@Mohamed_Nahli

BIOLOGIE MAROC

www.biologie-maroc.com

Ecologie Générale

SCIENCES DE LA VIE

Shop

• Cahiers de Biologie + Lexique
• Accessoires de Biologie

Etudier

Visiter Biologie Maroc pour étudier et passer des QUIZ et QCM enligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.

Emploi

• CV • Lettres de motivation • Demandes...
• Offres d'emploi
• Offres de stage & PFE

Module: BIOLOGIE GENERALE - ECOLOGIE GENERALE

ECOLOGIE GENERALE (SV3)

Pr. Younès SAOUD

Année: ***2013-2014***

Introduction à l'écologie:

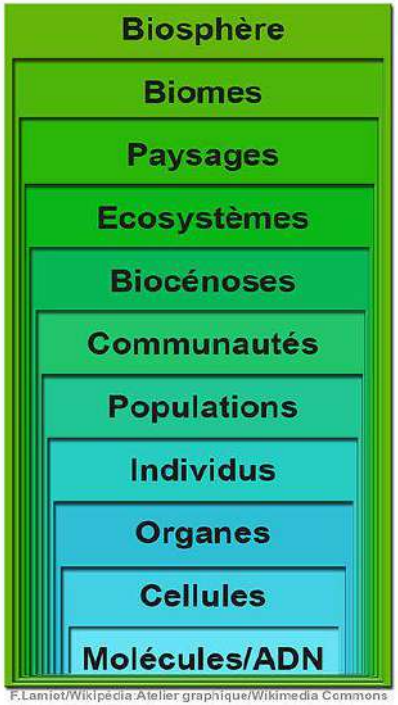
ECOLOGIE = est la science qui étudie les milieux et les ***conditions d'existence*** des êtres vivants et les ***rapports*** qui s'établissent entre eux et leur environnement, ou plus généralement avec la nature.

► **Etymologie** du mot ***écologie***: du grec *"oikos"*, maison ou demeur et *"logos"*, science, connaissance.
Soit : la science de demeur OU de l'habitat

1/ Définition:

►L'écologie a été définie par le biologiste allemand ***Ernst Haeckel*** en **1866** comme "*la science des relations des organismes avec le monde environnant, c'est-à-dire, dans un sens large, la science des conditions d'existence*".

➡ **Ecologie comme science biologique** *intègre tous les niveaux d'organisation des êtres vivants. Celui de la* ***biologie moléculaire****, de la* ***biologie cellulaire****, la* ***biologie des organismes*** *(au niveau individu), l'étude des populations, l'étude des communautés, des écosystèmes et de la biosphère.*



2/ Les Sous disciplines de l'Ecologie :

Les relations décrites par l'**ÉCOLOGIE** du plus petit niveau jusqu'au niveau le plus global concourent au développement de certaines **SOUS-DISCIPLINES** de cette science et sont :

- **ECOPHYSIOLOGIE,** QUI ÉTUDIE LES RELATIONS ENTRE UN PROCESSUS PHYSIOLOGIQUE ET LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ;

- **AUTOECOLOGIE,** QUI ÉTUDIE LES RELATIONS ENTRE UN TYPE D'ORGANISME ET LES FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT (FACTEURS ÉCOLOGIQUES);

-**ECOLOGIE DES POPULATIONS** (OU **DÉMO-ÉCOLOGIE**), QUI ÉTUDIE LES RELATIONS ENTRE UNE POPULATION D'INDIVIDUS D'UNE MÊME ESPÈCE ET SON HABITAT ;

- **SYNECOLOGIE,** QUI ÉTUDIE LES RELATIONS ENTRE UNE COMMUNAUTÉ D'INDIVIDUS D'ESPÈCES DIFFÉRENTES ET L'ENVIRONNEMENT ; LE GLOBAL DES RELATIONS RÉCIPROQUES DE L'ORGANISME ET DU MILIEU;

-**ECOLOGIE HUMAINE**, QUI ÉTUDIE L'ESPÈCE HUMAINE, L'ACTIVITÉ ORGANISÉE, SOCIALE ET INDIVIDUELLE DE CETTE ESPÈCE, SA CULTURE ET SON ENVIRONNEMENT DANS LA BIOSPHÈRE.

► CETTE DERNIERE DISCIPLINE SE RATTACHE À D'AUTRES ASPECTS D'ÉCOLOGIE : ***ECOLOGIE DU PAYSAGE, ECOLOGIE URBAINE, ECOLOGIE INDUSTRIELLE ET /OU AGRICOLE (AGRO-ÉCOLOGIE) , ETC….***

► La définition « large » du terme écologie permet de classer dans l'écologie de nombreuses disciplines telles que:

Biogéographie - ***Écologie animale*** *(zoologie faunistique)* - ***Écologie végétale*** *(botanique floristique)* - *Écologie aquatique – Ecologie chimique - Écologie des écosystèmes – Écotoxicologie - Écologie parasitaire - Écologie microbienne (bactérienne et virale)- Écologie moléculaire - Paléoécologie - Écologie de restauration - Écologie des sols - Écologie tropicale - Écologie marine .*

► Toujours en partant de la définition « large » du terme écologie, celle-ci joue un rôle important en tant que générateur d'interactions interdisciplinaires en reliant des domaines tels que l'économie, la sociologie, la géonomie, l'urbanisme, l'architecture, la santé individuelle et la santé publique, l'agriculture, le design, l'éducation, la technologie, le travail, le bien-être, la production industrielle et l'organisation sociale.

3/ Différences de concept:

►Un écologue est un spécialiste de l'écologie &
Un écologiste est un défenseur de la nature et des équilibres biologiques.

► Le terme « écologie » est souvent utilisé de manière erronée pour désigner l'écologie politique, l'environnementalisme (ou l'écologisme= *mouvement ou doctrine philosophico-politique ascientifique et inspiré de l'Ecologie*) et l'écologie sociale.

4/ Ecologie & Environnement:

L'environnement et l'écologie sont les enjeux majeurs à la fois de notre présent mais surtout de notre futur. ces deux domaines rassemblent des stratégies :

- intégrant les concepts de la conservation des systèmes écologiques, des ressources naturelles et de la biodiversité ;

- sur un fondement de développement durable.

Exemples: ***1- recyclage***

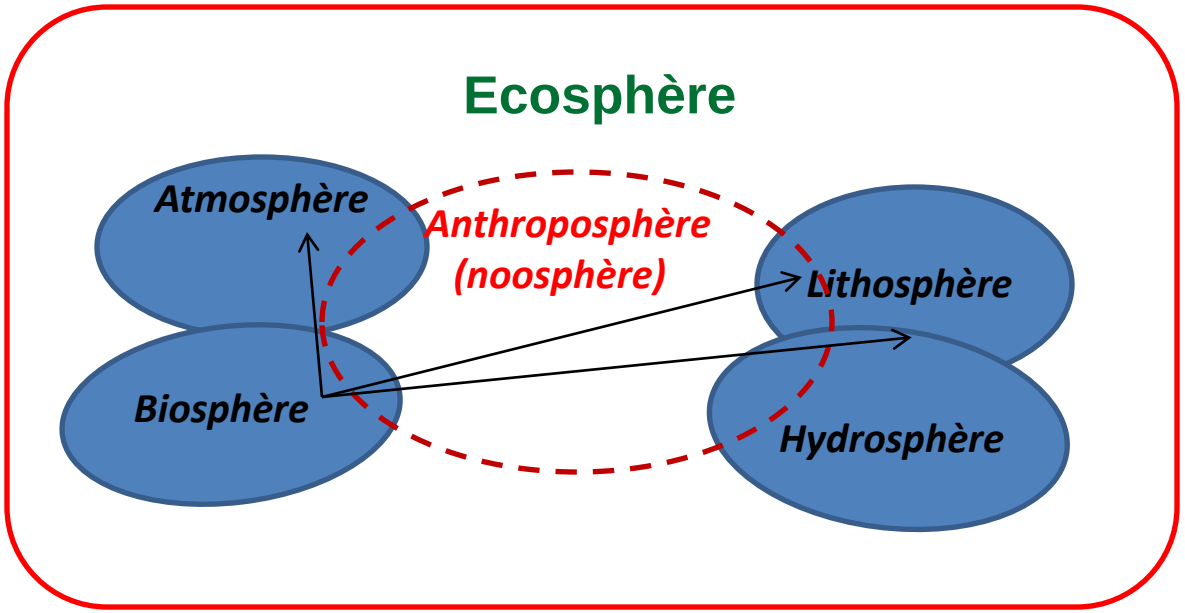
2- *Energies renouvelables (propres)*

5/ Conclusion : Principes fondamentaux de l'écologie:

►l'écologie est une science qui étudie les écosystèmes à **plusieurs niveaux** : la population (individus de la même espèce), la biocénose (ou communauté d'espèces), les écotones et les écosystèmes des différents habitats (marins, aquatiques, terrestre, etc.) et la biosphère.

►l'écologie **requiert** des connaissances en génétique, en évolution, en physioologie, en éthologie, en chimie, en géologie, en mathématiques ,...etc. Elle **répond** à des problèmes environnementaux pour les résoudre ou les comprendre.

► Au sens encore plus large l'Ecologie considère en plus de la Biosphère les 3 compartiments **parabiosphériques (***Atmosphère, Lithosphère et Hydrosphère***)** auxquels s'ajoute actuellement un autre système lié aux activités de l'homme, c'est l'**anthroposphère** qui s'interconect à tous les autres systèmes. l'ensemble de ces systèmes constituent l'ecosphere:



6/ Crises et perturbations écologiques:

►**une crise écologique** se produit lorsque l'environnement biophysique d'un individu, d'une espèce ou d'une population d'espèces évolue de façon défavorable à sa survie.

►il s'agit d'un environnement dont la qualité se dégrade par rapport aux besoins de l'espèce, suite à une évolution des facteurs écologiques abiotiques (par exemple, lors d'une augmentation de la température, de pluies moins importantes).

Exemples:

1-Extinction des espèces
2-Disparition des habitats
3-Catastrophes naturelles
4- réchauffement climatiques
5-Pollution
Etc……

Déclin de la biodiversité

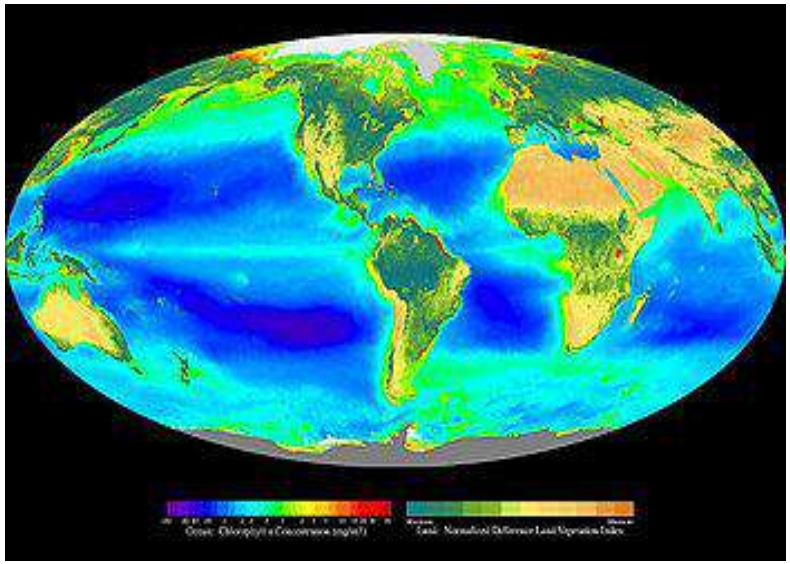
Déclin de l'environnement

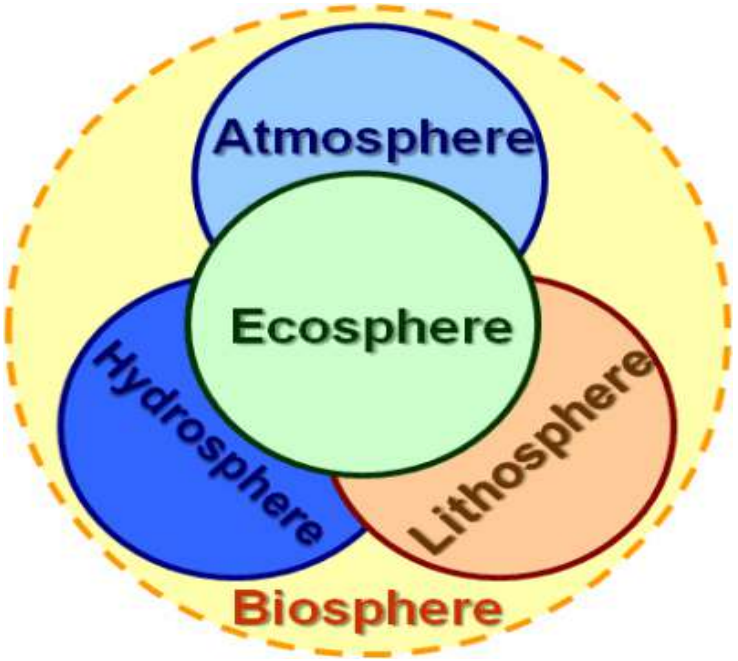
CHAPITRE I:ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA BIOSPHÈRE

I.1-Notion de Biosphère:

La notion de **biosphère** désigne à la fois un espace vivant et un processus dynamique et auto-entretenu sur la planète Terre.

► La biosphère regroupe des systèmes écologiques (**écosystèmes**) présents dans la **lithosphère, l'hydrosphère, l'écosphère** et une partie de **l'atmosphère**. Elle recouvre ainsi ces compartiment du globe terrestre.

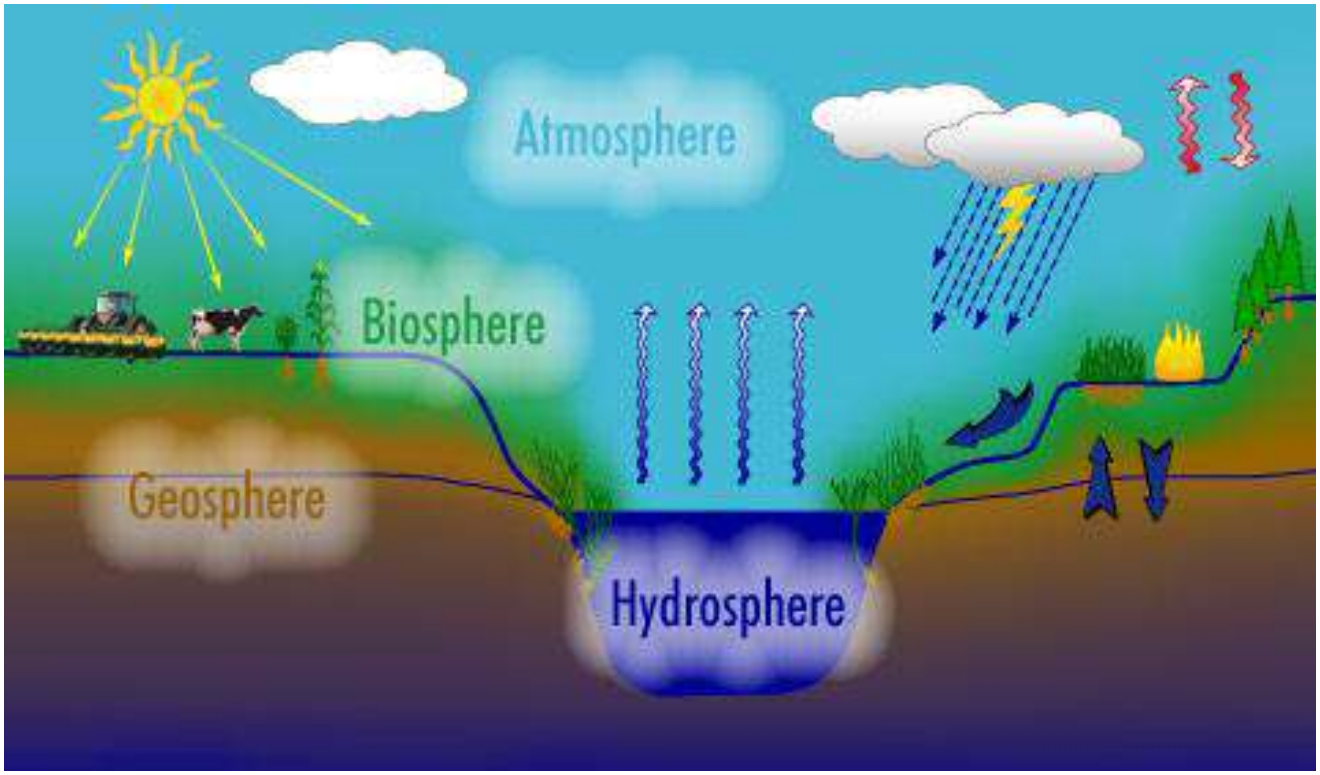




► Pour le biologiste, la biosphère est un **vaste espace de vie et d'étud**e.

► Pour le physicien, la biosphère est un espace de vie et d'étude d'un **vaste système thermodynamique ouvert** aux influences extérieures, qui tire l'essentiel de son énergie du rayonnement solaire, via la **Photosynthèse**.

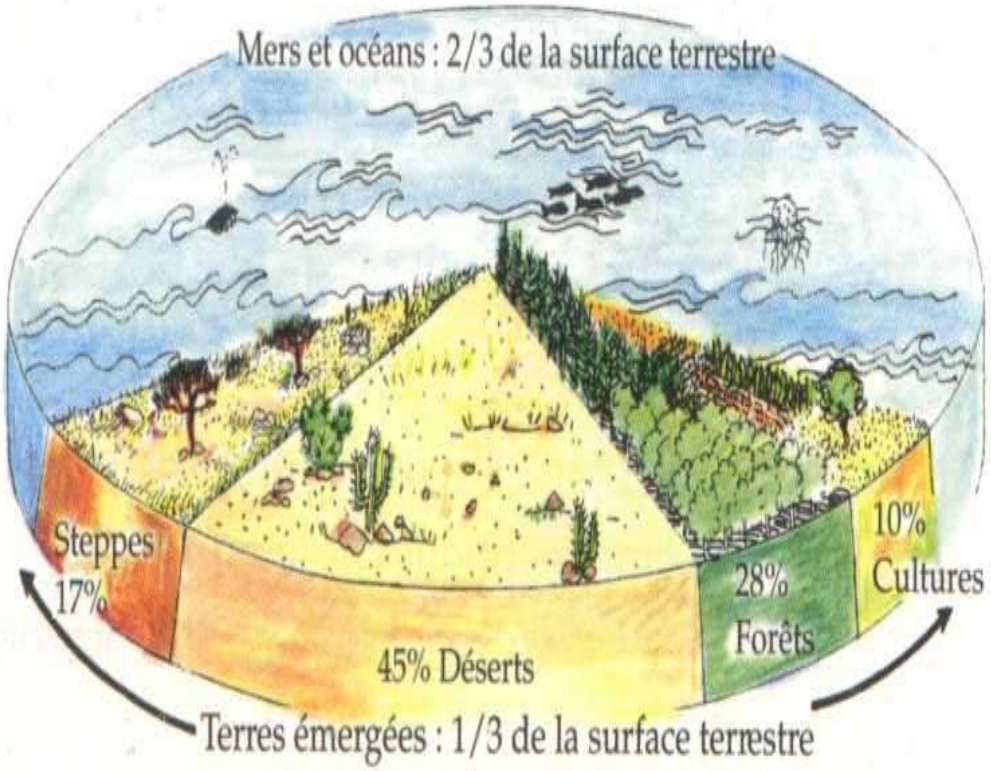
► **La Biosphère** arrive à fixant chaque année, en **énergie chimique**, près de **500 milliards de milliards de** calories, soit près de **10 fois plus** que n'en utilisent toutes les formes de l'industrie humaine.



▶ **La biosphère** est comme une machine vivante très structurée qui profite du mieux qu'elle le peut des ressources en éléments chimiques que lui offrent la **lithosphère** (ensemble des roches) et l'**hydrosphère** (océans et mers, étangs, lacs…), entourées d'une atmosphère (air).

▶La planète terre comporte :

- un **milieu continentale** qui ne représente que **30%** de la surface du globe et
- les **70%** reviennent au milieu aquatique (*mers , océans et eaux continentales*). Les terres émergées ont une part importante dans la productivité biologique.



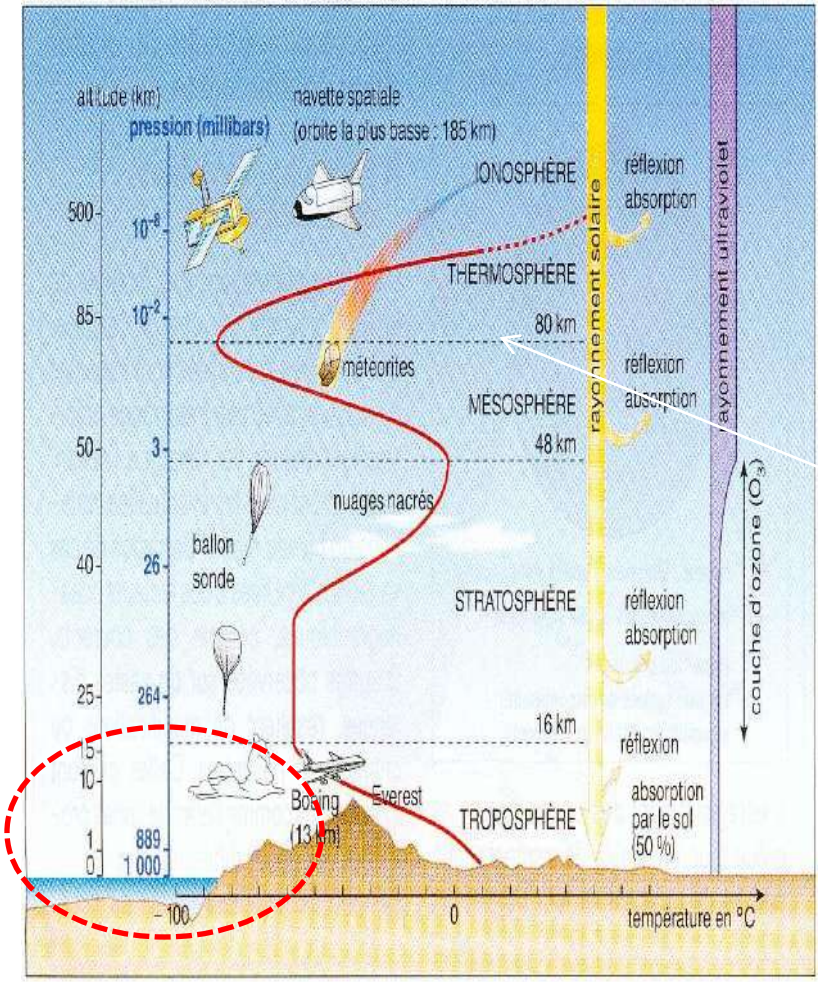
I.2-Organisme vivant dans son environnement:

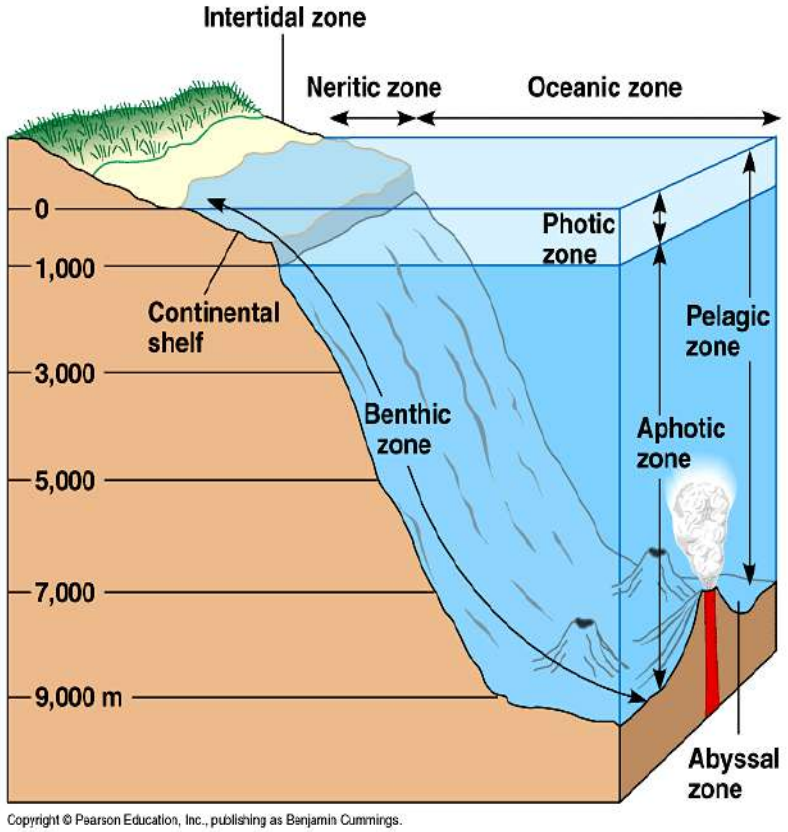
I.2.1. les limites de la vie :

►Les limites extrêmes de la vie sont de **+15 km** dans l'atmosphère et de **-11 km** dans les grands fonds marins.

►La majorité des espèces est localisée en milieu terrestre,

dans les **3000** premiers mètres, et en milieu aquatique, dans les **100** premiers mètres (zone de pénétration de la lumière).

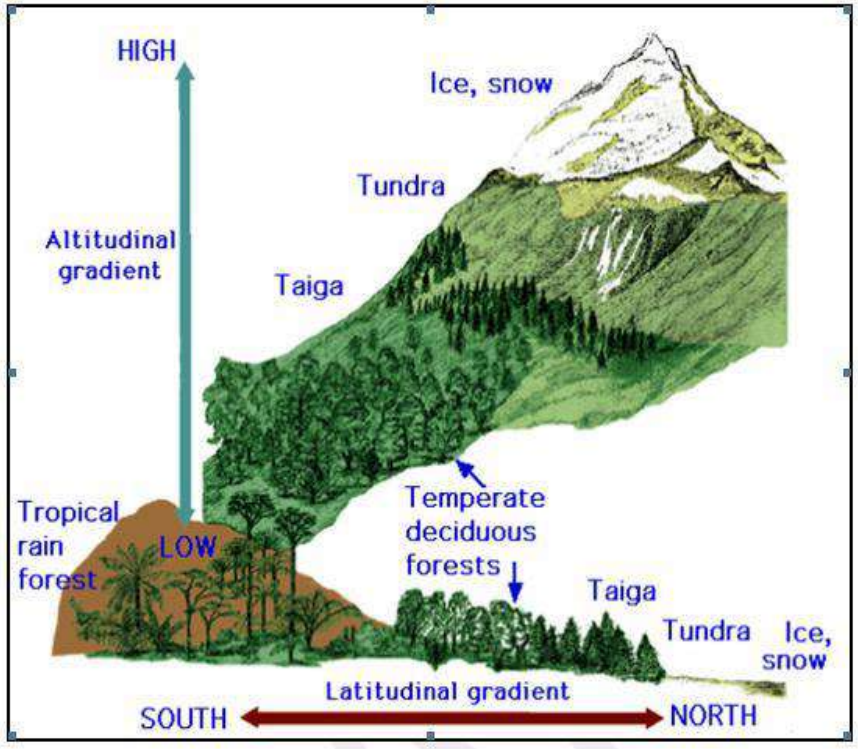




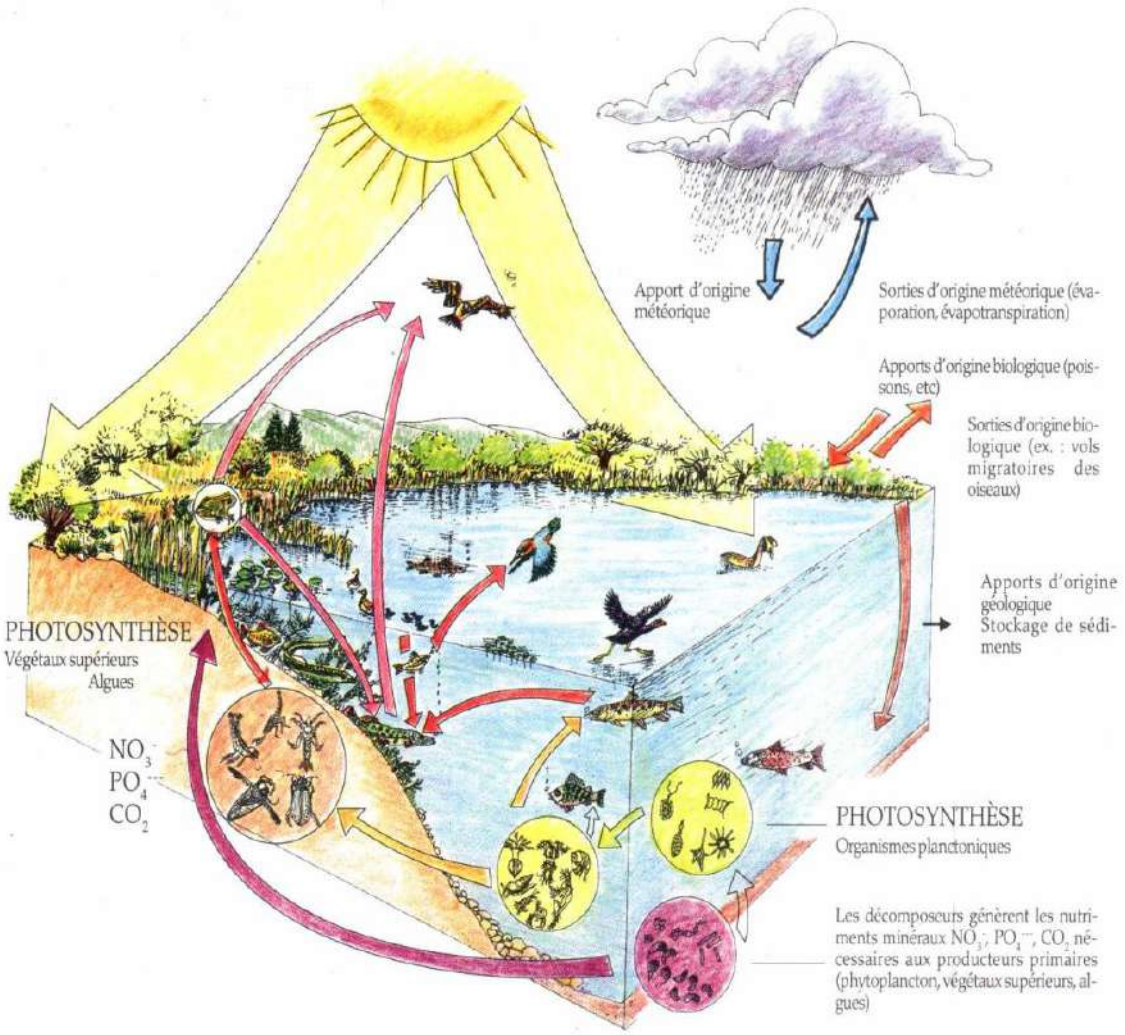
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

► Les organismes se **distribuen**t et **s'adaptent** aux conditions écologiques (facteurs écologiques) de vie sur la planète terre. Ils ne peuvent survivre que si les facteurs (conditions) sont favorables.

► Ainsi à la surface de la terre les organismes se ditribuent selon la **latitude** et l'**altitude**, tandisqu'au niveau des mers et océans ils le font selon la **profondeur**.



▶ Les premiers organismes bénéficiant de l'énergie lumineuse du soleil sont *les* ***végétaux chlorophylliens*** qui, alimentés en énergie solaire, produisent leurs propres constituants.



I.2.2. Modes de vie:

► ***Chaque être vivant*** « respire » avec son environnement, échange, absorbe, rejette, se modifie… et s'articule avec ce qui l'entoure.

► **Seul, il est limité, fragile et vulnérable**.

► **Associé à d'autres**, il acquiert de nouvelles forces, de nouvelles propriétés. Il y perd de sa liberté, mais il gagne en résilience, en capacité à survivre dans les aléas qui l'entourent.

► Les êtres vivent dans tous les milieux. On en trouve en milieu aquatique et en milieu terrestre, dans les forêts, les champs et même dans les régions polaires. Ainsi, ils mènent des *modes de vie différents*: ***aérien, aquatique*** *ou* ***terrestre.***

► Pour pouvoir survivre les organismes développent des adaptations aux conditions environnementales. Ces adaptations sont:

- morphologiques (animaux aquatiques; plantes halophiles, ...etc)
- Physiologiques (thermorégulation; evaptranspiration, reproduction ... Etc)
- écologiques impliquant les interactions entres les êtres vivants et le milieu et entre eux-mêmes (compétition, prédation, parasitismes,....etc).

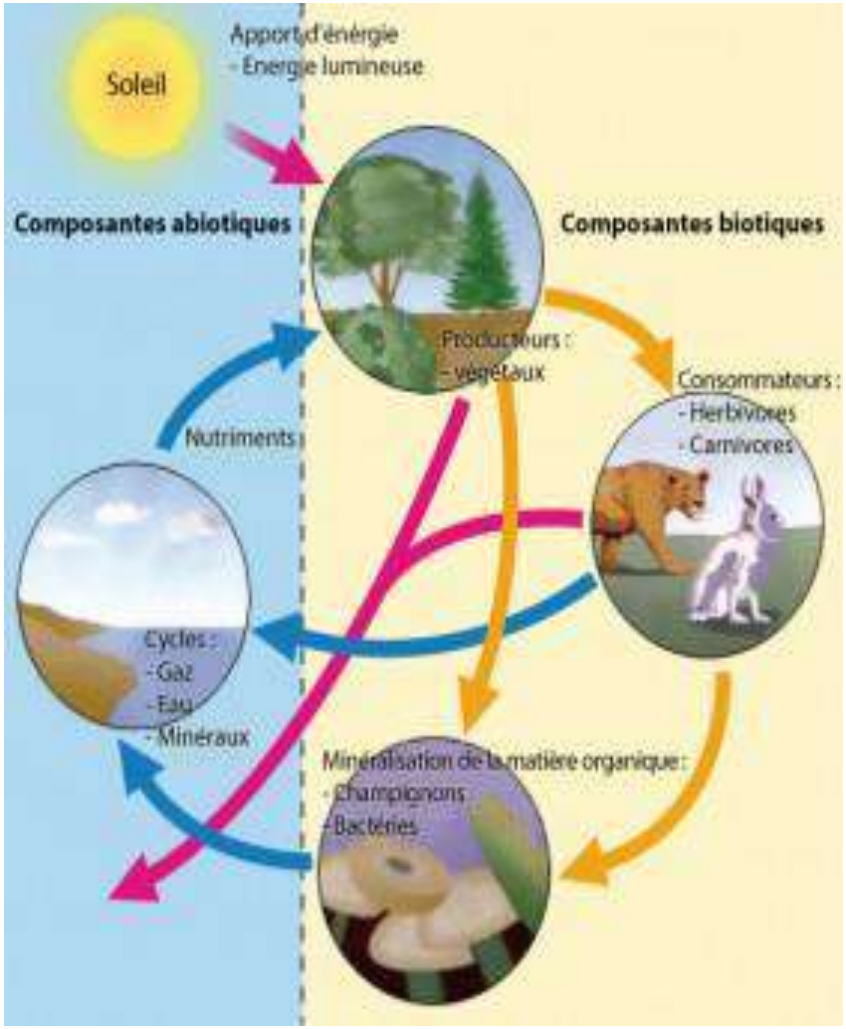
I.2.3. Interactions entre les organismes vivants:

▶ sont des interrelations biologiques désignant des processus d'échanges réciproques entre plusieurs éléments biologique (*espèces, groupes, biocéonoses*) dans un écosystème .

▶ ces interactions (=coactions)engendrent des co-évolutions, induites directement (*par exemple dans une relation prédateur-proie*) ou indirectement par ces échanges.

▶ Les coactions entre les êtres vivants sont liées au circuit général de la chaine alimentaire (trophiques) .

Exemple : *figure ci- jointe démontrant les circuits trophiques et les flux biogéochimiques qui sont à la base des interactions entre les organismes vivants.*



I.2.3.1- les types d'interactions biologiques/écologiques: (voir TD n°1)

► Ces coactions que mettent en jeu les espèces vivantes dans un écosystème donné, jouent un rôle important dans la régulation des densités, et la stabilité des fluctuations des effectifs des espèces. Elles peuvent donc transformer les conditions dans lesquelles vivent d'autres organismes.

► Elles représentent les *facteurs écologiques de nature biotique* qui participent au fonctionnement des écosystèmes. on distingue **2 catégories d'interactions** :

Les interactions intraspécifiques (Homotypiques):

Les interactions interspécifiques (Hétérotypiques):

CHAPITRE II: ECOSYSTÈME & BIOCENOSES

-Structure et organisation-.

II.1- Concept d'ecosystème:

II.1.1-Définitions et historique:

En ecologie, **un écosystème** désigne l'ensemble formé par une **association** ou ***communauté*** d'êtres vivants (=**Biocenose)** et son environnement biologique, géologique, édaphique, hydrologique, climatique, etc. (=**Biotope).**

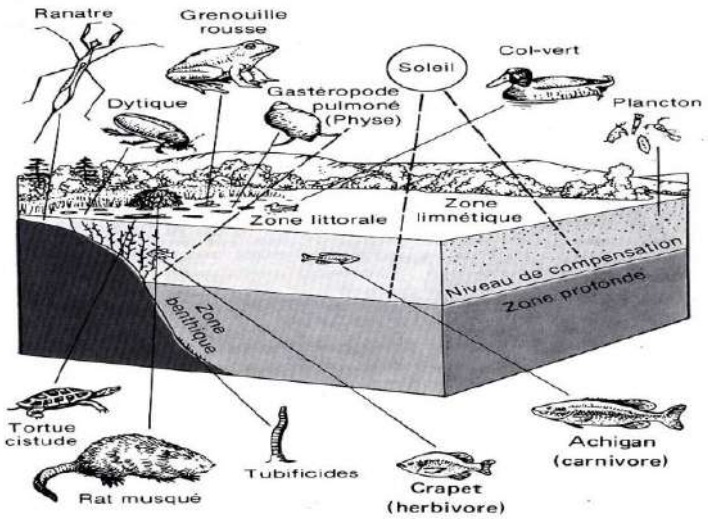
Ecosystème = Biocénose + Biotope

► la notion d'écosystème fut établie par A.G. Tansley en 1935 comme **unité de base de la nature.**

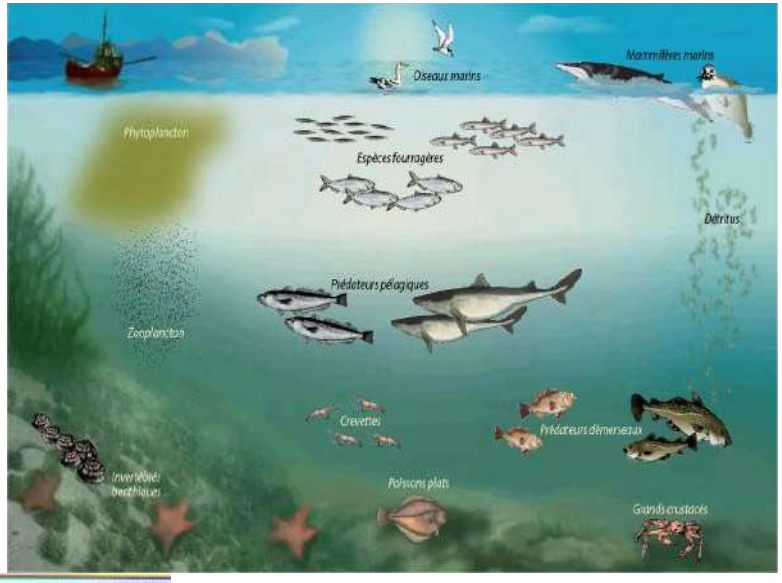
► en 2004, des scientifiques commandité par l'**ONU** définissent l'écosystème comme : « ***complexe dynamique composé de végétaux, d'animaux, de micro-organismes et de la nature morte environnante agissant en interaction en tant qu'unité fonctionnelle*** » = C'EST UN SYSTÈME **TROPHIQUE-DYNAMIQUE** OU **TROPHO-DYNAMIQUE**

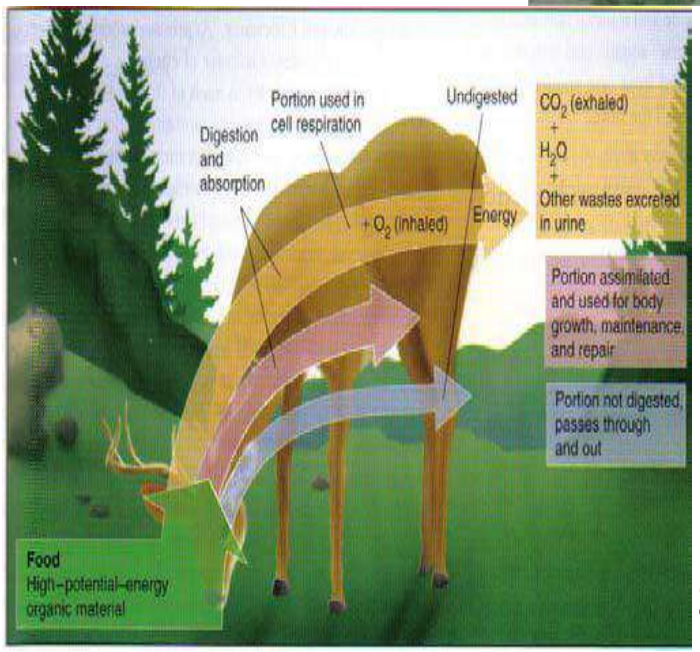
Exemple 1:

1- Aquatique (étang et mares)



2- Aquatique (Océan et mers)



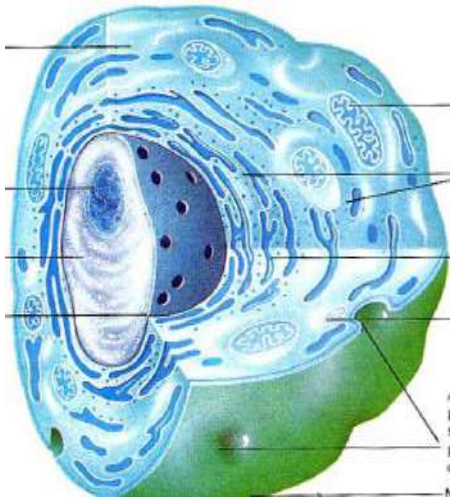


3- Terrestre (forêt et prairie)

EXEMPLE 2:

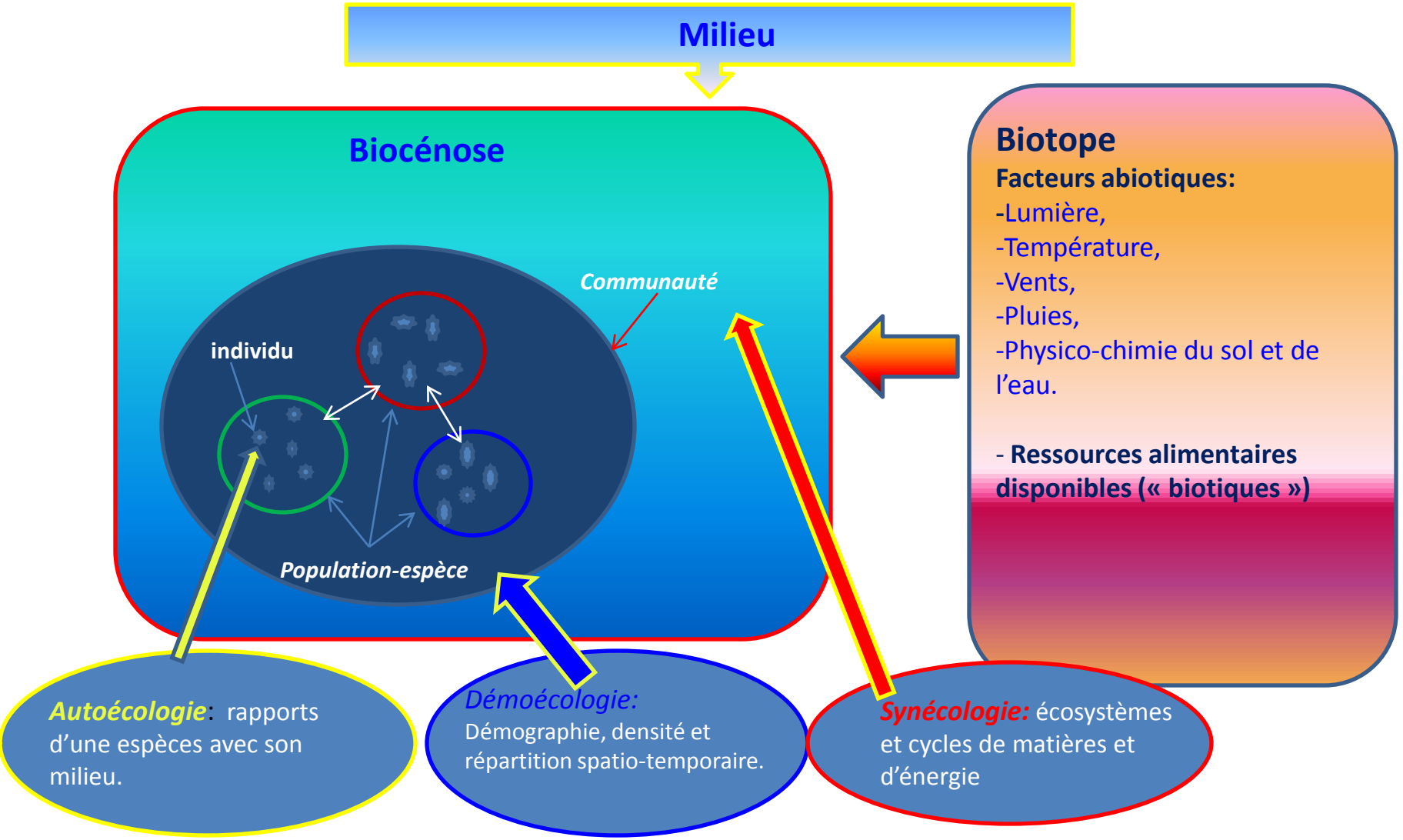
► Le corps humain est un écosystème dont les sous unités (organes) :
cerveau, cœur, poumons, œil, estomac,
•artères-veine, etc … Ne sont pas anarchiquement disposés; il existe des relations et des contrôles assurant l'intégrité de l'ensemble.
•Contrôle endocrenien
•Régulation de la pression osmotique
•Régulation du débit cardiaque ou pulmonaire.

► **La cellule aussi est un écosystème dont les sous unités (organites):** Noyau, mitochondries,
Appareil de Golgi, Réticulum Endoplasmique, plastes , vésicules, vacuoles,.. etc.. , sont en interaction permanente.



II.1.3- Le concept théorique:

ECOSYSTEME = Système d'interactions thermodynamiquement ouvert



II.1.2- Evolution du concept d'écosystème:

PREMIÈRE ÉTAPE : STATIQUE
Les espèces ne sont pas réparties au hasard. il existe des regroupements d'espèces animales et d'espèces végétales en fonction des paramètres abiotiques (non vivant) du milieu.

DEUXIÈME ÉTAPE : SUCCESSION
Ces regroupements ne sont pas fixes dans le temps, ils évoluent et correspondent à des stades différents, aboutissant théoriquement à un climax.

TROISIÈME ÉTAPE : INTERACTIONS
Les espèces végétales et animales ne sont pas « juxtaposées » au sein d'une association, des interactions (nombreuses) existent entre elles : *chaînes alimentaires*; *interactions abiotiques* et *biotiques.*

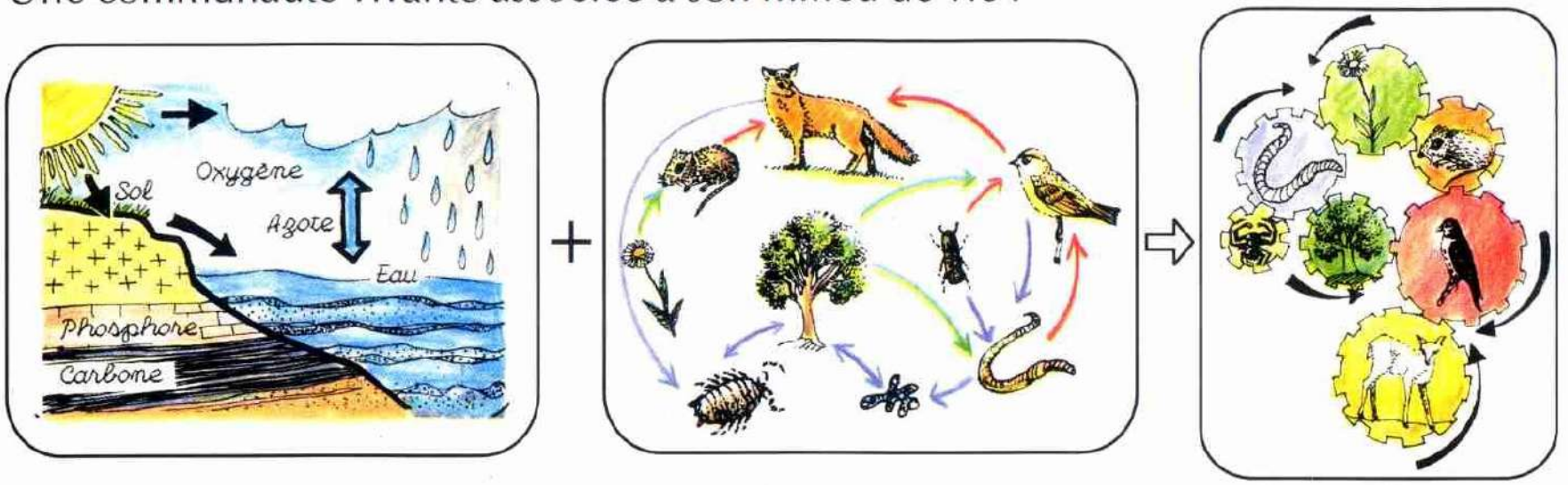
QUATRIÈME ÉTAPE : THERMODYNAMIQUE. Tous les liens entre abiotique et biotique sont quantifiables sur une base énergétique.

Conclusion: *En tant qu'unité fonctionnelle , l'écosystème fonctionne grâce aux interactions permanentes entre ses sous unités constitutives. Il représente ainsi une entité théorique à divers niveaux.*

II.2- LES BIOCÉNOSES:

II.1.1-Définition:

Une communauté vivante associée à son milieu de vie :



UN BIOTOPE

Une aire géographique de surface ou volume variable, soumise à des conditions dont les dominantes sont homogènes et les ressources suffisantes pour assurer le maintien de la vie.

UNE BIOCÉNOSE

Un peuplement qui se constitue dans des conditions écologiques données et se maintient en équilibre dynamique.

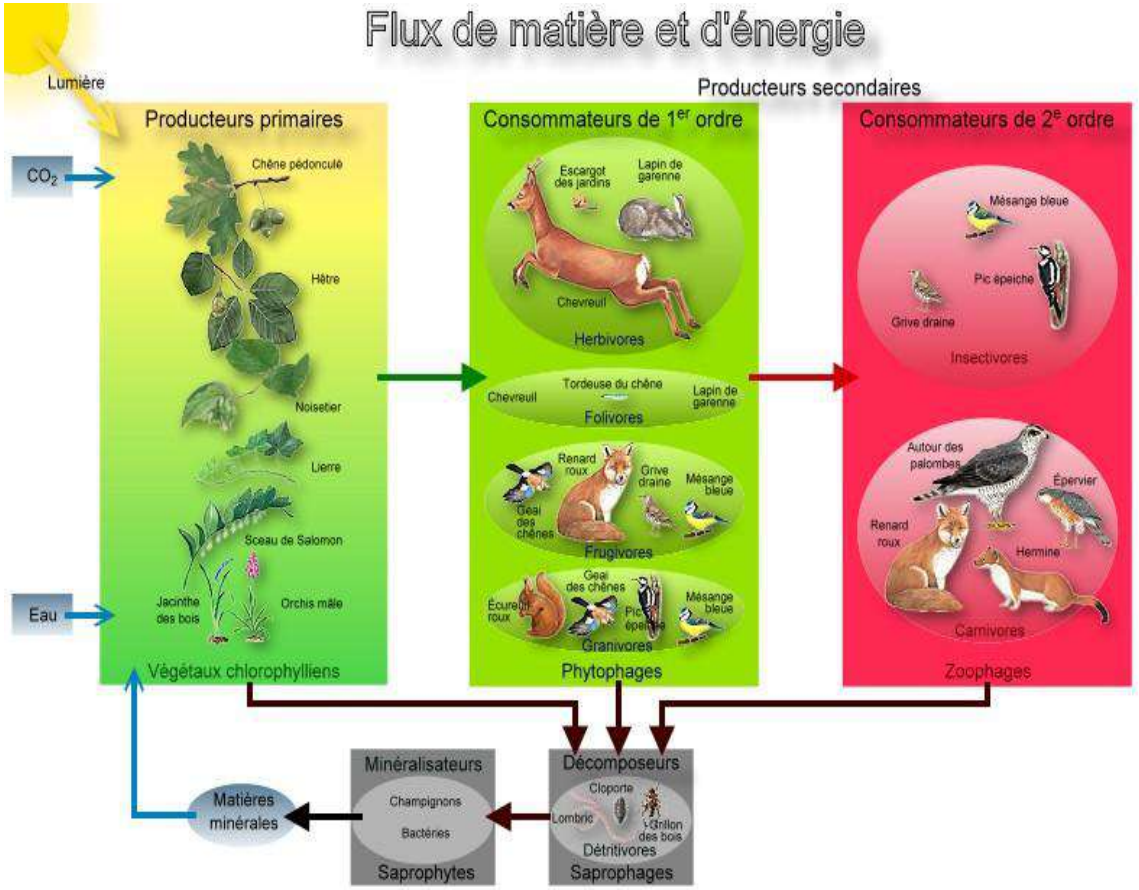
UN ÉCOSYSTÈME

- Une machinerie vivante
- Une unité fonctionnelle de base de la biosphère

Conclusion: *Une **biocénose** regroupe donc des ensembles d'individus, de populations, de peuplements qui cohabitent au même moment un territoire commun.*

La **Biocénose** est l'élémént moteur de tout écosystème. Cet Ensemble des êtres vivants qui peuplent un écosystème donné (conditions écologiques fixes) se compose de trois groupes écologiques fondamentaux d'organismes liés par des **flux de matière et d'énergie** :

- les producteurs (végétaux), formant la phytocénose
- les consommateurs (animaux), constituant la zoocénose
- les décomposeurs (bactéries, champignons, etc.) intégrant la *microbiocénose* et la mycocénose.



II.1.2-STRUCTURE TROPHIQUE D'UNE BIOCÉNOSE:

Les différents éléments *biocénotiques* sont classés en fonction du rôle écologique qu'ils jouent dans leur écosystème ; ainsi, nous aurons toujours dans toute biocénose des ***producteurs***, des ***consommateurs*** et des ***décomposeurs***.

◊ Les producteurs :

► Sont les organismes vivants intégrateurs d'énergie dans l'écosystème. Ils captent l'énergie lumineuse du soleil pour la "*transformer*" en composés du tissu végétal *(sous forme de matière organique, sucres, lipides et protides*). Seuls les végétaux sont capables d'exécuter cette opération de ***photosynthèse***) d'une extrême complexité . *Les organismes aptes à la photosynthèse sont dits* ***Autotrophes.***

◊ Les consommateurs :

►Organismes incapables de produire leurs constituants par eux-mêmes et à partir de l'inorganique ; contrairement aux producteurs, les consommateurs trouvent la matière (l'énergie) dont ils ont besoin chez les autres êtres vivants, sont dits des ***Hétérotrophes***. Ils s'en nourrissent en les mangeant, mais tous n'ont pas le même régime alimentaire ;
on distinguera :

-**Les Herbivores** : consommateurs primaires,
-**Les Omnivores** : consommateurs secondaires (1er ordre),
- et **Les Carnivores**: Consommateurs secondaires (2d ordre) où se distinguent les carnassiers (superprédateurs) et les parasites.

◊ Les décomposeurs :

Les organismes assurant le démontage, la déconstruction du monde organique pour le ramener à sa part inorganique. Ils assurent ainsi le recyclage des éléments constitutifs de l'écosystème.

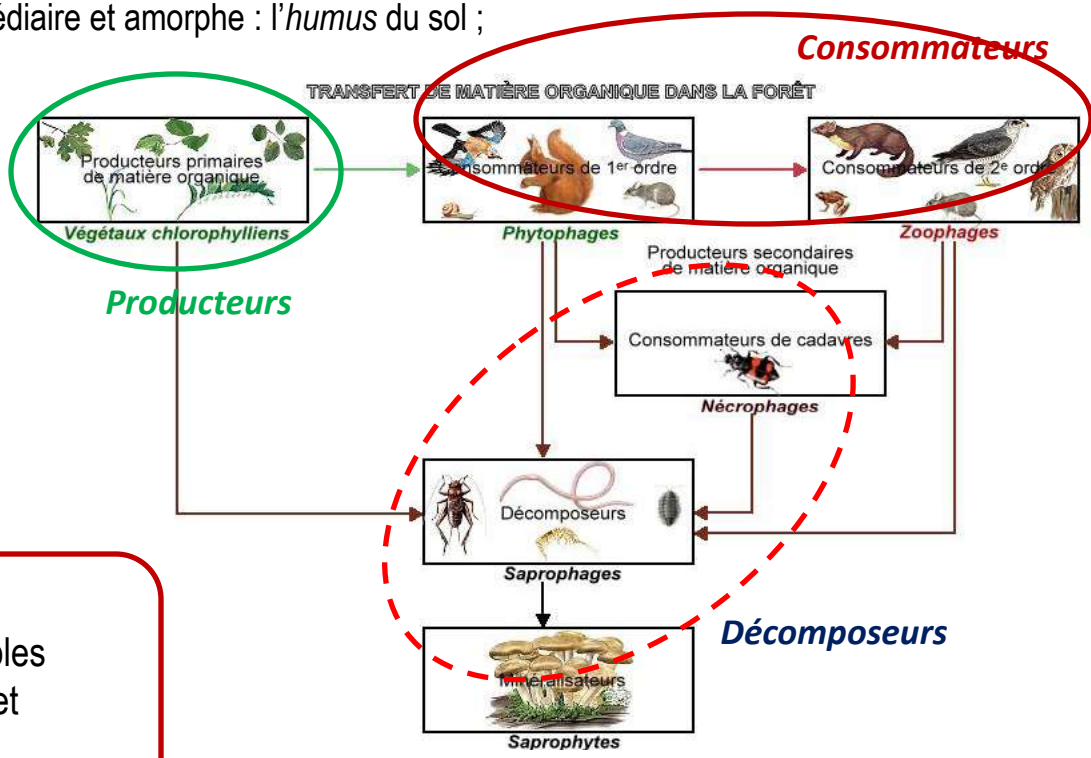
► En fonction de leur manière d'opérer, on distinguera des **détritivores** et des **transformateurs** :

■**Les détritivores** (vautour, chacal, nombreux invertébrés et micro-arthropodes)

sont des *charognards* (ou des *nécrophages*). les détritivores participent à une *primo*-phase de *minéralisation* de la matière organique qu'ils transforment en une substance intermédiaire et amorphe : l'*humus* du sol ;

■**Les transformateurs** (bactéries, champignons)

Modifient totalement la structure de l'humus puisqu'ils le transforment en éléments minéraux (minéralisation complète) qui pourront à nouveau réintégrer l'écosystème, à travers ses nombreux cycles.



Conclusion:

Ces trois catégories d'organismes sont les véritables acteurs des mécanismes de transfert de matière et d'énergie **(voir TD n°2:** étude de cas**).**

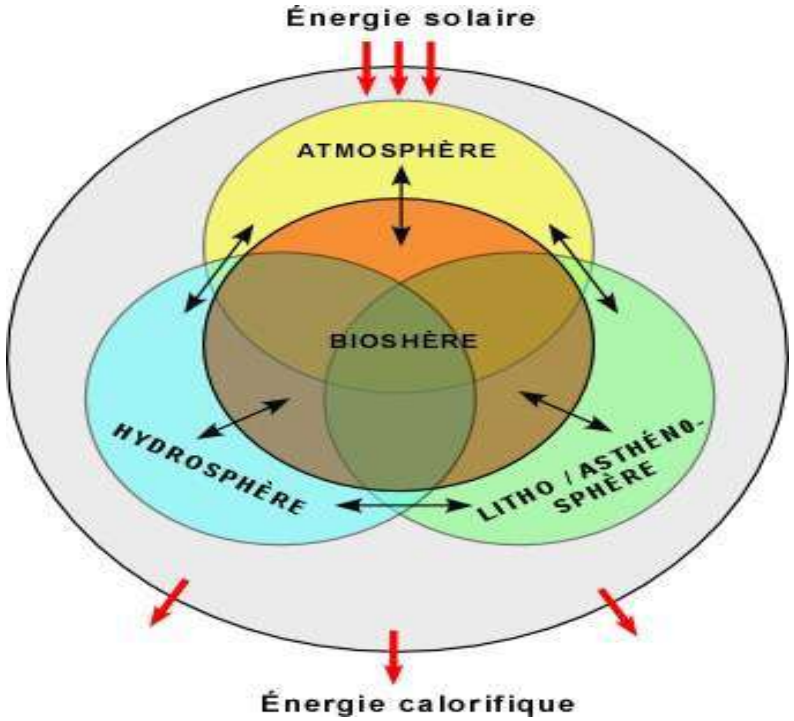
II.4- Les grands cycles biogéochimiques:

► Le fonctionnement de la biosphère est inscrit dans des grands **cycles biogéochimiques** dont les diverses phases se déroulent au sein des divers écosystèmes (aquatiques, terrestres et aériens) de l'ecosphere.

► Les cycles biogéochimiques sont des ***mouvements circulaires des éléments chimiques*** du monde abiotique menant ces éléments de l'environnement vers les organismes vivants et des organismes vivants vers l'environnement.

► Les processus de transport et de transformation cyclique d'un élément ou composé chimique **entre les grands réservoirs** que sont la lithosphère (géosphère), l'atmosphère, l'hydrosphère, dans lesquels se retrouve la biosphère. ce processus induit le passages de l'état organique à l'état minéral .

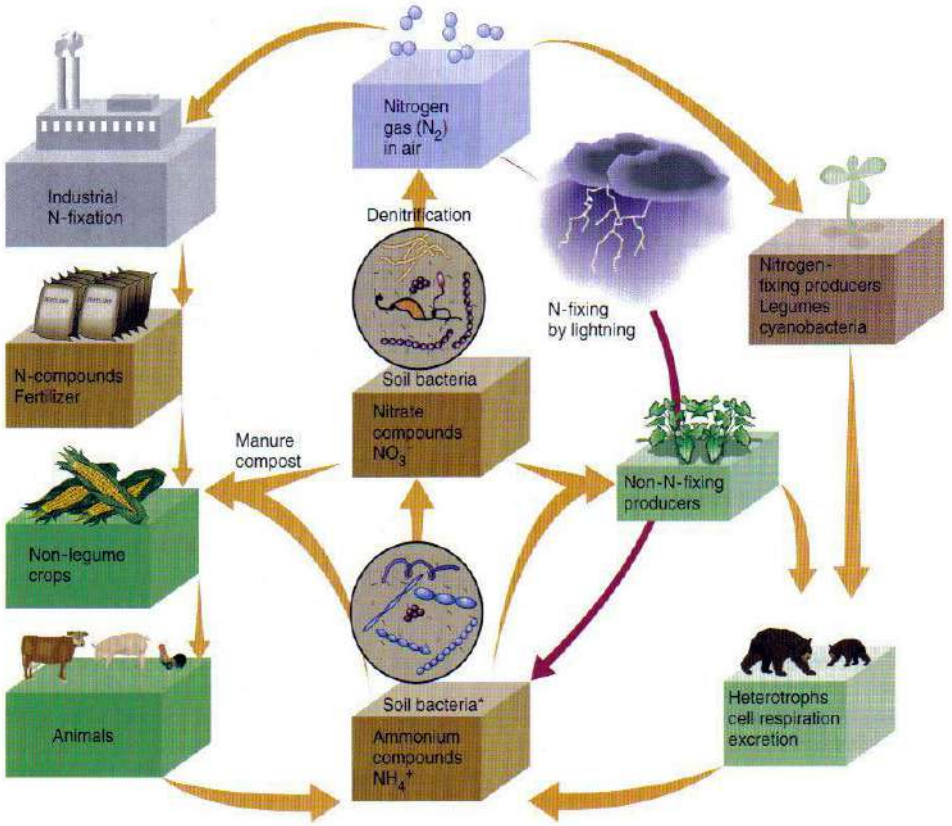
♣ *Les flèches indiquent qu'il y a une interaction constante entre les quatre grandes composantes.*
♣ *La Biosphère est placée au centre de la figure pour satisfaire notre nature anthropocentriste et pour mettre en évidence cette spécificité de la Terre qui exerce un contrôle primordial sur l'ensemble .*



► La biosphère **accélère le transfert** d'éléments. Les nutriments sont incorporés aux constructions organiques où ils participent du monde vivant. Ainsi les différents niveaux alimentaires au sein de la biosphère (plante-herbivore-carnivore…) permettent également la mobilité des éléments au sein de l'écosystème.

Pour caractériser ces échanges, on se focalise sur un élément en particulier pour illustrer l'ensemble des formes et des interactions entre les différentes parties de l'écosystème planétaire.

Dans la plupart des cycles biogéochimiques l'homme exerce une forte influence..



► Les divers cycles *en interaction* confèrent à la **biosphère une capacité de régulation,** appelée **homéostasie** qui est à la base de la pérennité des écosystèmes, grâce à la grande stabilité qu'elle assure, tout du moins en dehors des interventions humaines et phénomènes géo-climatiques exceptionnels.

II.4.1- Les principaux cycles biogéochimiques:

► Les cycles biogéochimiques sont largement divisés en:

- cycles endogènes qui impliquent surtout les roches souterraines de différentes sortes, et en
- cycles exogènes qui ont lieu en grande partie sur la surface terrestre mais ayant généralement une composante atmosphérique (Gunter, 1991). Ces **circuits** représentent des flux permanents, de matière, permettant la vie et la subsistance pour la Biosphère.

► Les cycles les plus importants sont :

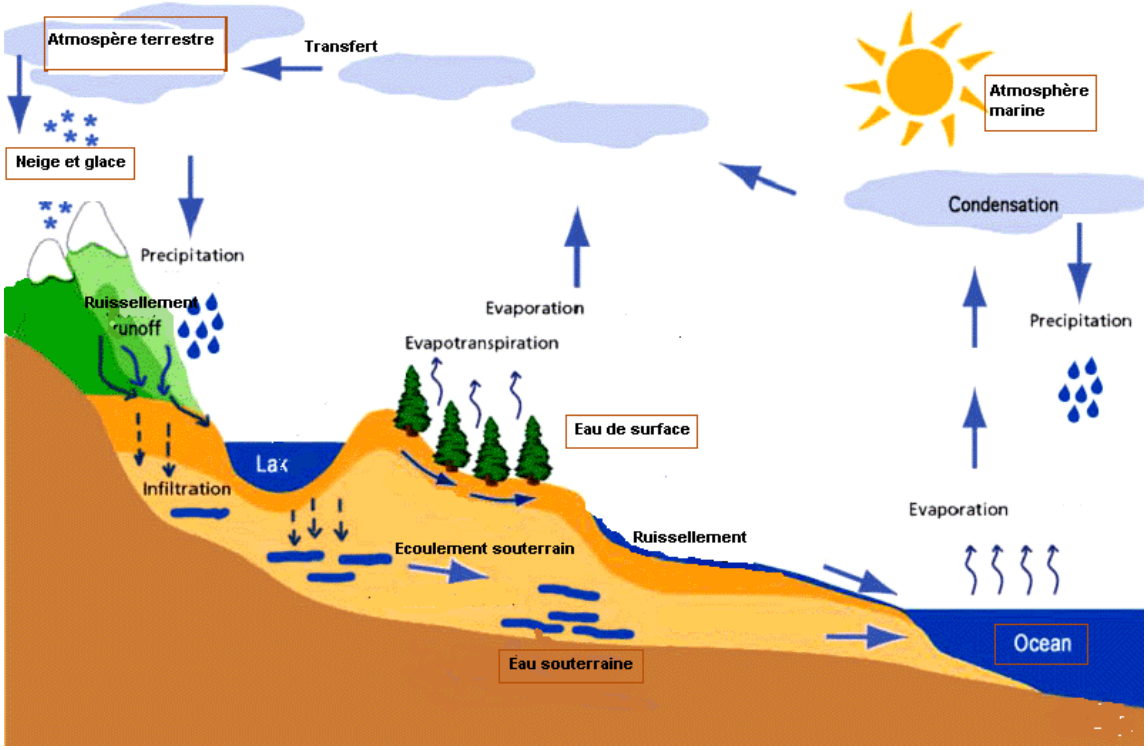
le cycle de l'eau ; le cycle du carbone, le cycle l'oxygène ; le cycle l'azote ; le cycle du phosphore ; le cycle du soufre et les cycles des MÉTAUX.

II.4.1.a)- L e cycle de l'eau:

► *La dynamique du cycle de l'eau montre qu'en moyenne sur l'année et sur l'ensemble du globe terrestre,* ***65% des précipitations*** *qui arrivent à terre s'évaporent,* ***24%*** *ruissellent et* ***11%*** *s'infiltrent.*

► *Les phases de* ***précipitation****,* *d'****écoulement****,* *de* ***ruissellement*** *, d'****infiltration****, d'****évaporation*** *, de* ***condensation*** *et de* ***transfert*** *représentent les principales voies d'échange d'eau entre l'hydrosphère, la lithosphère, l'atmosphère et la biosphère.*

► *Sur la Terre, l'eau existe sous trois formes se succédant perpétuellement :*
Etat liquide *: les rivières, les lacs, les mers, les océans, les nappes phréatiques*
Etat vapeur *: les nuages qui sont constitués de vapeur d'eau*
Etat solide *: la neige et la glace*



II.4.1.B)- L E CYCLE DU CARBONE:

Le carbone est un atome, qui se trouve dans tout ce qui est vivant ou mort des végétaux, animaux et humains. Il est donc présent dans l'hydrosphère, l'atmosphère et la lithosphère. On en trouve, dans le pétrole et le charbon puisqu'ils sont le résultat de la décomposition des plantes. Il existe donc sous plusieurs formes dans la nature.

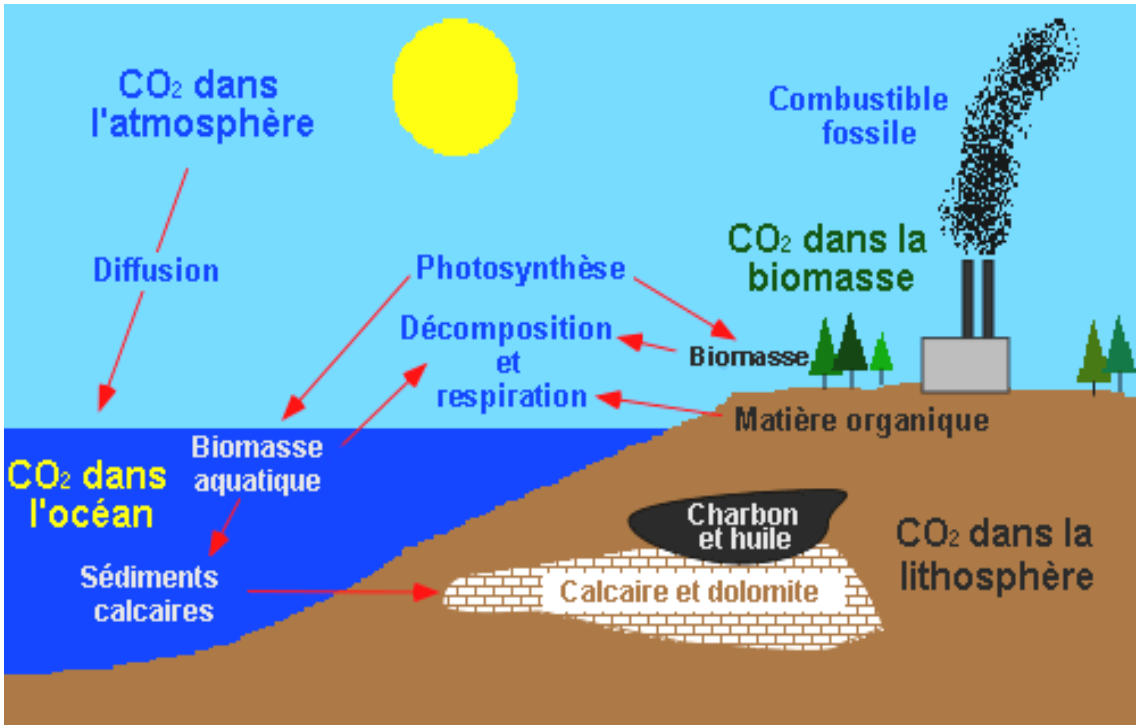
► Son circuit commence par La combustion des matières contenant du carbone produit grâce à l'O2 un gaz que l'on appelle le gaz carbonique, ou dioxyde de carbone (CO^2) .

► Le carbone circule aussi dans les mers et océans grâce aux courants marins.

- Là où il fait chaud le gaz carbonique est rejeté par l'eau.
- Là où il fait froid, c'est le contraire : le CO^2 est absorbé par l'eau.

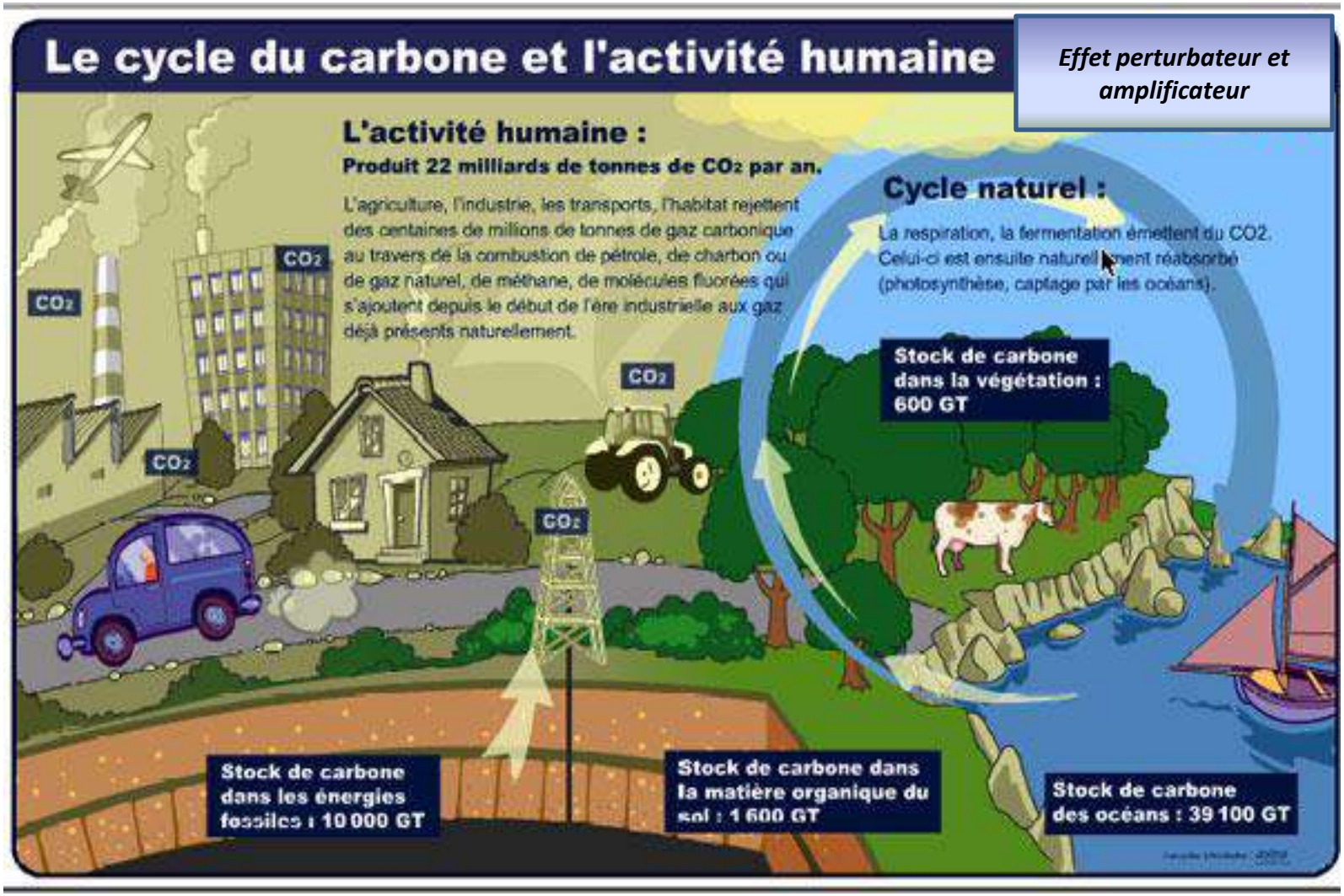
Les deux principales SOURCES NATURELLES de CO^2 sont donc : la végétation la nuit et les océans chauds.

Les deux principaux PUITS NATURELS de CO^2 sont donc : la végétation le jour et les océans froids.



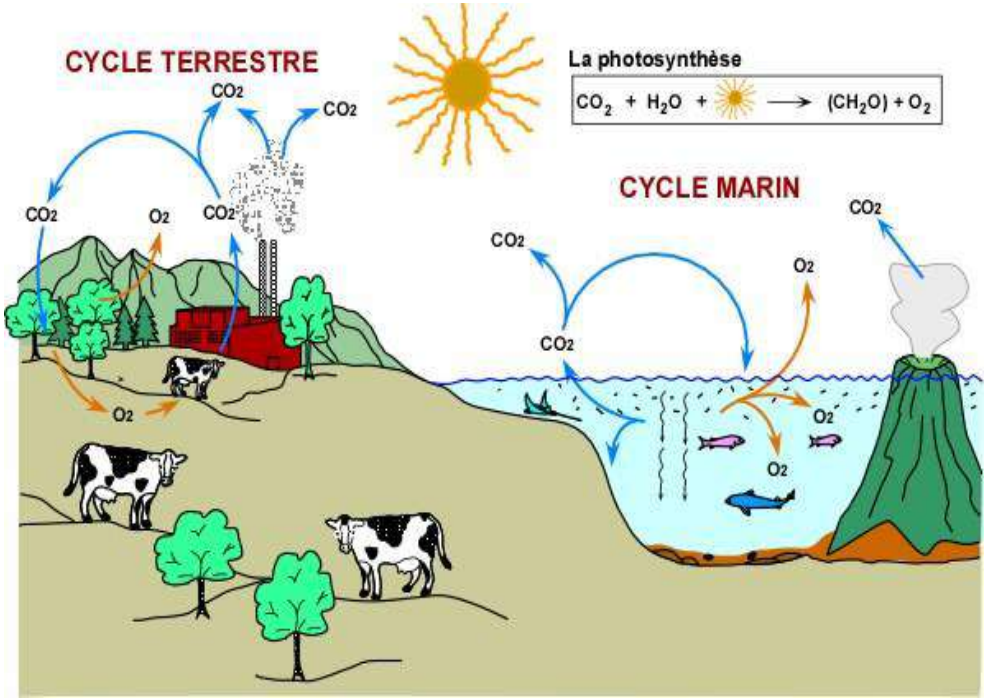
D'autres sources de CO^2 sont les <u>volcans</u> et les <u>activités de l'homme</u> (industries, déforestation, incendies, etc…).

<u>Conséquences</u>: Changement climatiques (*effet de serre, inondation, sécheresse, pollution*…).



II.4.1.C)- L E CYCLE DE L'OXYGÈNE:

Le cycle biogéochimique de l'oxygène est **indissociable** du cycle du carbone puisque celui-ci s'effectue grâce au (CO^2) utilisé lors de la photosynthèse. Cette dernière produit de l'O2 (dioxygène) qui, par le biais de la respiration, brûle les composants carbonés produits par la photosynthèse pour redonner du CO^2 .

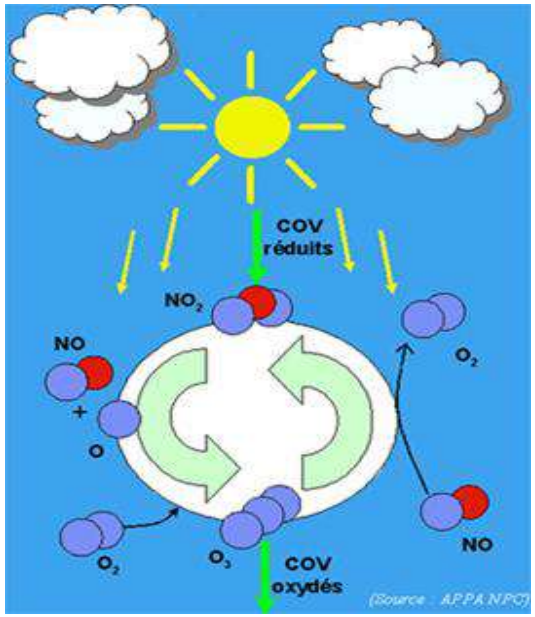


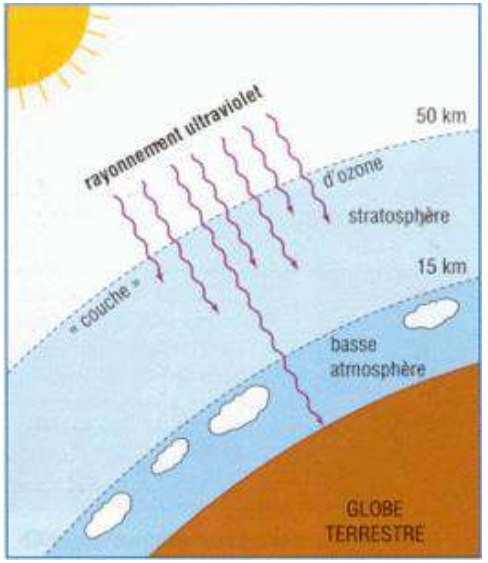
► Le cycle de l'oxygène permet d'expliquer le phénomène de l'apparition de l'OZONE.

Les dégagements du dioxyde d'azote (NO_2) qui par décomposition puis recomposition avec le dioxygène ambiant (O_2) forme de l'ozone (O_3).

Or, cet ozone est **néfaste** à la santé et est même considéré comme un polluant. Mais dans la haute atmosphère l'ozone forme une couche qui est indispensable, en effet elle agit comme un filtre vis-a-vis des UV émis par le soleil:

$$NO_2 \rightarrow NO + O \quad \& \quad O+O_2 \rightarrow O_3$$





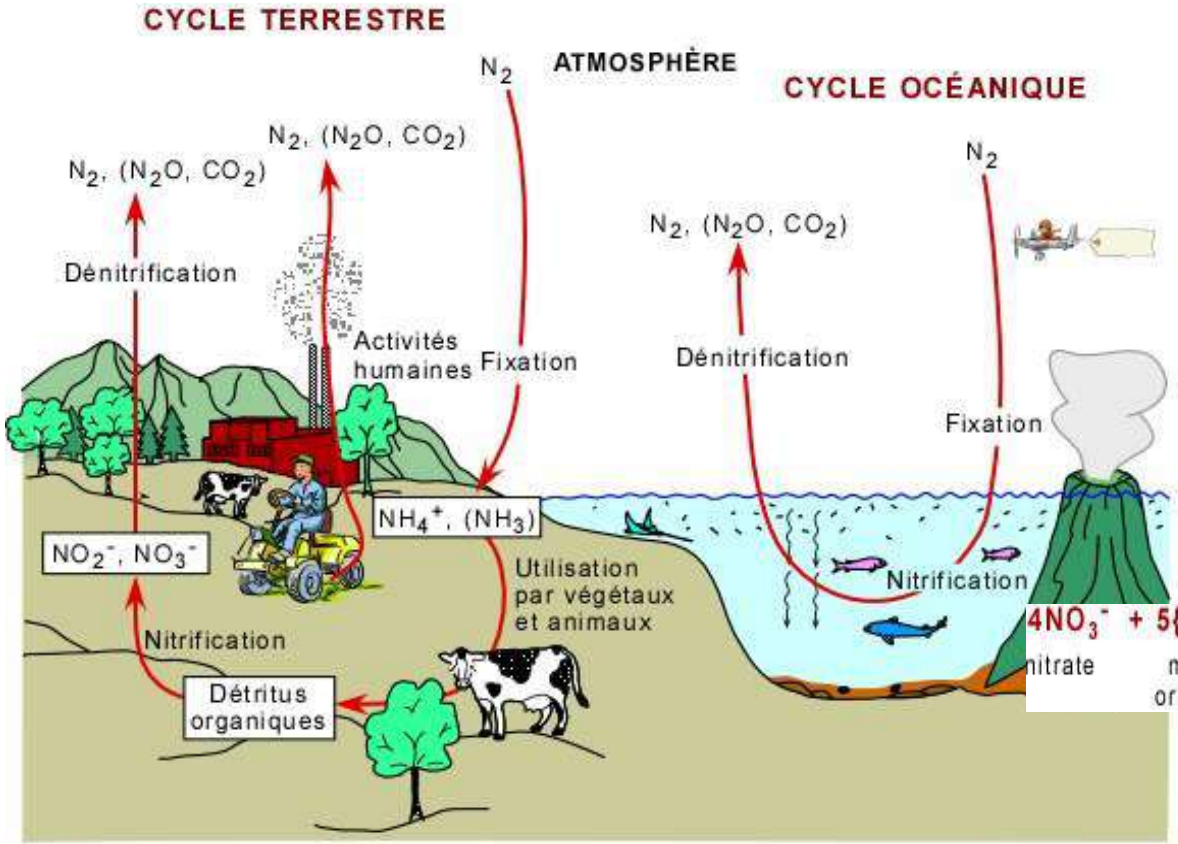
II.4.1.D)- L E CYCLE DE L'AZOTE:

Le cycle biogéochimique de l'azote décrit la succession des modifications subies par les différentes formes de l'azote (diazote N2, nitrate NO3-, nitrite NO2- et ammoniaque NH4+).

►Le N2 **(gazeux)** est le 1er en importance dans l'atmosphère terrestre **(78%).**

►Les organismes ont besoin d'azote pour fabriquer des protéines et des acides nucléiques, mais la plupart ne peuvent utiliser la molécule N_2. Ils ont besoin de ce qu'on nomme l'azote fixée dans lequel les atomes N sont liés à d'autre types d'atomes comme par exemple à l'H dans l'ammoniac NH_3 ou à l'O dans les ions nitrates NO_3^-.

Le cycle de l'azote est très complexe; le schéma suivant en présente une simplification :



Trois processus de base sont impliqués dans le recyclage de l'azote:

►***la fixation de l'azote diatomique N_2,*** *la réaction chimique type est:*

$$2N_2(g) + 3\{CH_2O\} + 3H_2O \longrightarrow 4NH_4^+ + 3CO_2 \quad (1)$$

azote (gaz) — matière organique — eau — ammonium — dioxyde de carbone

► ***la nitrification dont la réaction type est:***

$$NH_4^+ \rightleftharpoons NO_2^- \rightleftharpoons NO_3^- \quad (3)$$

ammonium — nitrite — nitrate

► *la* ***dénitrification, la réaction type est :***

$$4NO_3^- + 5\{CH_2O\} + 4H^+ \longrightarrow 2N_2(g) + 5CO_2(g) + 7H_2O \quad (6)$$

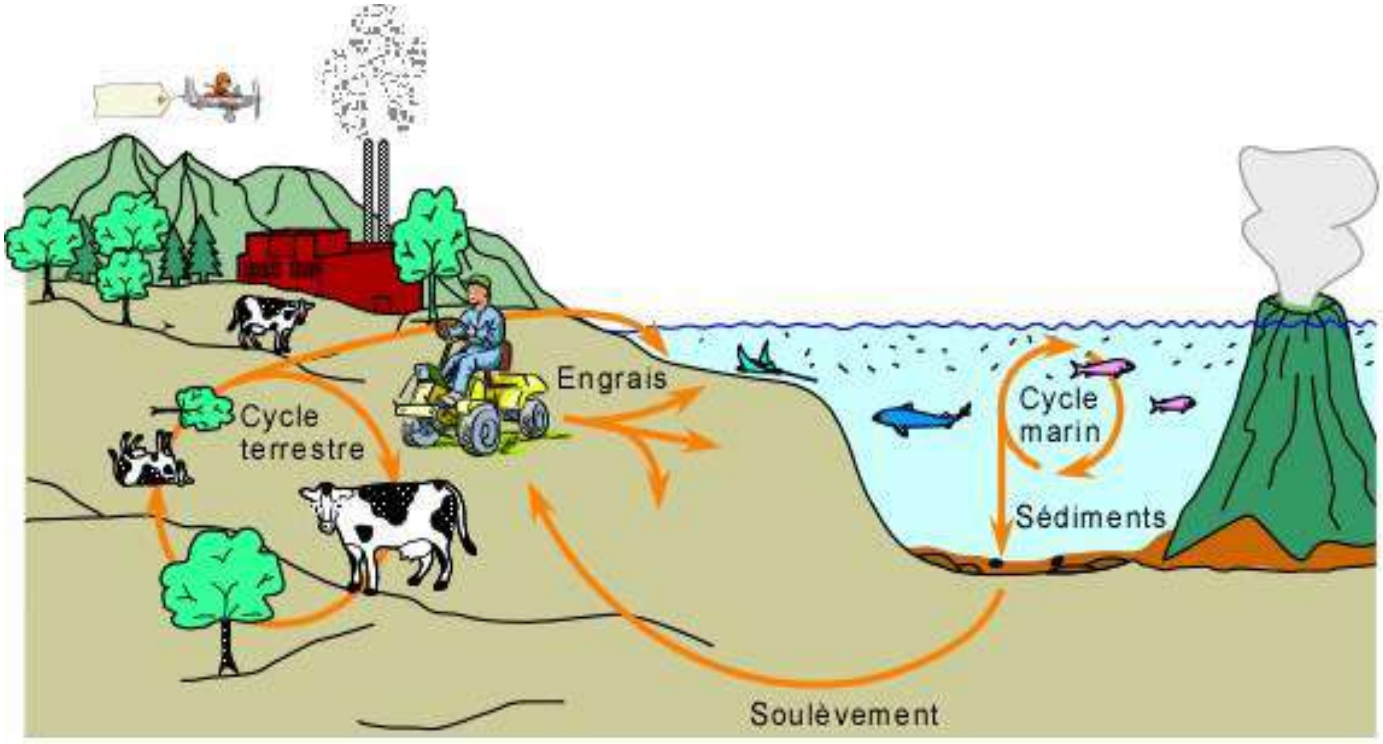
nitrate — matière organique — hydrogène — azote (gaz) — dioxyde de carbone — eau

II.4.1.E)- L E CYCLE DU PHOSPHORE:

Le cycle du phosphore est **unique** parmi les cycles biogéochimiques majeurs car il **ne possède pas** de composante gazeuse. Par conséquent, il n'affecte pratiquement pas l'atmosphère.

►Le phosphore sous forme de phosphate (**PO4**) est présent dans, le système nerveux, le squelette des êtres vivants et aussi dans les dents des vertébrés. Il est essentiel à la fabrication de s protéines et des acides nucléiques (ADN et ARN).

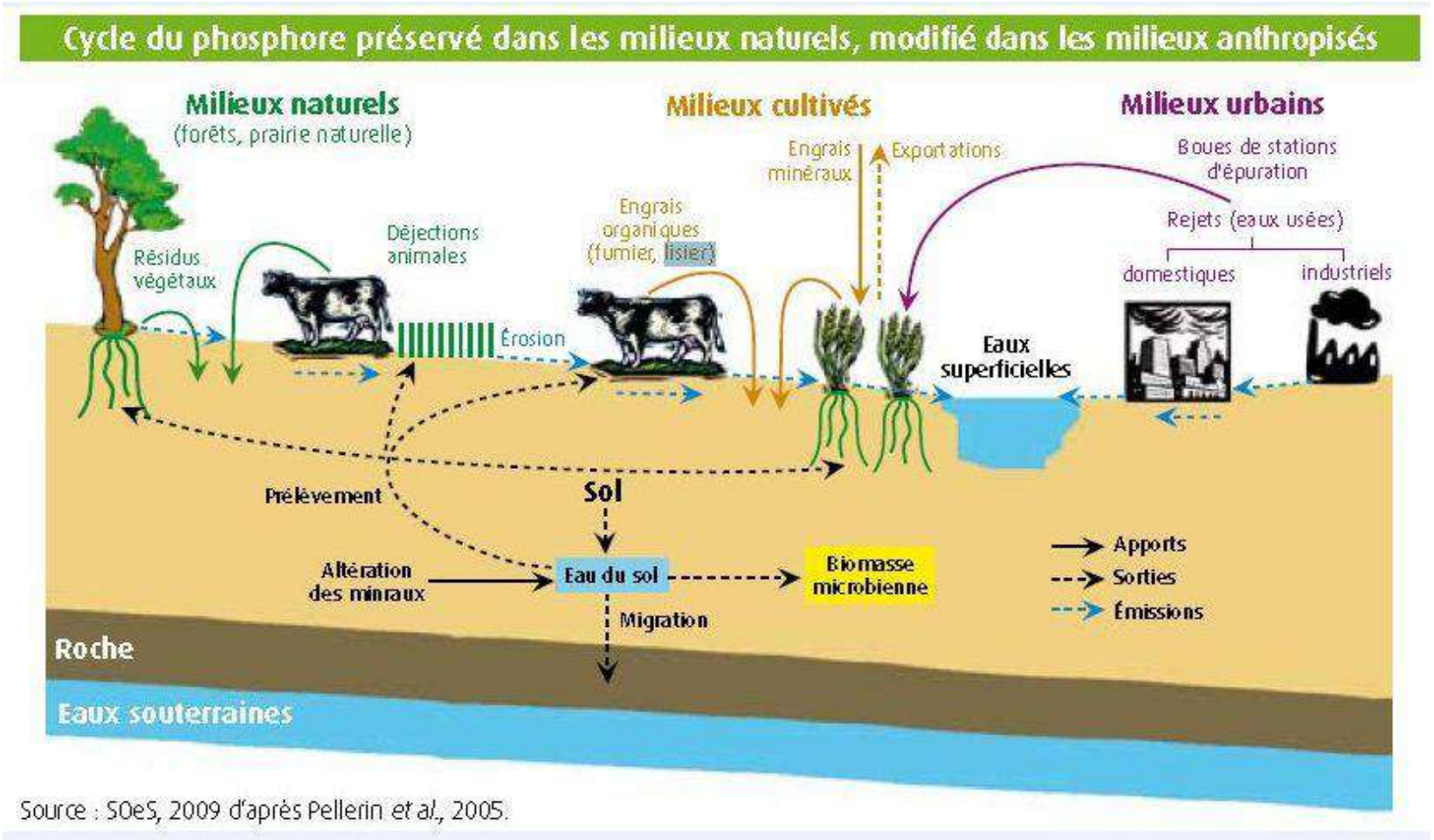
►Sa circulation peut être subdivisée en **cycle terrestre** et en **cycle aquatique** (marin et continental) . Tout le **P** terrestre est dérivé de l'altération des $Ca_3(PO_4)_2$. Ce **P** est absorbé par les plantes et transféré aux animaux par leur alimentation. Une partie est retournée aux sols à partir des excréments des animaux et de la matière organique morte. Une autre partie est transportée vers les océans où une fraction est utilisée par les organismes benthiques et ceux du plancton pour secréter leur squelette; l'autre fraction se dépose au fond de l'océan sous forme d'organismes morts ou de particules et est intégrée aux sédiments. Ces derniers sont transformés en roches sédimentaires par l'enfouissement; plus tard, les roches sont ramenées à la surface par les mouvements tectoniques et le cycle recommence.



► La plus grande part du **P** que l'on retrouve dans les eaux des cours d'eau provient : **(1)** des rejets d'eaux résiduaires, (2) des déjections humaines, **(3)** des matières organiques en décomposition, des lessives, **(4)** des activités agricoles (engrais phosphatés utilisés en agriculture) et **(5)** des ruissellements d'effluents agricoles .

► Entrainé dans les eaux, cet élément s'y retrouve essentiellement sous forme de phosphore organique (résidu de la matière vivante) ou de phosphore minéral (ou phosphate inorganique) représenté essentiellement par les orthophosphates

► Sa présence dans la milieu aquatique est responsable du phénomène d'EUTROPHOISATION.



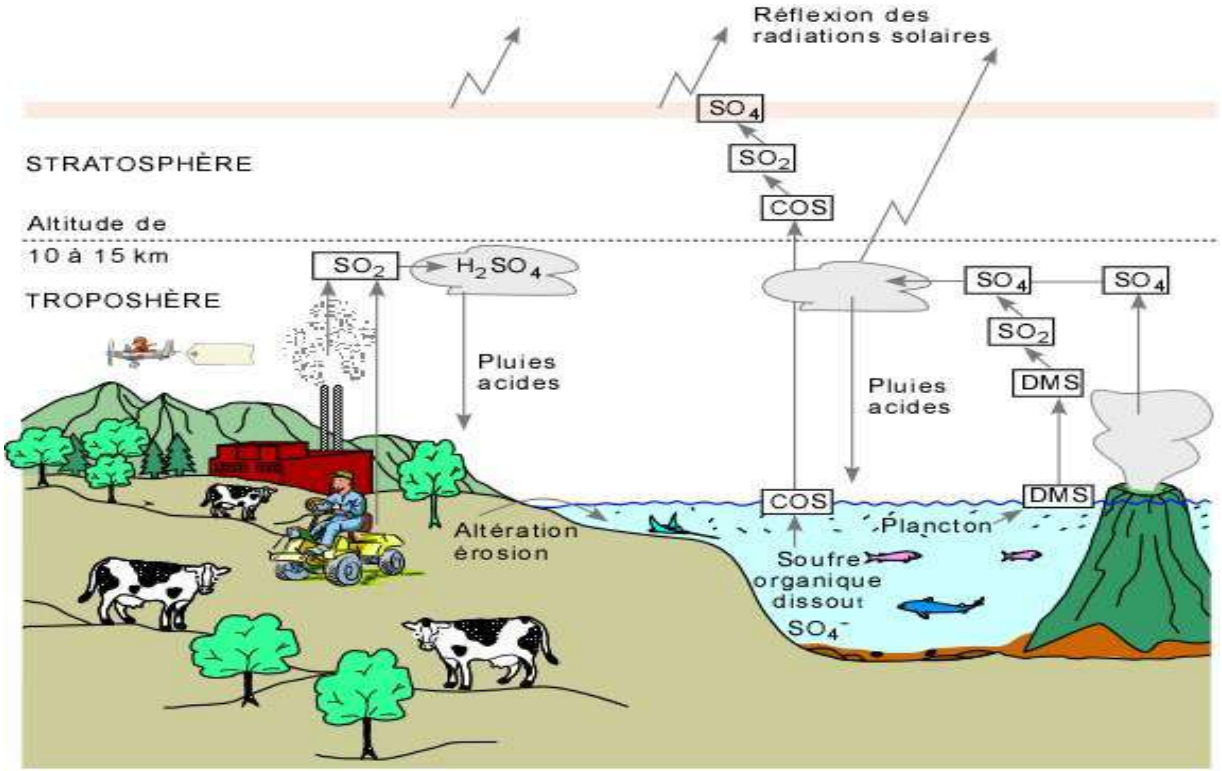
II.4.1.F)- L E CYCLE DU SOUFRE:

Le cycle biogéochimique le du soufre traverse tous les compartiments du globe terrestre. En effet, le soufre est présent partout sur Terre, atmosphère , océans, continents, mais aussi chez tous les êtres vivants sous forme de molécules organiques : ***les acides aminés soufrés constituants de protéines*** (***méthionine*** et ***cystéine***).

►Dans l'atmosphère, on rencontre le **S** sous forme de gaz : dioxyde de soufre (**SO_2**), hydrogène sulfuré(**H_2S**) ; de soufre réduit (Diméthyl sulfure (**DMS= CH_3SCH_3**) et Carbonyle sulfure (**COS**) ; ainsi que dans les sulfates volatils (**SO_4^{2-}**). Les volcans participent au cycle en produisant des sulfates (SO_4) qui viennent s'ajouter aux sulfates issus du COS.

►Dans l'océan, le **S** rencontre en majorité sous forme de **SO_4^{2-}** dissous, qui seront assimilés par des organismes, et entreront dans la composition de molécules organiques, ou sédimenteront sur les fonds. Le COS est produit en partie par l'érosion continentale, et s'échappe dans l'atmosphère par la surface des océans

.

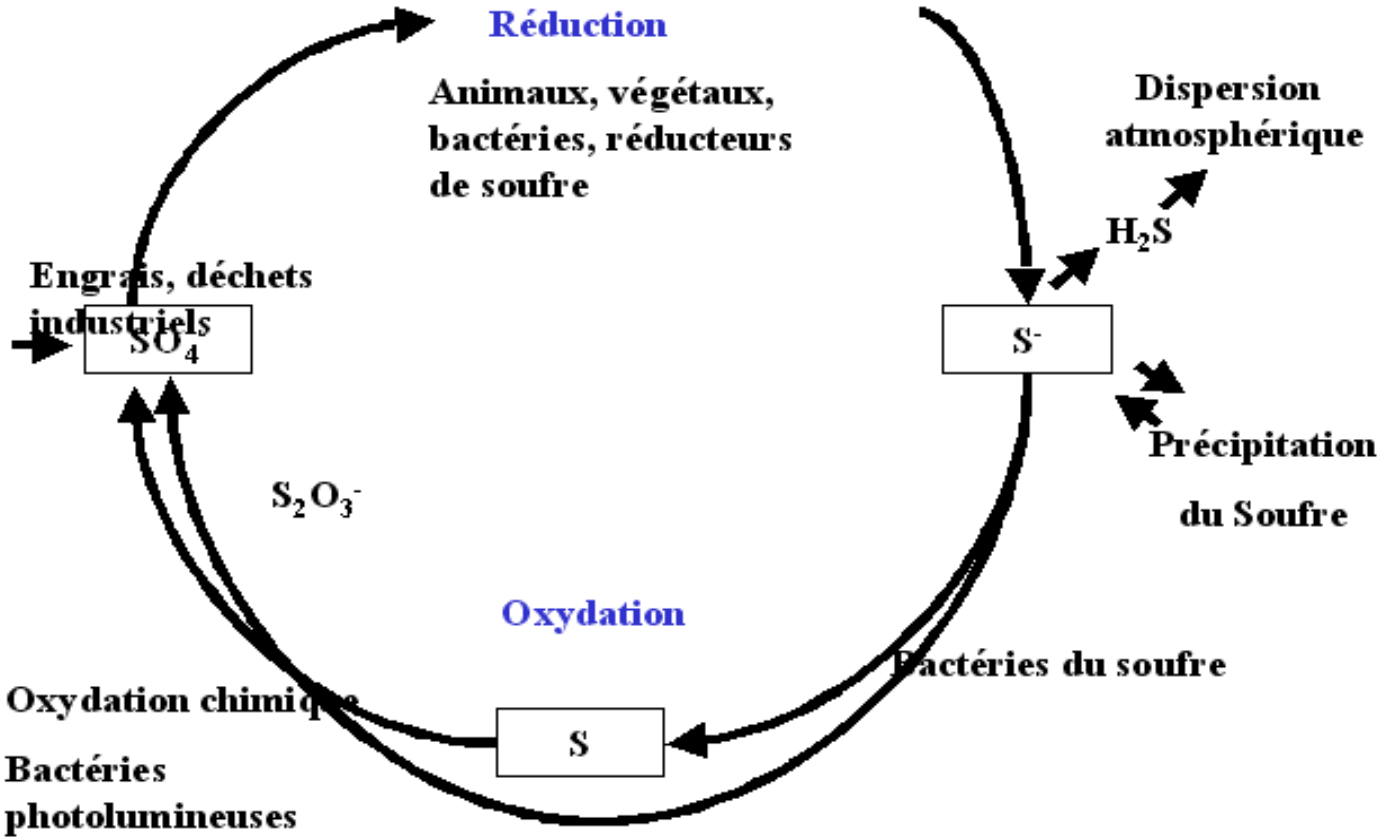


LES PRINCIPALES ÉTAPES DU CYCLE DU SOUFRE SONT :

- La minéralisation du soufre organique en une forme inorganique : le ***sulfure d'hydrogène*** **(H_2S).**

- **L'oxydation du sulfure**, du soufre élémentaire (S) et de ses composés connexes en *sulfates* (SO_4^{2-}).
- La **réduction** des sulfates en sulfures. &
- L'immobilisation microbienne des composés soufrés et leur incorporation dans une forme organique.

►Le SO_2 et l'H_2S proviennent de la minéralisation de la matière organique selon le pH du milieu ou du métabolisme de certaines bactéries



II.4.1.F)- L ES CYCLES DES MÉTAUX:

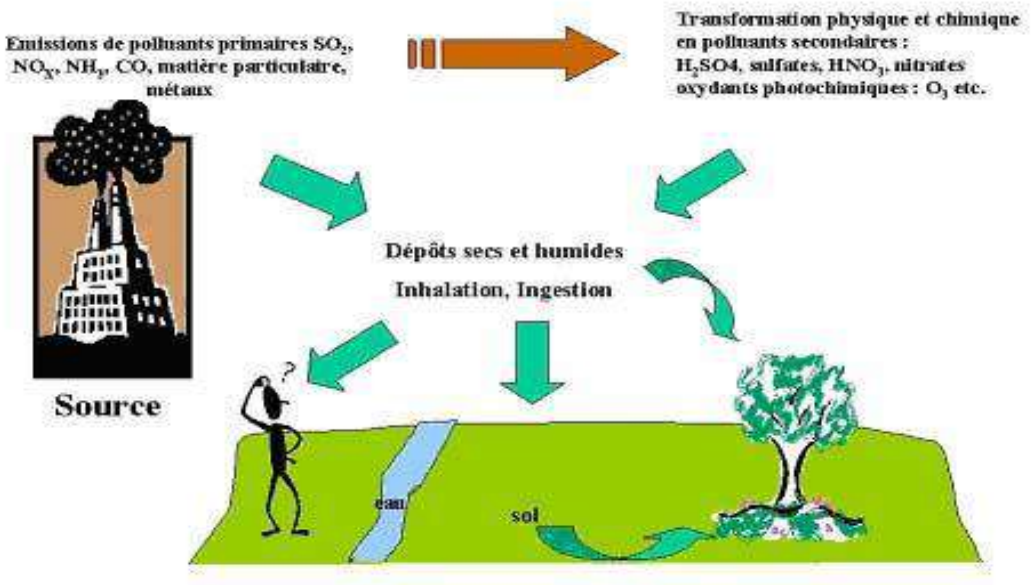
Les métaux ont des caractéristiques originales qui interviennent à un niveau ou un autre de leur cycle. Ils sont susceptibles d'établir des liens réversibles avec une grande quantité de composés, organiques ou inorganiques.

► En l'absence d'activité humaine, les métaux sont relâchés dans l'environnement au rythme auquel l'érosion les libérait (***Cu, Zn, Fe, Al, Mn***, etc...). Dans les conditions naturelles, ils se déposent lorsque le milieu ne permet plus leur mobilité.

► Les activités humaines perturbent donc une fois encore les cycles biogéochimiques en modifiant les flux de métaux entre les différents réservoirs et en changeant la forme chimique sous laquelle ces éléments étaient déposés.

► ***Si les métaux ont fait la civilisation, ils peuvent aussi la défaire. Car les métaux lourds sont aussi des toxiques puissants.***

► L'activité volcanique contribue aussi à mobiliser les métaux les plus volatils (***Pb, Cd, As, Hg***), en extrayant les métaux des réservoirs profonds et en les injectant dans l'atmosphère.



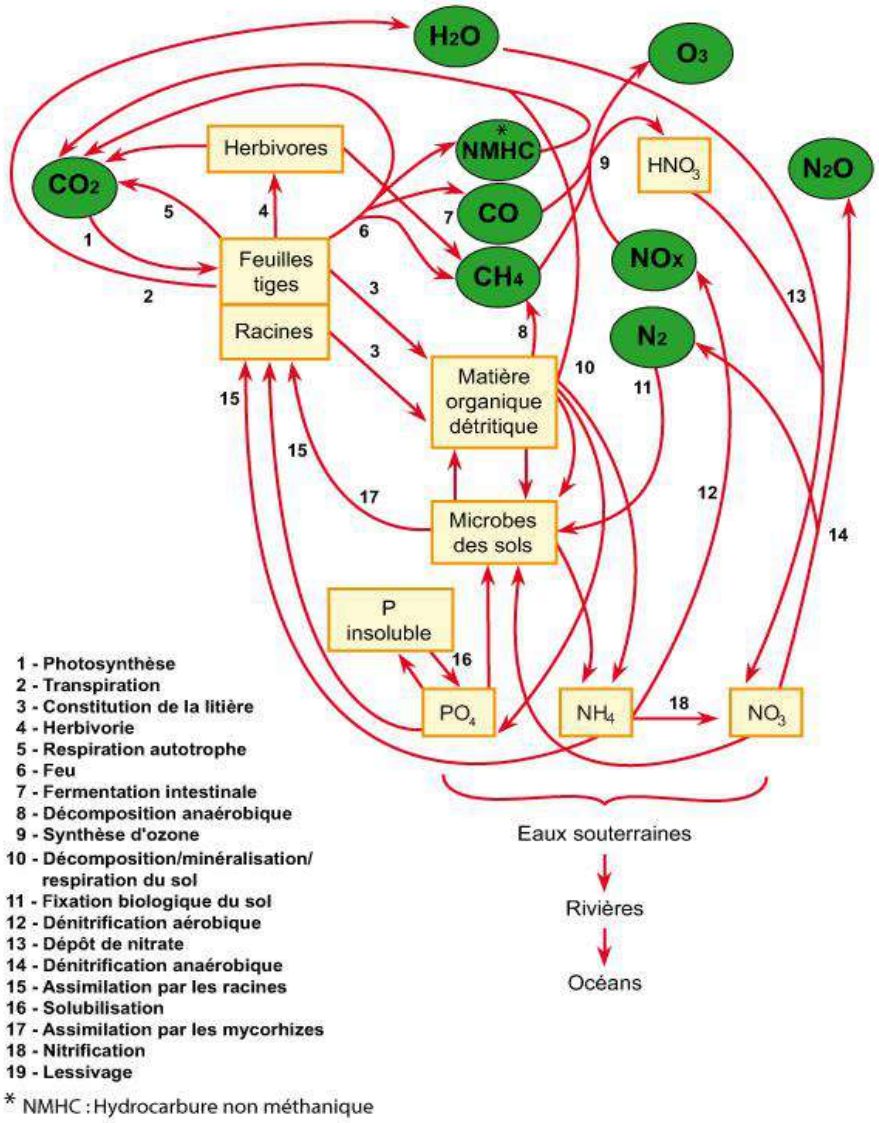
III.-Interactions entres les cycles biogéochimiques :

Les différents cycles ne sont pas indépendants les uns des autres **(Figure ci-joint).** Certains éléments jouant un rôle limitant dans la croissance des organismes, ils vont contrôler certaines parties d'un autre cycle***. Par exemple:***

- le **phosphore** peut limiter la croissance d'organismes, et donc l'utilisation des autres nutriments par ces mêmes organismes.
- D'autres réactions sont directement liées comme celles du **carbone** et de l'**oxygène** ou des nitrates dans les couplages de réactions avec la matière organique.

Le monde vivant fonctionne ainsi dans un ensemble complexe de *réactions qui interagissent les unes avec les autres*. Cet ensemble complexe procure au monde vivant une grande plasticité et une forte capacité à réagir aux variations de son environnement.

Plusieurs processus contribuent aux interractions des éléments chimiques (*Respiration,Fermentation, Photosynthèse, Fixation biologique, Nitrification, synthèse d'ozone*). Ces enjeux favorisent l'**homéostasie** des écosystèmes.



CHAPITRE III: NOTION DE BIOME

III.1 Définition:

▶ Un **biome** (du grec bios = vie), appelé aussi **aire biotique**, **écozone** ou **écorégion**, est un ensemble d'écosystèmes caractéristique d'une aire biogéographique et nommé à partir de la végétation et des espèces animales qui y prédominent et y sont adaptées.

▶ Il correspond donc à la biocénose propre à des **macro-écosystèmes**. La notion de biome est utilisée essentiellement en écologie terrestre. Les biomes terrestres sont décrits par la biogéographie

III.2 *Les caractéristiques d'un biome:*

- Le biome est **caractérisé par** ***Une zone climatique + un type de plantes + un grand prédateur.***
:
- L'élément déterminant est ***le climat*** puisqu'il détermine le type de plantes qui poussent dans le biome.
- Les espèces animales qui vont se développer et former une chaîne alimentaire typique.
- Le biome est régulé par un grand prédateur spécifique (exemples: ***Taiga ==Ours polaire, Savane== le lion,***....).

Ex: ***Taïga*** *(forêt boréale)****; Steppes; Savane;***
Deserts, etc…..

III.3 Classification des biomes:

Avant on considérait la classification des biomes uniquement pour le milieu terrestre !

Récemment le WWF distingue *deux grands types de biomes*, les biomes terrestres et aquatiques. Les biomes aquatiques répondent beaucoup moins aux critères de la zonalité en raison des vastes courants marins qui parcourent les océans à tous les niveaux de profondeur.

IIII.3.1) Les biomes terrestres (voir figure):

1.1-Arctiques et Subarctiques

Toundra (arctique, humide) - *37 écorégions*
Taïga (subarctique, humide) ou *forêt boréale de conifères* - *28 écorégions*

1.2-Tempérés

Forêts tempérées coniférienne (tempéré froid, humide) - *52 ou 53 écorégions*
Forêts tempérées caducifoliées et mixtes (tempéré, humide) - *84 écorégions*
Prairies, savanes et broussailles tempérées (tempéré, semi-aride) - *45 écorégions*
Forêts, bois et broussailles méditerranéens (tempéré chaud, humide) ou
forêt sclérophylle - 39 à 50 écorégions.

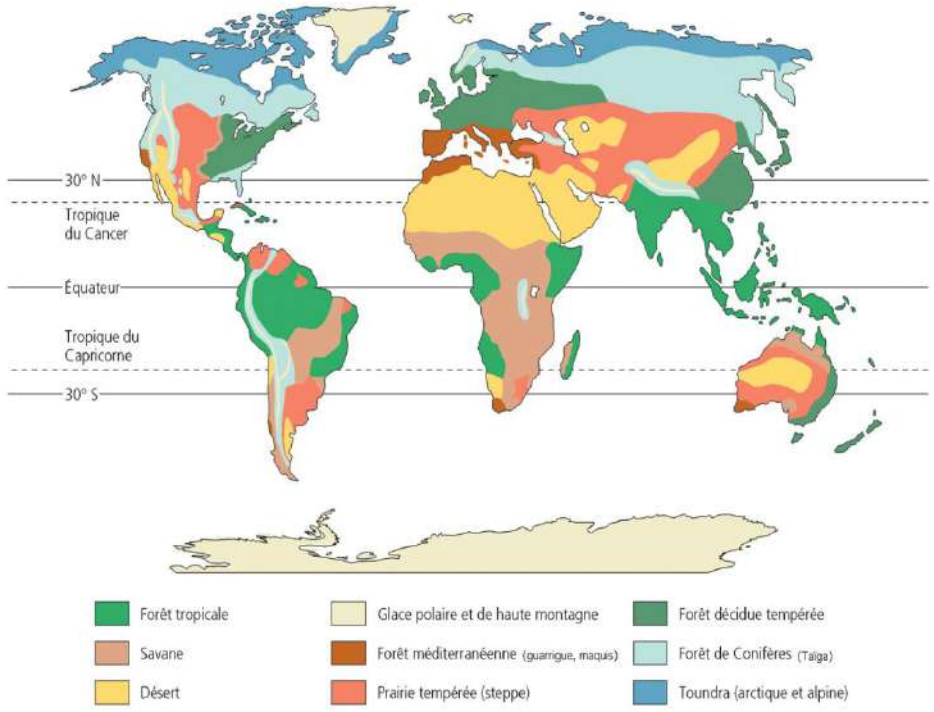
1.3-Tropicaux et subtropicaux

Forêts tropicales et subtropicales coniférienne - *17 écorégions*
Forêts tropicales et subtropicales humides caducifoliées ou *forêt Ombrophile- 231 écorégions*
Forêts tropicales et subtropicales sèches caducifoliées *ou Forêt tropophile - 59 écorégions*
Prairies, savanes et broussailles tropicales et subtropicales (semi-aride) - *49 écorégions*
Mangrove (tropical - inondé) - *50 écorégions*
Prairies et savanes inondées (tropical) - *26 écorégions.*

1.4-Azonaux

Déserts et broussailles xérophytes (aride) - *99 écorégions*
Prairies et broussailles de montagnes ou *pelouses alpines* (tempéré à tropical - haute altitude) - *50 écorégions.*

Distribution des principaux biomes terrestres



© 2004, LES ÉDITIONS DU RENOUVEAU PÉDAGOGIQUE INC.

IIII.3.2) Les biomes aquatiques:

Il existe **deux grands types** de biomes aquatiques, définis en fonction de leur ***salinité***. On distingue ainsi les biomes marins et les biomes dulcicoles.

2.1- Les biomes marins : (*milieux d'eau de mer*)

Regroupent tous les environnements où se trouve de l'eau dite salée, c'est-à-dire des lieux où la salinité est supérieure à **10 g/L**. La salinité moyenne de ces biomes est d'environ **35** g/L. Ils sont les plus abondants puisqu'ils couvrent près de 71% de la surface de la Terre.
La distribution des organismes vivants y est très variable puisqu'elle dépend à la fois de la profondeur des eaux et de leur proximité avec les côtes.
Dans les biomes marins, on distingue généralement cinq zones, correspondants aux divisions océaniques, qui sont décrites ci-dessous.

2.1.1-**une province néritique (PN) :** peu profonde qui recouvre le plateau continental, jusqu'à une profondeur de -200 mètres (*prédomine le système phytal*), où les peuplements sont riches et variés et
2.1.2-**une province océanique (PO)** au large où les eaux libres sont relativement pauvres. La profondeur peut aller de – 2000m jusqu'au -11000 m (fosse océanique).
2.1.3- **Les upwellings (***tempérés et tropicaux***)** sont des milieux où se font des remontées d'eau de profondeur riches en nutriments vers la surface des mers. **sont riches et variés et**
2.1.4- **Les milieux paraliques (PO) :**au large où les eaux libres sont relativement pauvres. La profondeur peut aller de – 2000m jusqu'au -11000 m (fosse océanique).
2.1.5-**Les récifs coralliens (PN)** peu profonde qui recouvre le plateau continental, jusqu'à une profondeur de -200 mètres (*prédomine le système phytal*), où les peuplements sont riches et variés et
2.1.6- **Les milieux polaires (banquises):** au large où les eaux libres sont relativement pauvres. La profondeur peut aller de – 2000m jusqu'au -11000 m (fosse océanique).

Exemple 1: de biomes relatifs aux plateau continental et aux mers intérieures :

La faune marine occupe plusieurs niches et habitas marins et sa présence dans le milieu est conditionnée par plusieurs facteurs écologiques (Lumières, température, courants, etc..). Les peuplements animaux sont organisés en zones selon la profondeur et la nature du fond.

On distingue :

1-une province néritique (PN)

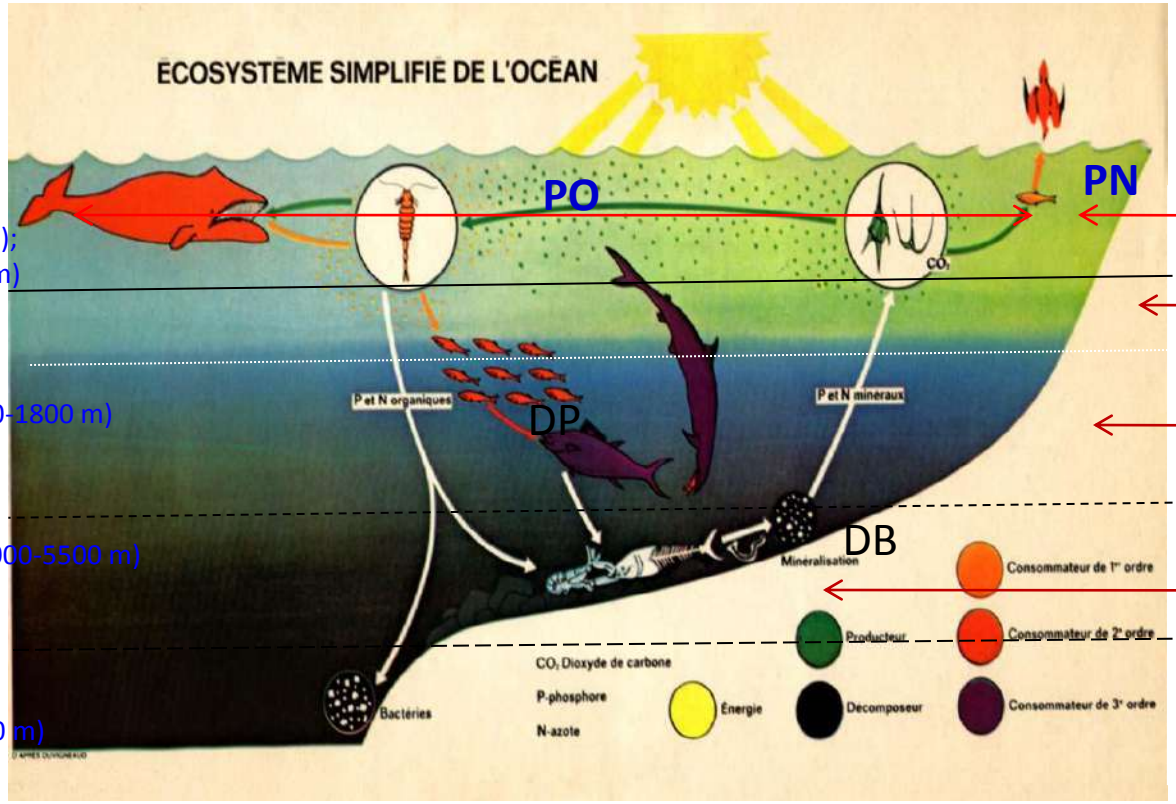
2-une province océanique (PO)

Domaines:
Épipélagique (0-50 m);
Mésopélagique (50-100m);
Infrapélagique (100-200 m)

Zone bathypélagique (800-1800 m)

Zone abyssopélagique (2000-5500 m)

Zone hadopélagique (6000-10000 m)
Fossés et ravins (>-10 000 m)



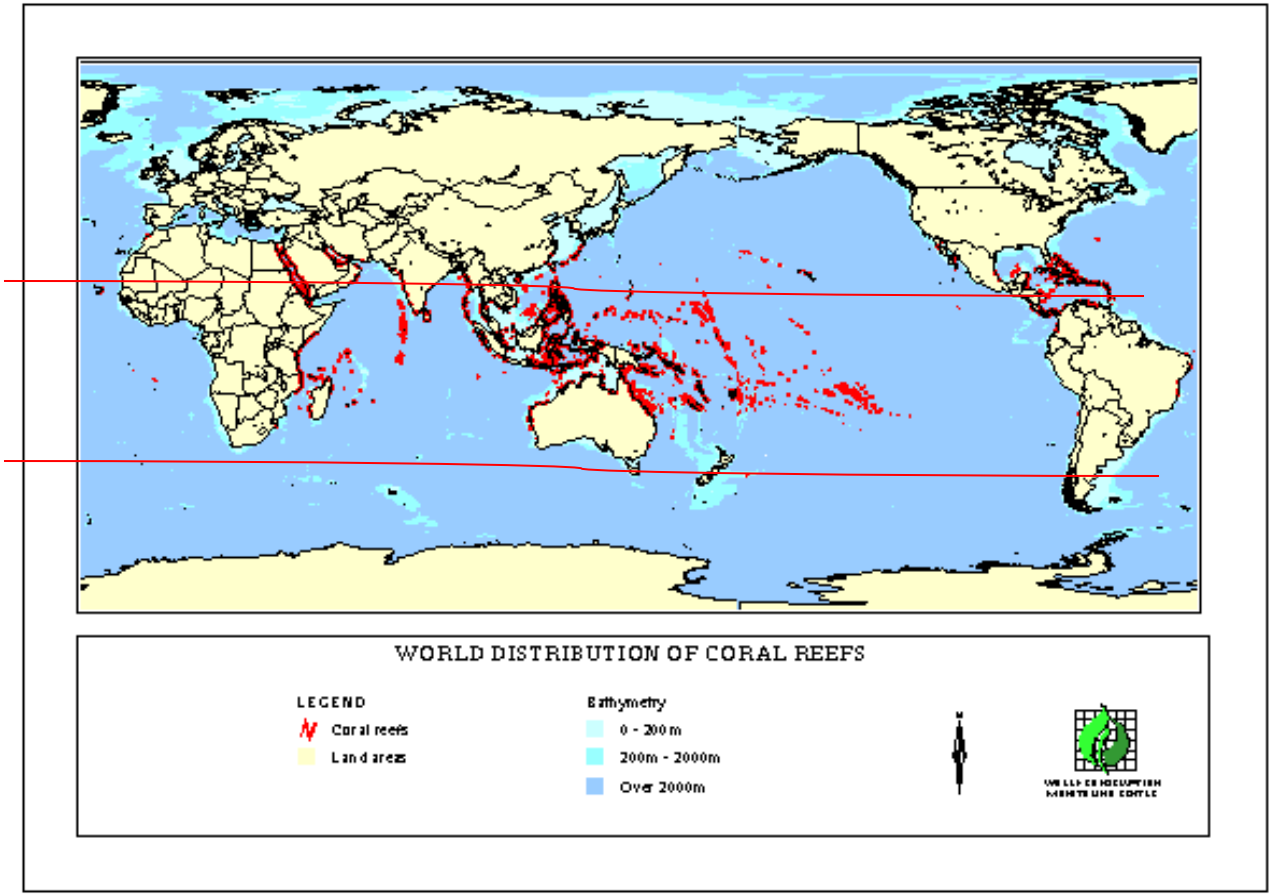
0m
Plateau continent
-200 m
Talus continental
-1800 m
Plaine abyssale
-5500 m
-10000 m

Exemple 2: biomes relatifs aux récifs coralliens :

▶La distribution des récifs coralliens entre les deux inter-tropiques et leur zonation entre les isothermes 20° et 27°C (zones les plus chaudes de l'écosystème océan). Ces milieux forment des « ***Ecosystèmes à caractères propres et dont l'ensemble constitue un « biome » ou macroécosystème océanique*** »

▶ ***Les récifs coralliens sont situés le plus couramment dans la ceinture inter-tropicale, entre le Tropique du Cancer au Nord (23°26' N) et le Tropique du Capricorne au Sud (23°26' S).***

▶ ***Ils sont essentiellement présents sur les côtes Est des continents, généralement baignées par les eaux de la grande circulation océanique, générée par la rotation de la Terre.***

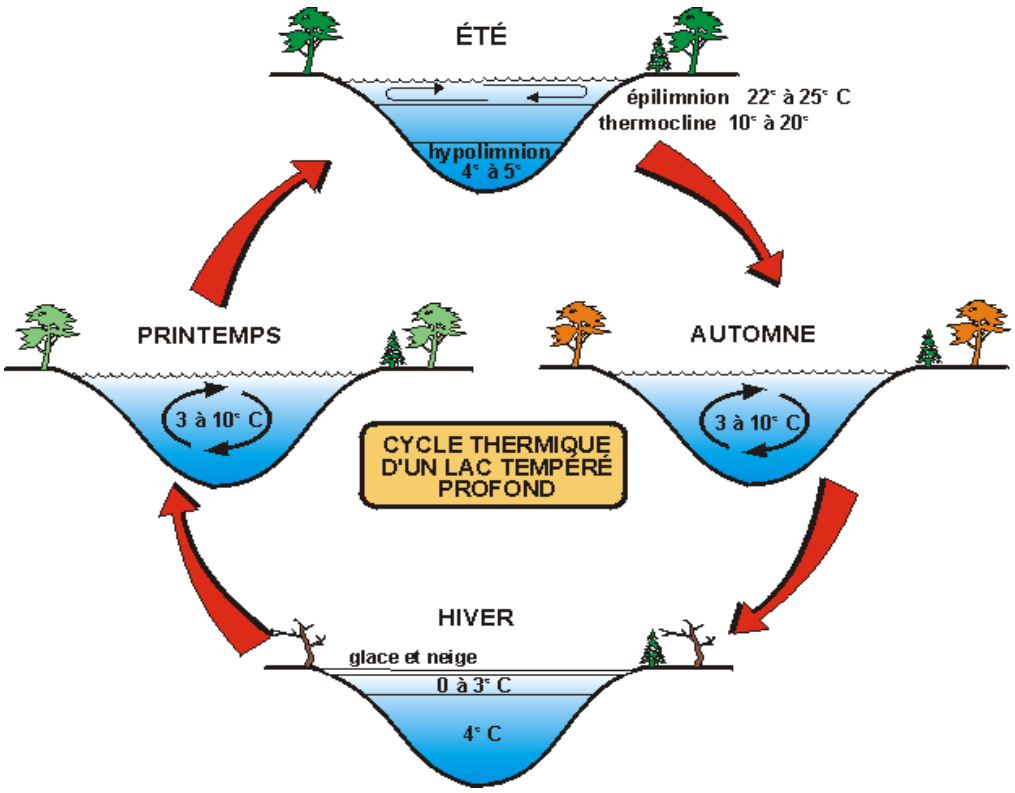


2.2- **LES BIOMES DULCICOLES :** (*BIOMES MILIEUX D'EAU DOUCE)*

Sont caractérisés par une salinité se situant autour de **1 g/L**. Chacun de ces biomes abrite des espèces caractéristiques, adaptées à la salinité de l'eau. Ils regroupent toutes les **eaux courantes**, **stagnantes** et **continentales** , malgré qu'ils occupent moins de **1%** de la surface du globe, ils abritent tout de même une grande diversité d'espèces et sont très influencés par les biomes terrestres desquels ils sont voisins. Ils englobent les habitats décrits ci-dessous.

2.2.1) lacs et barrages:

Sont des grandes étendues d'eau entourées par des terres. Ils sont donc fortement influencés par la végétation et le type de sol qui les bordent. On divise les lacs en différentes zones en fonction de leur profondeur, ces zones subissent une évolution thermique en fonction des saisons:



Biomes dulcicoles (suite)

2.2.2) Terres humides

Ces habitats regroupent, entre autres, les **étangs**, les **marais**, les **marécages** et les **tourbières**. Dans nos régions ils incluent les **dayas**, les **merjas**, les **sebkha** et les **gueltats**.

Ce sont des étendues d'eau stagnante qui forment souvent une zone de transition entre les biomes terrestres et les biomes aquatiques. Elles jouent un rôle écologique important puisqu'elles retiennent l'eau et la filtrent grâce à leur abondante végétation.

2.3) Bassins xériques: (*remontées d'eau en milieu aride*)

Les bassins xériques constituent un biome aquatique correspondent à des étendues d'eau temporaire dans les régions arides. Ils sont généralement à sec, et se remplissent lors des rares pluies, parfois espacées de plusieurs années.

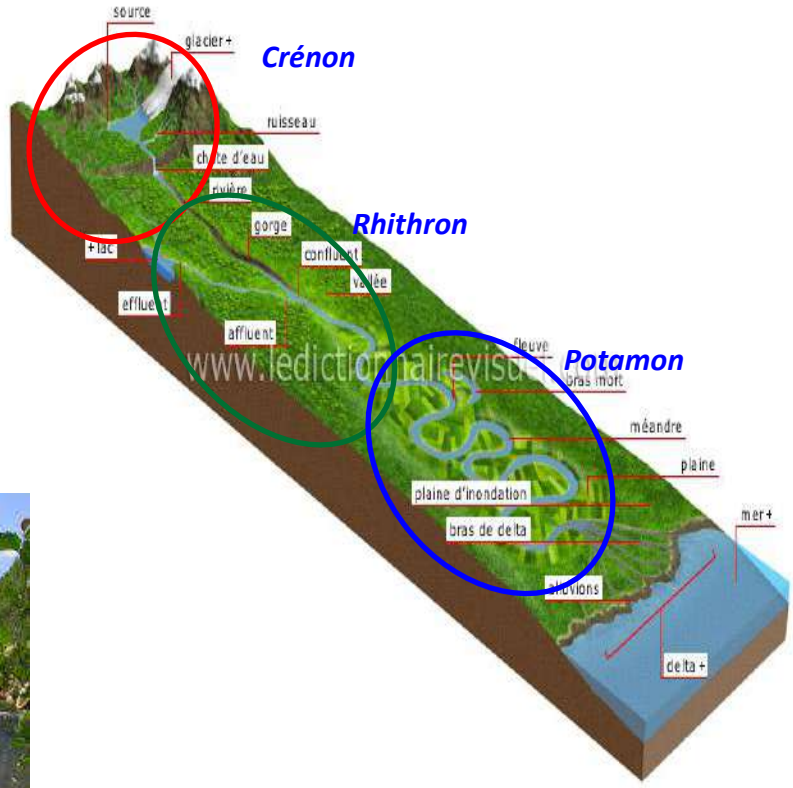
2.2.4) Cours d'eau:

Les cours d'eau (***fleuve, rivière, ruisseau, oueds, seguias***, etc.….) sont des biomes dulcicoles caractérisés par leur courant, dont la **vitesse** peut varier en **fonction du relief**, des conditions météorologiques et des saisons. La faune et la flore présentes varient selon la teneur en nutriments du cours d'eau. Théoriquement un cours d'eau est subdivisé en ***3 secteurs*** ou ***habitats lotiques***:

1- Le Crénon: c'est le secteur des sources et leurs émissaires qui alimentent le cours d'eau. Il est caractérisé par une grande vitesse de chute d'eau (fort débit), une température basse et constante, une oxygénation importante et une la diversité spécifique est faible (*on trouve quelques larves d'insectes et des vers du groupe des plathelminthes*)

2- Le Rhithron: C'est la partie supérieure du cours d'eau (petite rivière, torrent, ruisseau). Le débit y est assez faible, la pente souvent forte, entraîne l'eau à grande vitesse (*courant torrentiel et fort*). L'oxygénation dans ces milieux est bonne et ce sont les larves d'insectes qui dominent, accompagnées de quelques mollusques et crustacés.

3- Le Potamon: C'est la partie inférieure du cours d'eau, caractérisée par la faible vitesse du courant favorisant l'augmentation de la (T°) et et entraînant une diminution de l'(O_2) dissous. La diversité des espèces est importante (insectes et mollusques sont nombreux).



2.2.5) Deltas et estuaires:

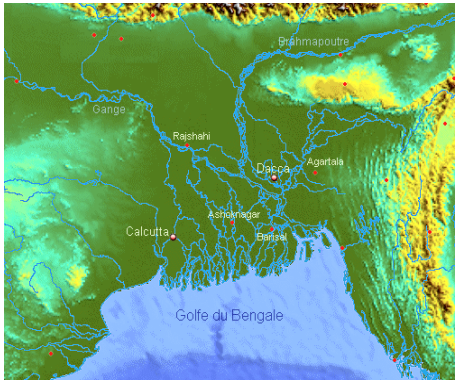
Situés à l'embouchure des fleuves, les deltas et les estuaires sont des **zones de transition (milieux paraliques)** entre les biomes dulcicoles et les biomes marins. Ce sont des zones très riches en nutriments et en sédiments, ce qui en fait des lieux d'alimentation et de reproduction pour de nombreuses espèces, autant d'eau douce que d'eau de mer.

1- Les Deltas: une construction sédimentaire littorale en forme d'éventail, à faible pente, plus ou moins marécageuse, édifiée au débouché d'un cours d'eau dans la mer,

2- Les Estuaires: une zone élargie du lit du fleuve qui se divise en nombreux bras et méandres. Ils sont caractérisés par une forte sédimentation due à par l'existence d'un "bouchon vaseux" se déplaçant dans le cours principal avec le flux et le reflux de la marée.

Sur le plan écologique, les estuaires forment **un écotone** entre la fin du cours d'eau et l'océan dans lequel il s'écoule.

Compte tenu de la variabilité de la salinité, les espèces qui fréquentent cet écotone, sont **euryhalines** ou **euryèciques** pour les facteurs écologiques et **eurytopes** pour l'écotone.



CHAPITRE IV : Définition & Classification des Facteurs Ecologiques

INTRODUCTION:

Le ***facteur écologique*** est tout élément du *milieu (**naturel** ou **anthropisé***) susceptible d'agir directement sur tous les êtres vivants au moins pendant une phase de leur développement.

L'Ecologie FactorielIe est la discipline écologique qui s'occupe de l'étude et de l'analyse des facteurs écologiques et leurs actions sur les systèmes écologiques..

Les facteurs écologiques servent à **décrire** et **analyser** ou **modéliser** ***un écosystème*** ou ***une espèce*** donnée. Ils peuvent agir différemment sur la Biocénose.

Action des facteurs écologiques:

Leur action se manifeste de manières diverses :

1- Sur la distribution spatiale (*aire de répartition biogéographique*) et/ou temporelle (*mensuelle, saisonnière ou annuelle*) des espèces ;

2- Sur les caractères démographiques et dynamiques (*abondance ou densité des populations : modification des taux de natalité-mortalité-fécondité , sex-ratio, classes d'âge,*…) ;

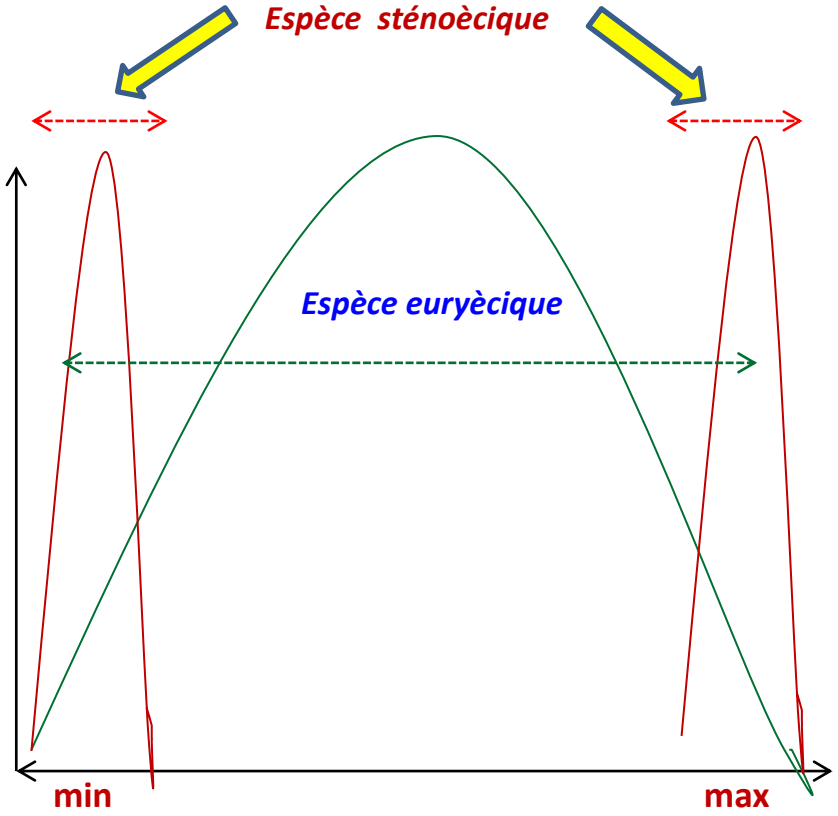
3- Sur l'apparition de modifications adaptatives et écophysiologiques (*Stratégies adaptatives, quiescence, hibernation ,estivation, réaction photopériodiques, modification du comportement, du métabolisme*).

1-Loi et concept:

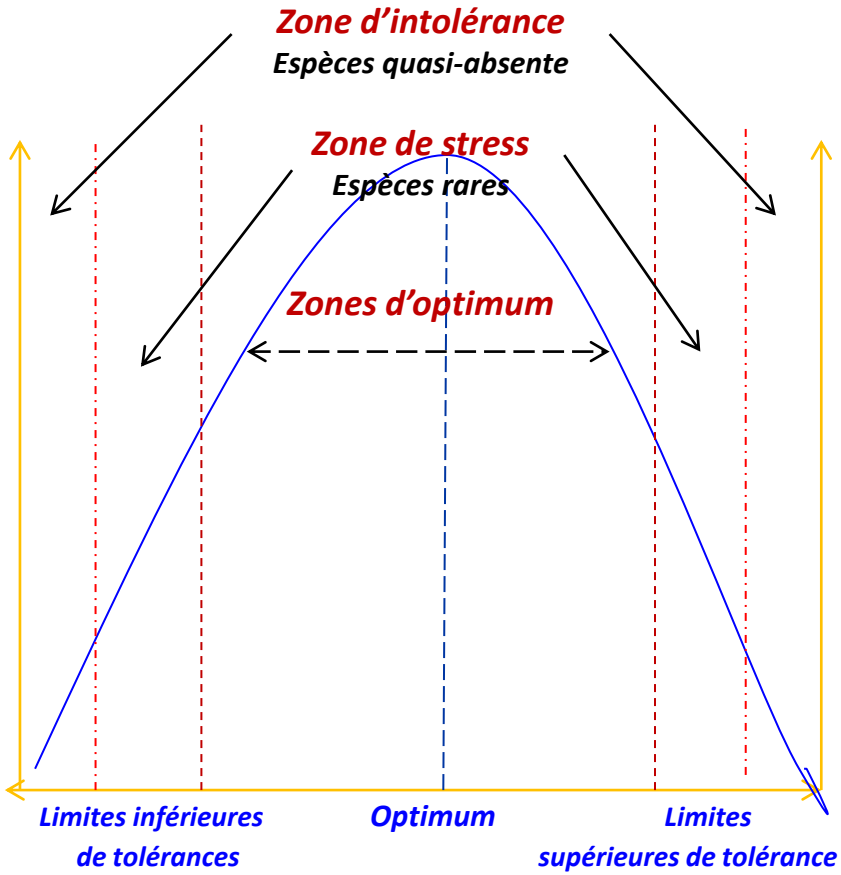
1.1-Loi de minimum, facteur limitant et Valence écologique:

▶Si tous les facteurs se trouvant favorables, sauf un seul qui est non favorable, celui-ci est un ***FACTEUR LIMITANT***. Ce facteur joue **un rôle limitant** lorsqu'il est absent ou réduit au dessous d'un minimum critique tolérable.

▶ Chaque organisme présente vis-à-vis des divers facteurs écologiques des limites de tolérance **(***voir courbe C1 de* ***Shelford*** *et la courbe C2 de* ***Lamotte*** **ci-dessous).** Ces **limites** démontrent la **valence écologique** d'une espèce.



Courbe C1 de Shelford



Courbe C2 de Lamotte

2-Valence écologique et expansion de l'espèce (*interprétation des courbes C1 et C2*):

▶Les courbes **C1** et **C2** montrent que les êtres vivants peuvent se distribuer dans le milieu selon leur tolérance ou leur valence écologique**. Donc** la valence écologique *affecte la distribution de l'espèce*, ainsi lorsqu'elle est:

- large ou étendue, l'espèce est qualifiée d' **eurytope** pour le milieu et **d'euryèce(ique)** pour le facteur;
- étroite et restreinte, l'espèces est identifiée comme **sténotope** pour le milieu et de **sténoèce(ique)** pour le facteur.

3- Recherche d'un facteur limitant:

▶Consiste à étudier l'espèce sur les limites de son aire de répartition et d'examiner s'elle a des limites de tolérance pour un facteur donné qui varie beaucoup dans le milieu d'étude. Ce facteur a de forte chance **d'être limitant.**

Exemples: - L'O2 dissous dans le milieu aquatique;
- La lumière pour les plantes;
- La température pour toutes les espèces homéothermes.

▶La connaissance des facteurs limitants peut avoir une grande importance pratique en Ecologie appliquée, en particulier dans:

- la lutte contre les ravageurs des cultures;
- la lutte contre les parasites et les espèces nuisibles (arthropodes)
- Les techniques d'élevage (aquaculture) et de conditionnement des espèces.

4- Classification des Facteurs écologiques:

La diversité des facteurs écologiques implique une classification selon trois catégories de facteurs:

- Des facteurs biotiques et abiotiques;
- Des facteurs dépendants ou indépendant de la densité des espèces;
- Des facteurs périodiques ou apériodiques.

Ces 3 catégories de facteurs écologiques peuvent êtres rangés conjointement, par exemples:

1) ***La compétition*** est un facteur biotique et aussi un facteur dépendant de la densité;

2***) La Température*** est un facteur abiotique et aussi indépendant de la densité;

4.1- Les facteurs Biotiques et les facteurs Abiotiques:

C'est l'ensembles des agents vivants (espèces ou organismes) et non vivants (inanimés et physico-chimiques) capables de jouer un rôle dans la distribution, l'existence et la perpétuation de l'espèce.

FACTEURS ABIOTIQUES

Facteurs climatiques	Facteurs Hydrographiques	Facteurs édaphiques
Exemples: *Température, Lumière, Humidité, Vents, Pression atmosphérique, ionisation de l'air.*	*Propriétés physicochimiques de l'eau, gaz dissous et Sels minéraux.*	*Propriétés physicochimiques des sols et les sels nutritifs.*

FACTEURS BIOTIQUES

Prédation/ Parasitisme	*Symbiose/Mutualisme*	*Compétition/ Coopération*

4.2- Les facteurs dépendants de la densité et les facteurs indépendants de la densité:

Ce sont des facteurs qui agissent sur la structure et la dynamique des populations. Ils peuvent donc:

▶être dépendants de la densité de l'espèce et dans ce cas ils ont **un rôle régulateur** de la croissance de l'espèce (cas de facteurs biotiques);

▶être indépendants de la densité et dans ce cas ils ont **des effets limitants** et parfois catastrophiques sur les effectifs d'une espèce (cas des facteurs abiotiques).

4.3- Les facteurs Périodiques et les facteurs Apériodiques:

Ce sont des facteurs qui résultent de :

- la rotation de la terre (Périodiques) c'est le cas des facteurs climatiques;
- une variation aléatoire (apériodique) comme les cas des facteurs Anthropogènes, trophiques, édaphiques ou mêmes physicochimiques.

5- Effets des facteurs climatiques:

Le climat est fondamental dans la compréhension de la structure et de la dynamiques des systèmes biologiques (biomes, biocénoses écosystème).

Les paramètres climatiques sont des facteurs écologiques ***Abiotique***, ***Périodiques*** et ***indépendants*** de la densité de l'espèce.

5.1- Le Température atmosphérique:

un facteur écologique fondamental représentant la valeur thermique dans l'atmosphère. Cette valeur ***influence*** les températures relevées au niveau des différents milieux et systèmes biologiques.

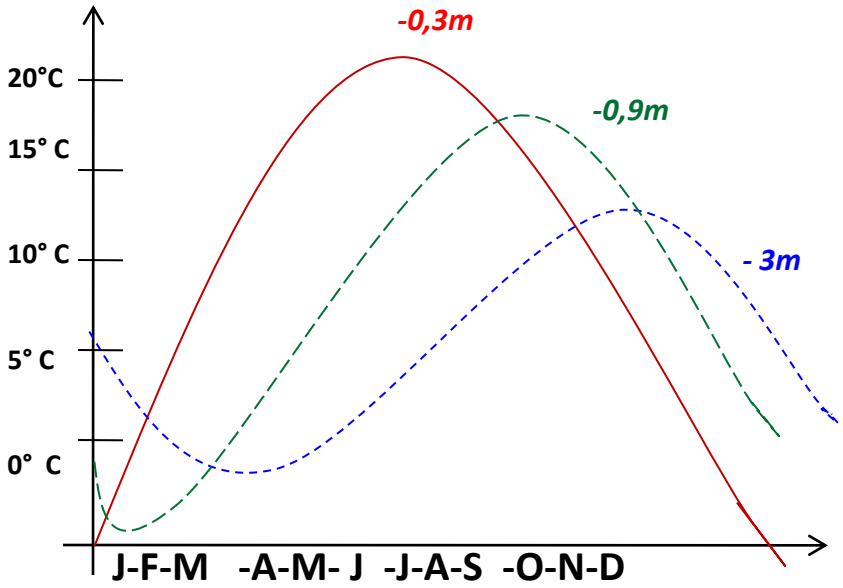
▶ ***En écologie*** il est important de connaitre les variations thermiques dans l'**espace** (*air, sols, eaux*) et dans le **temps** (*jour, mois, saison ou année*)

5.1.1- *La Température dans le sol:*

Au cours de l'année le géotherme révèle une stratification thermique surtout dans les climats tempérés:

Ainsi, durant l'hiver le sol se refroidit donc si on observe le géotherme l'été, on remarque une baisse des températures en creusant.

Par contre, durant l'été, le sol se réchauffe donc si on observe le géotherme l'hiver, on note une augmentation des températures en creusant.

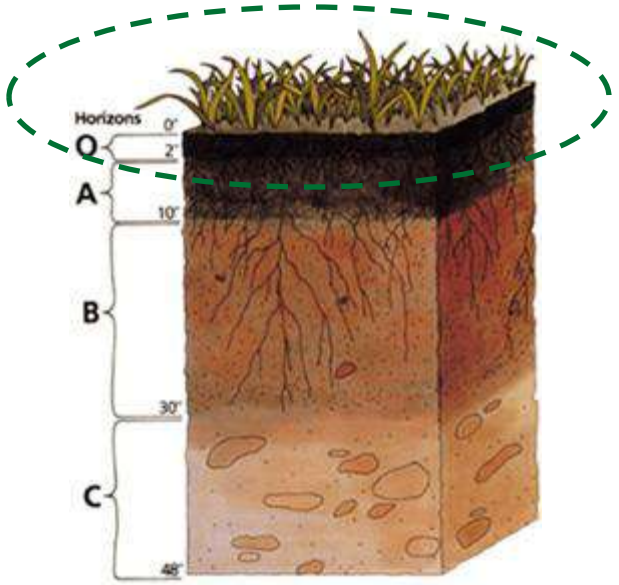


Cette « anomalie » due à l'alternance des saisons se retrouve seulement dans les 3 ou 5 premiers mètres du sol.

► *Décroissance de l'amplitude de la variation avec la profondeur*

► *Inversion thermique du gradient de la température entre les saisons de l'été et de l'hiver.*

♣ *Les couches superficielles se réchauffent plus que les couches profondes durant l'été et se refroidissent d'avantage en hiver .*

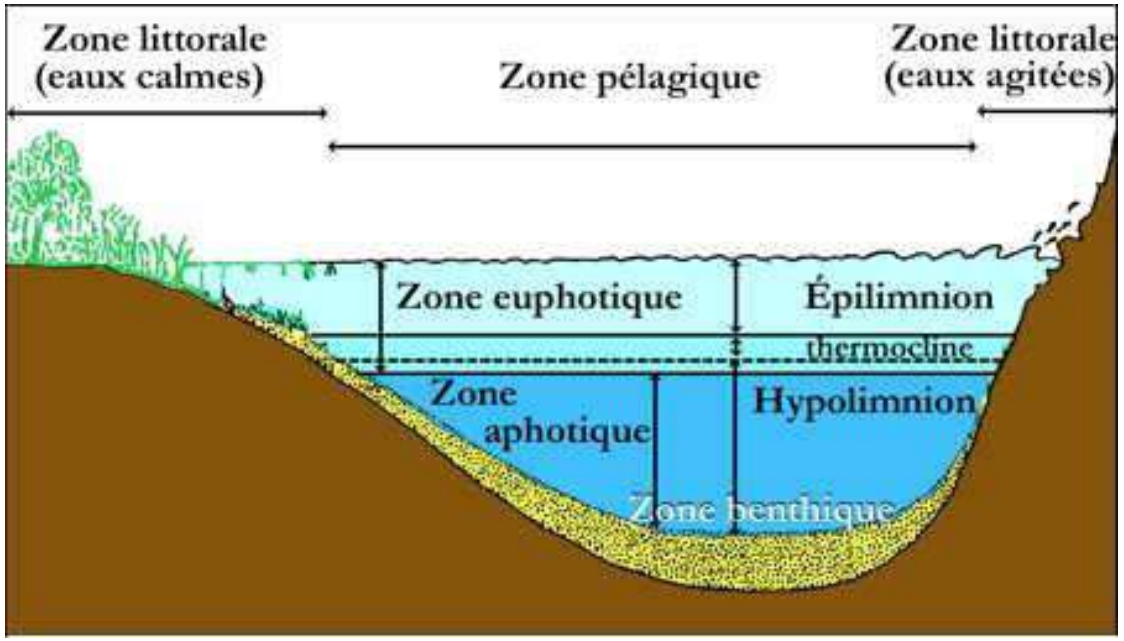


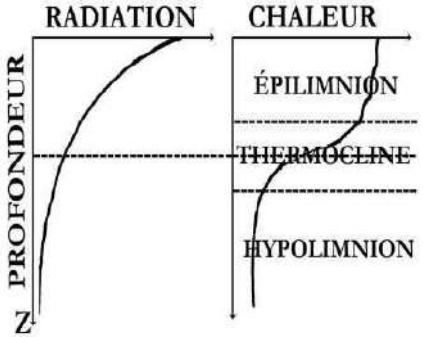
5.1.2- *La Température dans l'eau:*

Pour le milieux aquatique se distingue aussi une stratification thermique, ainsi :

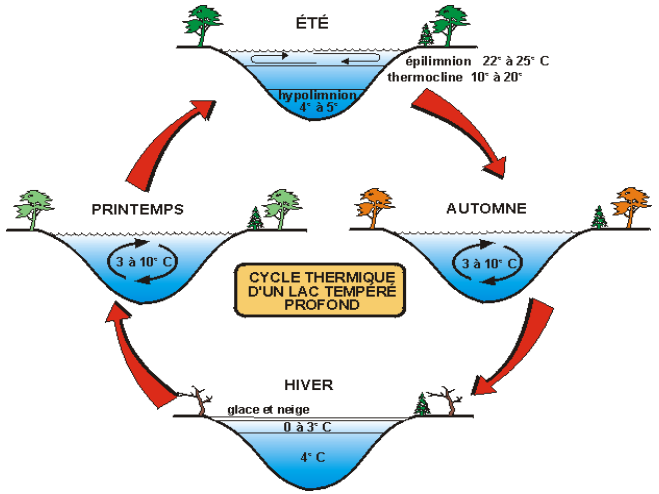
■ Pour les ***eaux douces calmes*** (lacs et barrages), la T° est influencée par la rayonnement solaire (lumière). Sous nos climats (tempérés), en été, l'eau se répartit généralement en trois zones :

- l'**épilimnion** : couche d'eau superficielle chaude assez homogène à température **> 4°C** qui décroît avec la profondeur ;
- le **métalimnion** une couche intermédiaire de fort gradient thermique (= la **thermocline)**, zone de transition réduite à quelques mètres;
- l'**hypolimnion** ou **bathylimnion**, zone la plus profonde, de température basse et de nouveau homogène.





Distribution verticale du rayonnement lumineux et de la chaleur dans un lac stratifié (d'après U. Lemmin, 1995)



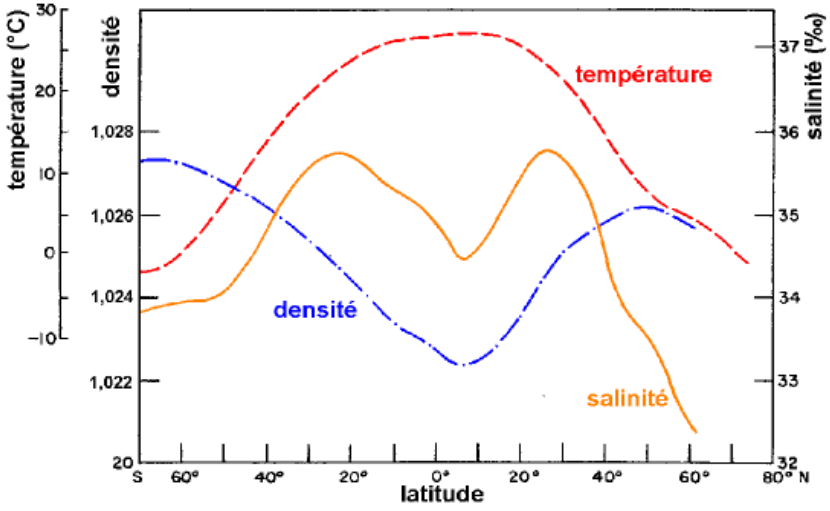
■ Pour les ***eaux marines*** (mers et océans), existe aussi une stratification thermique.

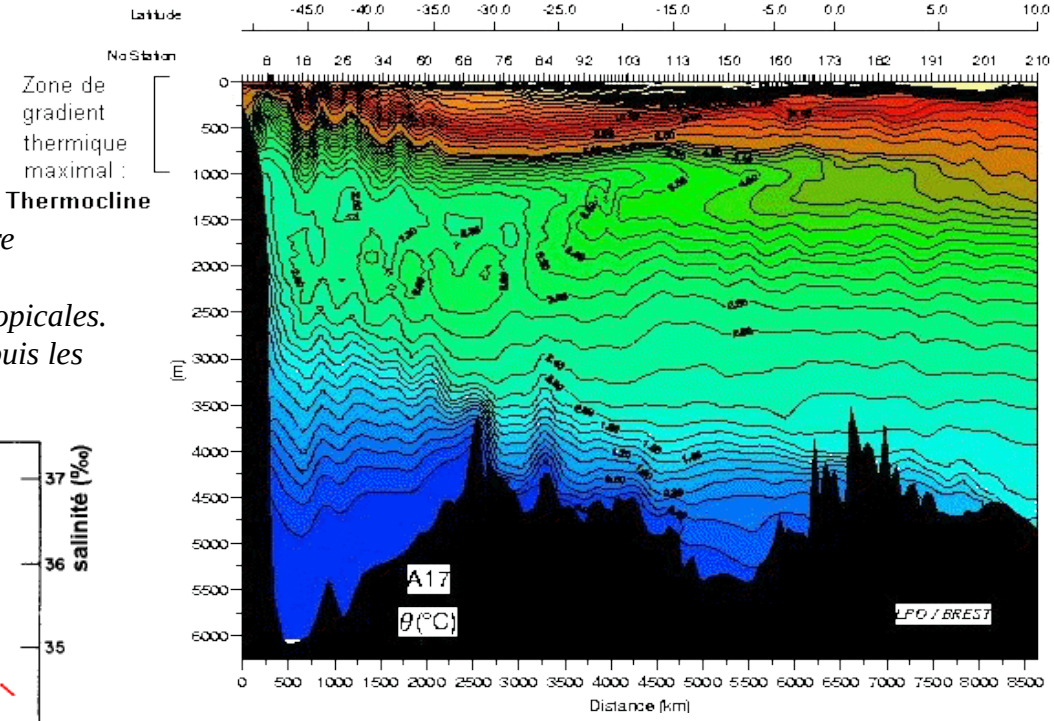
L'océan est chauffé en surface par le rayonnement solaire mais celui-ci n'y pénètre pas profondément. Cela induit une stratification thermique particulièrement forte de la couche de surface. Trois vastes couches se distinguent:

- une couche superficielle de 400m dont les eaux sont agitées et brassées par les vents (la T° varie de -2°C à 28°C jusqu'au -50m de profondeur et saisonnières au delà des -50m) ;
- une couche intermédiaire allant à -1500m où la T° s'y abaisse de 1à 3° (thermocline permanente);
-une couche profonde au-delà de -1800m à T° quasi uniformes et stable de 1 à 3°C, sauf dans les zones polaire où la T° voisine le 0°C.

La température des eaux océaniques décroît donc fortement avec la profondeur. L'eau profonde est froide et relativement homogène : à titre d'exemple, ***47 % de*** *l'eau de l'Atlantique a une température comprise entre* ***2 et 4 °C.***

Une coupe nord-sud de la température d'un océan montre une structure en pelures d'oignon : les eaux chaudes forment en surface une lentille centrée sur les latitudes tropicales. Les couches froides profondes s'étendent continûment depuis les eaux de surface des plus hautes latitudes.





5.1.3- Action de la Température sur l'activité vitale:

► *Influence létale (**léthale**):*

Une T° basse ou haute peut être létale si elle tue **50%** de l'effectif d'une population (dose létale).

Pas uniquement le degré thermique mais aussi la durée de l'exposition à un influence létale.

*Plus la T° **augmente** plus la dose létale est atteinte rapidement! (**FIGURE A**);*

La durée d'exposition amplifie l'action de la T° qui varie selon le stade de développement chez les insectes.

*(**FIGURE B**)*

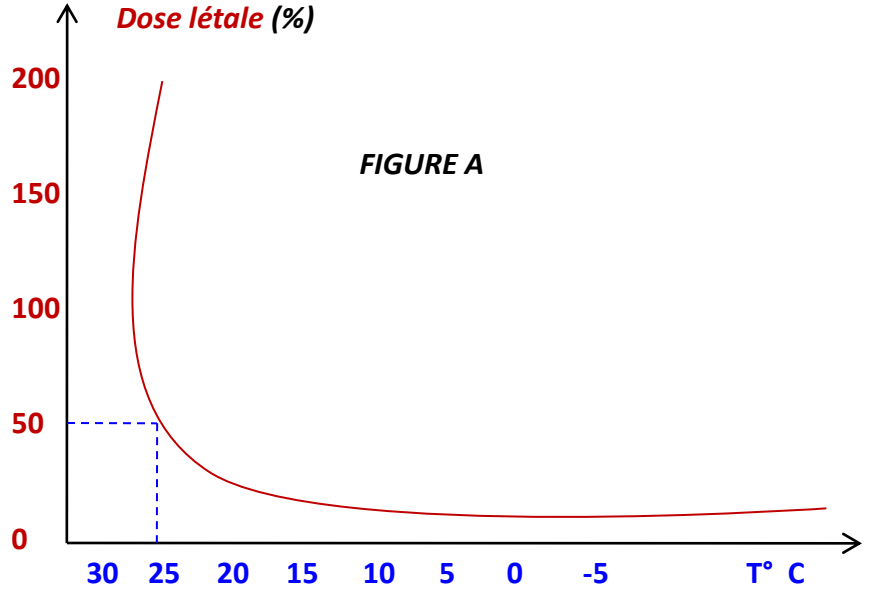
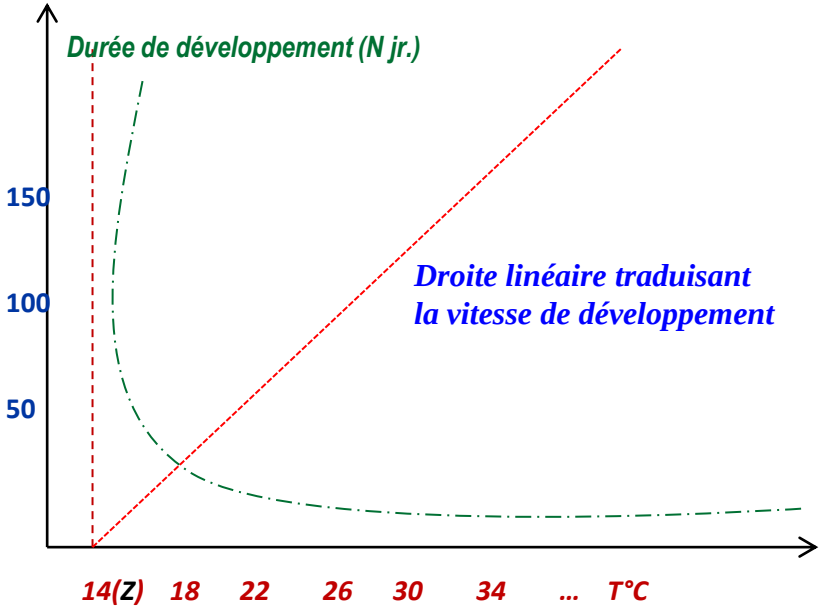


FIGURE A

► *Action sur la durée de développement:*

Une action conforme à la loi thermodynamique qui stipule que la vitesse de toute réaction augmente avec la T°. On distingue **le zéro de développement** qui est la T° en dessous de laquelle la durée de développement est nulle.



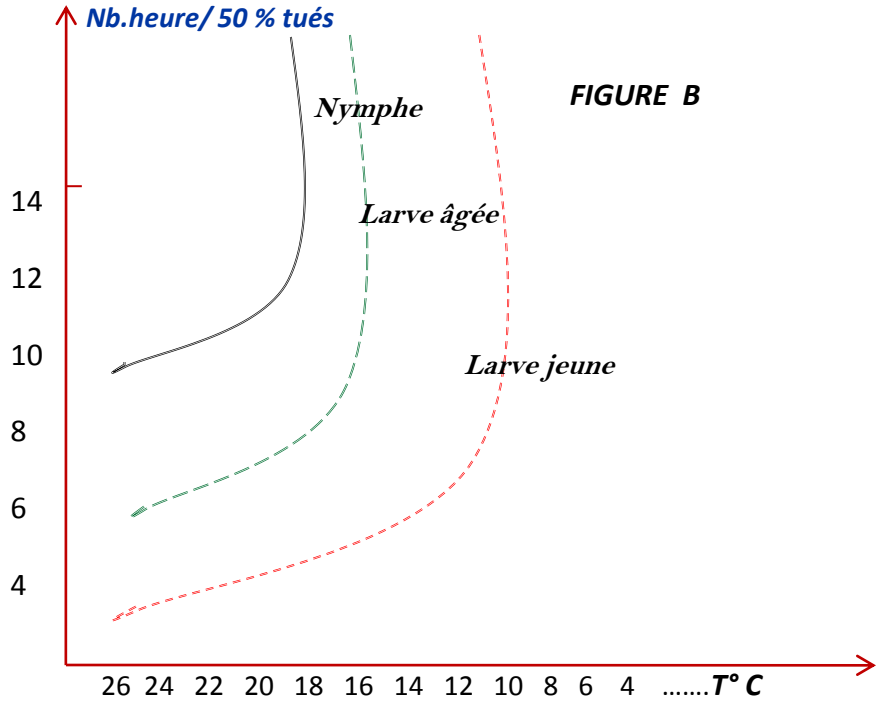
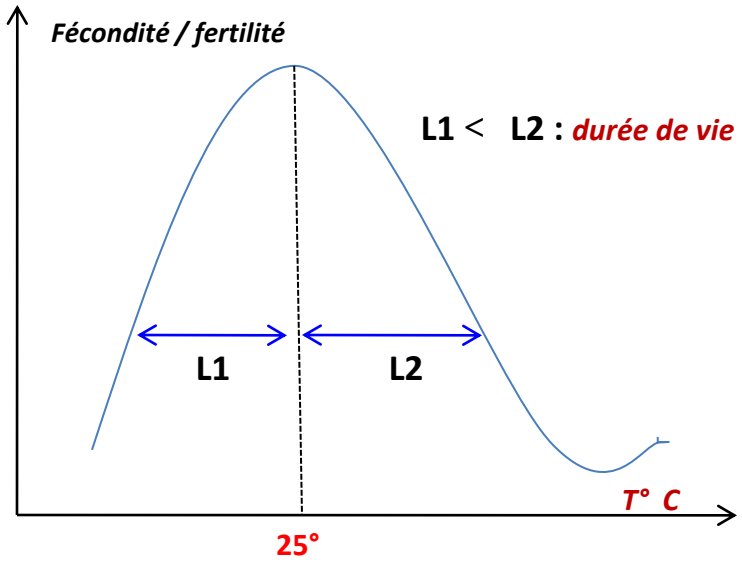
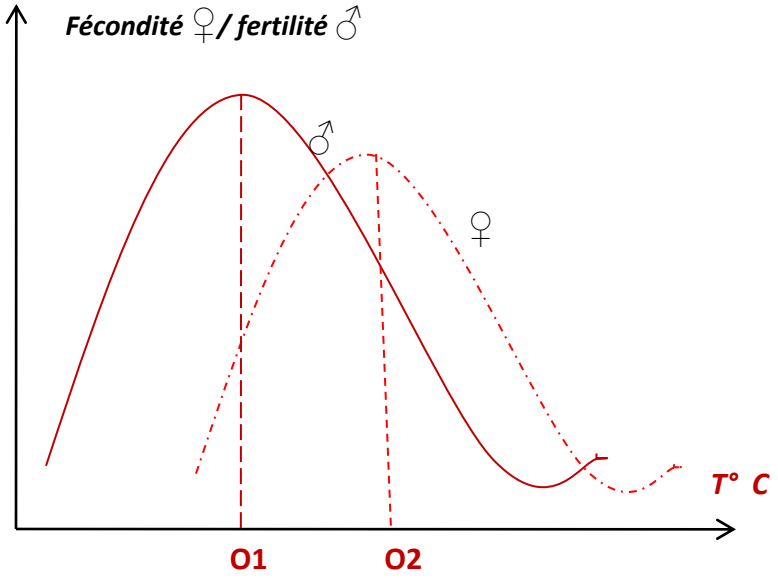


FIGURE B





5.1.4- Action de la Température sur la fécondité et la fertilité:

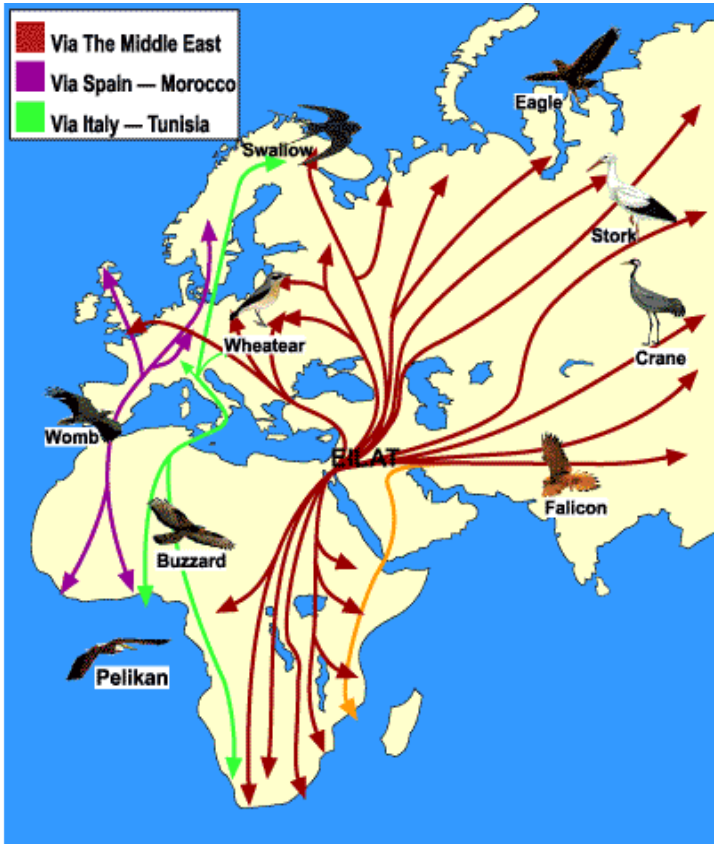
La fécondité concerne les femelles et la fertilité intéresse les deux sexes. Ces deux paramètres représentent une **courbe en cloche** asymétrique en fonction de la température. Les optima peuvent se séparer selon le sexe et pour un même optimum on constate une différence au niveau de la durée de vie.

5.2- Réaction aux conditions défavorables:

Face aux adversités climatiques plusieurs espèces animales et ou végétales réagissent par divers comportements :

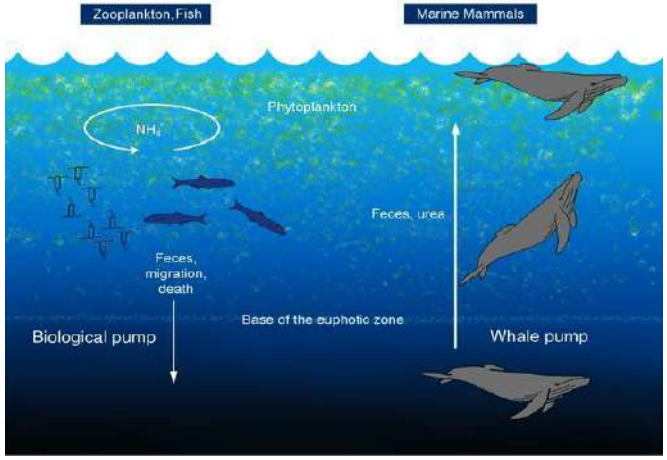
5.2.1- Migration: Phénomène propre aux animaux qui sont capables de se déplacer sur des grandes distances (*cas des oiseaux, des mammifères , des poissons, etc….)*. Ces migrations souvent saisonnières (***printemps/ automne*** ou ***été/ hiver***) peuvent êtres :

- **verticales:** entre basses et hautes altitudes *(cas des carnivores habitants l'été dans les hautes montagnes , ils descendent dans les plaines en hiver ou des saumons qui remontent l es cours d'eau en été*) et entre le fond et la surface des océans et mers (*cas de zooplancton, de poissons, des baleines, …*).



Migration des oiseaux

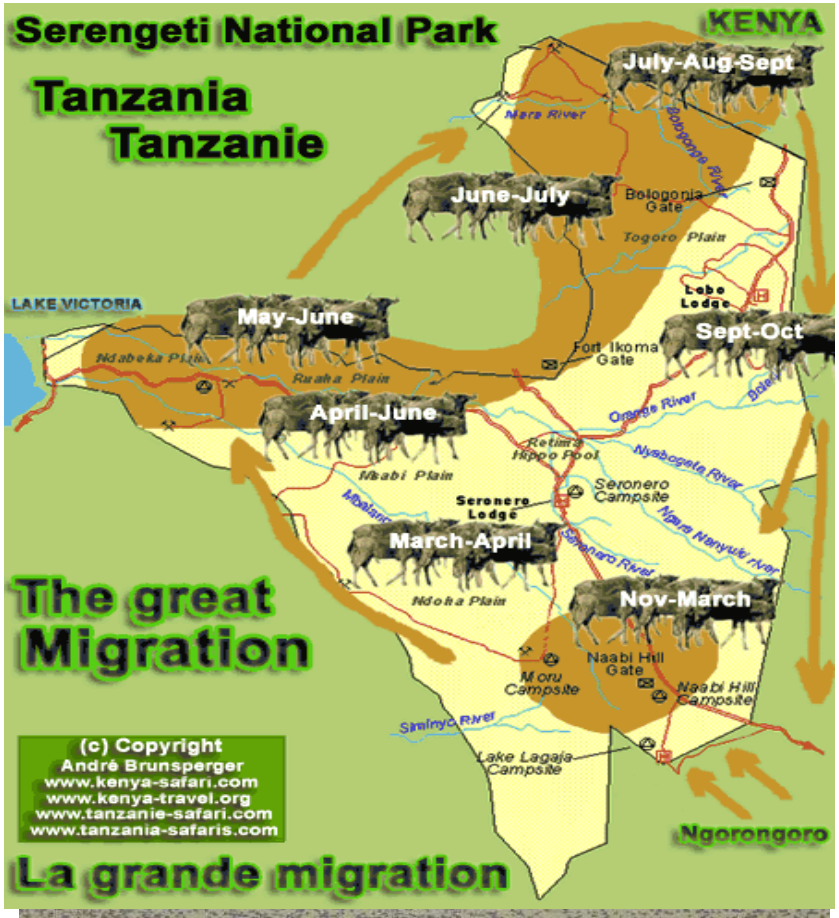
Migration des saumons



Migration du plancton, des poissons et des cétacés

- **horizontales : e**ntre les latitudes et les longitudes ou bien entre le large et la côte maritime (*cas des oiseaux entre les zones de nidification et d'hivernage, cas de zèbres et des gnous, cas des thonidés, des Tortues, etc*…).

LES CAUSES: *Deux principales causes sont derrières les phénomènes migratoires des animaux :*
La reproduction *et* ***la Nourriture.***
Mais des ***conditions climatiques*** favorables ou défavorables peuvent induire des déplacement en masse des animaux (*exemple des criquets migratoires)*



5.2.2- Hibernation: L'action des **T°** très basses induit certains animaux à diminuer leur métabolismes (***blocage fonctionnel réversible***) et entrer dans un état de dormance (**quiescence**) en attendant l'arrivée des **T °** favorables (cas des animaux de régions froides:

Les animaux considérés comme hibernants sont :

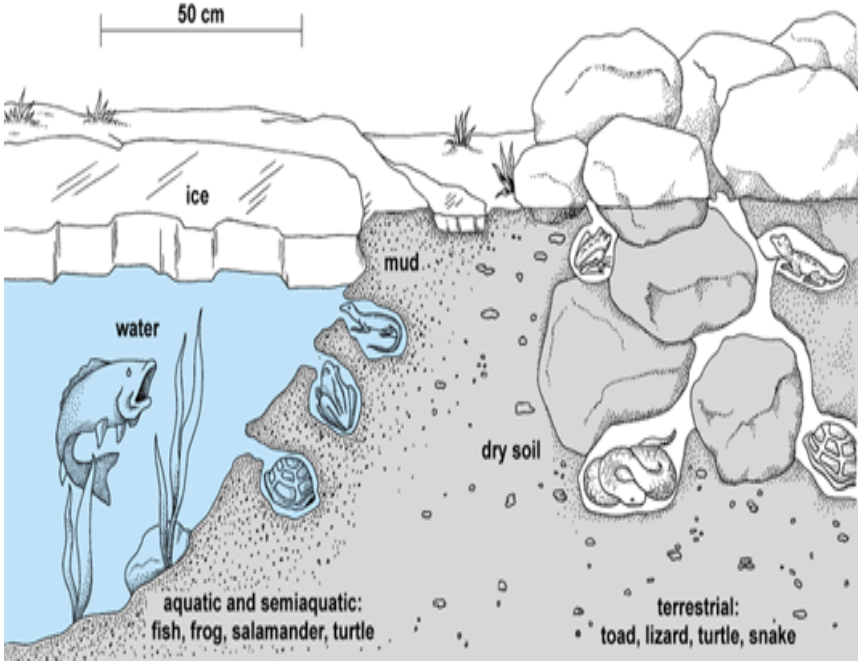
les marmottes, les loirs, les lérots, les spermophiles, les hérissons, le tenrec, le setifer, les grenouilles, les lézards, les tortues, les moufettes, ainsi que certains hamsters, souris, poissons, les chauve-souris , les castors et les ours).

Hibernation de l'Ours

Les Herissons et les chauve-souris diminuent leur activité quand la température ambiante baisse aux environ de 0° C

5.2.3- Estivation (Homing) : Phénomène analogue à celui de l'***hibernation***, au cours duquel les animaux tombent en ***léthargie***.

L'estivation se produit durant les périodes les plus chaudes et les plus sèches de l'été (*cas des* ***petits mammifères*** *et des* ***amphibiens***, *des* ***reptiles*** , *des* ***gastéropodes*** *et des arthropodes).*



Estivation

5.2.3- Diapause: est une phase de vie ralentie à caractère obligatoire sous contrôle de facteurs interne (génétiquement déterminée).
Au cours de cette phase l'organisme diminue l'intensité de ses activités métaboliques. La diapause est aussi conditionnée par des facteurs écologique en particulier la l**umière** (***photopériode)*** et la t**empérature**.

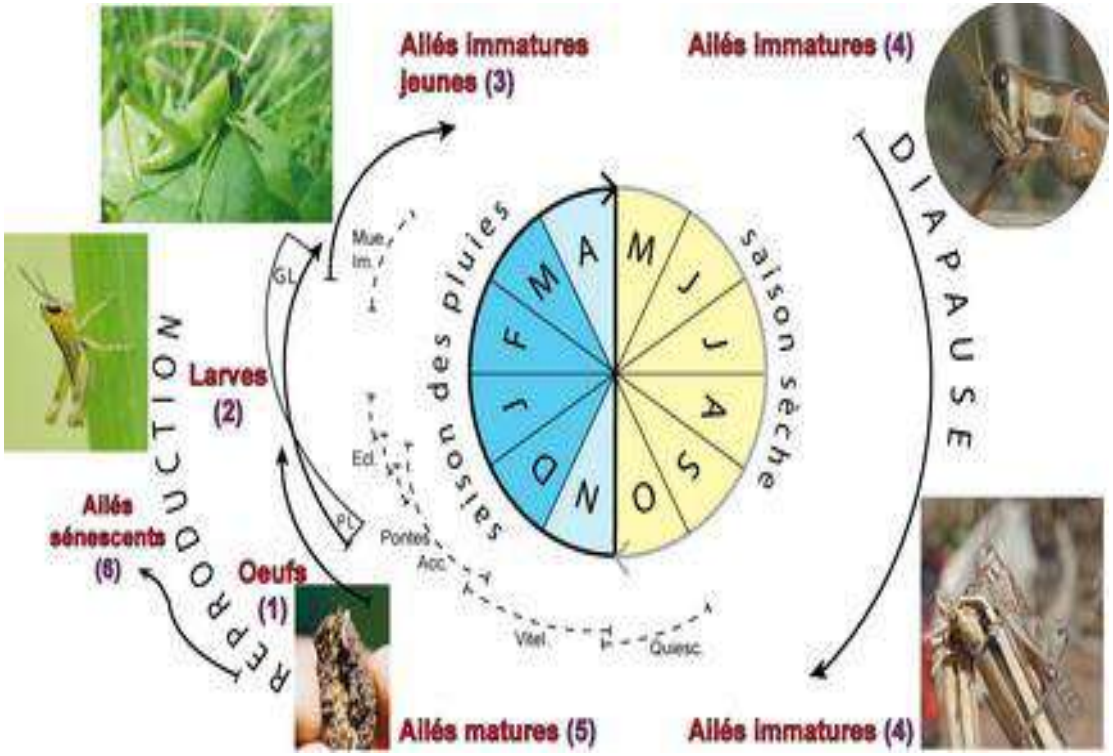
▶ ***L'hibernation, la dormance ou la quiescence ne sont pas des diapauses*** *: ce sont des mécanismes plus simples répondant directement aux variations de l'environnement.*

Une classe illustre bien le phénomène de diapause, c'est celle des ***insectes***. Mais ce phénomène intéresse aussi les ***petits mammifères*** en particulier les ***rongeurs***.

Ex1: Chez le ***Kangourou*** on distingue la **La diapause embryonnaire** qui est une phase d'attente d'un ovule fécondé. Si la mère perd le petit qu'elle a dans sa poche, l'ovule fécondé sort de sa diapause embryonnaire et relance le développement embryonnaire. Ce mécanisme permet d'assurer une seconde chance d'avoir un petit .

Ex2: Le criquet nomade a un cycle biologique univoltin (voir figure). Il développe une génération par an avec **une diapause *imaginale*** pendant la saison sèche. On peut opposer deux périodes fondamentales:

- la diapause imaginale en saison sèche, et
- la reproduction en saisons des pluies.



5.2.4- Adaptation aux variations thermiques: Les animaux présentent divers modes d'adaptation aux variations des conditions thermiques. Ces acclimatations sont groupées en deux catégories:

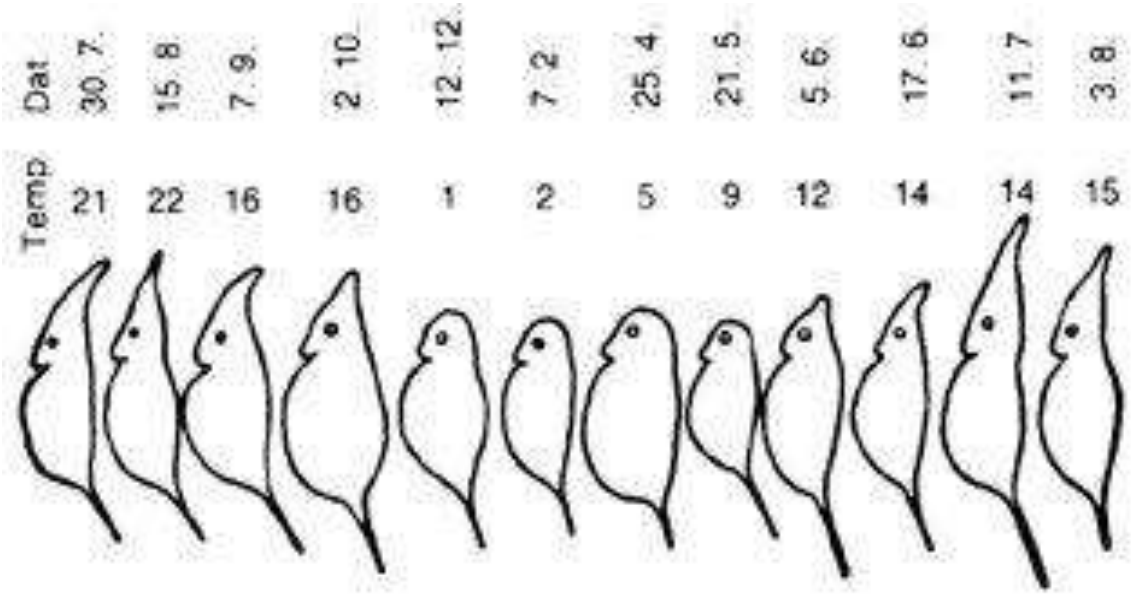
▶ **Les Adaptations morphologiques:** sont assez diverses et destinées à protéger l'espèces contres les T° extrêmes. Elles affectent la pigmentation, la taille ou le poids de l'espèce animale.

Exemples:
Ex1: *Cas des invertébrés*:

■ Le mélanisme industriel des Lépidoptères ***dont les ailes sont étroites et longues, blanchâtres ornées de bandes et de taches noires plus ou moins importantes.***
- L'insecte se rencontre sous deux formes, un morphe de couleur claire dit typica et l'autre sombre dit carbonaria ou mélanique, ces variations de couleur sont dues à la quantité de mélanine présente dans les ailes du papillon adulte.

- Le taux de survie des individus de type carbonaria est plus élevé que celui des individus de type typica, parce que ces derniers sont plus visibles aux yeux de leurs prédateurs (oiseaux) lorsqu'ils se posaient sur les arbres devenus plussombres.
(**figure A**).

■ Les **cyclomorphoses** des invertébrés aquatiques (cas des daphnies): Ces petits crustacés montrent une variation de leur taille corporelle selon la température et le degré de salinité de l'eau où ils vivent (**figure B**).



Ex2: *Cas des vertébrés*: On distingue:

► La règle de BERGMANN: D'après cette loi, on observe au sein d'un ensemble des ***vertébrés homéothermes de groupe systématique proche***, un accroissement de la taille et de la masse corporelle des espèces en fonction de la latitude*: Les espèces les plus petites se trouvent des tropiques et les plus grandes à proximité des zones polaires.*

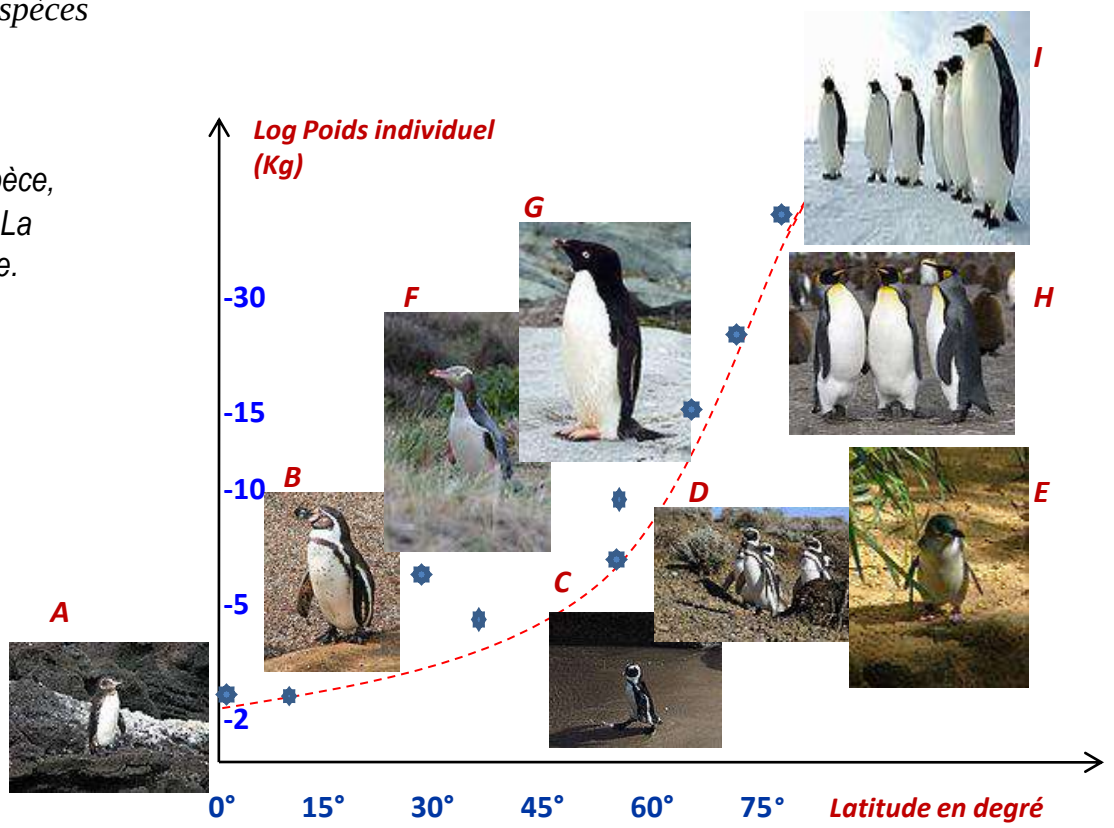
■ *Cette forme d'adaptation des espèces au froid explique les pertes des chaleurs qui sont liées à la surface corporelle de l'animal or cette dernière est inversement proportionnelle à la taille.*
Il s'ensuit une meilleure résistance au froid des espèces les plus grosses.

Exemple: *Cas des « manchots ». La plus petite espèce, le manchot de Galopagos vit au niveau de l'Equateur. La plus grande, le manchot Empereur, habite l'Antarctique.*

EQUATEUR

A= Spheniscus mendiculus (M galapagos)
B= Spheniscus humboldt (M péruvien)
C= Spheniscus demersus (M cap)
D= Spheniscus magellanicus (M magellan)
E= Eudyptula atratus
F = Megadyptes antipodae (M antipode)
G= Pygoscellis ellesworthii
H= Aptenodytes patagonicus (M royal)
I= Aptenodytes forsteri (M empereur)

POLE SUD (Antarctique)



► La règle d'ALLEN (*Joel Asaph Allen ,1838-1921*): Règle biologique stipulant que les organismes homéothermes des climats froids ont habituellement des membres et appendices plus courts que les animaux équivalents des climats plus chauds.

Exemple: Cas des renards, on note une diminution de la taille des oreilles allant de pair avec la diminution des T° entre les régions chaudes (de basse **latitude**) et les régions froides (de haute latitude) de l'hémisphère nord:

■ *Le renard des sables du Sahara (Fennec),* ***Vulpes zerda****, qui vit en zone intertropicale, a des oreilles plus longues que celles du renard roux* ***Vulpes vulpes****, qui vit en climat tempéré, et celles de ce dernier sont plus longues que celles du renard polaire* ***Vulpes lagopus*** *qui vit dans les régions circumpolaires.*

Vulpes zerda

V. vulpes

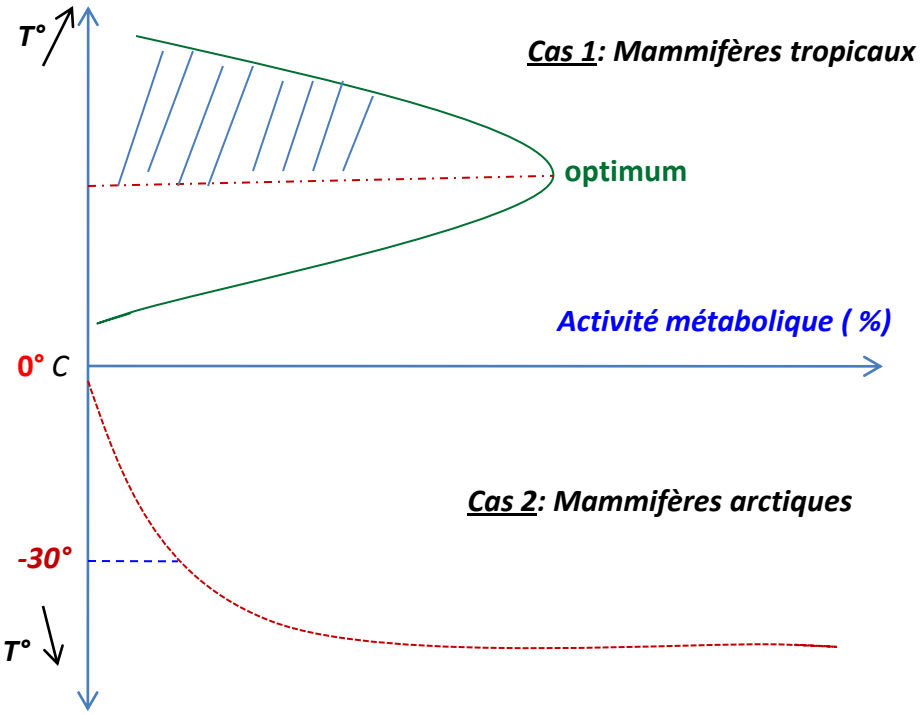
Vulpes lagopus

La réduction de ces appendices limite la perte de chaleur en climat froid et leur taille importante en climat chaud permet au contraire une régulation thermique accrue en augmentant la surface de contact avec l'extérieur.

■ *D'autres cas identiques sont étudiés chez le lièvre et l'ours:*
Lièvre d'europe (Lepus europaeus);
Lièvre arctique (Lepus arcticus);
Ours brun (Ursus arctos);
Ours blanc (Ursus maritimus).

▶ **Les Adaptations Physiologiques:** sont des phénomènes d'**acclimatation** marqués par des variations de métabolisme chez les **homéothermes.**

Quand la T° ambiante baisse le métabolisme de base s'élève. Les animaux homéothermes augmentent les pertes de chaleurs grâce à la vasodilatation périphérique et à la transpiration cutanée. En effet, l'évaporation de la sueur se trouvant sur un organisme animal permet d'abaisser la température corporelle.
De même plus la surface des vaisseaux augmente plus la perte de chaleur excédentaire est favorisée.



Exemple : *comparaison de l'activité métabolique entre mammifères tropicaux et mammifères arctiques.*

Cas 1: *Les mammifères tropicaux font varier leur activité métabolique quand la T° ambiante diminue et si elle s'annule les animaux périssent*

Cas 2: *Les mammifères arctiques font augmenter leur activité métabolique dés que la T° ambiante frôle les -30° C.*

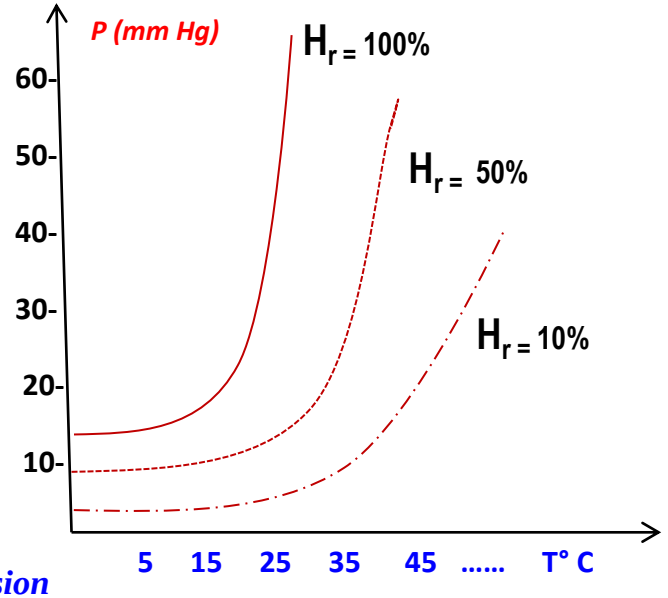
5.2- Eau, Humidité & pluviométrie:

Le cycle de l'eau nous révèle que ce composé se manifeste dans l'écosphère sous les 3 états de la matière:

5.2.1- Précipitations : représentent l'eau liquide ou solide qui tombe s/forme de pluie ou de neige sur un surface donnée. Grâce à la pluviométrie (pluviosité) on estime la quantité d «eau » qui précipite en ***mm*** ou el ***l*** par ***24 heures***, par ***moi*** ou par ***année***.

5.2.2- Humidité : C'est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans un volume d'air.

Elle s'exprime en **g/cm^3** et se distingue en Humidité absolue (**H_a**) et en Humidité relative (**H_r**) qui se décrit en **(%)** correspondant au rapport de la quantité de vapeur d'eau effectivement présente dans l'air sur la quantité maximale qu'elle pourrait exister dans l'air au même condition de la T° et de la pression atmosphérique. Ainsi:



- Pour (H_r) =100% =➔ Saturation (eau liquide) à 20° C et 760 mm.Hg;
- Pour (H_r) = 55-60%= ➔ S/Saturation (vapeur d'eau) à 20° C et 760 mm.Hg.

Le déficit de saturation est la différence entre la pression observée et la pression maximale qui correspond à la saturation de l'air.

L'humidité relative varie beaucoup avec la T° et la pression atmosphérique.

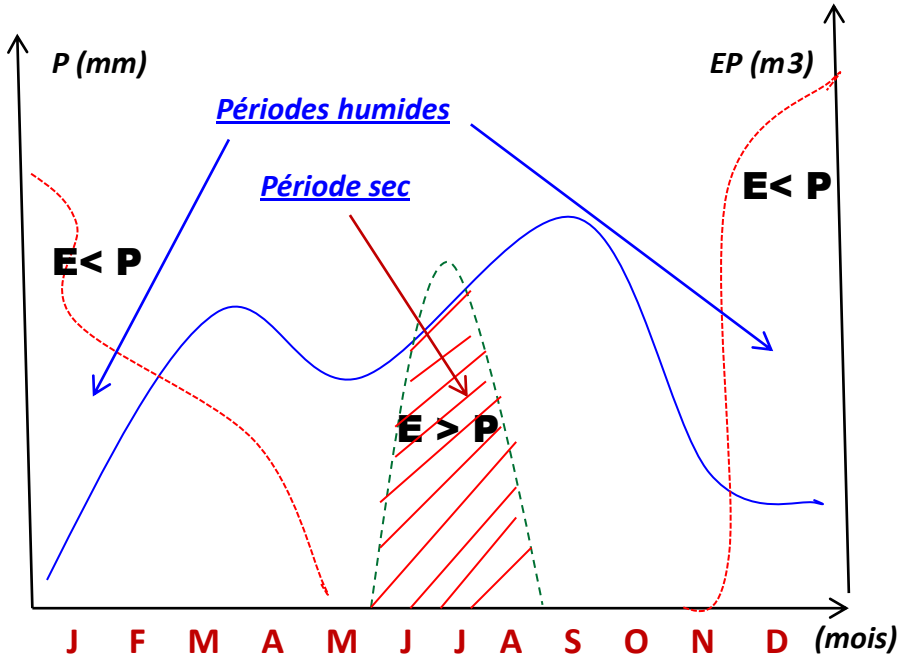
5.2.3- Humidité & Evapotranspiration: L'évapotranspiration est la quantité de vapeur qui se perd ou se transfert de la surface d'échange d'un animal ou d'un végétal à l'atmosphère.
On distingue :

- l' **EVAPTRANSPIRATION POTENTIELLE (EP)** et
- **l'EVAPOTRANSPIRATION REELLE. (ER)** .

Les précipitation (**P**) permettent de caractériser le climat des régions et de délimiter les périodes secs ou humides. Ainsi :

-Quand l'Evapotranspiration **(E) < (P)** Précipitations: C'est les périodes humides qui dominent;

-Quand l' Evapotranspiration **(E) > (P)** Précipitations : C'est les périodes secs u asséchées qui prédominent.(# voir figure ci-jointe)



5.2.3- Humidité & Evapotranspiration:

(suite)

L'humidité peut avoir une action indépendante ou en conjugaison avec a température ambiante

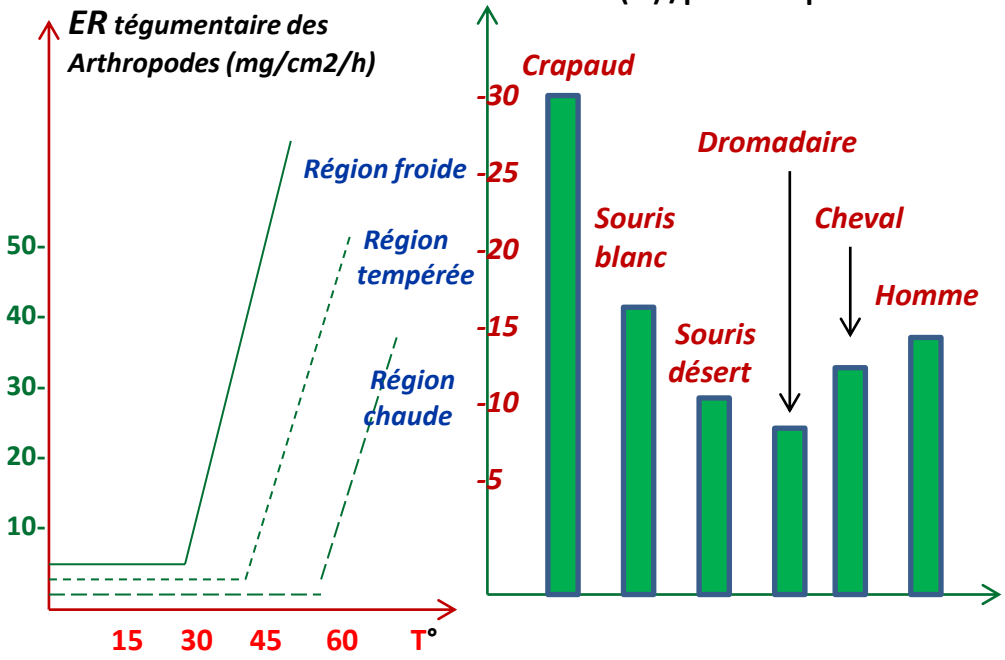


Figure 1

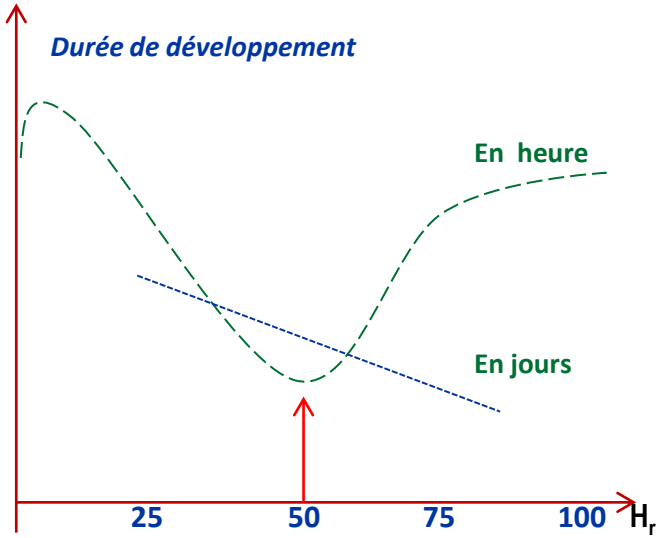
Figure 2

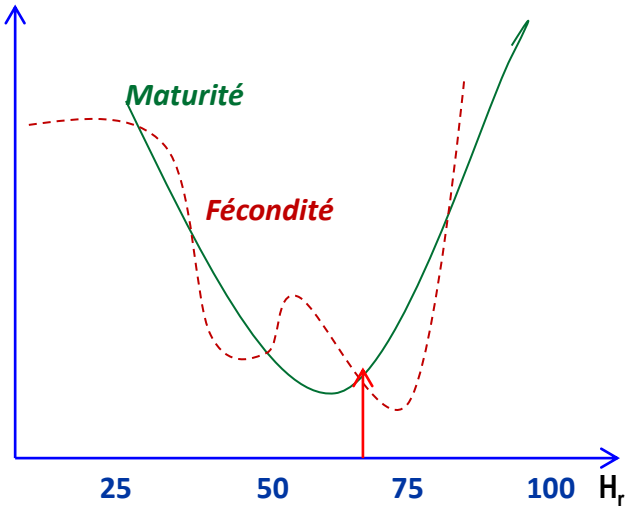
Figure 1: Chez les Arthropodes, l'ER évolue d'une manière quasi exponentielle à partir d'une valeur seuil de la **T°** selon les régions (climat).

Figure 2: Aussi bien l'Evaporation que l'Evapotranspiration assurent un rôle important dans le processus de ***Thermorégulation*** chez les animaux homéothermes. ***Le taux d' ER/poids corporel*** varie selon les espèces, il est plus important chez les **Poïkilothermes** et varie de manières inversement proportionnelle par rapport au poids chez les **homéothermes** .

5.2.4- Action de l'Humidité sur l'activité vitale:

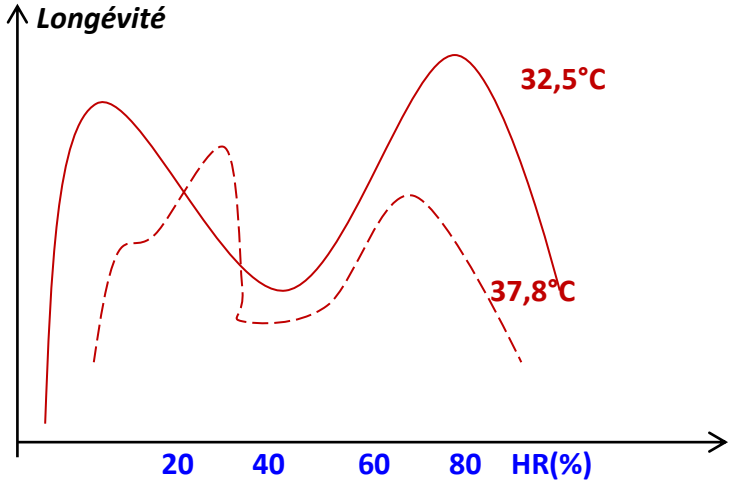
L'humidité comme facteur limitant agit sur la ***durée de développement*** des végétaux et sur l'***embryogénèse***, a ***fécondité*** et la ***maturité sexuelle*** des invertébrés (*insectes, mollusques et crustacés).*

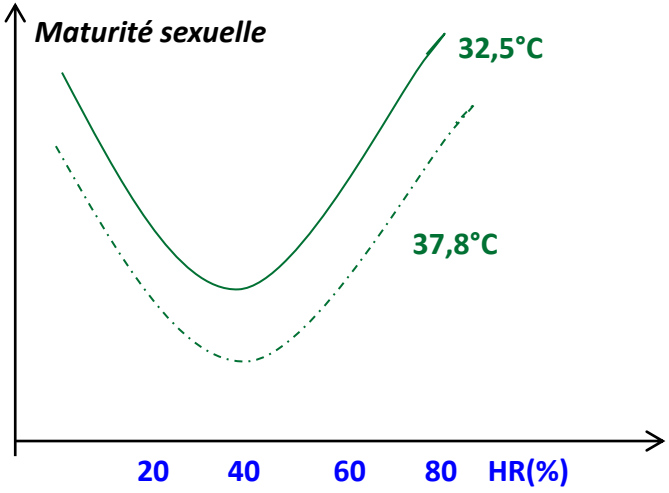




5.2.5- Actions combinées de l'HR et de la T°:

L'effet combiné des 2 facteurs abiotiques donne l'essentiel de l'impact du climat sur l'activité vitales des organismes:





5.3. Lumière et éclairement:

► **La lumière** correspond aux rayonnements solaires diffusés ou réfléchis, directe et indirecte (éclairage direct, rayonnement diffus du ciel). Ce paramètre abiotique se caractérise par **3 paramètres:** ***Longueur d'onde, énergie et périodicité.***

5.3.1) La longueur d'onde (λ): La lumière (***spectre lumineux***) se compose de **différentes couleurs** correspondant à des radiations de longueurs d'onde distinctes.

►***Ce spectre*** est compris entre 0,290µm (290nm) et 0,89µm (890nm). Seules les ***(λ)*** comprises entre 0,4µm (400nm) et 0,75µm (750nm) sont visibles (***spectre visibles***).

5.3.2)L'énergie et l'éclairement: représentant l'intensité lumineuse (***éclairement***) *ainsi que la chaleur transmise à la surface de l'écosphère (**influence la T° atmosphérique ou ambiante**).*
*L'**éclairement** est exprimé en « **Lux** », il influence l'activité des animaux et des végétaux. On distingue:*

▶***Des espèces photophiles** qui aiment les fortes intensités lumineuses **(>100000 Lux**), cas des organismes vivants dans le désert, Les taïga et les toundras.*

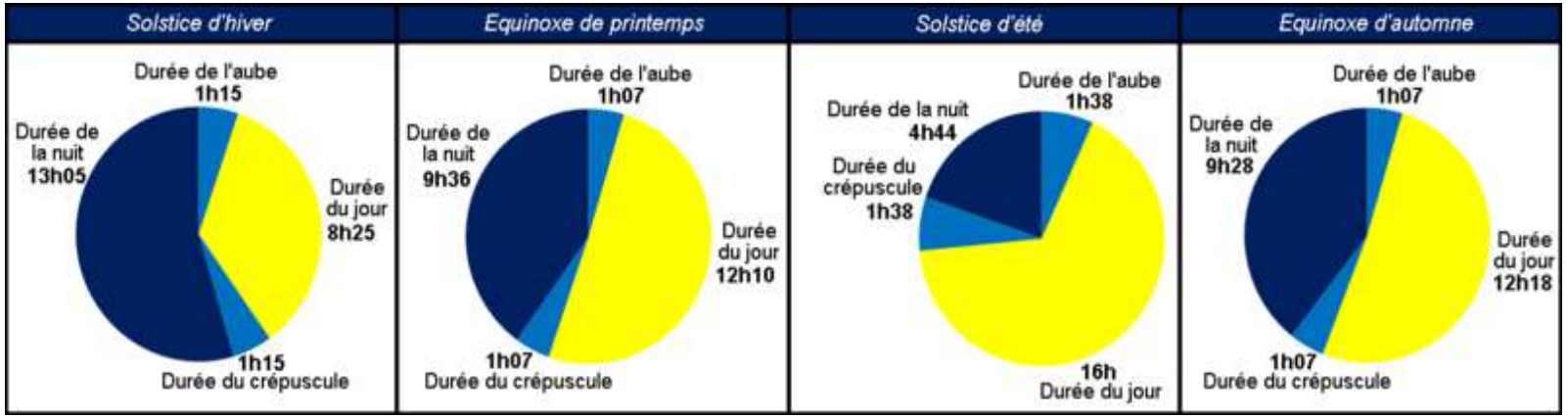
▶ ***Des espèces photophobes** qui fuient la lumière et préfèrent les milieux sombres et cavernicoles, cas des organismes vivants dans les forêts ombrophiles, les cavernes, les grottes, les terriers.*

*L'énergie est exprimée en **calories** ou (**Kcal**), est la quantité de chaleur transmise à l'écosphère . Elle varie selon les régions:*
*-**Région polaire** reçoit en moyenne **70 kcal/cm^2/an**;*
*-**Région tropicale** reçoit en moyenne entre **80-180 kcal/cm^2/an;***
-Région équatoriale** reçoit en moyenne entre **200-2400 kcal/cm^2/an.

A la même latitude il y a d'avantage de calories disponibles au niveau de l'océan et mers qu'au niveau des continents.

5.3.3) La périodicité* (*photopériode*)**: La photopériode est le rapport entre la durée du jour et la durée de la nuit. Ce rapport conditionne de nombreuses ***activités physiologiques et ***écologiques*** comme la reproduction, la migration, l'entrée en hibernation, la floraison, etc…

▶ Cette périodicité de la lumière détermine les cycles journaliers ou cycles nycthéméraux et les cycles annuels ou saisonniers.



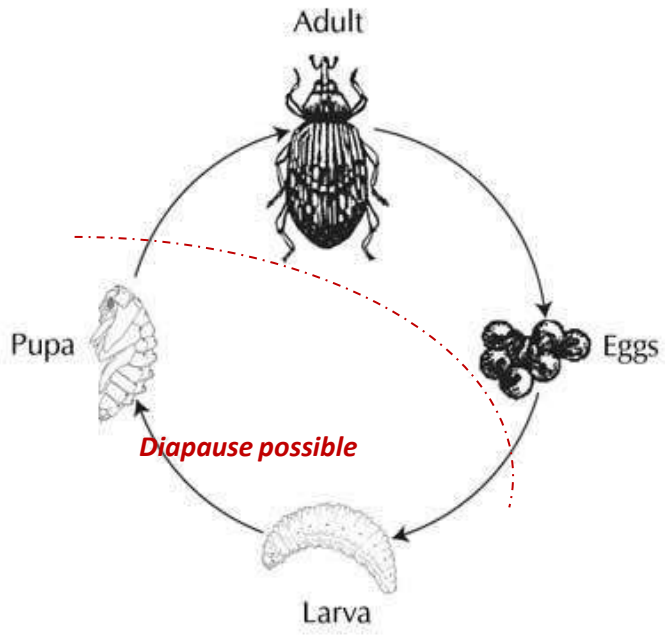
▶ Ces 3 paramètres (***longueur d'onde, énergie-éclairement et photopériode***) jouent un rôle écologique essentiel dans l'entretien des ***rythmes biologiques (biotythmes)*** dont la période varie selon les cycles suscités.

▶Principaux rythmes biologiques (Biorythmes)

1-Rythmes induits par la photopériode:

1.1-Reproduction et saisonnalité: *Chez les végétaux et les vertébrés la longueur du jour qui augmente dés le printemps affecte l'activité reproductrice des espèces (oiseaux, poissons, mammifères, etc...).*

1.2-Diapause des arthropodes: *Chez insectes essentiellement c'est le cas des chenilles des lépidoptères, des coléoptères et des Orthoptères* (voir l'**Ex2:** Le criquet nomade).



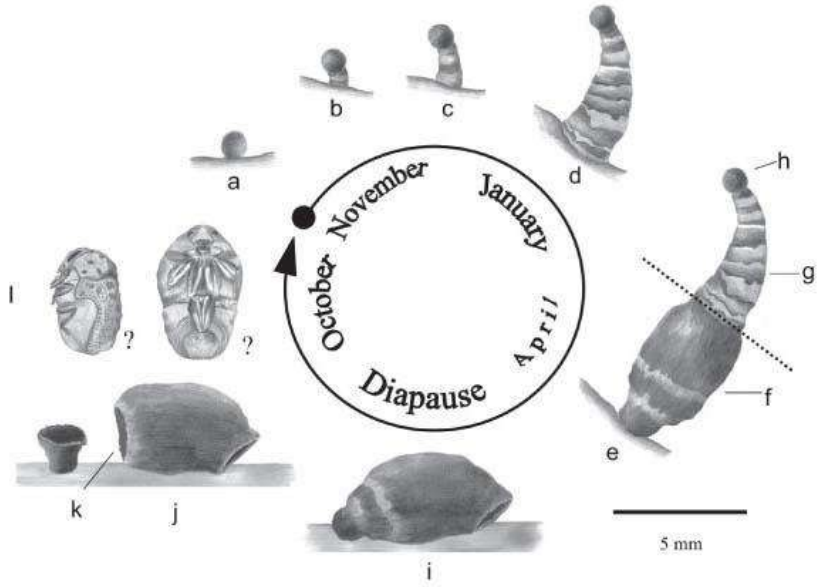
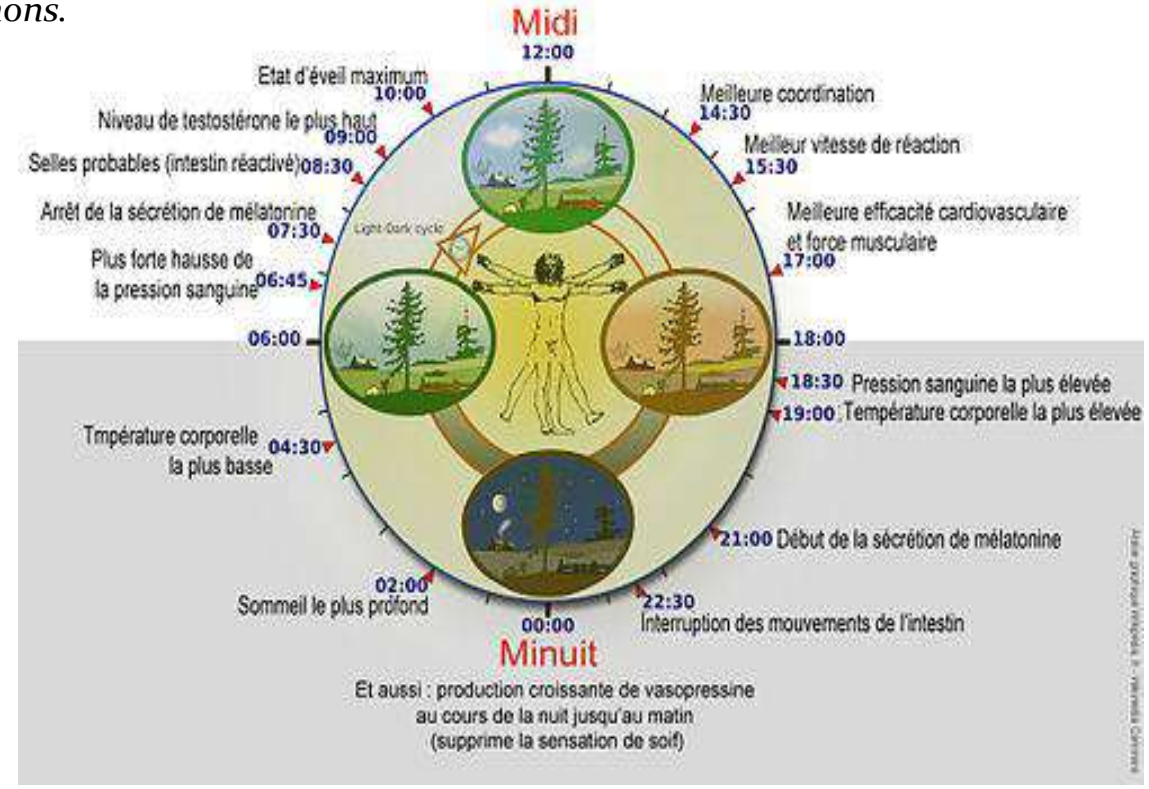


Figure 2. Illustration of the cycle of *C. minax*, showing the duration of the following stages: egg (a); first to second larva (b); third-fourth larva (c); fifth larval stage (d); sixth larval stage or pre-pupae stage (e , including f – the pupae or basis of the mantle, g- the upper mantle and h – the eggshell); the pupae (i), showing the opening pupae (j) and the section that is cut by the larva to exit (k); adults (l).

2-Rythme Circadien et/ou Nycthéméral : *rythmes biologiques* *d'une* ***durée de 24 heures*** *environ, marquant le plus nos vies quotidiennes (**rythme veille-sommeil**). Il est présent chez la plupart sinon la totalité des animaux et de végétaux.*

Le rythme circadien le plus visible chez les plantes concerne la position des feuilles et des pétales, qui se redressent ou s'ouvrent plus ou moins selon l'heure de la journée.

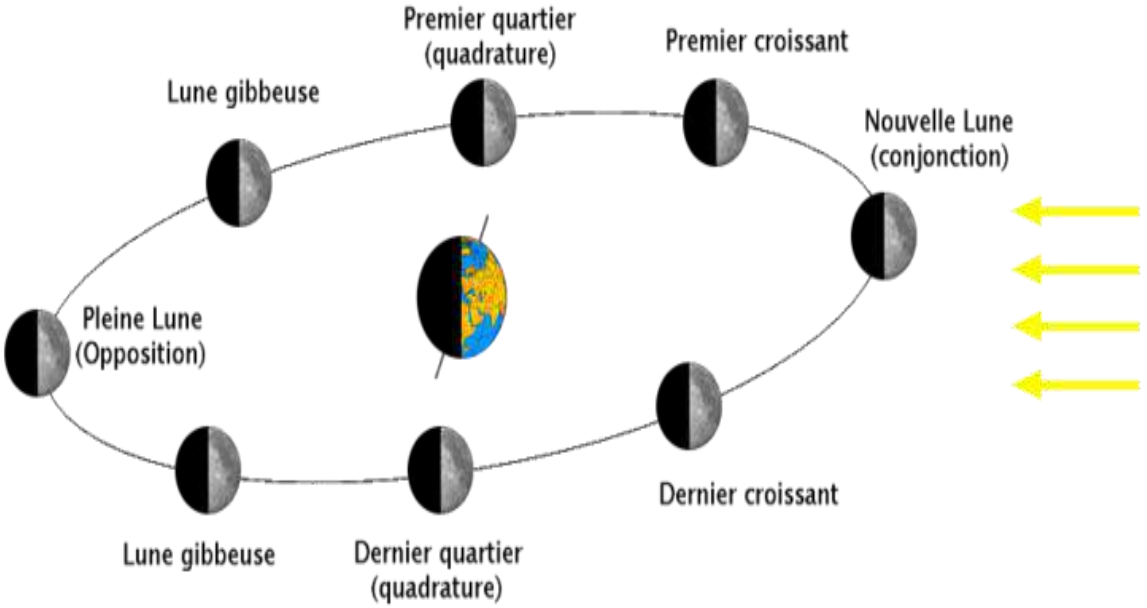
Le rythme nycthéméral concerne les espèces ayant des activités nocturnes ou diurnes (migration et déplacements). Ces rythmes s'observent aussi chez les organismes unicellulaires, comme des bactéries, des moisissures et des champignons.



Remarque:

Les biorythmes sont déterminés par des facteurs génétiques, par des facteurs endogènes et par des phénomènes comportementaux . Ces facteurs sont synchronisés, au moins chez les vertébrés, par l'activité de certaines zones du cerveau (**noyaux para ventriculaires).**

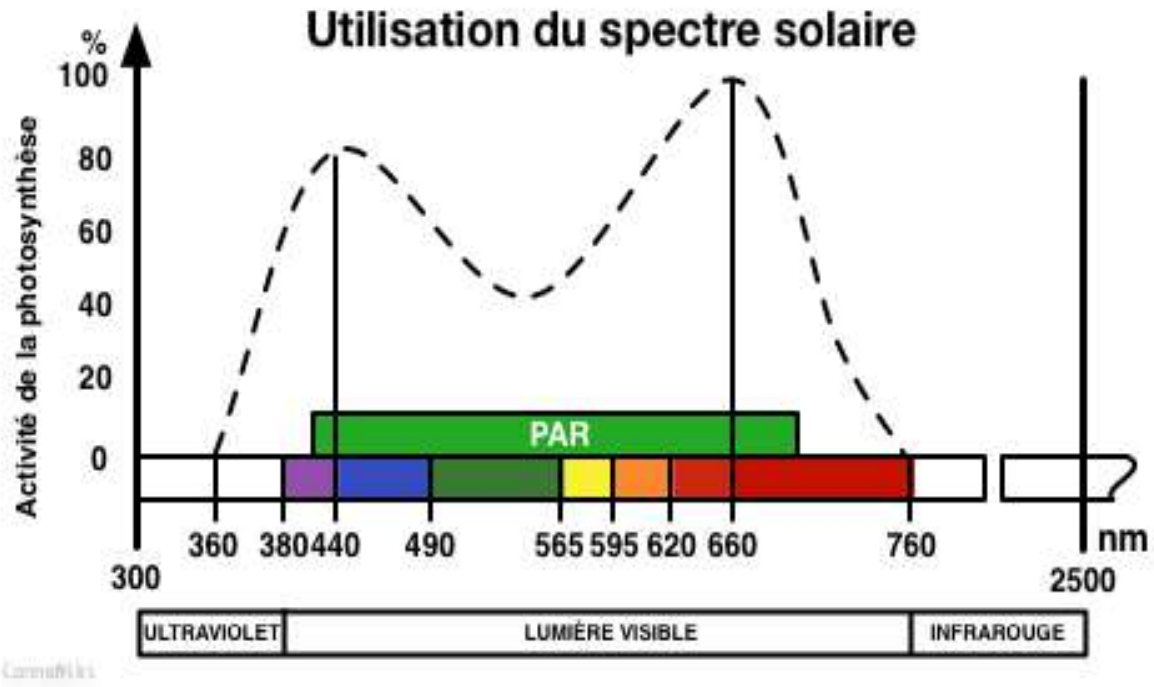
3-Rythmes Lunaires: *La lune a un grand nombre de rythmes qui sont tous décalés les uns par rapport aux autres. Ces rythmes* ***cosmiques*** *(****planétaires****) quasi –mensuels, influencent les activités des divers organismes:* ***1-****La croissance des végétaux (astro-jardiniers);* ***2-****Le comportement des animaux; 3-L'amplitude des marées; -etc ……*



5.4. Répartition de l'énergie dans le spectre solaire:

4.1- Pour les végétaux supérieurs:

Le taux de sensibilité de la photosynthèse de blé montre deux pics, le 1er pour des (λ) courtes (440 nm) et le second s'observe à des (λ) supérieures à 640nm. Cet exemple s'applique à la plupart des végétaux.



5.4.2- Pour les animaux et l'homme:

►La sensibilité relative permet aux animaux à grâce à leur photorécepteurs de distinguer les couleurs pour la recherche des proies ou des hôtes.

► Cette relativité permet également de monter des techniques de piégeage pour la capture et la récolte de certains animaux du jour (couleurs vifs) ou de nuit (intervention des **IR** ou des **UV**).

5.5. Pénétration de la lumière dans l'eau:

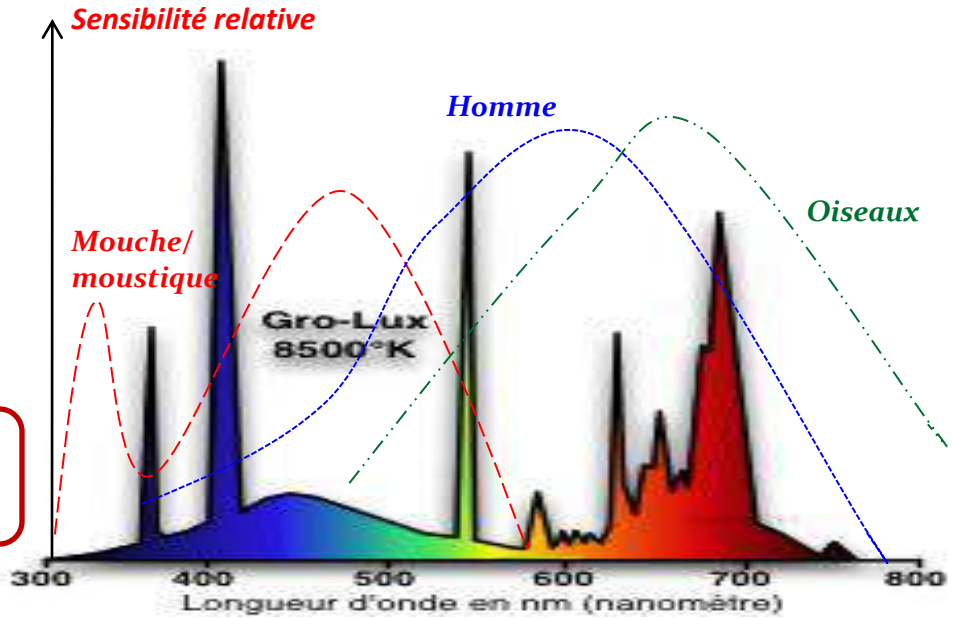
Au contact du milieu aquatique se produit une élimination des **(λ)**, en allant des plus longues (orange, rouge et IR) vers les plus courtes (bleues, violets et **UV**).

5.6. Effets nocifs des (λ) : ***Plus une*** **(λ)** est courte

plus son effet sinistre est important:

- cas des **rayons X** **(λ<1nm)** et des **UV** **((λ<200nm)** ayant beaucoup d'énergie et un pouvoir photochimique important;
- cas des **radiations électromagnétiques** de **(λ<0,1nm)** très courtes (***rayonnements α, β et γ***).

Ces radiations causes des altérations irréversibles dans les biomolécules **(ADN, ARN...)** ***des êtres vivants.***



Bon courage

LIENS UTILES ☝

Visiter :

1. https://biologie-maroc.com
   - Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. https://biologie-maroc.com/shop/
   - Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
   - Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
   - Trouver des bourses et des écoles privées

3. https://biologie-maroc.com/emploi/
   - Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
   - Trouver des offres d'emploi et de stage