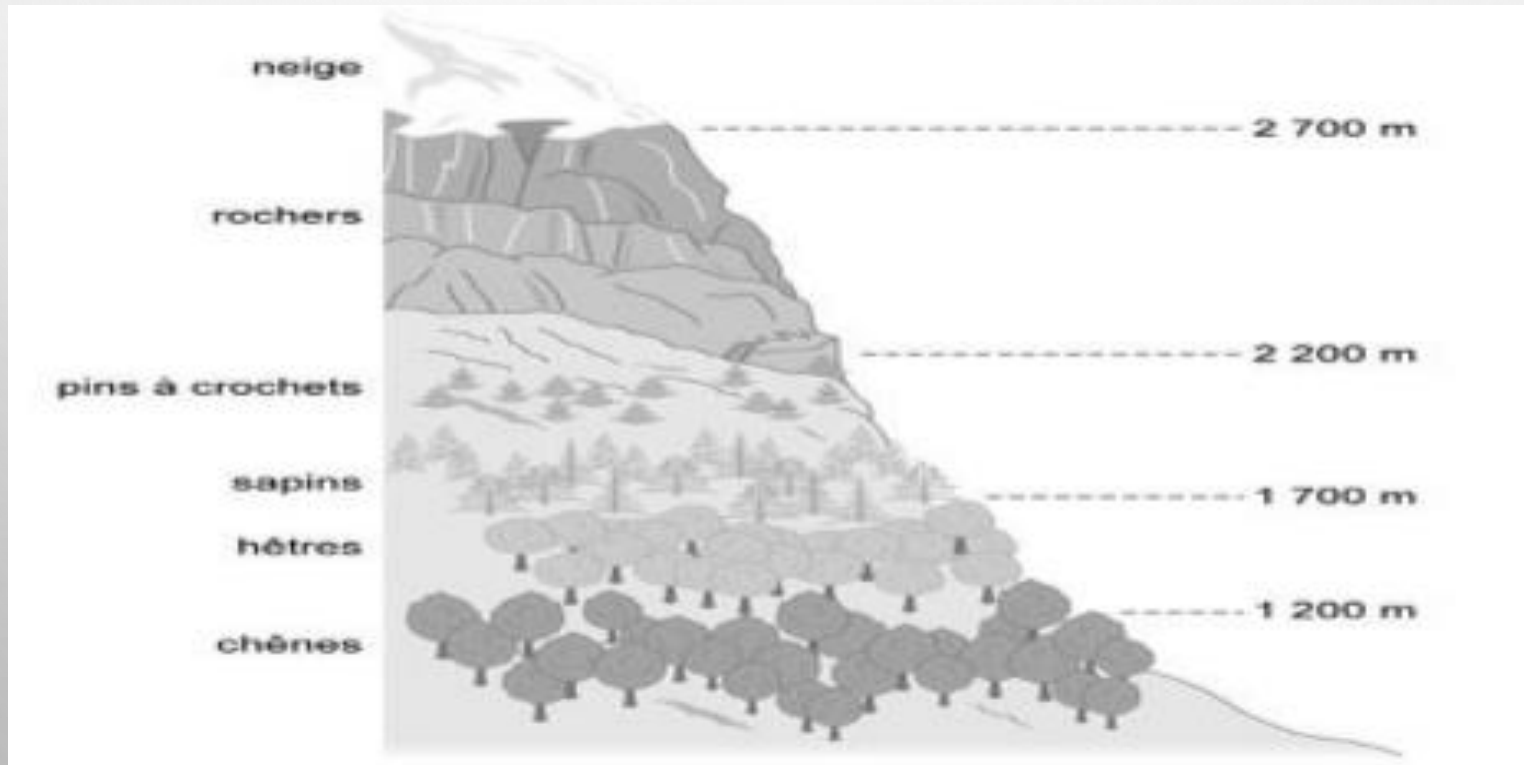
Les biomes représentent de **grands types de formations végétales** terrestres ou aquatiques (**Ex : forêt tropicale, toundra, taïga...etc.**) avec la faune qui leur est associée **occupant une vaste région (étendue)** dont les limites sont principalement d'ordre **climatiques**.

Parallèle	Zone thermique	Zone végétale (climax)
0° - 10°	Equatoriale (24°C- 28°C)	Forêt équatoriale (pluviale) (P>1500 mm) Feuilles sempervirentes
10° - 30°	Tropicale (20°C-26°C)	Forêt tropicale sèche à feuillage caduque
30° - 40°	Transition (16°C- 22°C) • Subtropicale • Méditerranéenne	Forêt laurifoliée (feuilles larges et persistantes) Forêt sclérophylle (feuilles petites et persistantes)
40° - 55°	Tempérée (7°C- 16°C)	Forêt caducifoliée (chute des feuilles à cause du froid)
55° - 70°	Boréale (0°C- 6°C)	Forêt de conifère (Taïga)
Au-delà du 70°	Subarctique (polaire) (T°C négative)	Toundra (tapis de mousse et de lichens)



B - Avec l'altitude :

La température **diminue graduellement** avec l'**augmentation de l'altitude** (Gradient **0,5 °C** pour chaque **élévation de 100 m** ; cela résulte en un **étagement végétal** à toute les montagne du globe.



C- Variations dans le temps :

Il y a des variations entre **le jour** et **la nuit** , entre **les saisons** (différence entre la moyenne du **mois le plus froid** et celle du **mois le plus chaud**), on parle respectivement d' **amplitude thermique diurne** et **amplitude thermique saisonnière**.

Exemple (1) : Dans **les déserts**, **+ 50°C** le jour et **-10 °C** la nuit.

Exemple (2) : Dans **la zone polaire** la différence saisonnière la plus importante enregistrée est de : **+15 °C** à **-70 °C**.

D- Variations locales :

À côté des variations thermiques générales, il y a celle **très limitées** liée par exemple à une **différence d'exposition** entre **les deux versant** (flancs) d'une montagne.

2- Réponses des organismes aux variations thermiques :

Toute espèce à **ses exigences vis-à-vis de la température**, il en résulte des conséquences sur **sa répartition en latitude, altitude et selon les saison...etc.**

On distingue des **sténothermes** chauds et froids développés entre des températures **assez voisines** et les **eurythermes** à **large intervalle de tolérance**.

Globalement les **sténothermes chauds** se localisent en **pays chauds** et des **basses altitudes** et sur des **versants exposés au soleil** par contre les **eurythermes** se localisent sous **différentes climats thermiques** et ont **une vaste distribution**.

UNE ESPÈCE A GRANDE
VALENCE ÉCOLOGIQUE

Le pin sylvestre



Taux de croissance
de l'espèce

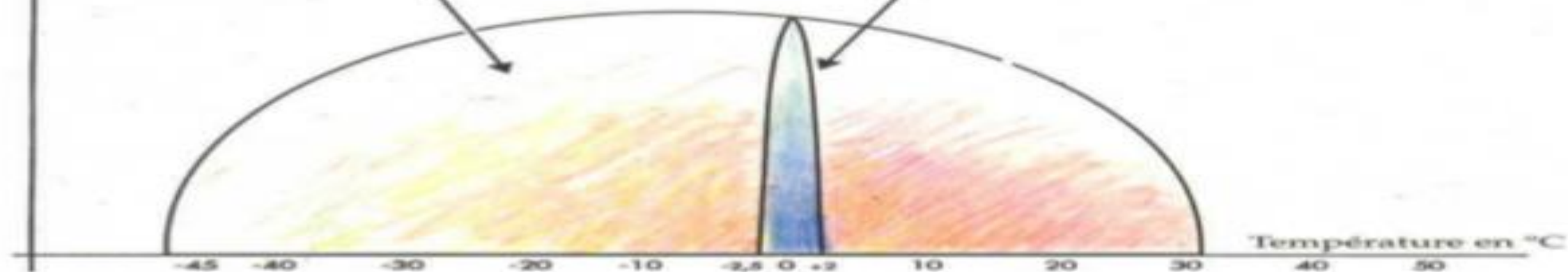
Ecart thermique = 75 °C

UNE ESPÈCE A FAIBLE
VALENCE ÉCOLOGIQUE

Le poisson trématomus



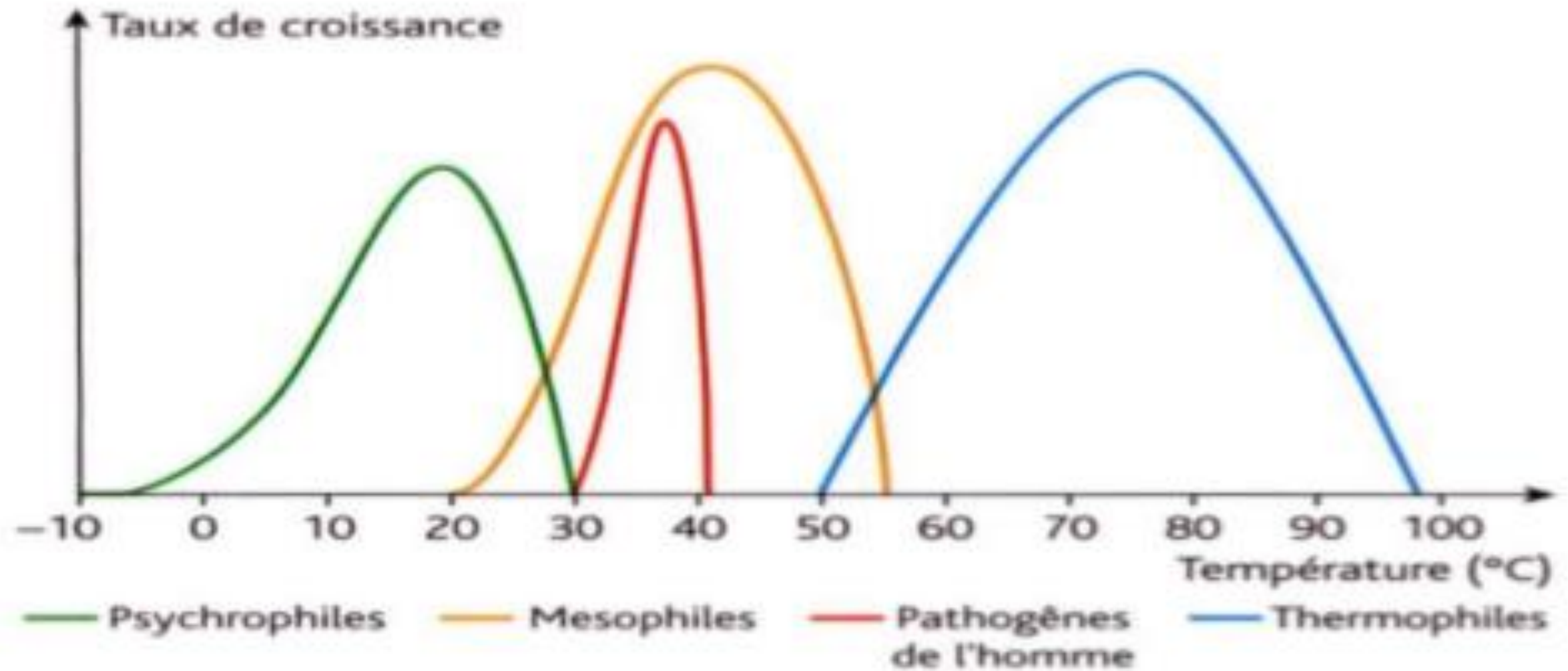
Ecart thermique = 4,5 °C



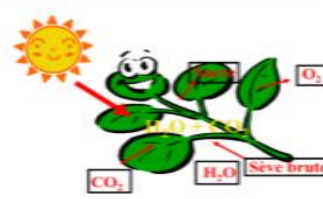
3- Actions de la température sur les processus biologiques :

La température agit sur les fonctions vitales de la plante et sur la rapidité des processus biologiques. Une activité métabolique normale se déroule dans un intervalle de température de **0°C à 50°C**. Cependant, il existe certains espèces de **bactéries** qui vivent dans **les eaux thermales** à **90°C** voire même des **cyanobactéries** à **110°C**.

Les réactions chimiques s'accélèrent avec l'augmentation de la température (la loi de **VAN'HOFF**) « *la vitesse des réactions chimiques est doublée pour toute augmentation de **10°C** de la température ambiante.* »



II- La lumière :



- **Trait d'union** entre le soleil et la biosphère, la **lumière** véhicule et transmet l'**énergie solaire aux organismes** qui pourraient l'utiliser pour la **synthèse de la biomasse**; c'est l'origine ultime de l'**échauffement du milieu** afin qu'il puisse **abriter la vie** animale et humaine.

Les principaux effets **écophysiologiques** et **biogéographiques** de la lumière sont dues à la **variation** de **trois (03) composantes** :

- **L'intensité** : (Contenu énergétique) (Quantité) exprimé en **calories par m² ou cm²** « la constante solaire est de **2 calories/cm²/min** » et en **flux lumineux** exprimé par **lux/heure** ou **min**.
- **La longueur d'onde** : composition spectrale (qualité).
- **l'alternance des périodes d'éclairement et d'obscurité (Photopériode)** : nombre d'heure de lumière par jour.

1- Effets de l'intensité lumineuse :

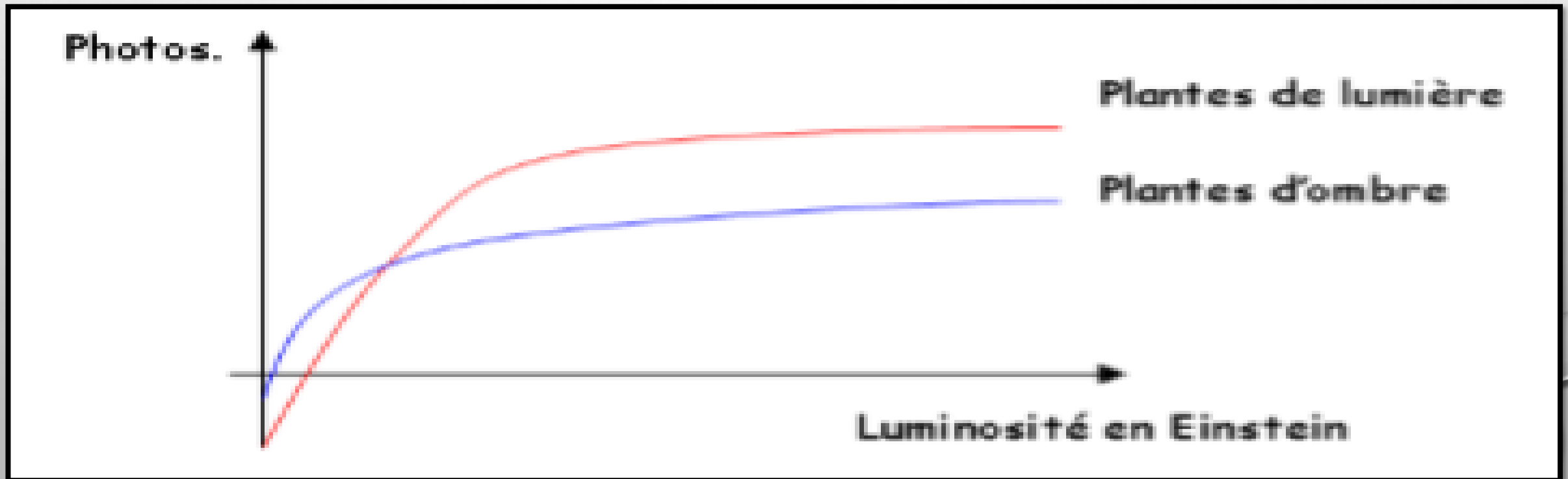
A- Sur la photosynthèse :

La plupart **des plantes et des bactéries autotrophes** sont **photosynthétiques**. **L'énergie d'origine lumineuse**, captée par **les pigments chlorophylliens** (en particulier la chlorophylle a) est **transformée en en énergie chimique** (molécules organiques synthétisées, biomasses).

L'activité photosynthétique d'une plante **est proportionnelle à l'intensité lumineuse**, jusqu'à **un maximum de production primaire**, pour **un optimum de lumière** (variable selon les espèces et leurs adaptations aux conditions illumination.).

B- Adaptation à l'intensité lumineuse :

L'intensité régit la répartition géographique et la localisation stationnelle des espèces selon l'**optimum d'intensité**, les espèces se classent le long d'un gradient d'exigences et se répartissent dans la nature selon leur **optimum d'intensité lumineuse**. Plantes : **(Héliophytes / Sciaphytes)**. Animaux : **(Luciphiles/Luciphobe)**.



2- Effets de la durée d'éclairement (la photopériode) :

Le photopériodisme (l'alternance de la lumière et de l'obscurité, du jour et de la nuit et la proportion de l'un et de l'autre) joue **un rôle essentiel** pour les plantes : il influence leurs **germinations, croissances, chute automnale des feuilles** chez les arbres caducifoliés et surtout **la floraison**.

Exemple : Tabac



Les végétaux de jours courts
(nyctipériodique)

Exemple : Betterave



Les végétaux de jours longs
(Héméropériodique)

Exemple : P. Tropicales



Les indifférentes
(Photoapériodiques)

3- Effets de la longueur d'ondes :

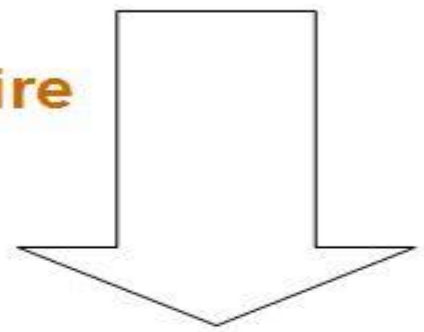
Les effets de la longueur d'ondes se font surtout sentir en **milieu aquatique**, où l'infrarouge est absorbé en quelques centimètres, ultraviolet en quelques en quelques micromètres, seul le visible pénètre profondément dans l'eau.

Cette modifications spectrale résulte en un **étagement des espèces algales** essentiellement en **fonction de la profondeur**. *

Etagement des algues marines :

- * spectre lumineux **varie** en fonction de la profondeur
- * **couleur** des algues dépend de leurs **pigments accessoires**

lumière solaire



- * les différentes algues descendent + ou - profondément selon leur **couleur**, c'est-à-dire selon leur **chimie**

→ **étagement des algues**



niveau 0

profondeur

différentes
longueurs
d'onde

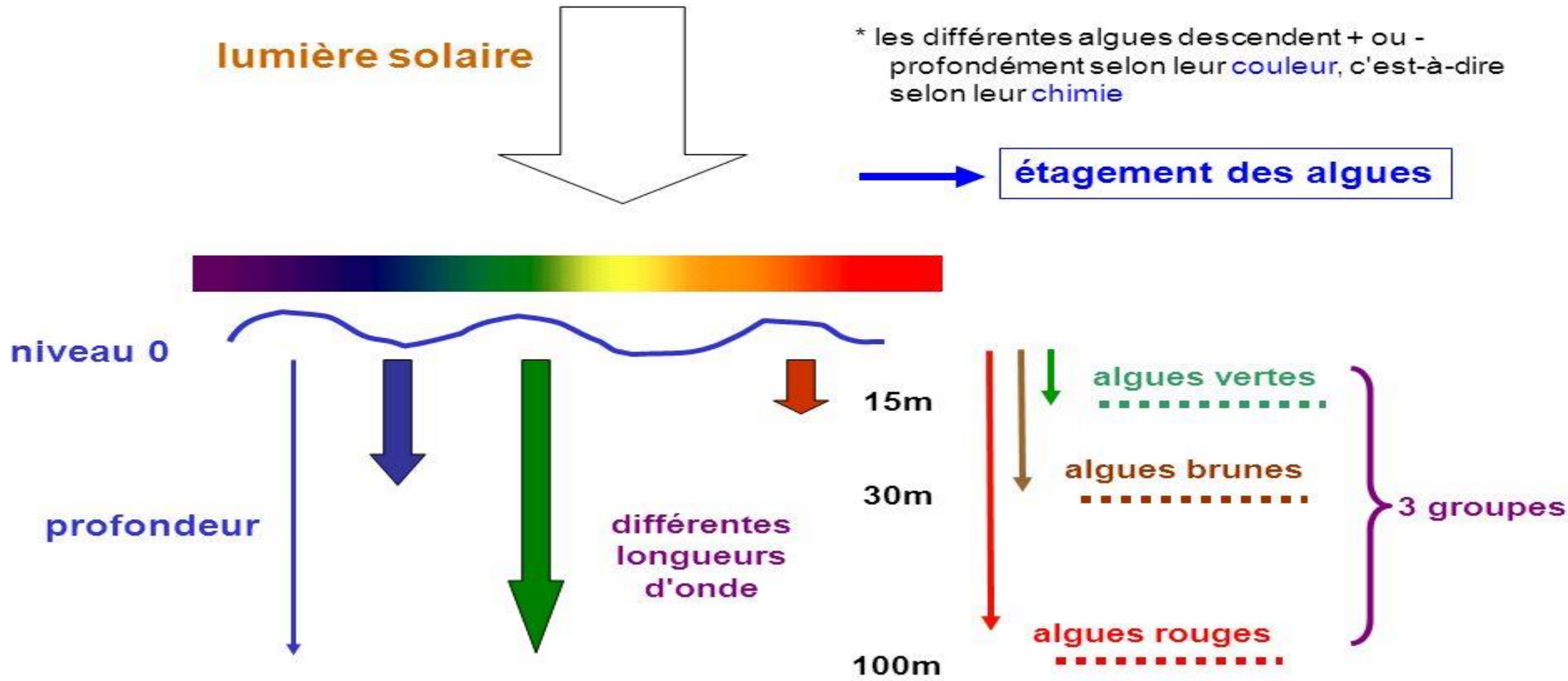
15m
30m
100m

algues vertes
.....

algues brunes
.....

algues rouges
.....

} 3 groupes



III- L'Eau dans l'écosystème terrestre :

Dans l'intervalle des températures compatibles à la vie, l'eau se rencontre sous les **trois (03) phases :**

Propriétés
physiques

- Densité
- Viscosité
- Point d'ébullition
- Solvant

Glace – Neige – Grêle.

Solide



Liquide



Gazeuse

Mouvements

- Régulation des températures atmosphériques
- Stratification thermiques des masses d'eau

Eau libre : écosystème aquatique : lacs, mers, eau dans le sol ...etc.

Vapeur : L'humidité de l'air.



La circulation de l'eau dans la lithosphère emprunte trois (03) voies :

1- Le ruissèlement : Phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols.

2- L'infiltration : Phénomène de pénétration des eaux dans le sol à travers des fissures naturelles des sols et des roches assurant ainsi l'alimentation des nappes phréatiques.

3- La percolation : Phénomène de migration de l'eau à travers les sols (jusqu'à la nappe phréatique).

N.B : Le ruissèlement, l'infiltration et la percolation assurent l'alimentation des cours d'eaux qui restituent en dernier lieu l'eau à l'hydrosphère.

- À la surface de notre planète, non seulement l'eau fait partie de tous les milieux de vie, mais aussi constitue **une portion importante de tissu** de beaucoup d'espèce en état de vie active, le plus souvent entre **65% et 85%** chez les végétaux terrestres et **75%** chez les animaux terrestres.

- Exemples de la teneur en eau de quelques espèces (en % du poids total) :



97 %



95 %



80 %



65 %

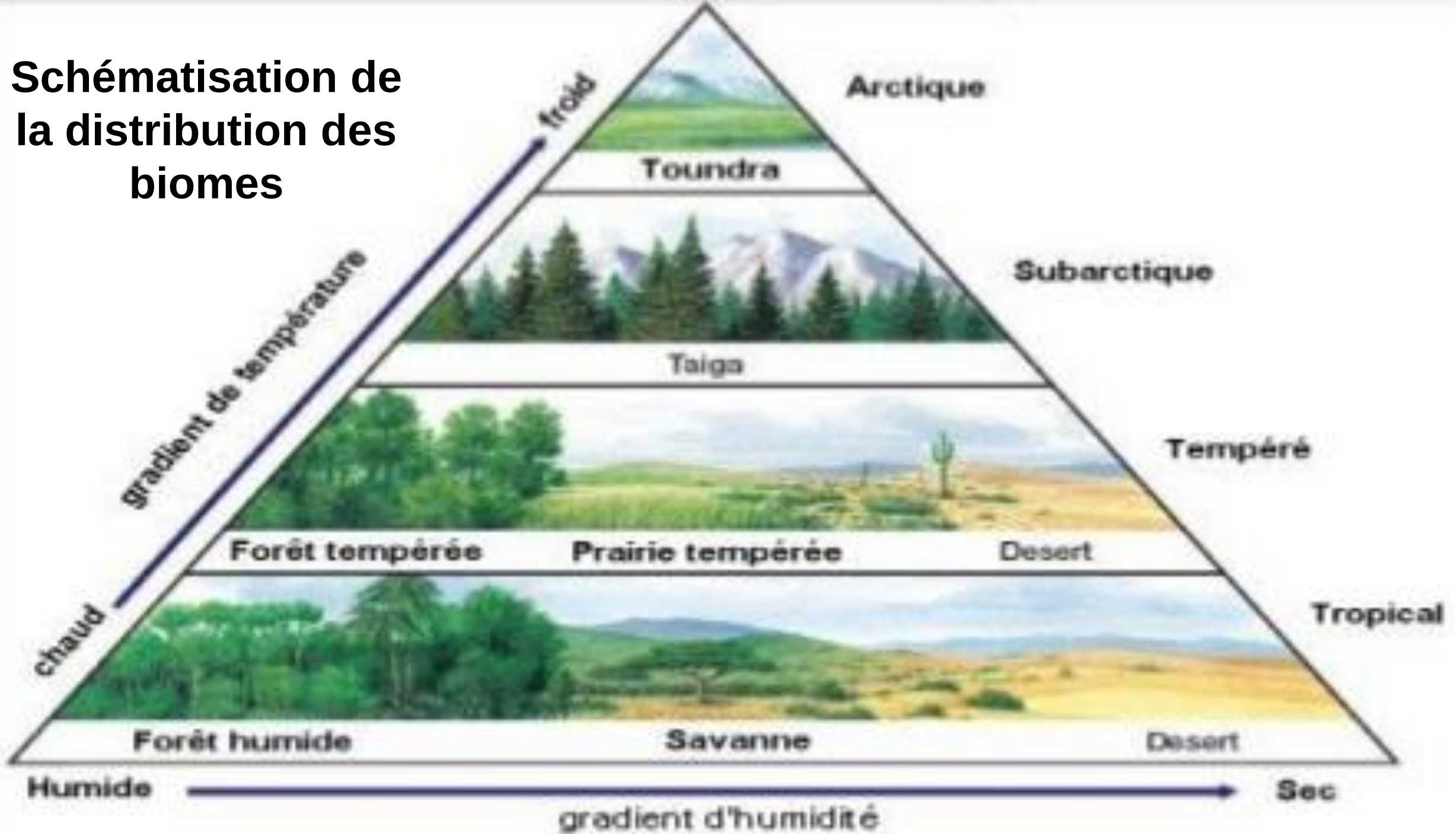


70 %

1- Ecosystème terrestre et problème de sécheresse :

- **La sécheresse** est un **facteur limitant** au moins parce que tous les organismes ont **une eau de constitution** qu'il ne doit pas la perdre et que **la production primaire** des plantes terrestres photosynthétiques **implique une circulation d'eau** à partir du sol et donc, ne doit pas être desséchée.
- Les organismes vivants **n'absorbent** l'eau que sous sa **forme liquide**, donc la pluviosité plus ou moins importante caractérisant les régions et les saisons est **un facteur essentiel de la répartition des espèces terrestres** en particulier les végétaux.

Schématisation de la distribution des biomes



➤ De manière générale, la classification adoptée selon les besoins des plantes en eau est la suivantes :

- **Hydrophyte** : en permanence dans l'eau. Les vrais hydrophytes sont les angiospermes qui ont recouvert le milieu aquatique.



Élodée



Nénuphar

- Hélophyte : (helos = marécage) plantes semi-aquatiques.



- Hygrophyte : Ce sont des plantes des milieux très humides.



- Mésophyte : Plantes non spécialisées, elles tolèrent des conditions d'humidité modérées en eau ou en humidité atmosphérique.

- **XérophYTE** : (Xéros = Sec), se sont des espèces adaptées aux milieux **arides** et **désertiques** ou incapable d'emmagasinier l'eau à cause de la topographie (pente) ou à la texture (sable) ou bien aux **longues périodes de sécheresse**.



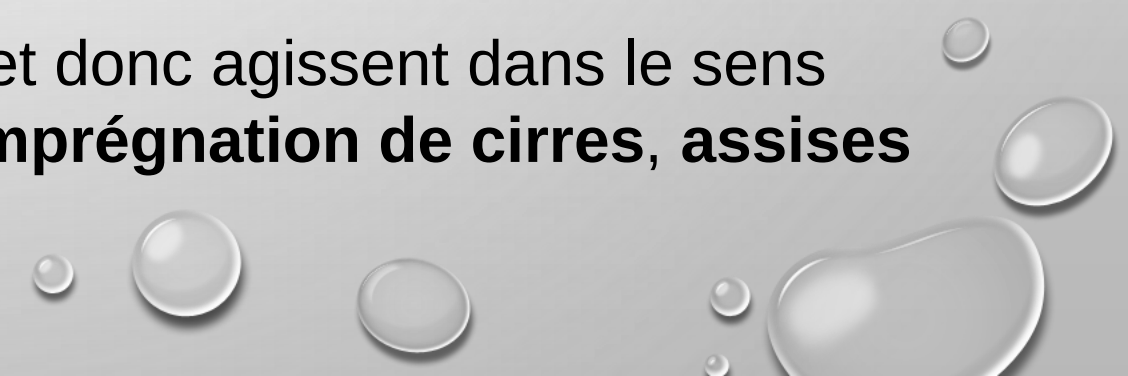
- 
- **Les xérophytes** développent **plusieurs stratégies** afin d'économiser l'eau et éviter la sécheresse.

▪ **Adaptation morphologique :**

Destinée à **chercher l'eau en surface** et en **profondeur** par augmentation du **volume** et de **la masse des racines** ; d'autres adaptations tendent à réduire les pertes par les parties aérienne par **diminution de la biomasse** aérienne, **réduction de la taille du limbe** et même **absence des feuilles (Aphyllie)**.

▪ **Adaptation anatomo-histologique:**

Destinée également à **réduire la transpiration** et donc agissent dans le sens d'économie de l'eau : **présence de cuticules**, **imprégnation de cirres**, **assises subérisées**.

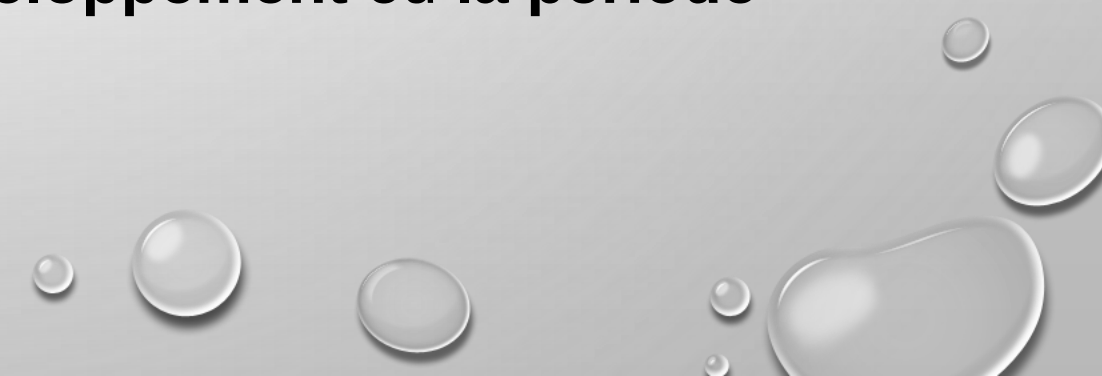


- **Adaptation chimique:**

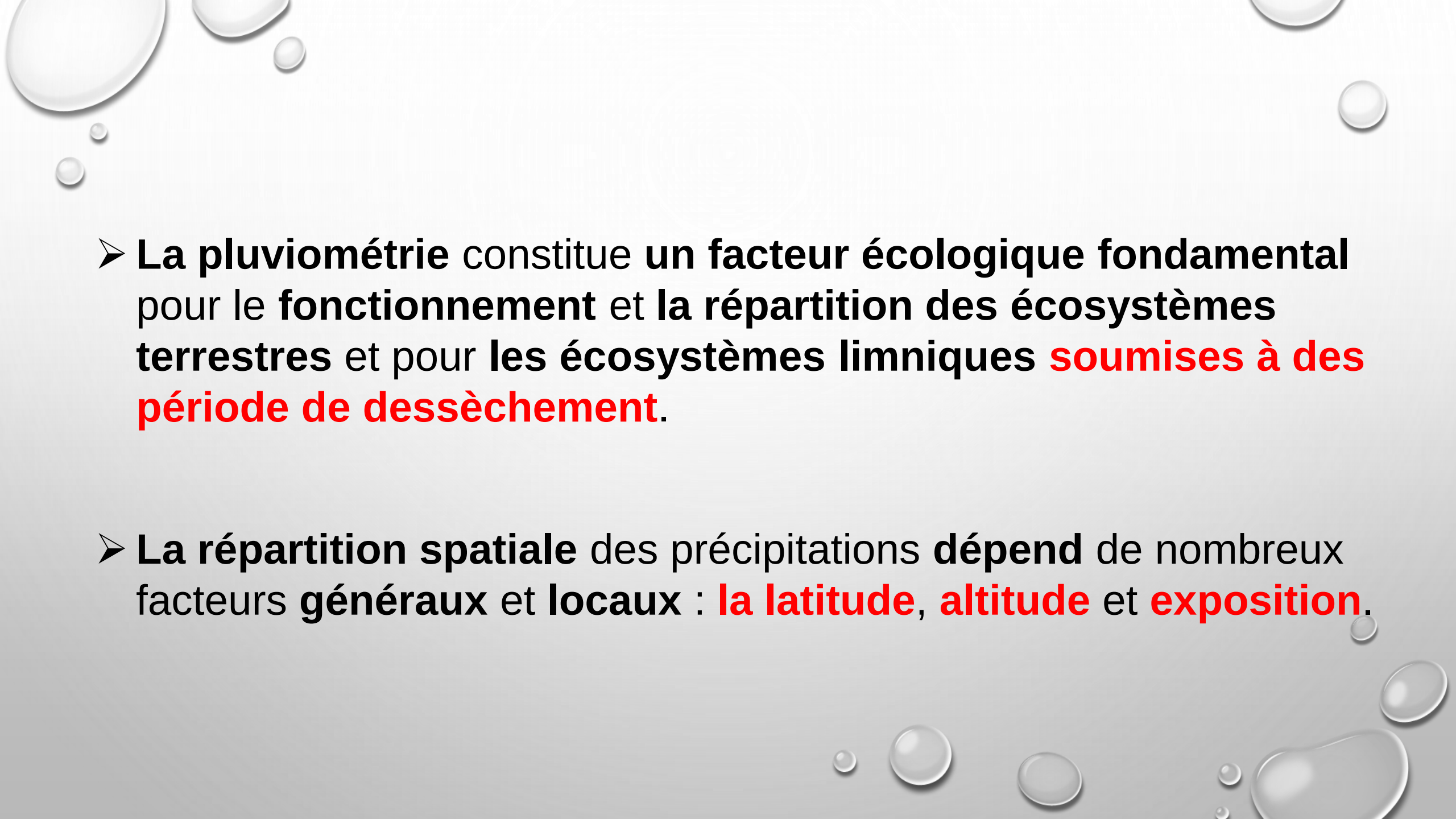
Dirigées vers l'**augmentation de la pression osmotique de la sève**, certaines espèces y s'ajoutent **une succulence des tiges et des feuilles** « réserves d'eau liées à des mucopolysaccharides » cas des **Cactées** et **Euphorbiacées cactoïdes**.

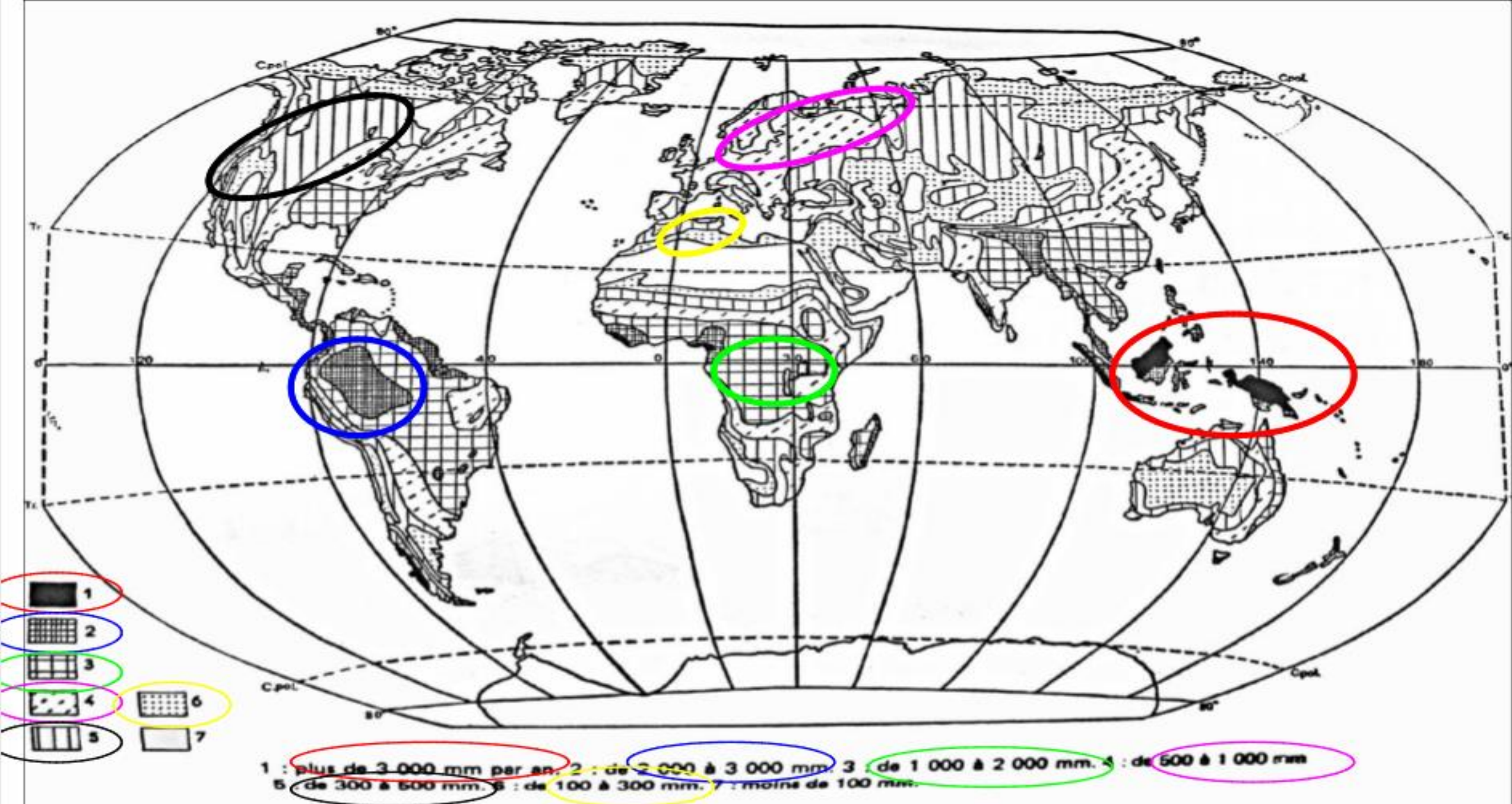
- **Adaptation phénologique:**

Le cas typique est celui des **Ephémérothérophyte** : Germent, croissent, fleurissent et fructifient en **quelque jours**, juste après les pluies. Les plantes ont tendance à faire **coïncider le cycle de développement** ou **la période végétative** avec **les conditions hydriques**.

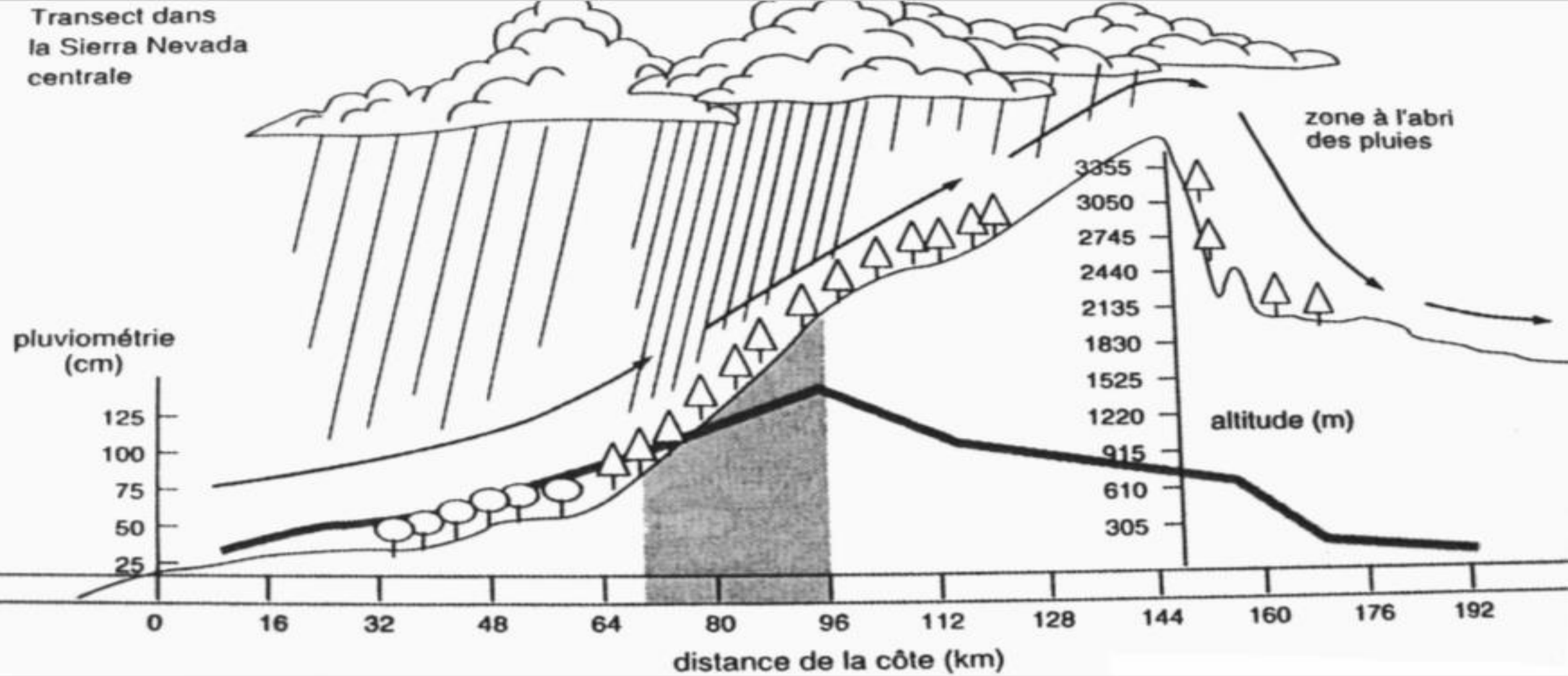


N.B : Tous ces propos concernent des **stratégies** pour éviter **la dessiccation**, il existe des plantes supportant la dessiccation (**jusqu'à 60% à 70% de perte d'eau**) qui sont **les mousses et les lichens** qualifiées de **Reviviscents** (se rétrécissent en cas de sécheresse ; une fois aspergées d'eau, ces plantes reprennent souvent en quelques minutes leurs tailles et leurs fonctions respectives.

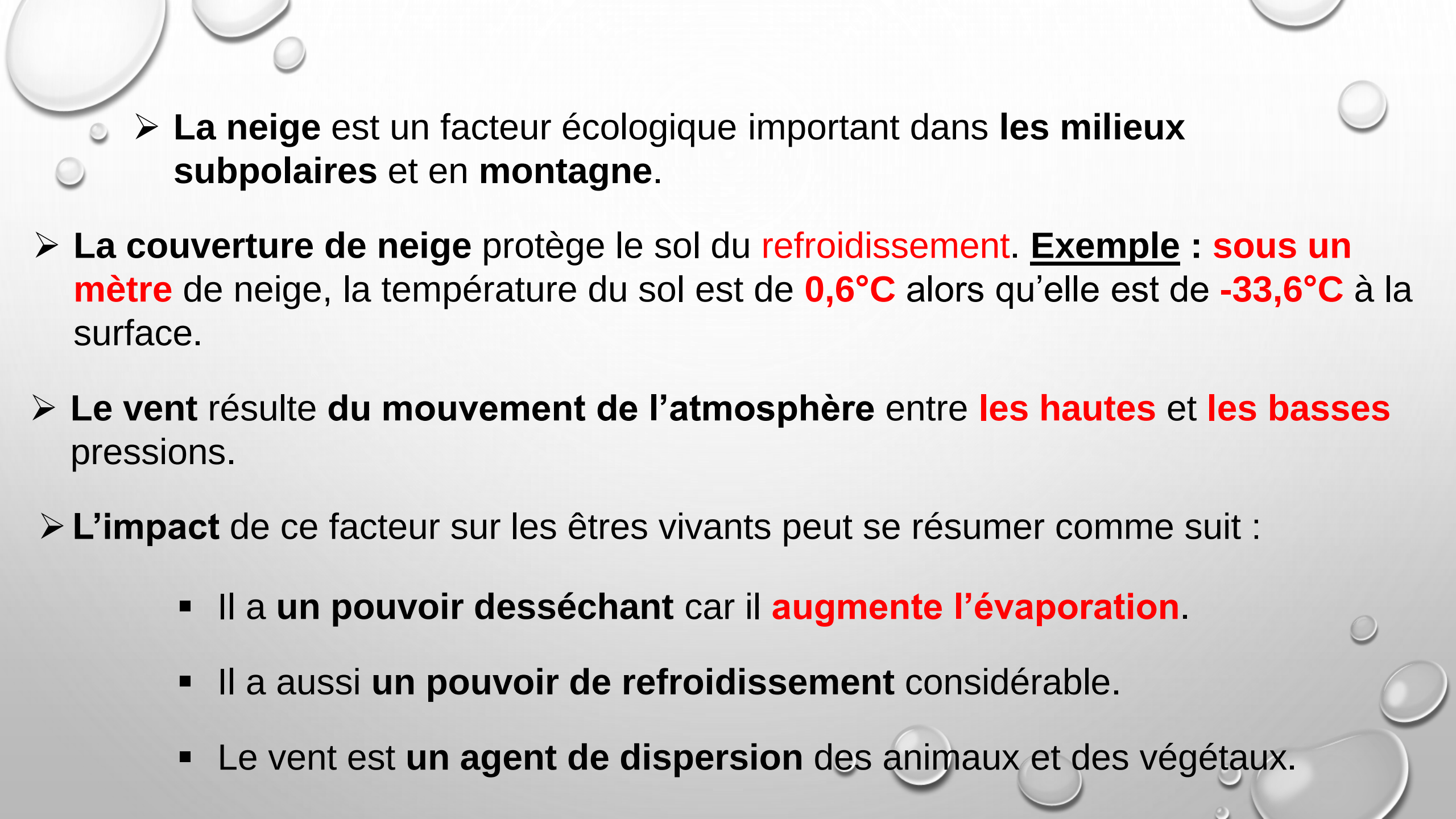
- 
- **La pluviométrie** constitue un **facteur écologique fondamental** pour le **fonctionnement** et la **répartition** des **écosystèmes terrestres** et pour **les écosystèmes limniques** **soumises à des période de dessèchement**.
 - **La répartition spatiale** des précipitations **dépend** de nombreux facteurs **généraux** et **locaux** : **la latitude**, **altitude** et **exposition**.



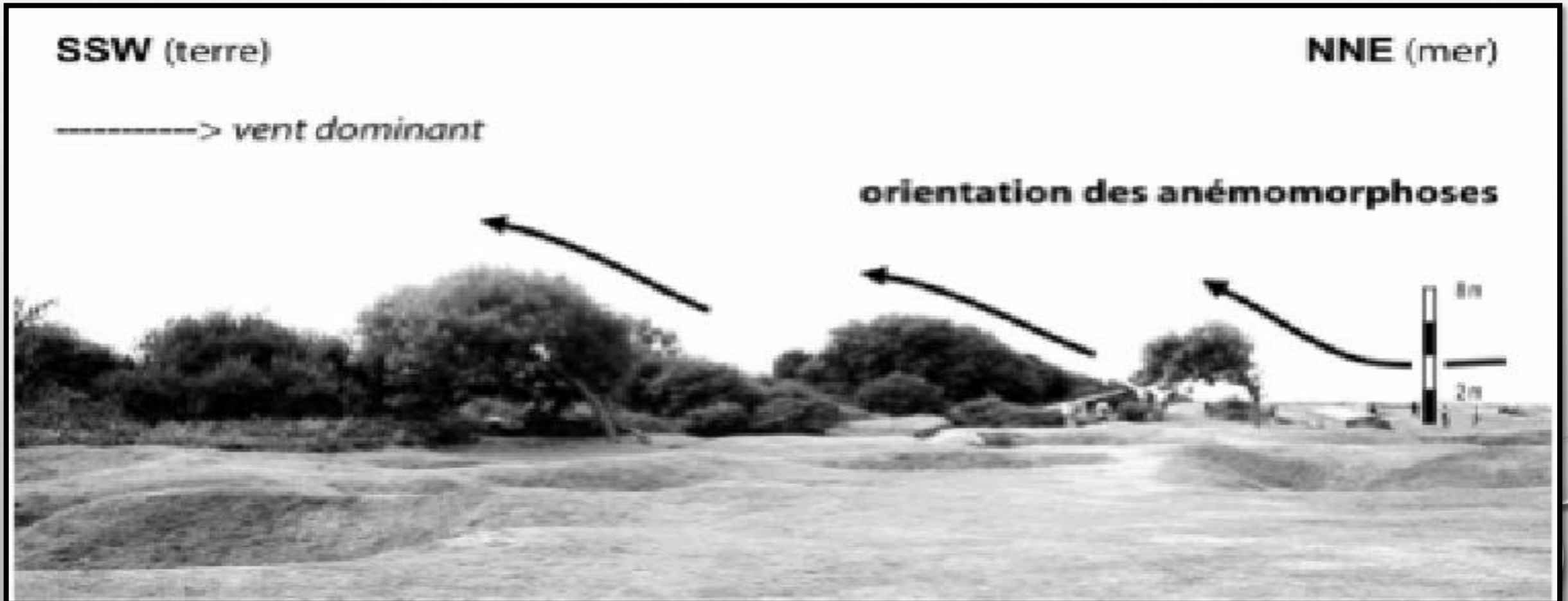
Transect dans
la Sierra Nevada
centrale



Rôle du relief dans la répartition des précipitations
(gradient pluviométrique)

- 
- **La neige** est un facteur écologique important dans **les milieux subpolaires** et en **montagne**.
 - **La couverture de neige** protège le sol du **refroidissement**. Exemple : **sous un mètre** de neige, la température du sol est de **0,6°C** alors qu'elle est de **-33,6°C** à la surface.
 - **Le vent** résulte du **mouvement de l'atmosphère** entre **les hautes** et **les basses** pressions.
 - **L'impact** de ce facteur sur les êtres vivants peut se résumer comme suit :
 - Il a un **pouvoir desséchant** car il **augmente l'évaporation**.
 - Il a aussi un **pouvoir de refroidissement** considérable.
 - Le vent est un **agent de dispersion** des animaux et des végétaux.

- Le vent a un effet mécanique sur les végétaux en prenant des formes particulières appelées : **anémomorphoses**.



IV- Les facteurs édaphiques

Le sol

Introduction

Le sol joue un rôle important dans l'écosystème, il assure des fonctions divers : **sur le plan environnemental** : il interagissent avec l'atmosphère et l'hydrosphère en contribuant à la régulation des teneurs en gazes à effet de serre et régissant la composition chimique des eaux superficielles et souterraines.

Sur le plan écologique et agronomique : il forme un support de vie et de croissance aux végétaux en leur offrant les éléments minéraux dont ils ont besoin.

Les sols sont donc à **la base** de tous les écosystèmes terrestres, se forment **très lentement**, constituent **une ressource peu renouvelable** et **un patrimoine** qu'il est essentiel de bien le connaître afin de le préserver.

1- La définition d'un sol :

Le sol est la couche qui recouvre **la roche mère** et qui résulte de son **altération** sous l'effet combiné des paramètres climatiques (pluie, vent, gel, écart thermique...etc.) ; les racines des plantes et enfin l'activité biologique.

2- Organisation d'un sol :

Une coupe verticale dans un sol qu'on appelle : **le profil pédologique** met en évidence une subdivision du sol en plusieurs couches distinctes appelées : « **Horizon du sol** ».

Les pédologues distinguent en générale quatre **(04) bandes successives** : une **(01) bande superficielle** et trois **(03) horizons**.

La bande superficielle : elle est formée de feuilles mortes, de rameaux plus ou moins décomposés et de cadavres d'animaux. On l'appelle : **la litière**.

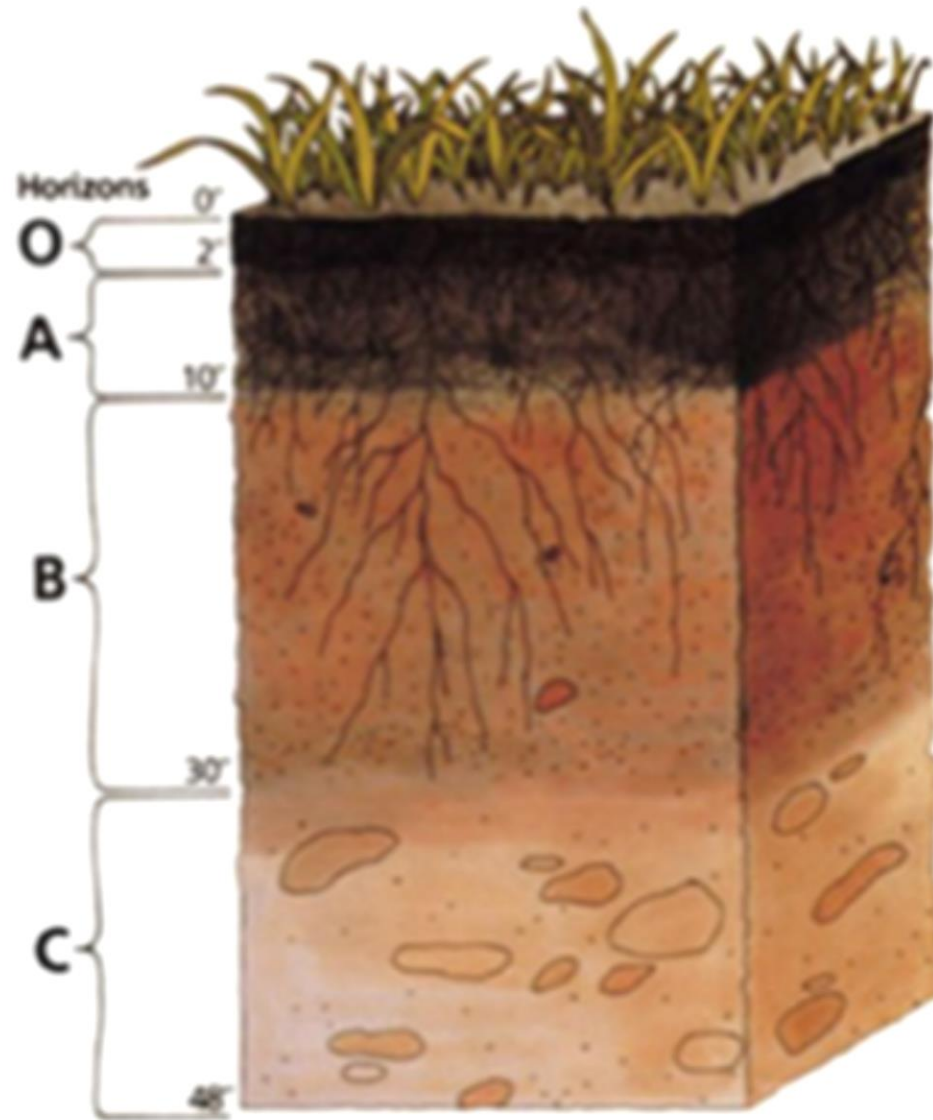
L'horizon A : c'est l'**horizon de surface**, il vient juste après la litière. Il est riche en matière organique issue de la décomposition de la litière et il est soumis au phénomène de **lessivage** (l'entraînement vers le bas des éléments chimiques.).

L'horizon B : il est riche en éléments chimiques qui ont migré de l'horizon A. Ces éléments s'accumulent dans l'horizon B d'ailleurs cet horizon est appelé : **Horizon d'accumulation**.

L'horizon C : Il est riche en éléments minéraux provenant de l'altération de la roche mère. C'est un horizon de **transition** entre l'horizon B et la roche mère.

La roche mère : c'est le substrat géologique sur le quel repose un sol.

Le profil du sol



L'horizon A/ La litière:

Les débris végétaux et animales se transforment en humus. Cette horizon est faible en minéraux due au lessivage.

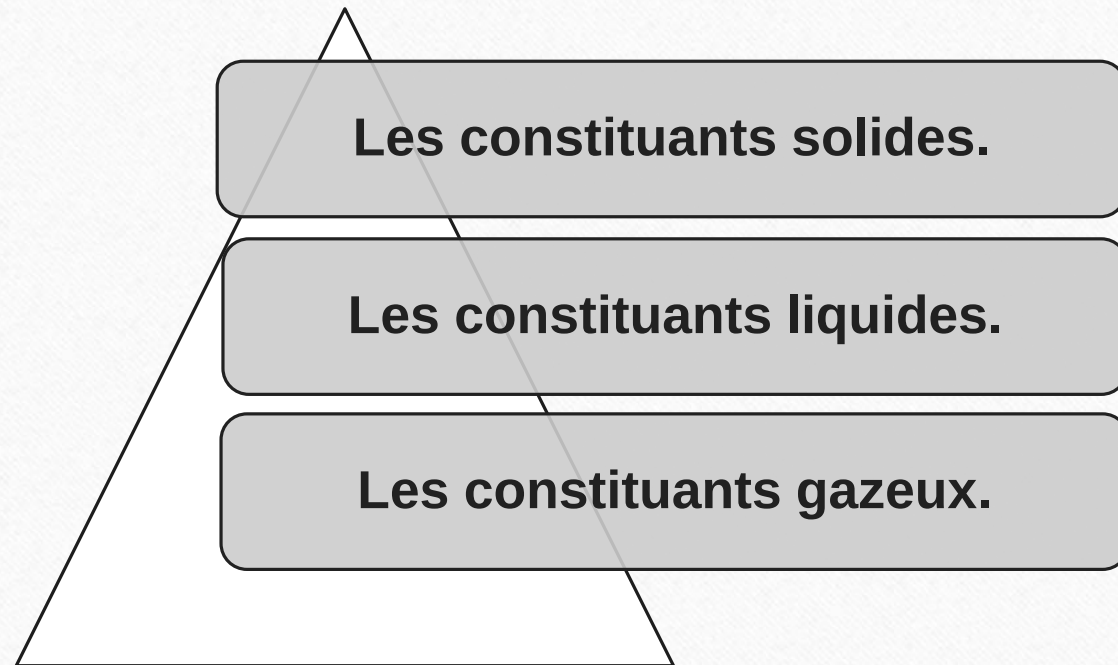
L'horizon B:

On y retrouve beaucoup de minéraux.
La roche est plus grosse.

L'horizon C/ Sous-sol:

On y retrouve la roche-mère.

3- Composition d'un sol :



Les composants du sol



**Matière
Organique**



Faune et flore du sol



Solution du sol



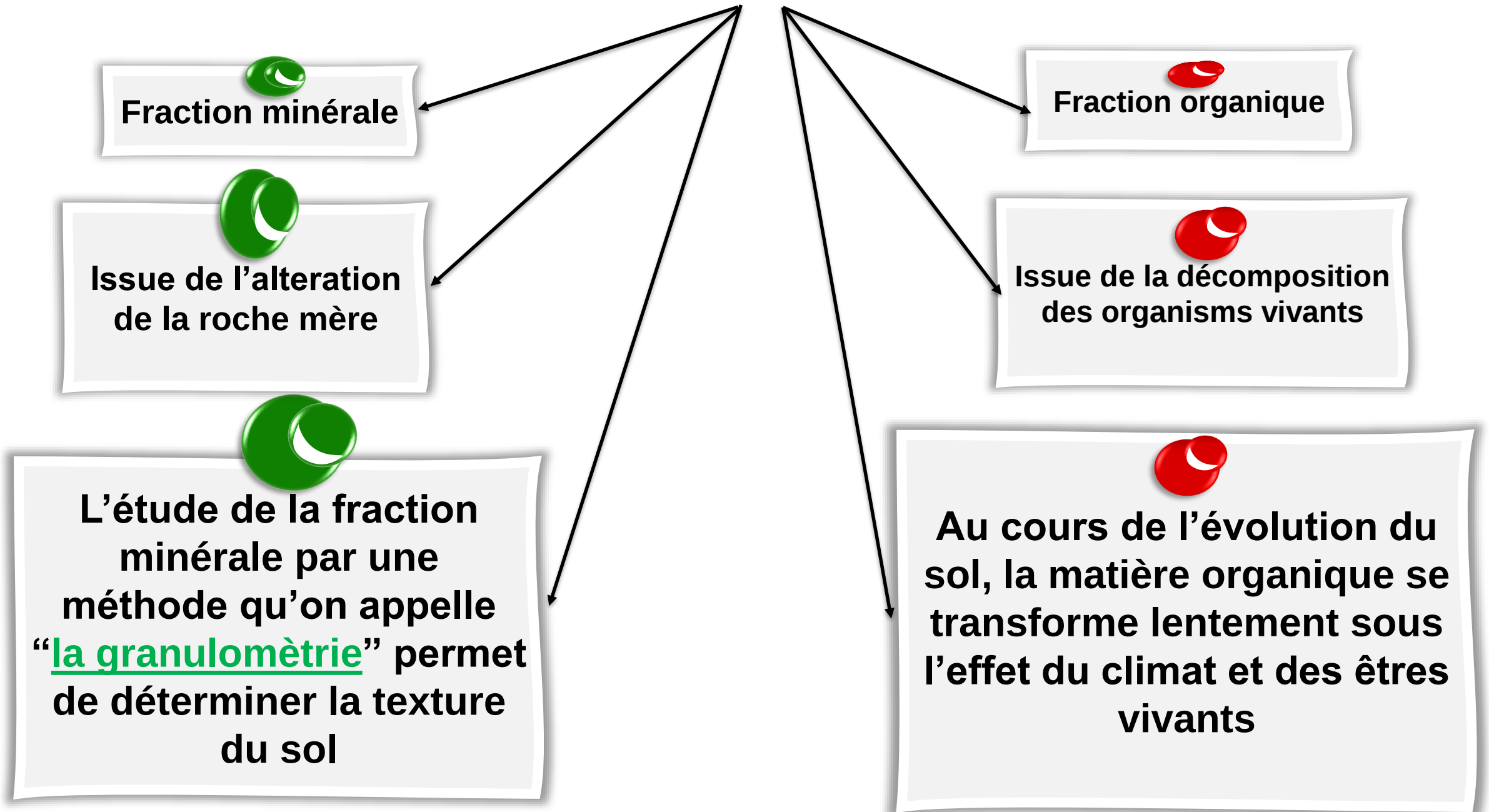
**Fraction
atmosphérique**



Matière minérale



1- les constituants solides :



Echelle granulométrique de la texture du sol

à 2 mm

Fraction grossière
(squelette)

Terre fine

Catégories

Limites (Cm)

Argile

Limons

Sable

Blocs

> 20

Pierres

5 - 20

Cailloux

2 - 5

Graviers

0,2 - 2

< 2

L . F

L . G

S . F

S . G

2 - 20

20 - 50

50 - 200

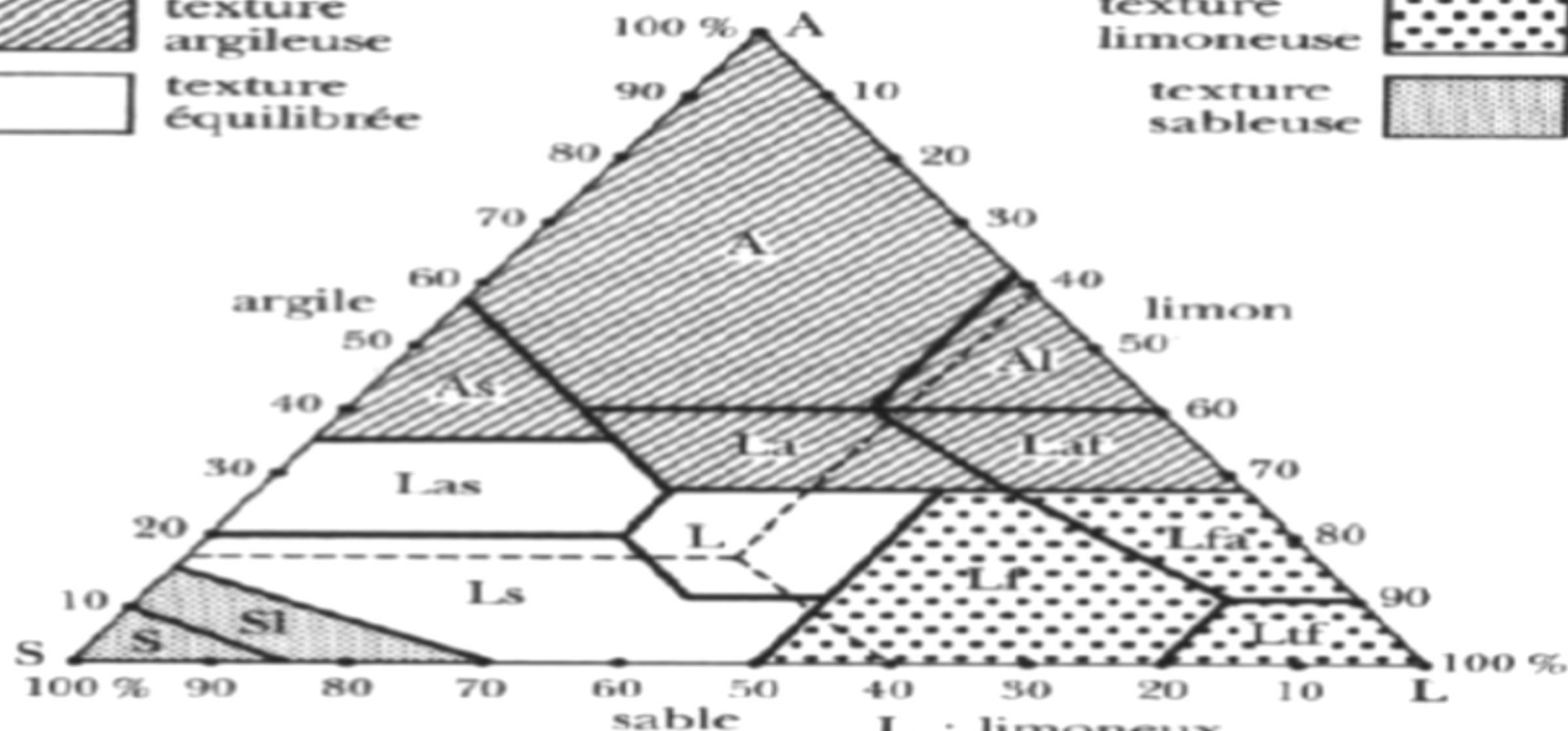
200 - 2000

(D'après Lozet & mathieu, 1995)

(D'après Baize & Jabiol, 1995)

 texture argileuse
 texture équilibrée

texture limoneuse 
 texture sableuse 



A : argileux
 As : argilo-sableux
 Al : argilo-limoneux
 La : limono-argileux
 Laf : limono-argileux fins
 Las : limono-argileux sableux

L : limoneux
 Ls : limono-sableux
 Lfa : limoneux fins argileux
 Lf : limoneux fins
 Ltf : limoneux très fins
 Sl : sablo-limoneux
 S : sableux

La structure d'un sol fait référence à **la façon** dont les particules de : **sable**, **limon** et **argile** sont **disposées** les unes par rapport aux autres.

La texture du sol fait référence à **la taille** et à **la proportion** des **particules minérales** qui le composent. Plus spécifiquement, elle réfère à **la proportion** des **sables**, **limons** et **l'argiles** contenus dans un sol et mesurés par **l'analyse granulométrique**.

Elle s'exprime par un **terme simple** (ex : **sableuse** ou **argileuse**) ou **composé** (ex : **limono-sableuse**) repéré dans **un triangle de texture**.

On distingue principalement **trois (03)** types de **structures** :



Massive :

Le sol est lourd, les éléments sont liés par les matières organiques ou calcaire, durcis en une masse très résistante discontinue ou continue (**sols argileux**) qui sont **compacte** et **peu poreux**.



Particulaire :

Le sol est très meuble, les éléments du sol ne sont pas liés (**sols sableux**).



Fragmentaire :

Les éléments sont liés par des matières organiques pour former des **agrégats** (mm) ou **grumeaux** (Cm).

STRUCTURE PARTICULAIRE



STRUCTURE COMPACTE

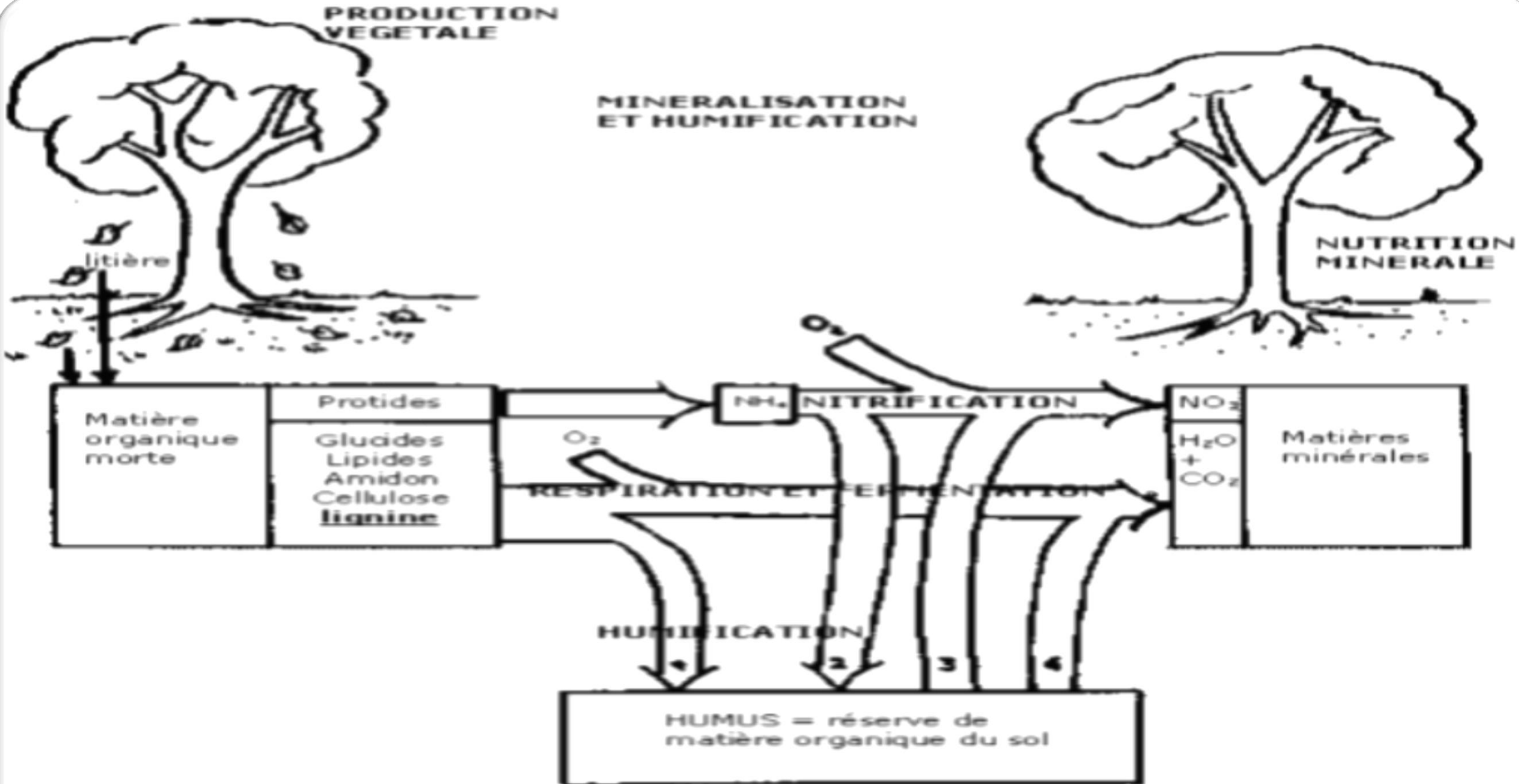


STRUCTURE GRUMELEUSE

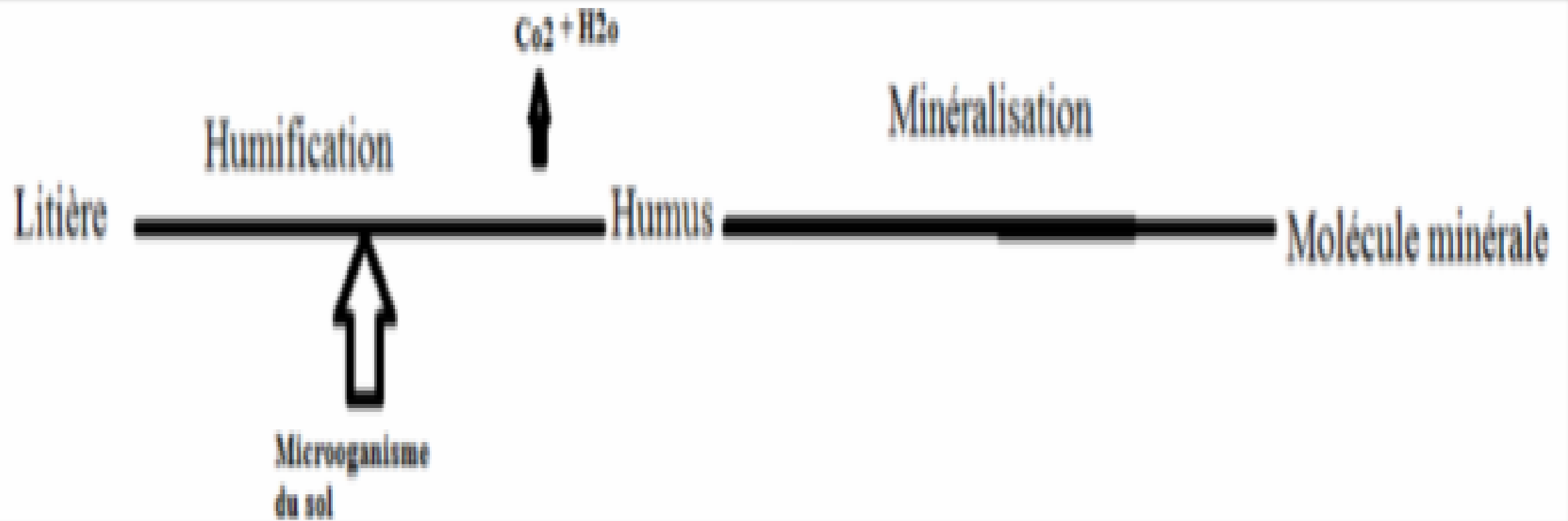


Les matières organiques constituent **une source d'énergie** pour la flore et la faune du sol (contribuent à l'alimentation des végétaux par la libération d'éléments nutritifs par minéralisation.)

Le sol est milieu dans lequel vivent de nombreux animaux et microorganismes; on y rencontre une grande biodiversité (**matière organique vivante**) et **une matière organique morte** représentée par la matière organique fraîche (débris des végétaux et animaux), les produits transitoires et l'humus.



1 et 2 : formation d'humus à partir de lignine et de glucides partiellement dégradés (et de produits azotés provenant des protides).
3 et 4 : minéralisation d'une partie de l'humus (1 à 2% par an).



2- Les constituants liquides (L'eau dans le sol)

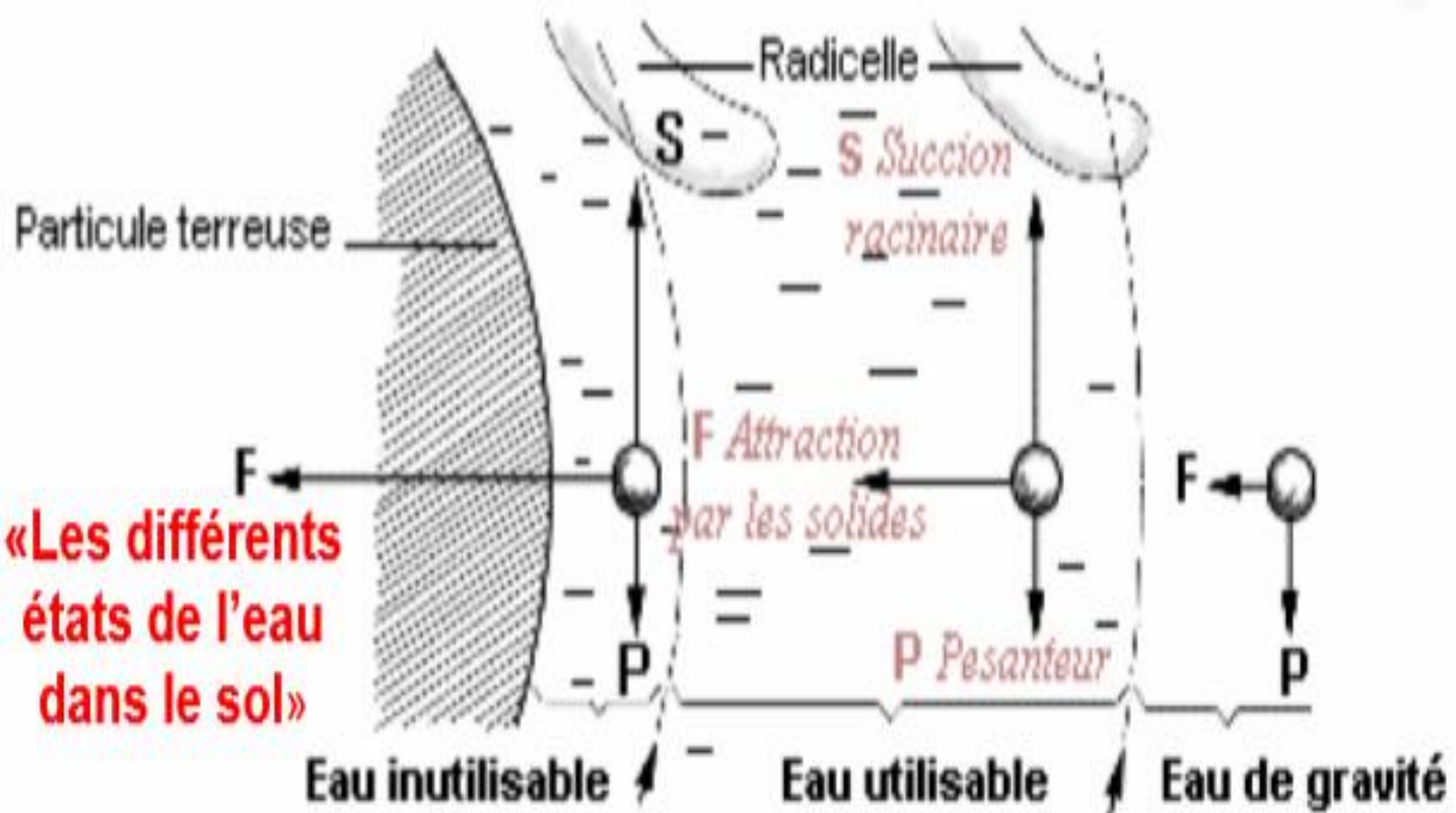
L'eau dans le sol constitue un **élément indispensable** à la vie des plantes, elle provient de deux (02) sources : **Précipitation** ou **Irrigation**. Sa teneur détermine **le taux d'humidité** qui est une caractéristique physique.

Les éléments solubles dissous dans l'eau provient de la **décomposition** de **la roche mère** et de **la matière organique**, il s'agit des ions : **Ca⁺⁺**, **Mg⁺⁺**, **K⁺**, **Na⁺** ...etc. Ces éléments simples constituent **les éléments nutritifs disponible pour la plante**.

A- l'eau de gravité : elle occupe la **macroporosité** du sol, la force d'attraction par les particules du sol sont faible pour s'opposer à l'action de la pesanteur donc cette eau va s'infiltrer et percoler dans le sol pour constituer un aquifère (nappe phréatique ou bien appelé aussi réserve hydrologique du sol).

B- L'eau utilisable par la plante : partie de l'eau ainsi retenue par le sol, cette eau peut être évaporé par contre les forces de la pesanteur sont trop faible pour la percoler. **Les plantes peuvent mobiliser cette eau au niveau de leurs racines.**

C- L'eau inutilisable par la plante : cette eau **retenue** énergiquement par certains particules (corps) telque l'argile. (hygroscopique).

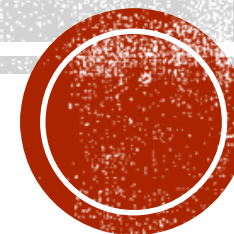


3- Les constituants gazeux (Atmosphère du sol)

Les constituants gazeux se trouvent dans **les cavités (pores)** du sol, ils provient **de l'air extérieur (O_2 , N_2)**, **de la vie des organismes** et **de la décomposition de la matière organique (CO_2 , H_2 , CH_4)**.

L'aération du sol est un des facteurs du bon fonctionnement de **l'activité microbienne** (décomposition, minéralisation, humification...) et **de l'activité racinaire** (absorption des éléments minéraux).

V- POPULATION



1- Définition :

- ❑ **La population** est **un système biologique** formé d'un groupe d'individus appartenant à la même espèce, occupant un territoire (milieu) donné à un moment bien déterminé.
- ❑ Elle possède un certains nombres de **caractéristiques** telque : la répartition spatiale, la densité, la biomasse, la structure, les coefficients de natalité et de mortalité (accroissement de la population)...etc.



2- Caractéristiques d'une population :

A- La densité :

- ❑ La densité d'une population est le nombre d'individus présents par unité de surface ou unité de volume au moment considéré.
- ❑ Cette densité peut-être mesurée ou estimée.
- ❑ Exemple : en Forêt : 800 arbres/hectares ;
en Mer : Milliers de planctons/m³



B- La biomasse :

- ❑ **La biomasse** est la quantité de matière présente dans un écosystème à un moment donné, elle est exprimé en Poids sec par unité de surface ou unité de volume.

C- Le taux de croissance d'une population :

- ❑ **Les variations d'effectifs de la population d'étude** c'est-à-dire son effectif $N(t+1)$ à la date $(t+1)$ en fonction de son effectif $N(t)$ à la date (t) .

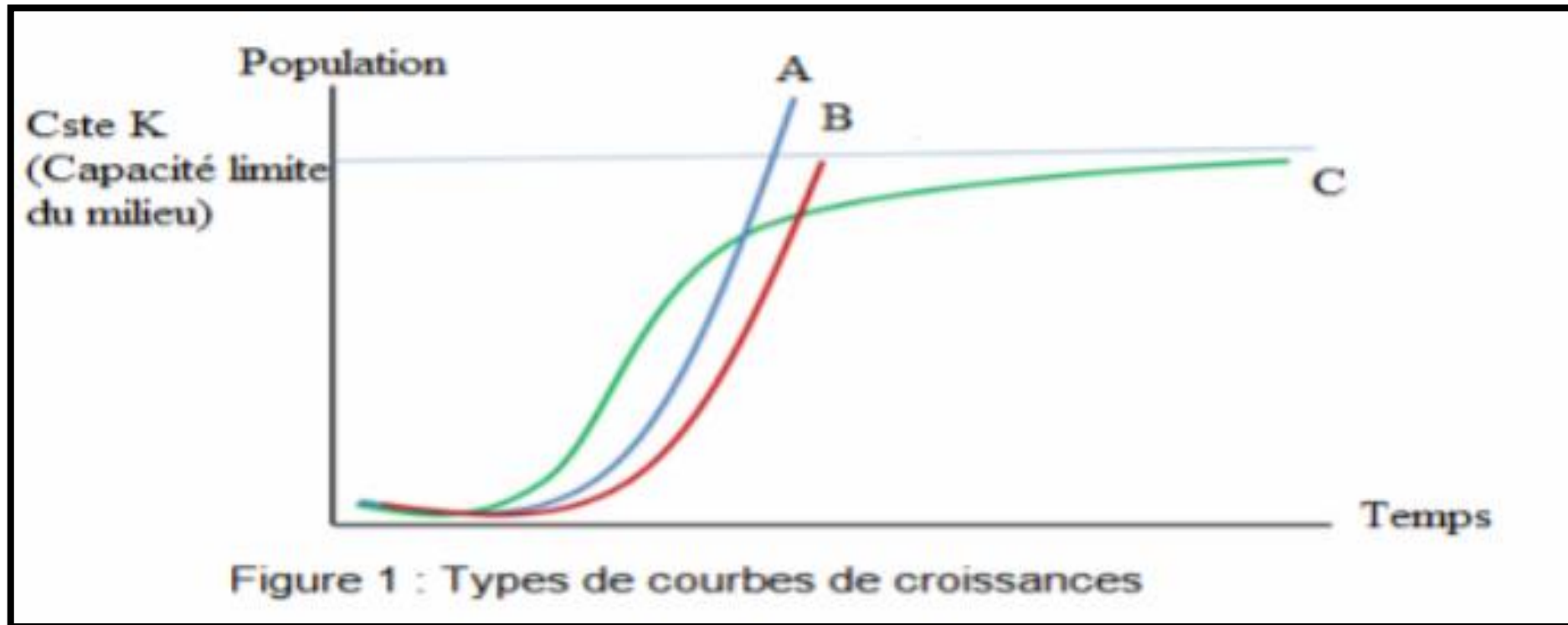
$$N(t+1) = N(t) + I(t) + B(t) - D(t) - E(t)$$

$$\Delta N = N(t+1) - N(t) = I(t) + B(t) - D(t) - E(t)$$

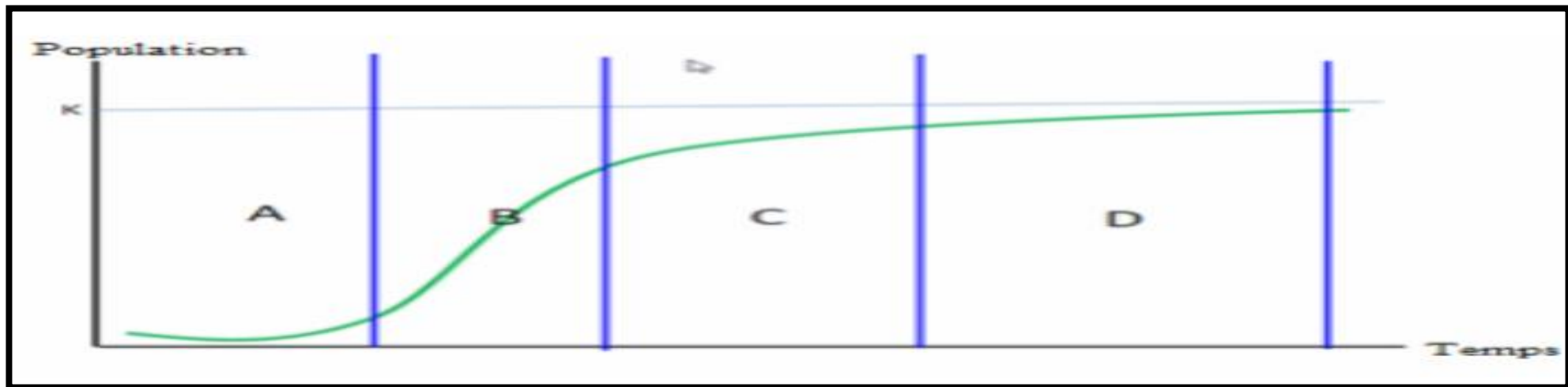


D- Les formes de croissances :

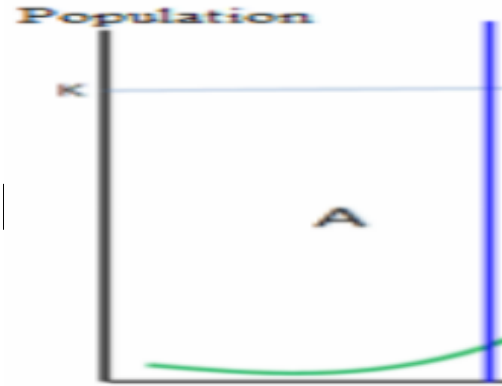
- ❑ La croissance d'une population peut-être représenté par une courbe appelée « **Courbe de croissance** », selon les milieux et les populations étudiées, on peut distinguer **trois (03)** types de courbes :



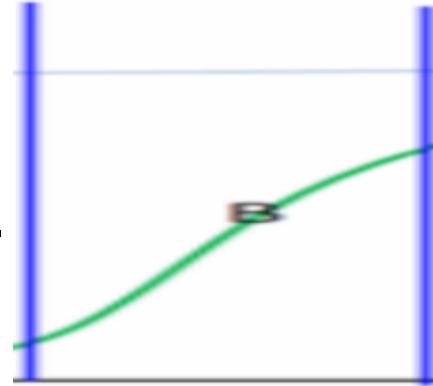
- **La courbe (A)** : la croissance de la population tend vers l'infini, et si aucun phénomène ne vient freiner sa croissance celle-ci va augmenter jusqu'à l'infini de façon proportionnelle.
- **La courbe (B)** : la croissance de la population augmente rapidement puis s'arrête sous l'effet d'un facteur écologique.
- **La courbe (C)** : c'est un modèle d'accroissement démographique logistique caractérisé par une courbe asymptotique en forme de **(S)** appelée : « **Sigmoïde** ».



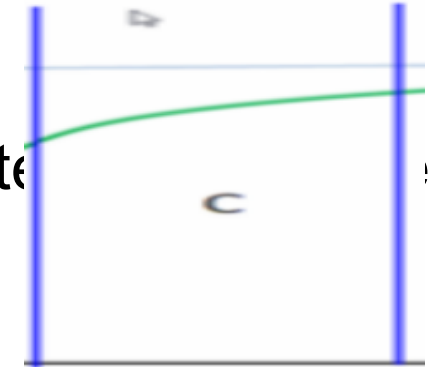
- **Phase (A)** : Phase de croissance lente et le nombre d'individus est



- **Phase (B)** : Phase de croissance rapide.



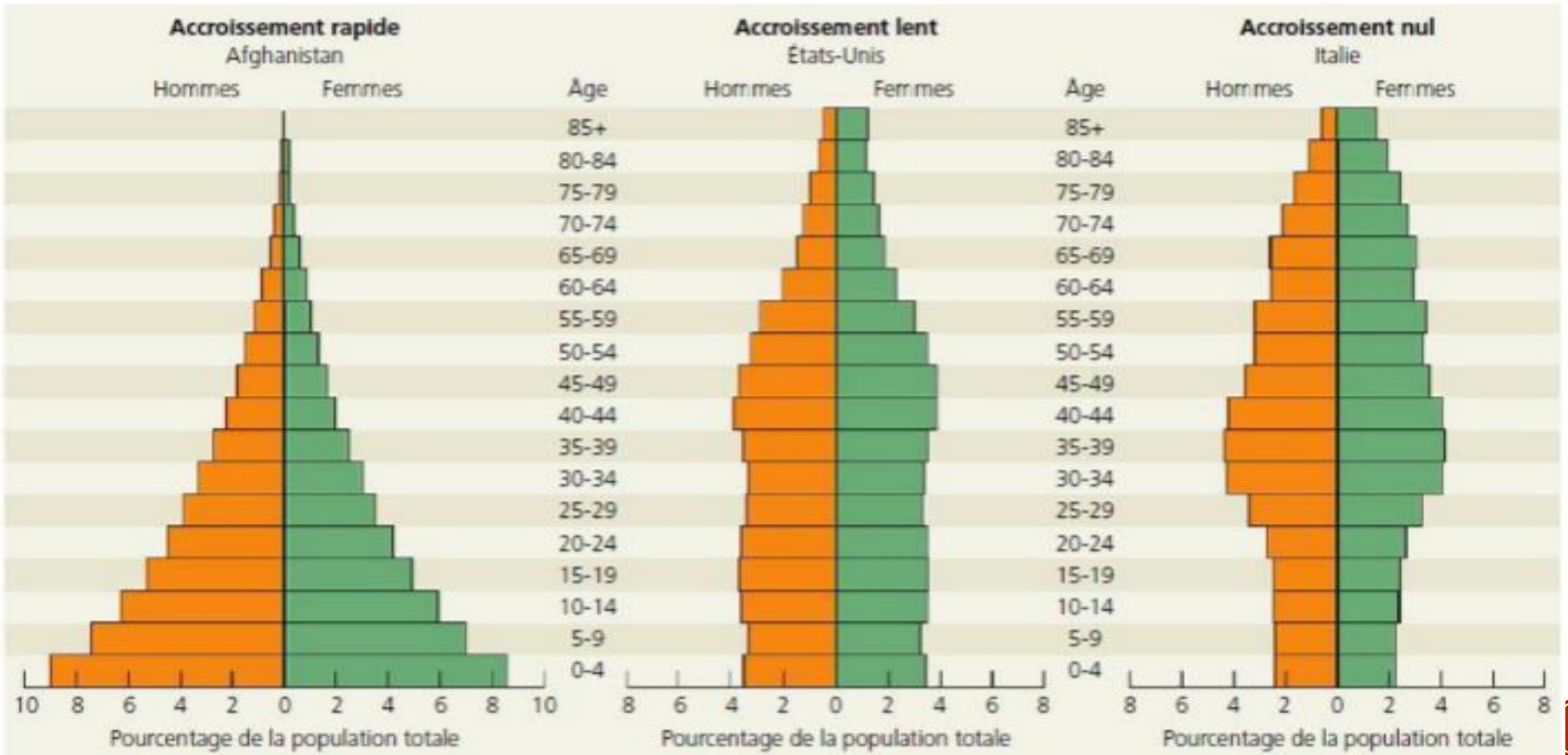
- **Phase (C)** : Phase de ralentissement brutale sous l'effet d'un facteur (facteur de régulation).



- **Phase (D)** : Phase où la croissance atteint un niveau d'équilibre c'est la population maximale que peut supporter un milieu représenté par la **constante K** appelé :
« **Capacité limite du milieu (habitat).** »



E- Structure de la population :

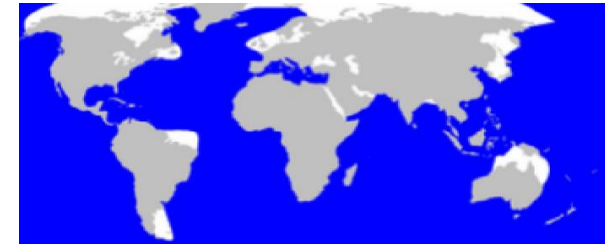


F- les aires de répartition :

- ❑ Dans la nature **les populations** ne sont pas réparties uniformément dans les différents milieux, chacune de ces populations occupent un territoire plus ou moins étendu continu ou discontinu.
- ❑ Certaines **populations** se dispersent, se multiplient et colonisent d'autres territoires.
- ❑ **Les individus d'une population** évoluent dans l'espace, par ce mouvement la distribution des populations est constamment modifiée.



a. Les aires cosmopolites :



Ce sont les aires qui s'étend à l'ensemble de la surface du globe.

b. Les aires Circumterrestre :

Ce sont les aires qui s'étend sur des régions localisées entre certaines limites latitudinales. Exemple : **L'Olivier** : **une aire circumméditerranéenne**.

c. Les aires endémiques :

Ce sont des aires strictement localisées à un territoire ou région (iles) bien déterminée. Exemple : **Cyprès de TASSILI** ou bien **La Sittèle de Kabylie**.



G- Organisation spatiale d'une population :

- ❑ Les individus d'une population occupent l'espace de divers manières, cette occupation détermine **la structure d'une population** qui dépend du **mode de distribution des individus** ce qui traduit leurs réactions vis-à-vis de divers influences du milieu (biotique et abiotique).
- ❑ Dans un espace donné la distribution des individus peut-être :

a- Dispersion en agrégats :

C'est le mode **le plus courant**, les individus forment un groupe à cause des ressources concentrées dans certains endroits (cas des végétaux) ou du comportement sexuel (chez les animaux).



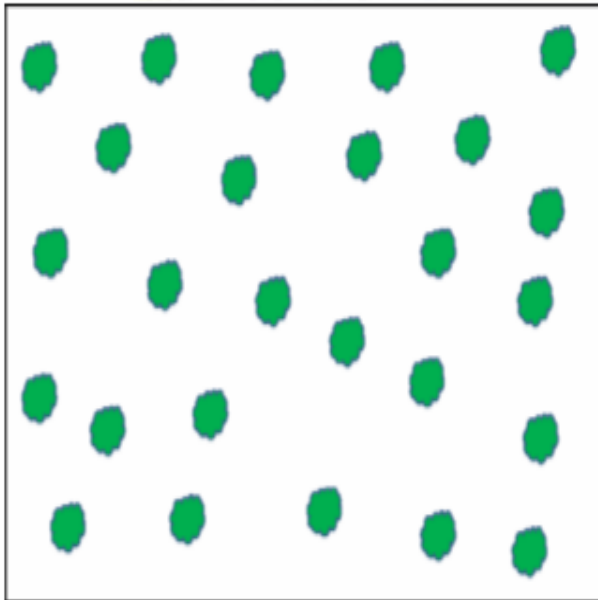
b- Dispersion aléatoire :

C'est **un mode** de distribution qui est **rare** dans la nature, une **répartition au hasard** à cause de l'absence d'attraction ou de répulsion entre les organismes.

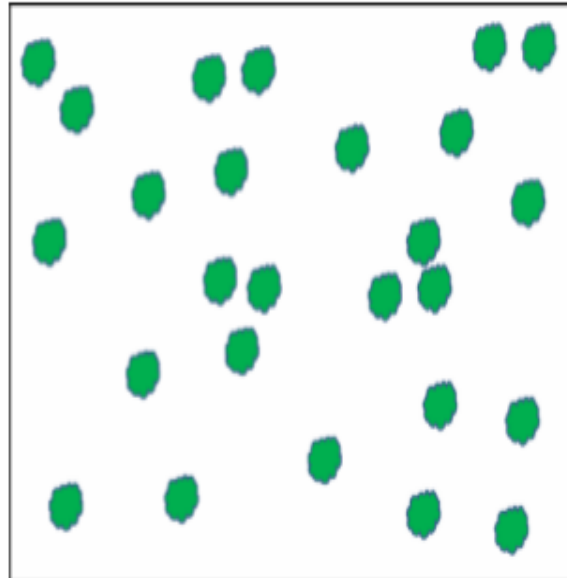
c- Dispersion uniforme :

C'est répartition égale des individus sur le territoire.



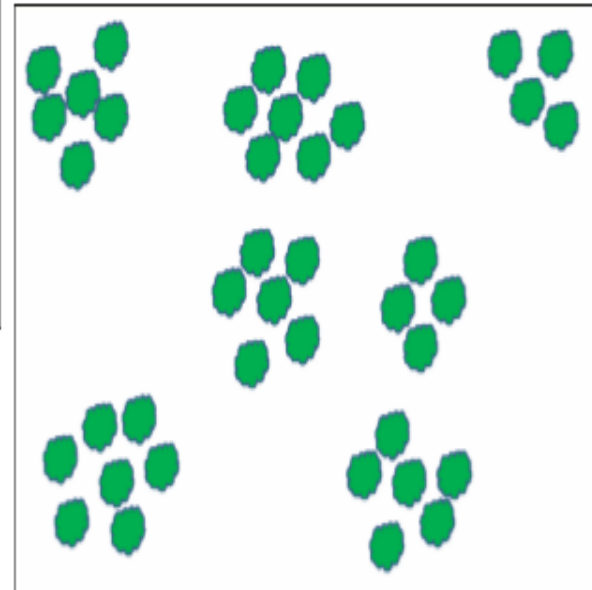


DISPERSION UNIFORME



DISPERSION ALEATOIRE

DISPERSION EN AGREGATS



VI- Les biocénoses

1- Définition :

- ❑ Une biocénose est un système biologique formé de plusieurs populations occupant un milieu (biotope) bien déterminé à un moment bien défini.
- ❑ Une biocénose est composé de : Phytocénose, Zoocénose, Bactériocénose, Mycocénose...etc.
- ❑ La science qui étudie les biocénoses est appelée : « la biocénotique ».

2- Structure des biocénoses :

A- La structure horizontale :

- ❑ Les espèces végétales ne sont pas réparties de la même manière, certaines sont **rares** et d'autres **plus au moins abondantes**.
- ❑ Dans le but d'apprécier la distribution des espèces sur une surface une échelle à été adoptée c'est **l' échelle de Braun Blanquet (1952)** appelée : **« échelle d'abondance dominance »**.

Echelle d'abondance dominance Braun Blanquet (1952):

- r : individus avec un recouvrement **négligeable**.
- + : individus avec un recouvrement **très faible**.
- 1 : individus avec un recouvrement **< 5 %** de la surface.
- 2 : individus avec un recouvrement allant **5 % à 25 %** de la surface.
- 3 : individus avec un recouvrement allant de **25 % à 50 %** de la surface.
- 4 : individus avec un recouvrement allant de **50 % à 75 %** de la surface.
- 5 : individus avec un recouvrement allant **> 75 %** de la surface.



III. 1. 1. 2. 5 Analyse phytoécologique

Les résultats de l'étude phytoécologique de cette station sont représentés sur le tableau 12.

Tableau 12 : Relevée phytoécologique

Station	Latitude (nord)	Longitude (ouest)	Altitude (mètre)	Exposition
St 1	35° 16' 482''	0° 46' 555''	990	Sud-Ouest

N°	Espèces	Coeff
1	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	1.3
2	<i>Ammi visnaga</i> (L). Lam	1.1

La sociabilité :

- ✓ Elle traduit **le mode de distribution** des individus de la même espèce les uns par rapport aux autres.
On appelle **une espèce sociable**, espèce dont **les individus sont groupés**.
- ✓ Ce caractère est également évalué grâce une échelle de **1 à 5**, établie par **Braun- Blanquet (1952)** :

Coefficient 1 : espèces apparaissant par brins **isolés**, dispersés dans l'air étudié.

Coefficient 2 : la plante croît en **touffe**,

Coefficient 3 : plantes croissant en **petit peuplements** important serrés ou formants des coussinets denses

Coefficient 4 : plantes formant de **grandes colonies**

Coefficient 5 : plantes formant des **peuplements important** recouvrant la plus grande partie de la surface

La fréquence d'apparition (F) :

- ✓ Exprimée en (%), est le rapport entre le **nombre des relevées (ni)** où **l'espèce (i)** existe sur **le nombre total** des relevées effectués (**N**).

$$F (\%) = (n_i/N) \times 100$$

- ✓ A cet effet, **Duriertz (1920)** propose **Cinq classes** :

0 % < **F** < 20 % : **Classe I** : Espèces **très rares**,

20 % < **F** < 40 % : **Classe II** : Espèces **rares**,

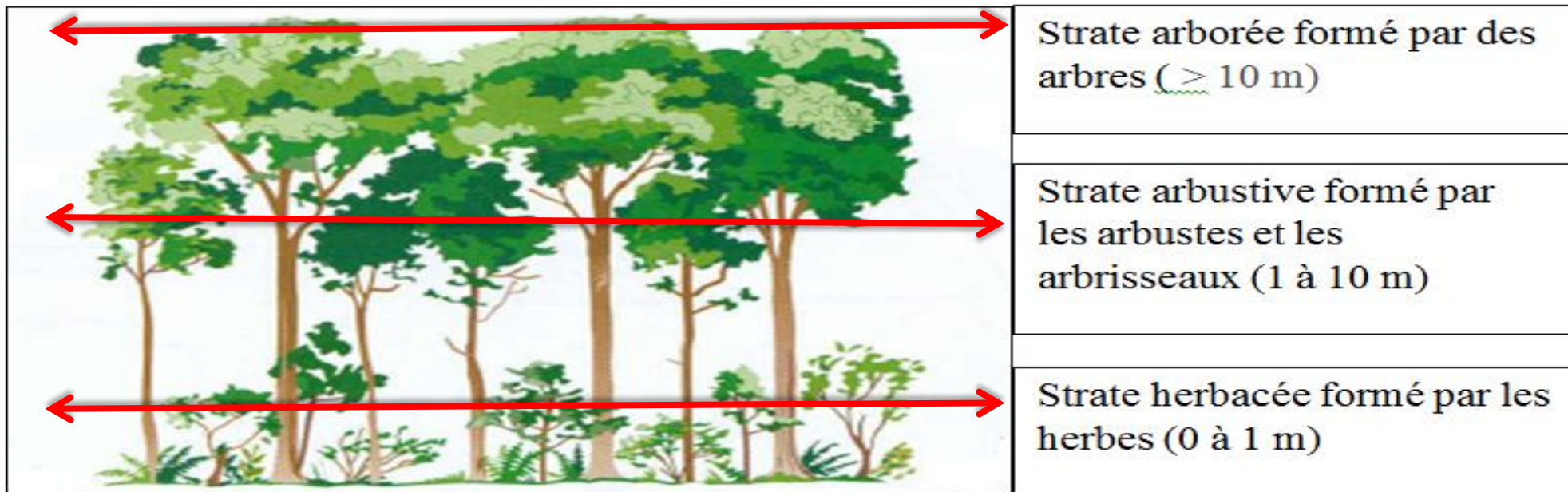
40 % < **F** < 60 % : **Classe III** : Espèces **fréquentes**,

60 < **F** < 80 % : **Classe IV** : Espèces **abondantes**,

80 % < **F** < 100 % : **Classe V** : Espèces **très constantes**,

B- La structure verticale :

Dans une phytocénose les espèces sont organisées en plusieurs niveaux appelées **strate** et cette stratification est souvent une conséquence de **la compétition interspécifique** pour la lumière et l'eau.



Stratification verticale des plantes

3- Biomasse et productivité des biocénoses :

- ✓ **La biomasse** est **quantité de matière vivante** présente dans l'écosystème à **un moment donné**, elle est exprimée en **poids sec** par **unité de surface** ou de **volume**.
- ✓ **La productivité** est le changement de biomasse entre 2 instants.

$$\text{Productivité} = B_2 - B_1 / T_2 - T_1$$

4- Classification des biocénoses :

Il existe plusieurs classifications des biocénoses :

- **Classification physionomique**

- basée sur la notion du type biologique.

- **Classification écologique**

- basée sur la nature du milieu.

- **Classification phytosociologique**

- basée sur la composition floristique.

Physionomique (type biologique) :

- Phanérophyte, Chamaephytes, Hémicryptophytes, Géophytes, Thérophyte.

Ecologique(nature du milieu) :

- Sols secs (communauté xérophyte), Sols salés (communauté halophyte), Sols humides (communauté hygrophile)

Phytosociologique (composition floristique) :

Ex : Communauté à **Chêne liège** et **cytise à trois feuilles**
association à Chêne liège et cytise à trois feuilles ou **Cytiso-
quercetum suberis**.

Ex : Communauté **Olivier** et **lentisque** association à Olivier et
lentisque ou **Oleo-lenticetum**.



Cytise à trois feuilles



Chêne liège

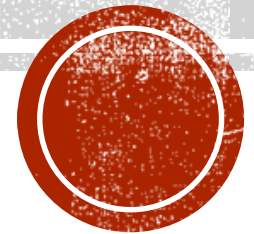


Olivier



Lentisque

VII- ÉCOSYSTÈMES



- Le concept **écosystème** est formulé pour la première fois par **TANSLEY (1935)**.
- L'article fondateur de **la science des écosystèmes** basé sur la quantification des échanges de matière et d'énergie entre les organismes vivants et leurs environnement est dû à **RAYMOND LINDMAN (1942)**.
- L'une des définitions modernes de **l'écosystème**, celle proposé par **E.P. ODUM** en **(1971)**, met l'accent sur l'interaction entre les organismes vivants et leurs environnement ainsi que sur les flux d'énergie et de matière qui traversent les communautés et qui ont pour moteur des interactions trophiques.



1- Flux de matière et d'énergie dans un écosystème :

- La source d'énergie à la base des écosystèmes est le rayonnement solaire. L'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique par les végétaux via la réaction de photosynthèse.

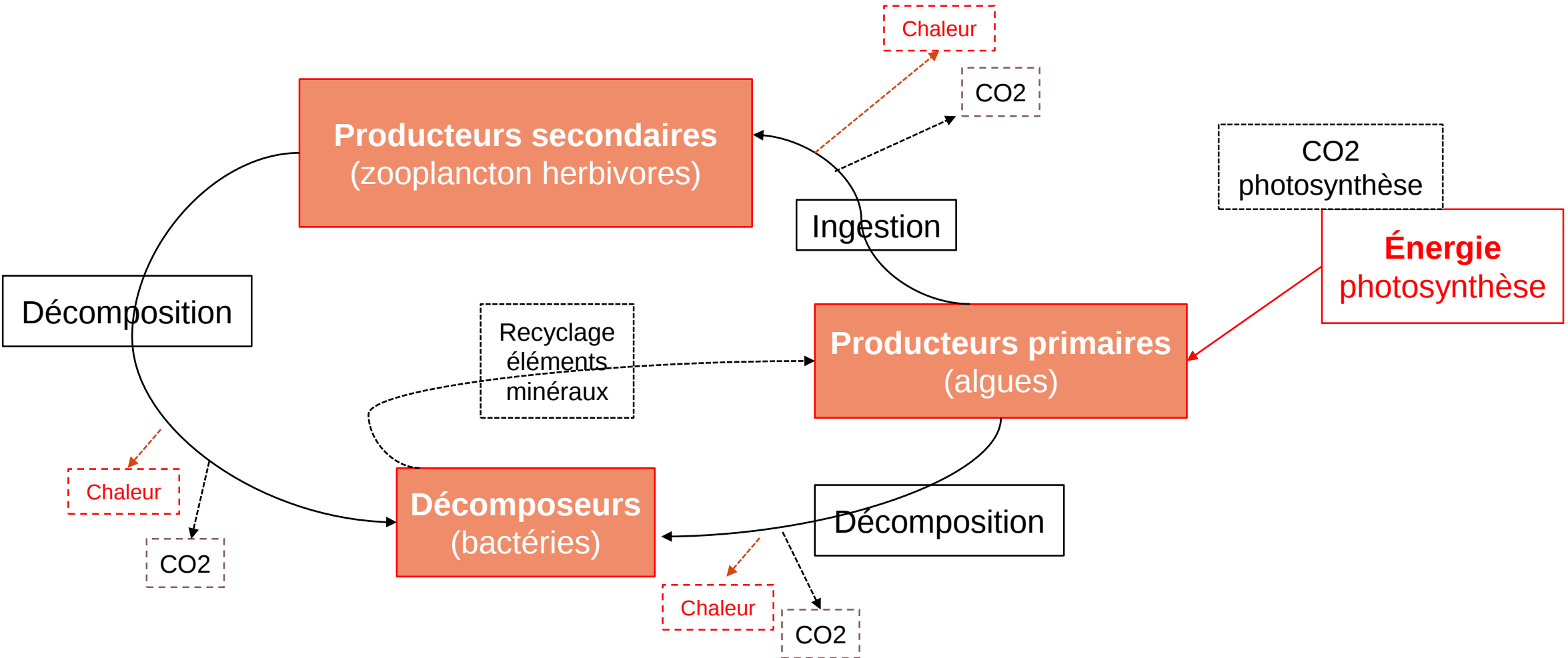


- On parle d'organismes autotrophes, ces organismes sont également appelés : producteurs primaires ; ce sont **les premiers maillons du transfert de l'énergie solaire au sein de l'écosystème**.
- L'énergie stockée par les producteurs primaires peut ensuite transmise par ingestion à des organismes hétérotrophes. Ceux-ci puisent donc leur énergie dans les matières organiques synthétisées par les autotrophes et sont appelés producteurs secondaires ou consommateurs.



- **Les décomposeurs** (essentiellement des bactéries et champignons) dégradent les cadavres et déchets organiques de tous les organismes vivants : producteurs primaires, producteurs secondaire et décomposeurs, ils l'en tirent leurs énergies.
- À l'issue de l'action de décomposition, **les éléments retournent sous forme inorganiques** et peuvent être à nouveau incorporés par les producteurs primaires dans les nouveaux composés organiques, moyennant un apport d'énergie solaire (photosynthèse).... **La boucle est bouclée.**





Flux d'énergie et de matière dans un écosystème aquatique simple



2- La production primaire :

- La traduction écologique de la photosynthèse est la production primaire.
- La production primaire est la quantité de matière végétale produite par unité d'espace (surface) par le compartiment des producteurs primaires. Elle est généralement mesurée sur un intervalle de temps déterminé. (**Exemple** : une année).
- **La production primaire brute (PB)** : la conversion du dioxyde de carbone en glucide.
 - **La production nette (PN)** : la production brute diminuée de la respiration de la plante.



- **P.N** : le flux de carbone photosynthétique stabilisé qui alimente les divers organes et fonction de la plante.

$$\text{P.N} = \text{P.B} - \text{R}$$

- ✓ **(P.N)** : la production primaire nette.
 - ✓ **(P.B)** : la production primaire brute.
 - ✓ **(R)** : la quantité d'énergie brûlé par respiration des plantes.
-
- **La quantité d'énergie disponible pour chaque niveau trophique est donc déterminé par la production primaire.**



Tableau 1 : Productivité Primaire Nette Annuelle Moyenne (PPN) et contribution à la Productivité Primaire Planétaire des divers Biomes Terrestres :

Biomes	PPN (g/M²/an)	Contribution (%)
Forêt tropicale humide	2500	19
Forêt tempérée	1550	7
Forêt boréale (Taïga)	380	2
Formation méditerranéenne	1000	1
Savanes	1080	13
Prairies tempérées	750	5
Toundra	180	1
Déserts	250	3
Cultures	610	4
Plateau continental	400	8
Océan ouvert	100	37

D'après Schlesinger W.H.1977 et Chapin F.S. III et AL. 2012.



Tableau 2 : Productivité Primaire Nette annuelle Moyenne (PPN), biomasse : et temps de résidence de la matière organique végétale (de l'énergie) dans divers types d'écosystèmes :

Biomes	PPN (g/M²/an)	Biomasse (g/m²)	Temps de résidence
Forêt tropicale humide	2500	38 800	16 ans
Forêt tempérée	1550	26 700	17 ans
Forêt boréale (Taïga)	380	8300	22 ans
Formation méditerranéenne	1000	12 000	12 ans
Savanes	1080	5700	5,3 ans
Prairies tempérées	750	750	1 ans
Toundra	180	650	3,6 ans
Déserts	250	700	2,8 ans
Cultures	610	610	1 ans
Plateau continental	400	10	9 jours
Lacs et rivières	250	20	29 jours

D'après Chapin F.S. III et AL. 2012. (Données de Saugier ET AL. 2001).



3- les cycles biogéochimiques :

- Un cycle biogéochimique est le passage alternatif d'un élément de l'état organique à l'état minérale, et dont les différentes phases se déroulent au sein de la biosphère.
- Ces cycles sont des mouvements circulaires des éléments chimiques qui suivent divers phases les menant de l'environnement vers les organismes vivants et vis-versa. Cette circulation continue permet aux éléments chimiques de revenir à leur point de départ.
- Les êtres vivants ont besoin d'environ **40** éléments chimiques pour vivre. Les plus importants sont le **Carbone**, **l'Azote**, **l'Oxygène**, **le Phosphore**, **le Soufre** ...etc. avec ces éléments s'ajoutent d'autres en quantités plus ou moins faibles comme **le Calcium**, **le Fer**, **le Potassium**... etc.



On distingue **trois (03)** types de cycles biogéochimiques :

- **Cycle de l'eau.**
- **Les cycle gazeux :** Dans lesquels le réservoir qui fournit les éléments est **l'atmosphère** (Carbone, Azote, Oxygène).
- **Les cycles sédimentaires :** Dans lesquels **le sol** est le réservoir qui fournit les éléments stockés sous forme solide (Phosphore, Souffre).



A- Cycle du carbone :

- Le cycle du carbone est un cycle biogéochimique, il correspond à l'ensemble des échanges d'éléments carbone sur la planète.

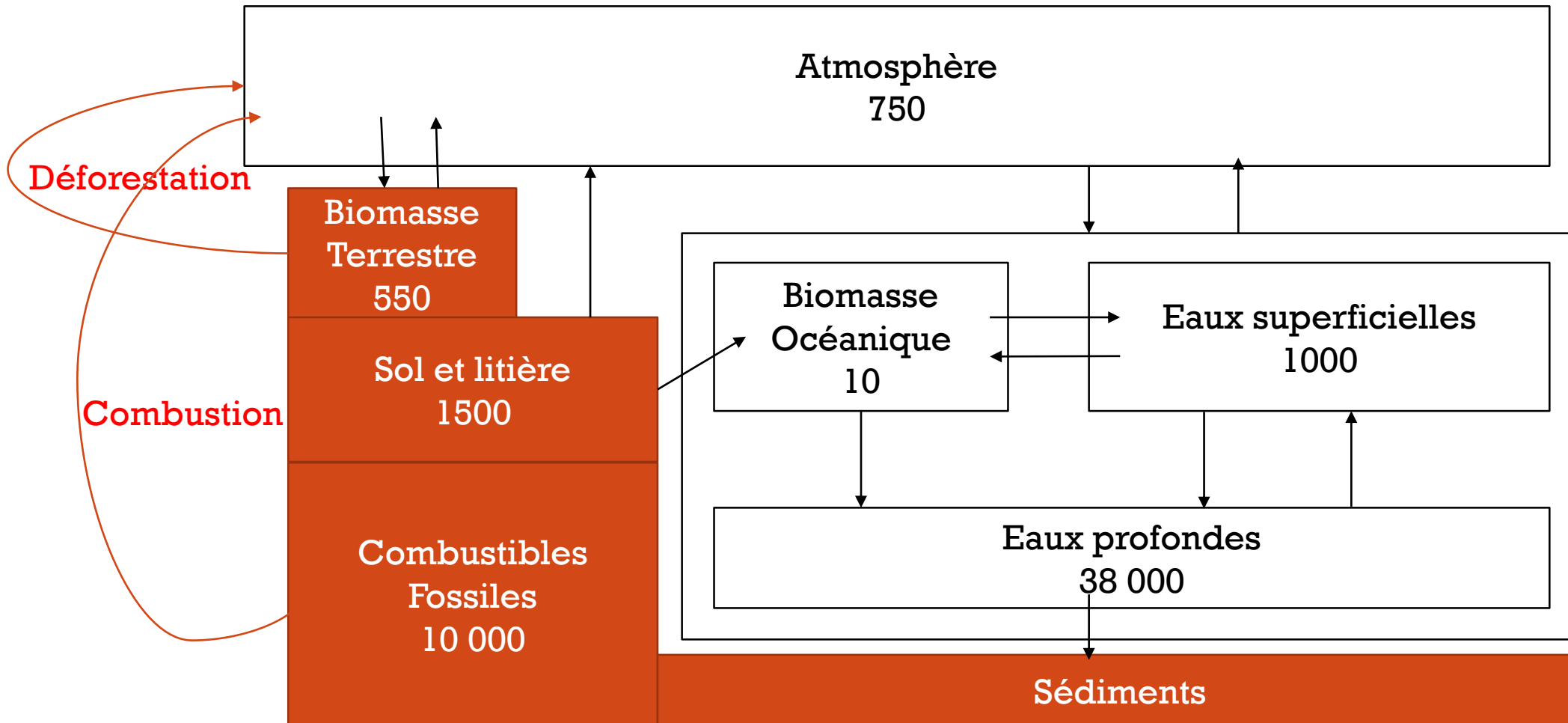


Figure : Distribution et flux de carbone entre les différents réservoirs de la planète. Les stocks de carbone sont exprimés en milliard de tonnes (GT). D'après IPCC, 1990, Cambridge University Press.



- Sources de carbone :

- Le carbone vient dans la **14 ème position** dans l'ordre des éléments les plus abondants.
- Le carbone est le constituant majeur de deux **(02)** gaz à effet de serre **(CO₂, CH₄)**.
- Son recyclage influence sur la productivité et le climat.
 - ✓ **Forme organique** : c'est le constituant majeur du corps des **êtres vivants (végétaux, animaux...)** mais se trouve toujours sous forme combinée aux autres éléments chimiques pour former les protéines, lipides, les glucides...etc.



✓ **La forme minérale :**

- **Le gaz carbonique (CO₂)** : rejeté par les êtres vivants qui respirent mais aussi qui provient de l'activité biologique telque la décomposition de la matière organique, comptant également les rejets volcaniques.
- **Le méthane (CH₄)** : provient de la décomposition des excréments.
- **Les matières carbonées** : dites fossiles comme le charbon, le pétrole ...etc.
- **Le calcaire (CaCO₃) et apparentés carbonatés** : formé par les micro-organismes marins qui se déposent dans des sédiments océaniques.

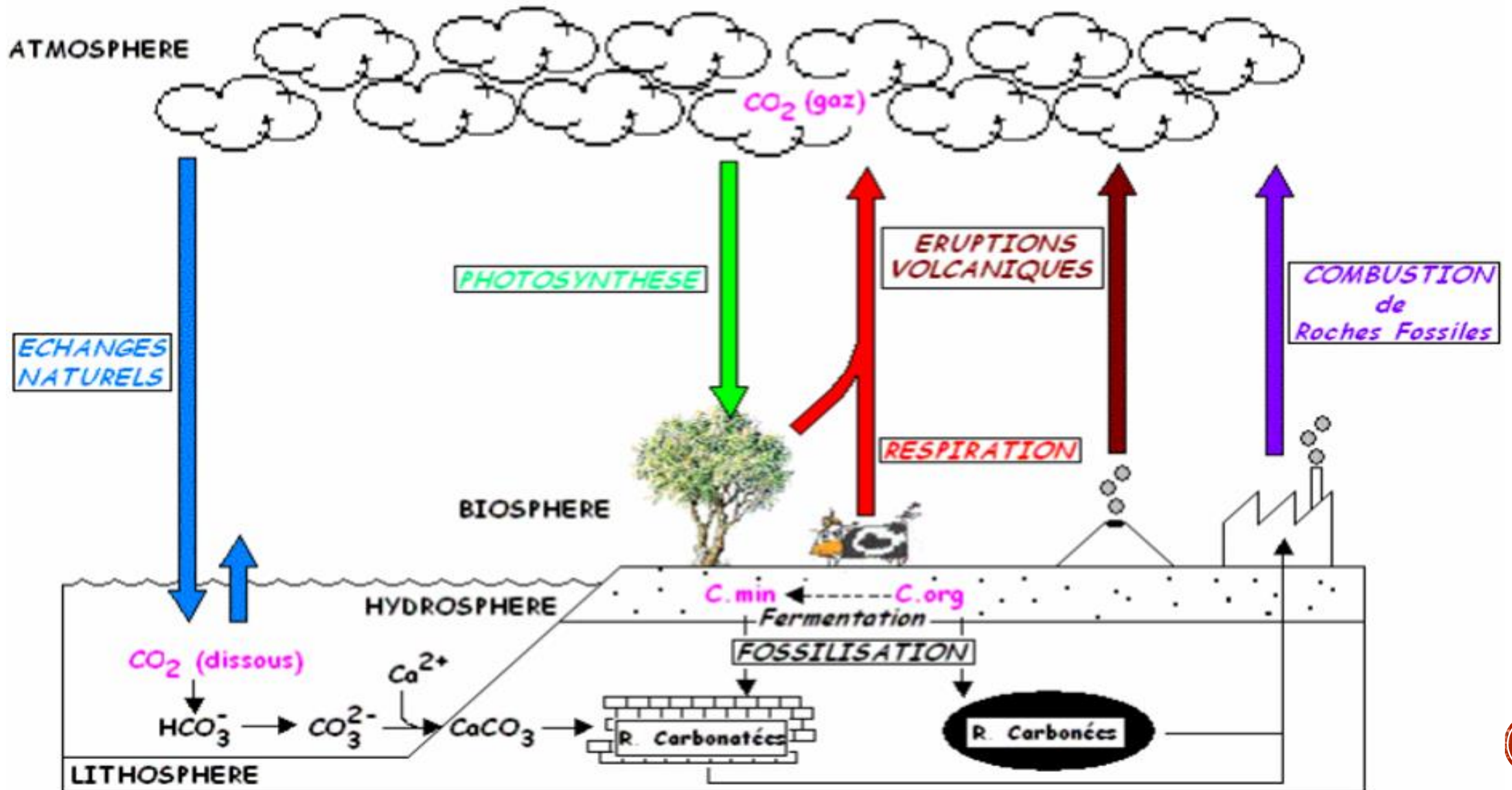


- Le cycle du carbone :

Le carbone se trouve dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (**CO₂**). Ce gaz est absorbé par les végétaux lors de la photosynthèse pour fabriquer des glucides ou hydrates de carbone. Les substances ainsi synthétisées sont par la suite consommées par les animaux. Les déjections, les feuilles mortes, les cadavres d'animaux se décomposent et se fossilisent pour former de roches carbonées comme le charbon, le pétrole qui par combustion dans les usines et les moteurs se transforment en **CO₂** et regagne l'atmosphère. Une autre quantité au lieu d'être fixé par les végétaux entre dans l'hydrosphère où il se combine avec le calcium pour donner des roches carbonatées qui par décomposition produisent du **CO₂**. Le dioxyde de carbone atmosphérique provient aussi de la respiration des animaux et des végétaux ou directement de la mer par la dégradation du carbonate de calcium marin.



Cycle du carbone



B- Cycle d'azote :

- L'azote est un élément fondamental de la matière organique, mais il ne renferme que **3%** de la matière végétale sèche.
- Le cycle est l'un des plus complexe (grande diversité des organismes qui y contribuent) et l'un des plus parfait aussi (circulation rapide).
- Il suit dans une grande mesure le **C** avec lequel est associé. Cependant il ne peut être utilisé tel quel par un grand nombre d'organismes.



▪ Les sources :

Les végétaux et les bactéries le puisent à partir de trois **(03)** sources différentes :

✓ L'atmosphère : il est le principal réservoir de l'azote **(80%)**.

Ce milieu alimente le cycle de deux **(02)** façons :

La fixation d'azote atmosphérique par les microorganismes fixateurs d'azote :

- **Bactéries libres** (azotobacters, clostridium) fixent annuellement **20Kg/ha**.
- **Bactéries symbiotiques** (rhizobiums) fixent environ **200Kg/ha/an**.
- **Algues photosynthétiques** des milieux aquatiques ou des sols saturés en eau.



- **Les orages** : par leurs décharges électriques, les orages synthétisent à partir de **N_2** et **CO_2** de l'air des nitrates **NO_3^-** . (cette voie est secondaire).
- ✓ **Le sol** : Après la minéralisation de la matière organique dans le sol, il y a formation de composés ammoniacaux, nitrites et nitrates (sources essentielles d'azote pour les plantes).
- ✓ **L'azote organique** : Certains plantes « **carnivores** » hydrolysent les protéines animales et absorbent les aminoacides ainsi produites. Ces végétaux sont, en général, autotrophes vis-à-vis de l'azote.



N₂ atmosphérique

Fixation de l'azote

Bactéries (clostridium, azotobacter),
cyanobactéries, symbiotes (rhizobium,...)

Dénitrification

Bactéries: pseudomonas,
cyanobactéries,...

NO₃

CHON... = N organique
(animaux, végétaux, champignons,
bactéries)

nitratation

Bactéries: nitrobacter,...

NO₂

CHON... = N organique

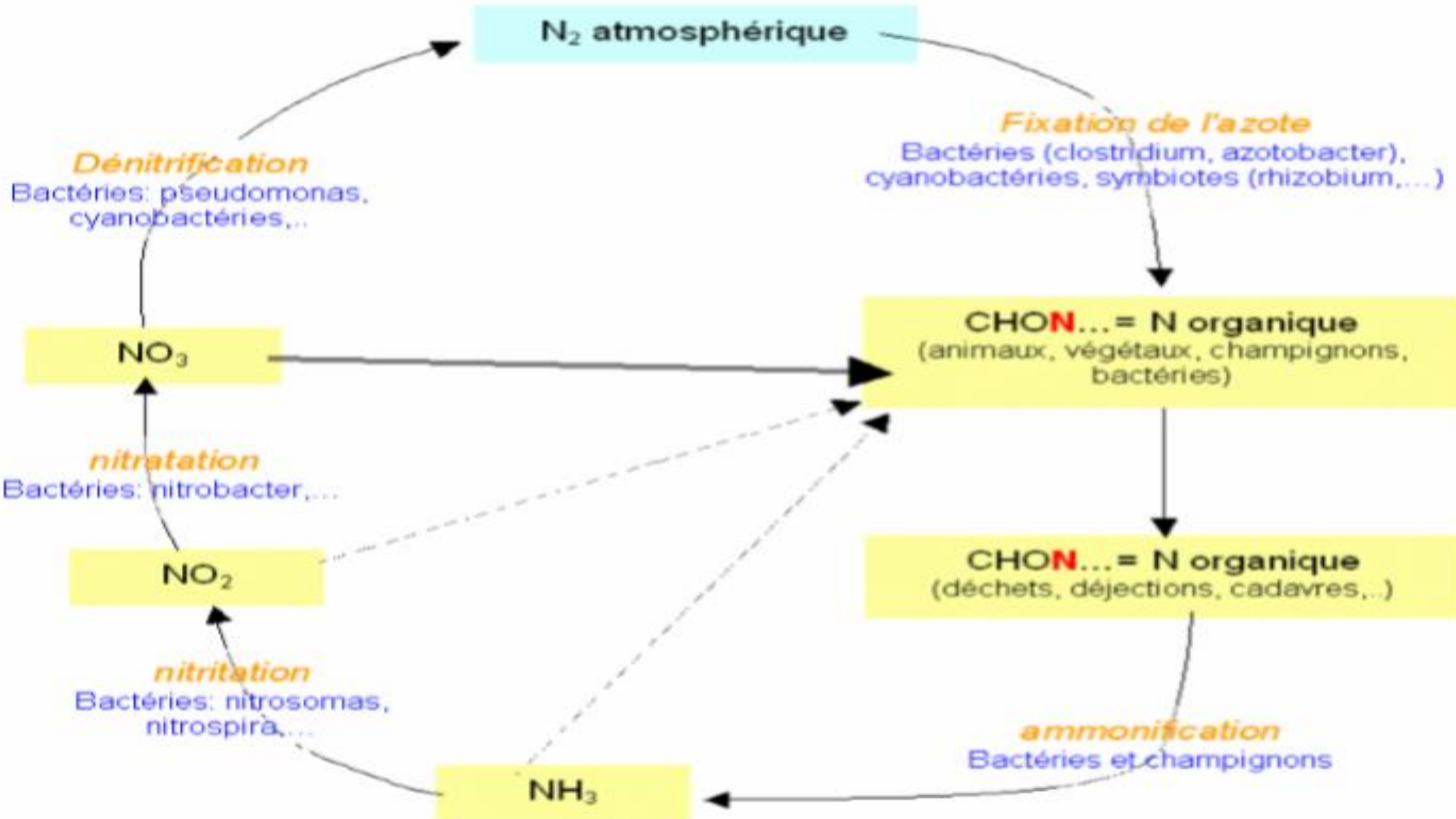
(déchets, déjections, cadavres,...)

nitritation

Bactéries: nitrosomas,
nitrospiræ,...

NH₃

ammonification
Bactéries et champignons



4- Perturbations et réponses des écosystèmes :

A- Définition :

Les perturbations sont des événements imprévisibles provoquant la destruction totale ou partielle des communautés.

On distingue deux **(02)** types :

Perturbation d'origine **endogène**.

Perturbation d'origine **exogène**.



B- La résilience :

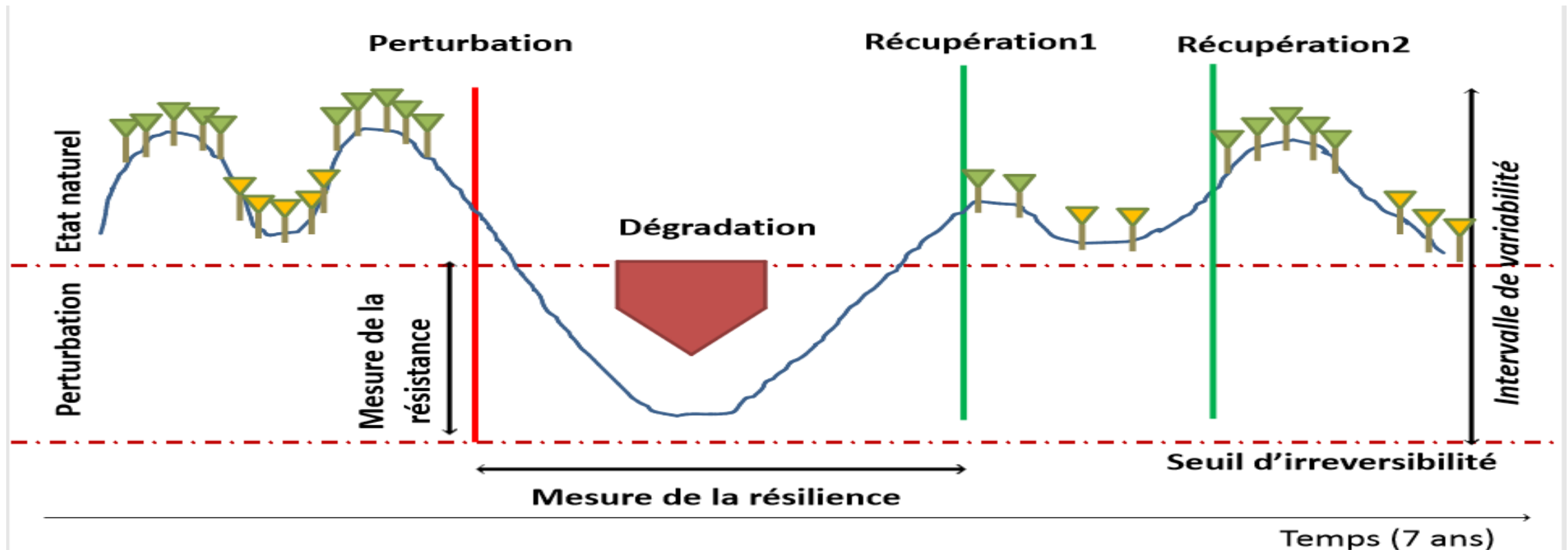
La résilience écologique traduit **la capacité** d'un écosystème (espèce, habitat ou populations) à retrouver un fonctionnement et un développement normal après avoir subi une perturbation.

Cette résilience écologique est en fonction de **l'intensité** et **la fréquence** de la perturbation.



C- Irréversibilité :

Lorsque un écosystème **ne peut revenir** par les seuls processus naturels à son **état antérieur**, on dit qu'il a franchi un seuil d'irréversibilité.



Représentation théorique des réponses d'un écosystème à une perturbation



D- Types de perturbations :

- Perturbations naturelles :

Un chablis : est le nom donné à la chute naturelle d'un arbre déraciné sous l'action des différents agents naturels telque : le vent, l'orage, la neige....etc.

Le feu : tout le temps un élément présent dans un écosystème, les causes sont d'origine naturels telque les éruptions volcaniques, foudres...etc. ou anthropiques telque les coupes d'arbre...

Eutrophisation : c'est processus naturel rendant un écosystème aquatique de plus en plus riche en nutriments (azote, phosphore...) ce qui a pour conséquence la prolifération des plantes, des algues et des bactéries ainsi que la matière organique morte ceci conduit à la raréfaction d'oxygène.



- Perturbations d'origine anthropiques :



E- Les bio indicateurs :

Un indicateur biologique est organisme végétale ou animal qui réagit par des modifications à la présence d'une substance toxique.

Exemple : les algues sont utilisés pour des tests en laboratoires pour mesurer la qualité de l'eau.

Exemple : les lichens sont utilisés pour la qualité de l'air.

