



DOMAINE: SNV



PLANTE ET ENVIRONNEMENT

Dr. BARKA Fatiha

Filière: Sciences Alimentaires

ANNEE : 2024-2025



A close-up photograph of a white watering can's spout pouring a fine mist of water onto several large, blooming pink peony flowers. The background is a soft-focus green, suggesting a garden setting. The overall scene is bright and fresh, with sunlight filtering through the foliage.

MODULE

PLANTE ET
ENVIRONNEMENT



LE PROGRAMME



Chapitre I

- 1.1. Définition de l'écosystème et des constituants
(Notions de biocénose et facteur écologique.)
- 1.2. Domaines d'intervention

Chapitre II: Les Facteurs du milieu

- 2.1. Facteurs abiotiques
- 2.2. Facteurs biotiques
- 2.3. Interaction des milieux et des êtres vivants

Chapitre III: Structure des écosystèmes

- 3.1. Structure des chaînes alimentaires
- 3.2. Les consommateurs (Hétérotrophes)

PROGRAMME SUITE

Chapitre IV: Fonctionnement des écosystèmes

- 4.1. Flux d'énergie au niveau de la biosphère :
- 4.2. Notions de pyramides écologiques, de production, de productivité et de rendement bioénergétiques
- 4.3. Circulation de la matière dans les écosystèmes et principaux cycles bio géochimiques
- 4.4. Influence des activités humaines sur les équilibres biologiques et particulièrement sur la perturbation des cycles bio géochimiques (conséquences de la pollution des milieux aquatiques et de la pollution atmosphérique (eutrophisation ,effet de serre , ozone, pluies acides.)

Chapitre V: Description sommaire des principaux écosystèmes

- 5.1. Forêt, prairie, eaux de surface, océan
- 5.2. Evolution des écosystèmes et notion de climax

Travaux pratiques

Sortie sur terrain de 8 heures chacune sur deux écosystèmes au choix, ou projection de films décrivant les écosystèmes.

Travaux Dirigés :

Les travaux dirigés concernent les méthodes appliquées pour l'étude du milieu.

BIBLIOGRAPHIE

1-ELEMENTS D'ECOLOGIE ECOLOGIE
FONDAMENTALE

FRANCOIS RAMADE EDITION MCGRAW-HILL 1984

2-LA SYNTHESE ECOLOGIQUE P-DUVIGNEAUD 1980
DOIN

3-PRECIS D'ECOLOGIE ROGER DAJOZ 1996 DUNOD

4- ECOLOGIE AULAY MACKENZIE ET AL BERTIE
EDITIONS 2000

BIBLIOGRAPHIE

- ▣ 5- Barbault R Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution r, Edition Masson 1992.
- ▣ 6- Barbault R Ecologie des populations et des peuplements Edition Masson 1981.
- ▣ 7- Ramad F Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale Edition Sciences SUP 2003.
- ▣ 8- Frontier S, Pichod-viale D, Ecosystèmes : structure et fonctionnement et évolution Edition Dunod 2008.

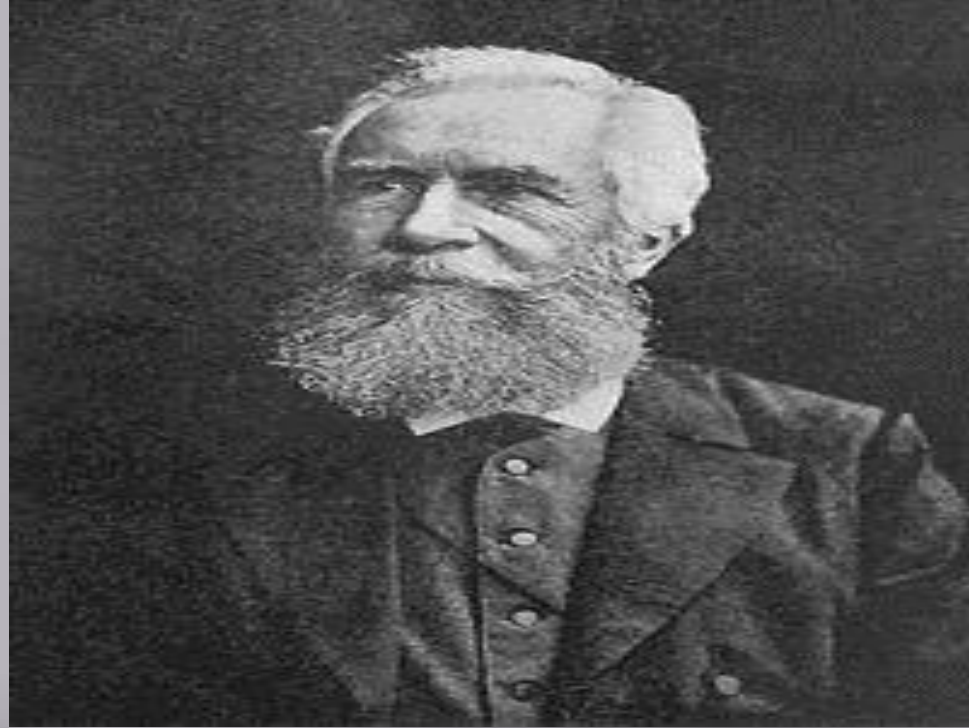
INTRODUCTION

DEFINITIONS

L'écologie est la science qui s'intéresse aux interactions entre les êtres vivants et les diverses composantes du milieu

interactions entre:

- * Les espèces**
 - * Les individus**
 - * Les populations**
 - * Les composantes abiotiques du milieu**

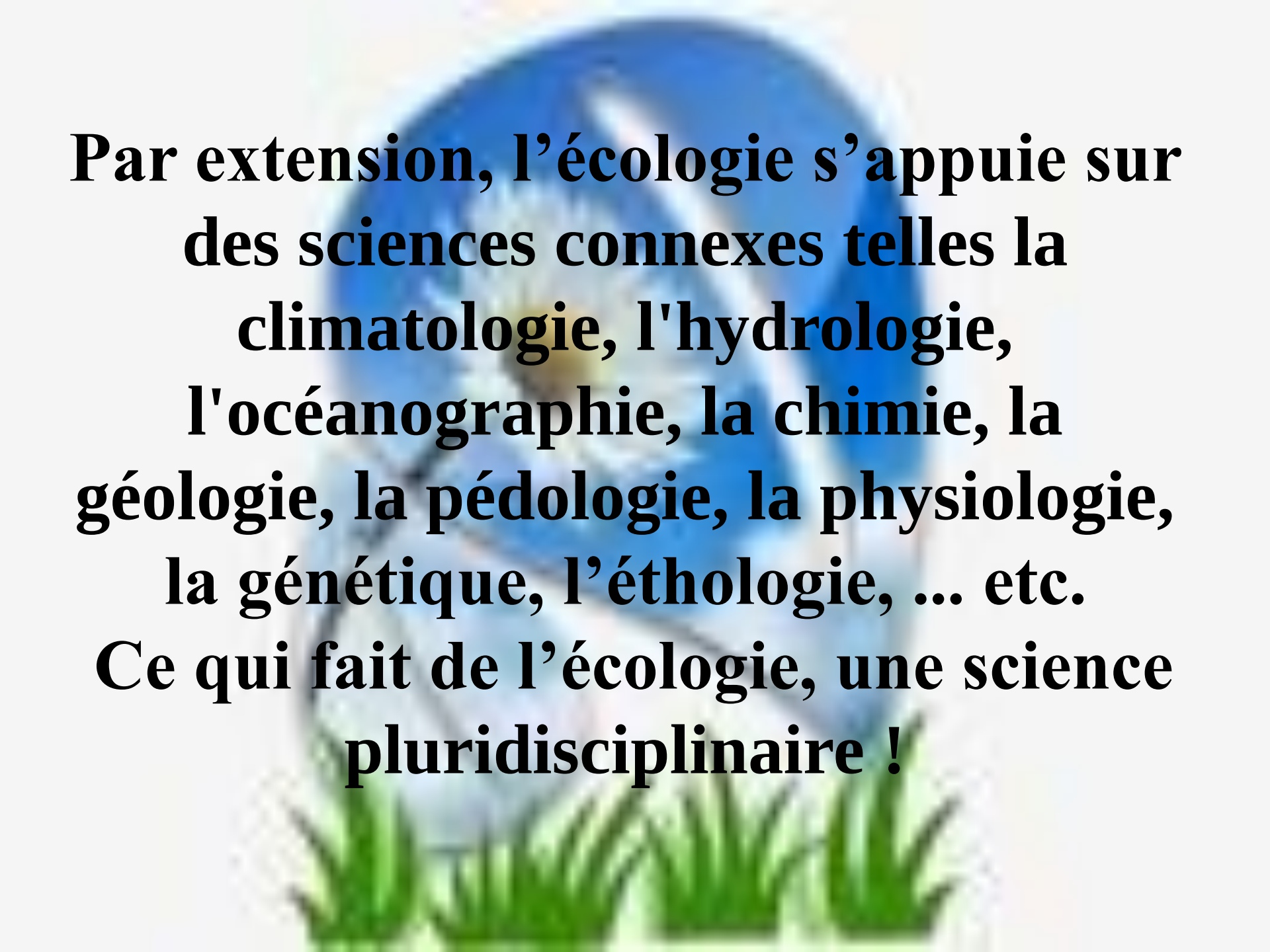


► Le mot « **écologie** » a été créé en 1866, par le biologiste allemand **Ernst Haeckel**, à partir de deux mots grecs : ***oikos*** qui veut dire : maison, habitat, et ***logos*** qui signifie science.

► L'écologie apparaît donc comme la science de l'habitat, étudiant les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toute nature qui existent entre ces êtres vivants et leurs milieux



**Il s'agit de comprendre les
mécanismes qui permettent aux
différentes espèces d'organismes
de survivre et de coexister en se
partageant ou en se disputant les
ressources disponibles
(espace, temps, énergie, matière).**



**Par extension, l'écologie s'appuie sur
des sciences connexes telles la
climatologie, l'hydrologie,
l'océanographie, la chimie, la
géologie, la pédologie, la physiologie,
la génétique, l'éthologie, ... etc.
Ce qui fait de l'écologie, une science
pluridisciplinaire !**

DEFINITIONS

Théoriquement c'est l'étude de l'habitat, habitat des êtres vivants (oixos=habitat)

L'écologie est l'étude de l'interaction entre les êtres vivants et leur environnement

« l'environnement » est une combinaison de l'environnement physique ou abiotique (température, disponibilité de l'eau, vitesse du vent, l'acidité du sol) et de toutes les influences exercées sur un organisme par d'autres organismes- l'environnement biotique(prédation, compétition, parasitisme, et coopération)

Domaines d'intervention

Les études écologiques portent conventionnellement sur trois niveaux :

- ▣ *1- L'individu, 2- la population 3- communauté.*

Un individu est un spécimen d'une espèce donnée.

Une population est un groupe d'individus de la même espèce occupant un territoire particulier à une période donnée.

Une communauté ou biocénose est l'ensemble des populations d'un même milieu, peuplement animal (zoocénose) et peuplement végétal (phytocénose) qui vivent dans les mêmes conditions de milieu et au voisinage les uns des autres.

Domaines d'intervention

- ▣ Chacun de ces trois niveaux fait l'objet d'une division de l'écologie :
- 1- l'individu concerne l'autoécologie : c'est la science qui étudie les rapports d'une seule espèce avec son milieu. Elle définit les limites de tolérances et les préférences de l'espèce étudiée vis-à-vis des divers facteurs écologiques et examine l'action du milieu sur la morphologie, la physiologie et l'éthologie.
- 2- la population concerne l'écologie des populations ou la dynamique des populations : c'est la science qui étudie les caractéristiques qualitatives et quantitatives des populations : elle analyse les variations d'abondance des diverses espèces pour en rechercher les causes et si possible les prévoir.
- 3- la biocénose concerne la synécologie : c'est la science qui analyse les rapports entre les individus qui appartiennent aux diverses espèces d'un même groupement et de ceux-ci avec leurs milieux.

NIVEAUX D'INTEGRATION DES MATERIAUX BIOLOGIQUES

4-la population ou dème c'est un système biologique formé d'un groupe d'individus de la même espèce vivant à un endroit déterminé et un moment déterminé

5-la communauté ou cénose est un système biologique fonctionnel groupant un ensemble de populations vivant dans un endroit déterminé dans des conditions de milieu déterminées à un moment déterminé on distingue

- l'association (phytocenose, zoocenose, microbiocenose)
- biocénose : phytocenose + zoocenose + microbiocenose
- la formation végétale : forêt , prairie, toundra, steppe
- le biome formation végétale + biocénose

6-l'Écosystème une biocénose intégrée à son environnement

7- Biosphère 8- la noosphère

Qu'est-ce qu'un biome?

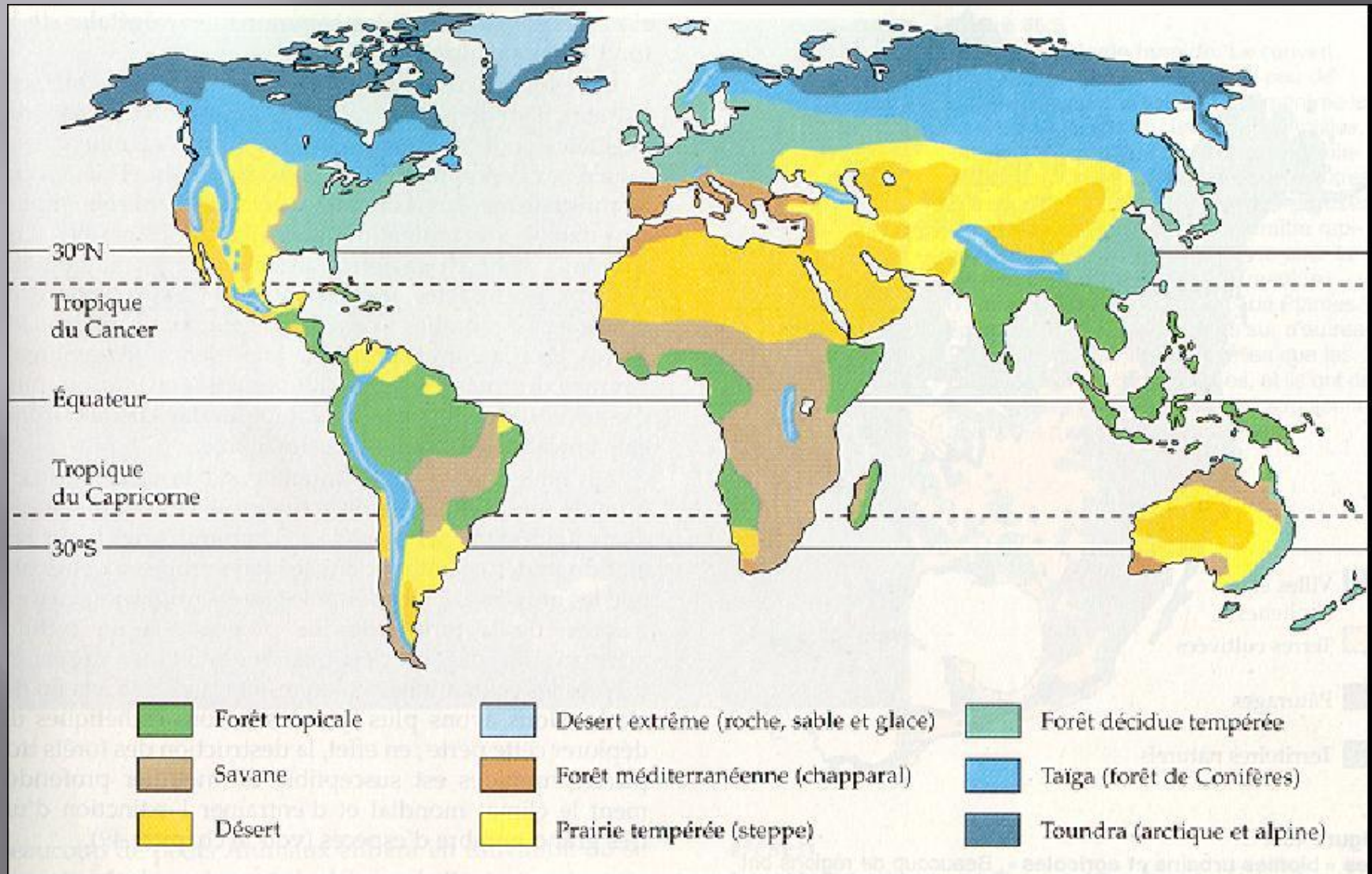
- » **Climat**
 - Température**
 - Précipitations**
 - Lumière**
 - Vents**
- » **Géographie**
- » **Perturbations périodiques**



Biomes

- **Faune**
- **Flore**

Distribution des biomes terrestres



- Ensemble d'écosystèmes caractéristique d'une aire biogéographique et nommé à partir de la végétation et des espèces animales qui y prédominent
- Définition à l'échelle du globe terrestre. Classification très large
- L'expression des conditions écologiques à l'échelle régionale: le climat, le sol...

Liste indicative

→ Deux grands types de biomes

Terrestres

Forêt tropicale humide
Forêt tropicale sèche
Savane
Forêt tempérée
Prairie tempérée
Forêt boréale
Toundra
Déserts

Aquatiques

Lacs
Rivières
Côtes rocheuses
Côtes sableuses
Récifs coralliens
Continental benthique
Surfaces pélagiques
Profondeurs pélagiques

Les biomes



La biosphère

La **biosphère** est une couche mince sur ou proche à la surface de la Terre comprenant de l'air, du sol, et de l'eau dans laquelle toutes organisme vivants demeurent.

La biosphère



La photographie "La planète bleue" prise par les astronautes de la mission Apollo 17 en 1972.

Les divisions de la biosphère

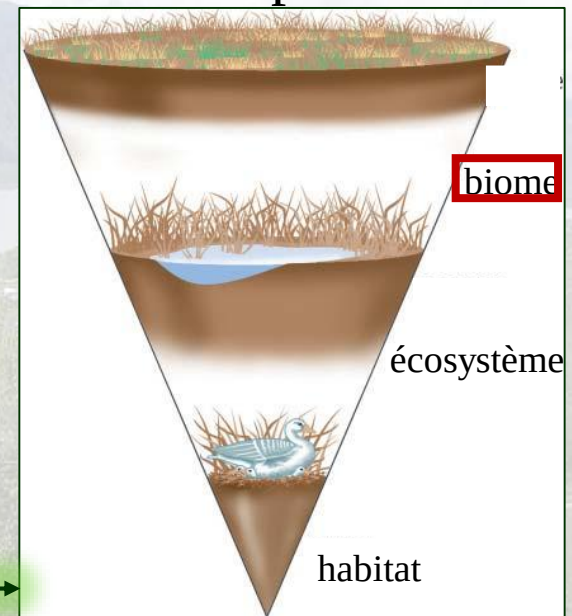
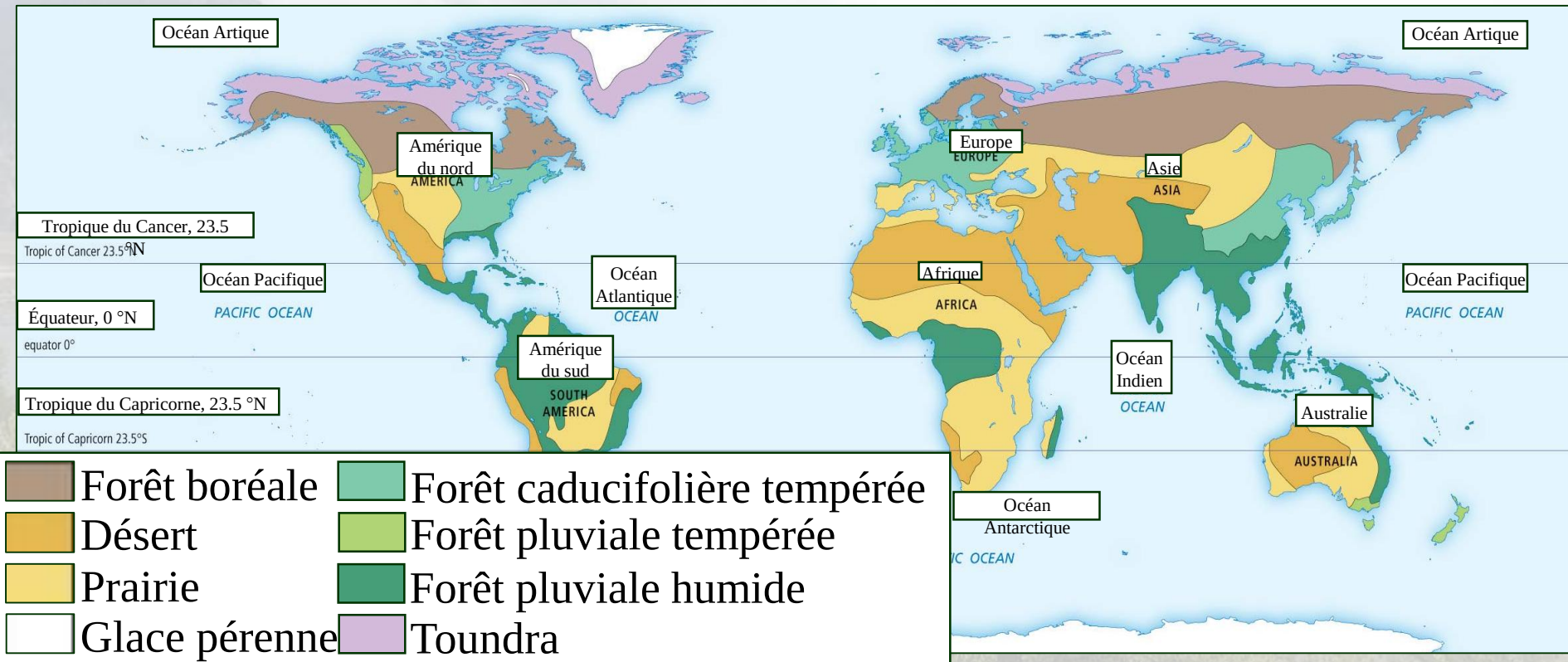


Figure 1.3 La biosphère est formée de biomes. Chaque biome compte de nombreux écosystèmes. Chaque écosystème comprend des habitats où vivent divers organismes.

LES BIOMES TERRESTRES



Les biomes aquatiques et les biomes terrestres

Les biomes aquatiques sont les plus adontants de la biosphère.

Ici, on étudiera les **biomes terrestres**.

1. Forêt borléale
2. Désert
3. Prairie
4. Glace pérenne (Glace polaire dans le texte)
5. Forêt caducifolière tempérée (Forêt tempérée à feuilles caduques dans le texte)
6. Forêt pluviale tempérée
7. Forêt pluviale tropicale (Forêt tropicale humide dans le texte)
8. Toundra

➤ Un biome contient des composants biotiques et abiotiques semblables.

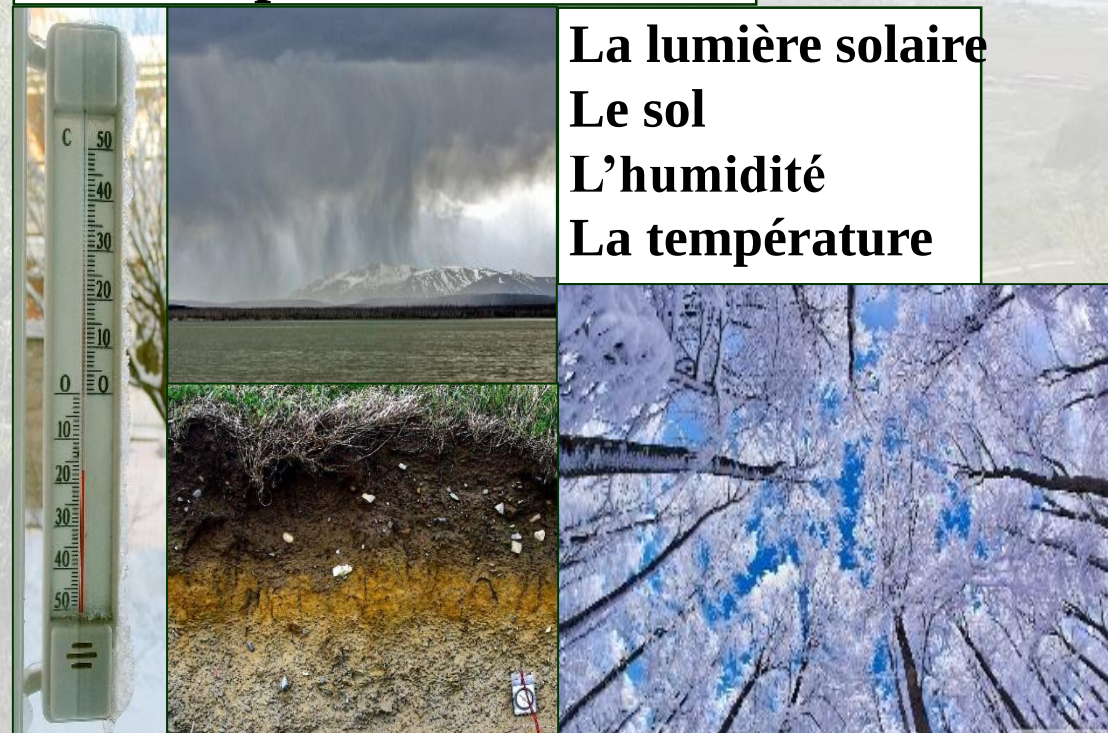
Les biomes

- Les plus grandes divisions de la biosphère
- Classifiés par leurs composants **biotiques** et **abiotique**.

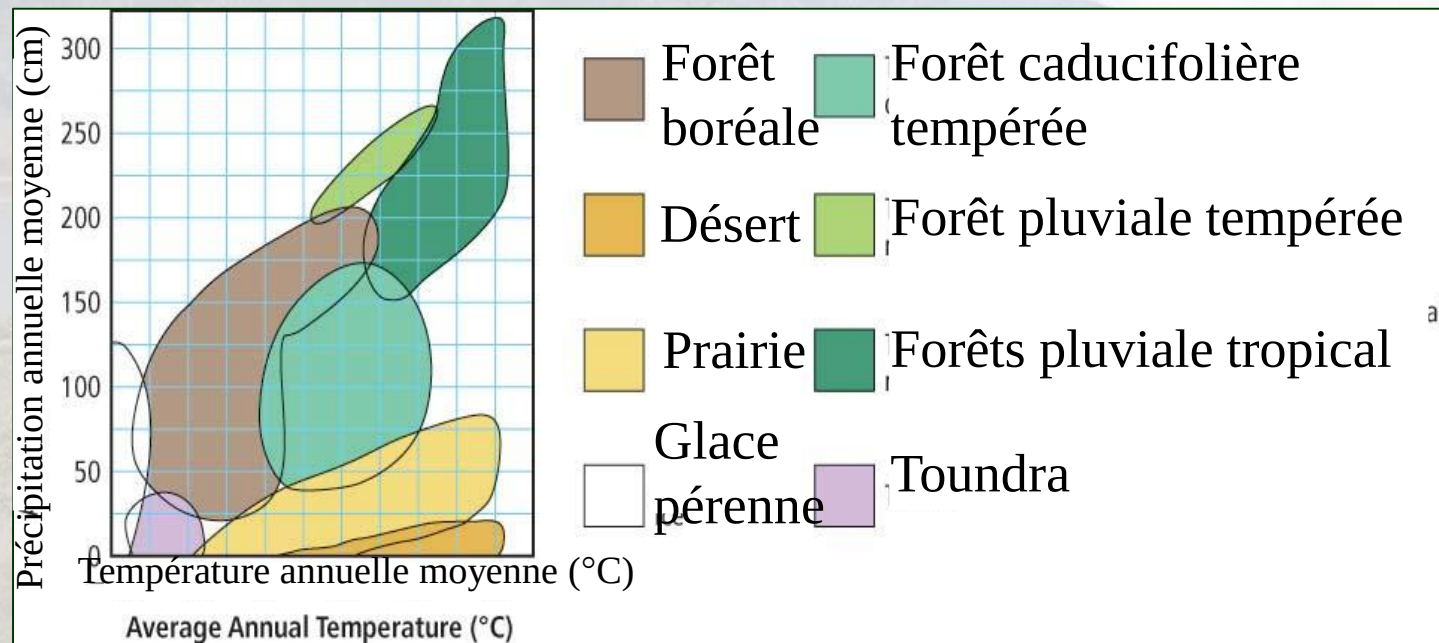
Les composants vivants (des organismes)



Les composants non-vivants



La **précipitation** et la **température** sont des facteurs importants pour distinguer entre des biomes



- La **latitude**, l'**altitude**, les **courants océaniques**, et le **vent** ont un impact sur la précipitation et la température des biomes.

LE CLIMATOGRAMME



Un **climatogramme** est un graphique qui résume les données d'une région particulière.



Tofino

La température



La précipitation

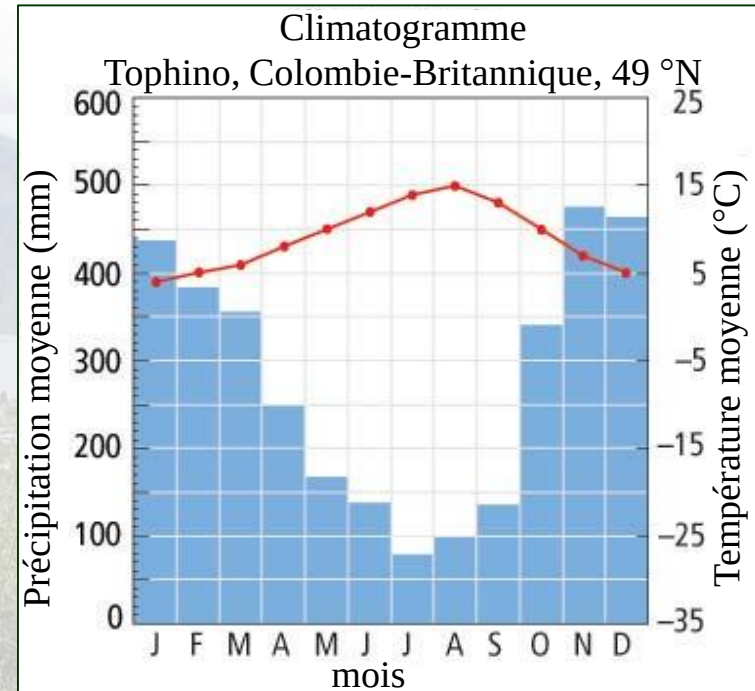
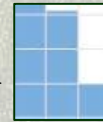
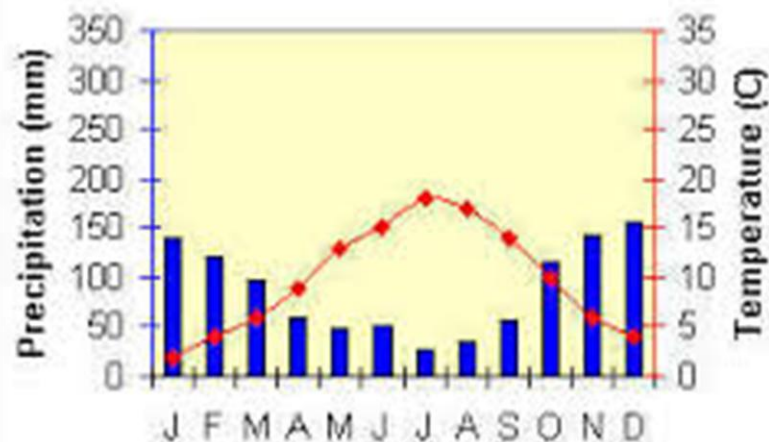
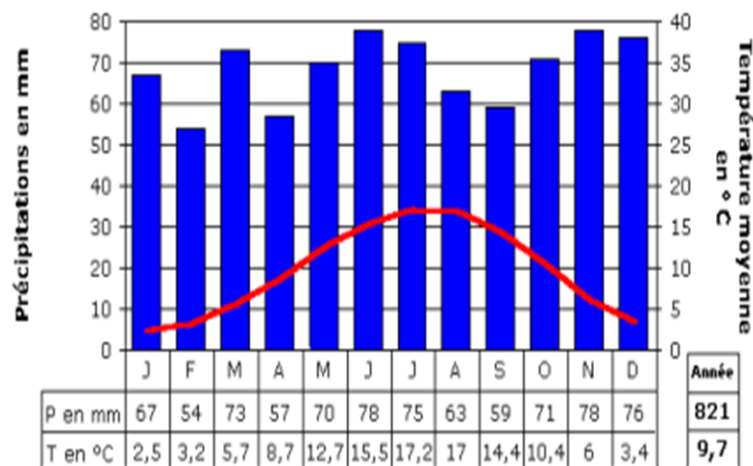


Figure 1.9 Les statistiques de ce diagramme proviennent de Tofino, Colombie-Britannique, qui est située dans le biome de la forêt pluviale tempérée.

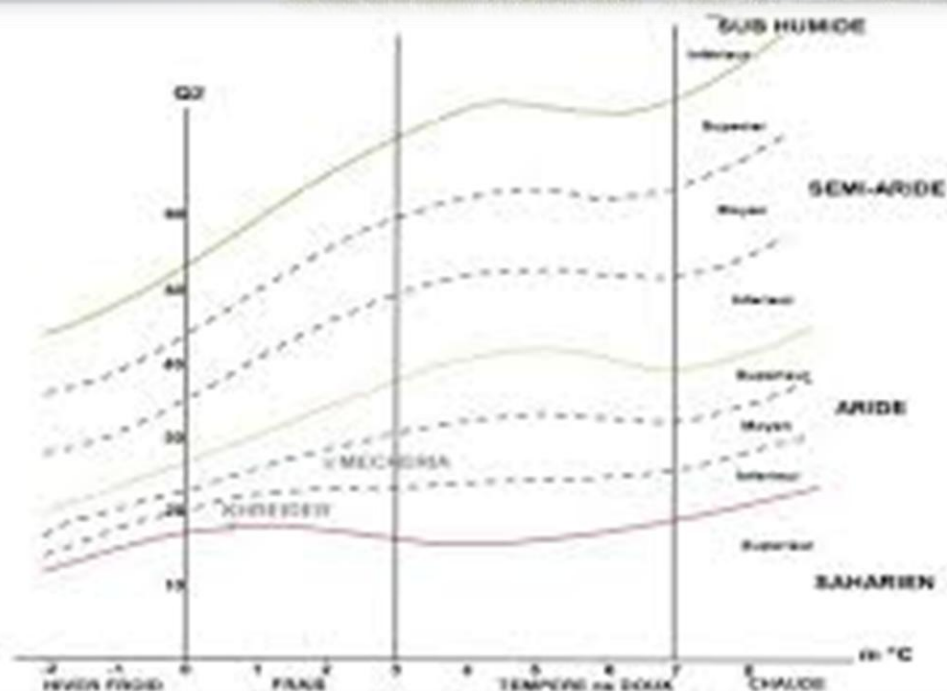
Vancouver, British Columbia



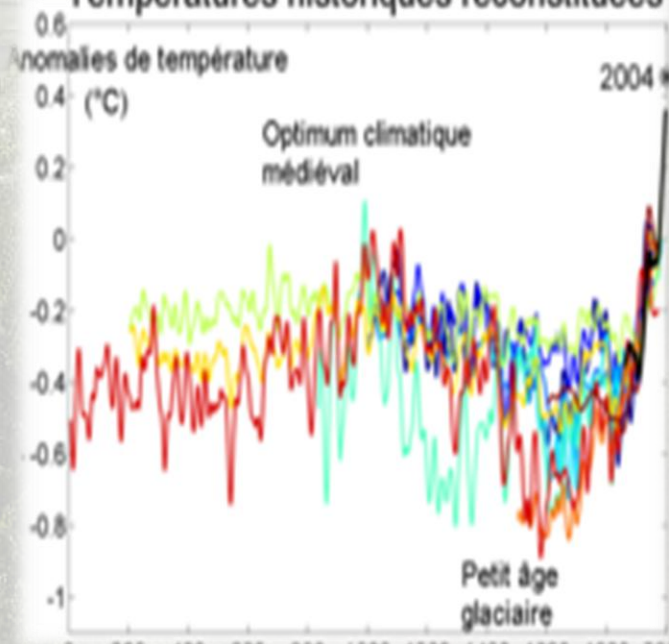
Uccle (Belgique) - station 06447

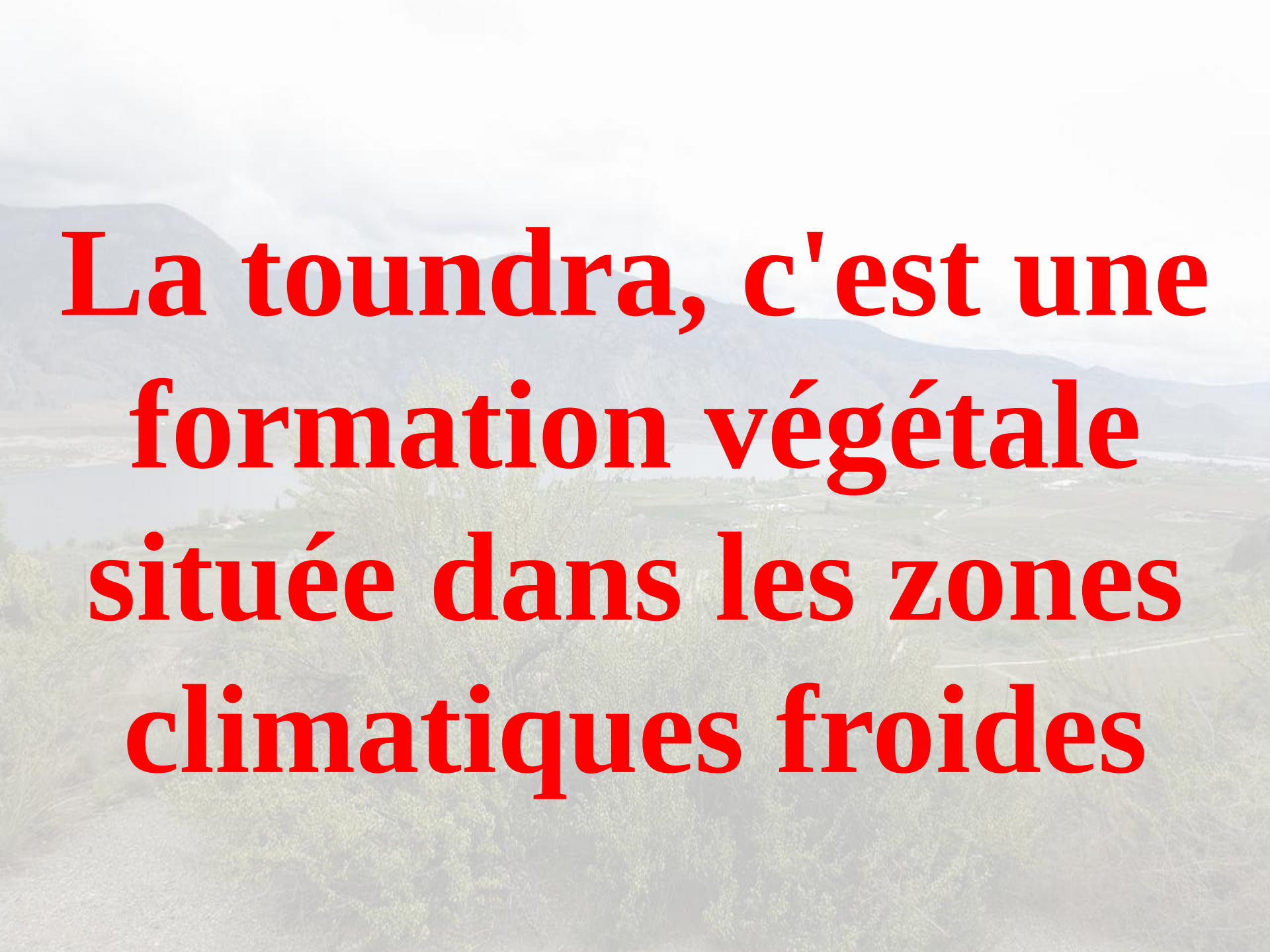


Moyennes climatologiques 1961 - 1990



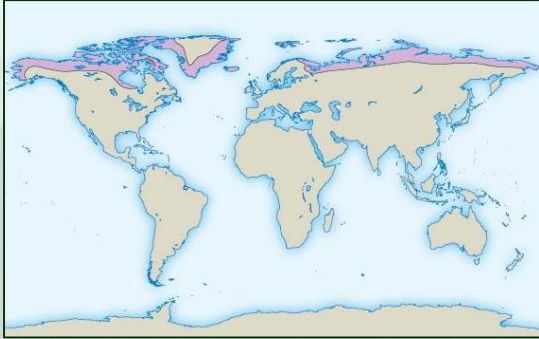
Températures historiques reconstituées





**La toundra, c'est une
formation végétale
située dans les zones
climatiques froides**

LA TOUNDRA



Caractéristiques physiques

- Pergélisol
- Plat, peu de drainage
- Des marécages l'été Sombre
- 24 heures ensoleillées l'été

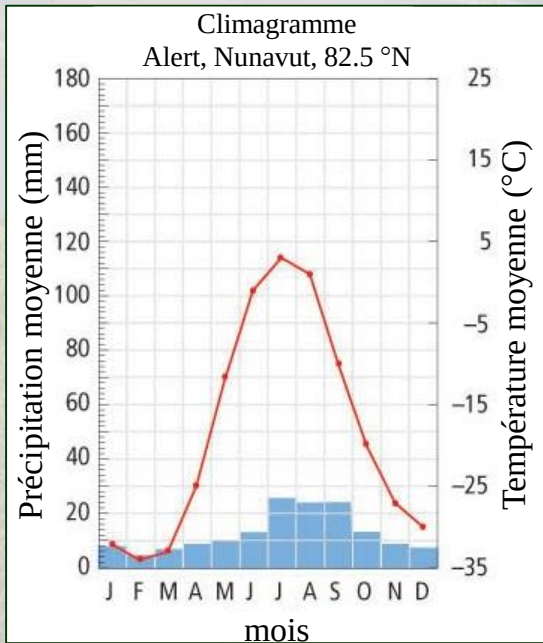
Plantes

- Aucun arbres
- De l'herbe et des arbustes
- Capable de se protéger du vent fort

Animaux

- Des mammifères avec des membres raccourcis pour retenir la chaleur
- La croissance relentie
- La migration vers les sources d'alimentation
- De nombreux insectes l'été.

Entre les latitudes de 60° nord et 70° nord

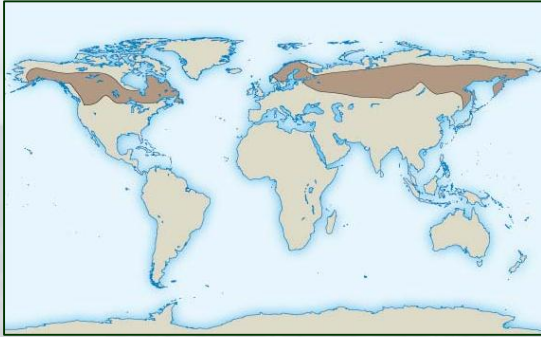




La **forêt boréale canadienne** couvre environ 28 % de la forêt boréale planétaire. Elle est constituée d'arbres tolérants au froid, conifères et de nombreuses espèces résineuses (pins, épinettes, mélèzes, sapins et thuyas) et de quelques espèces feuillues (peupliers et bouleaux).

À l'intérieur de la zone boréale, la répartition actuelle des espèces boréales s'explique par la capacité de ces espèces à supporter le climat froid et par l'histoire postglaciaire de la zone.

LA FORÊT BORÉALE



Climat

- La précipitation est typiquement en forme de neige
- Jusqu'à -40°C l'hiver

Caractéristiques physiques

- Environ 50 jours de croissance l'été
- De nombreux marécages, lacs peu profonds, et de zones humides
- Généralement très humide

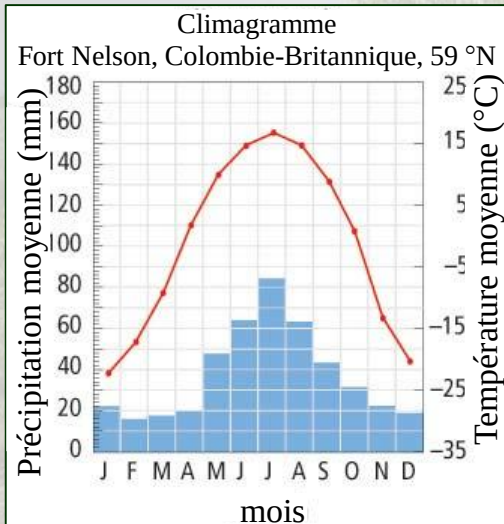
Plantes

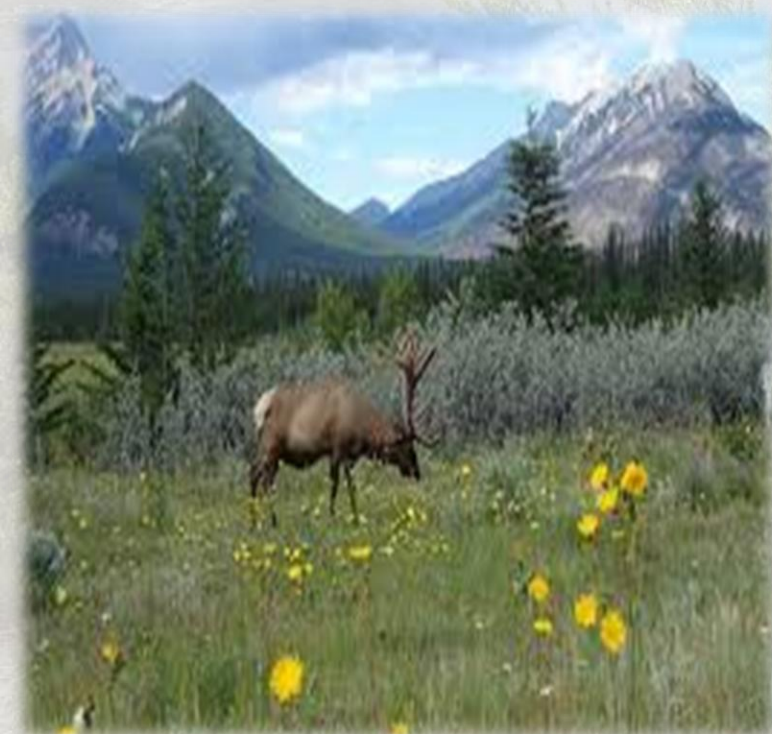
- Arbres majoritairement conifères
- Souvent peu de plantes dans le sous-bois

Animaux

- Peu d'amphibiens et peu de reptile
- Des mammifères qui creusent dans la terre pour survivre l'hiver
- Des oiseaux migrent vers le sud l'hiver

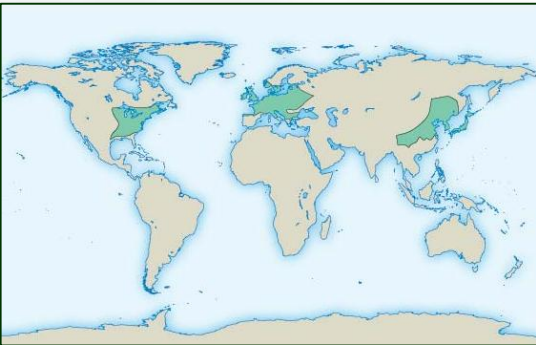
Entre 45° nord et 65° nord au Canada
Entre 55° nord et 65° nord en Russie et en Scandinavie



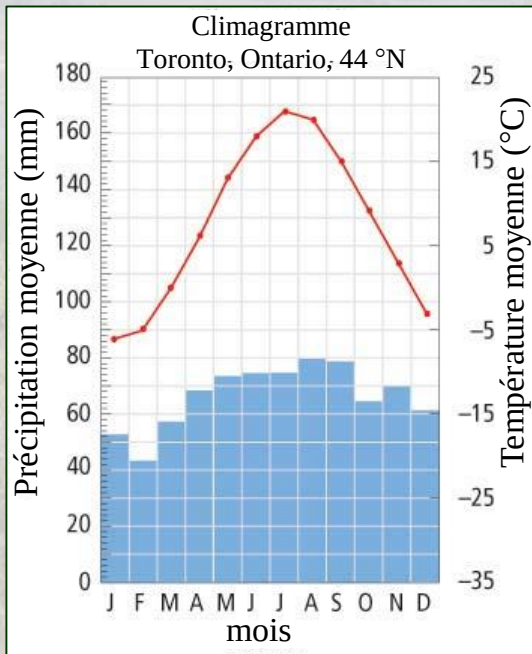


Les forêts tempérées décidues et mixtes, forêts tempérées caducifoliées ou forêts némorales forment un vaste biome transcontinental constitué de grandes forêts d'arbres à feuilles caduques c'est-à-dire qui tombent durant la saison hivernale.

FORÊT CADUCIFOLIÈRE TEMPÉRÉE



Au-dessus de 23.5° nord
Entre 23.5° sud et 38° sud



Climat

- Environ 75 cm à 180 cm de précipitation annuellement, typiquement en forme de pluie
- Jusqu'à -30 °C l'hiver et jusqu'à 30 °C l'été

Caractéristiques physiques

- De grandes variations entre l'été et l'hiver
- Quatre saisons distinctes
- Sol enrichi par la décomposition des feuilles tombées.

Plantes

- Quatre ou cinq couches de végétation
 1. De grands arbres à feuille caduque dans la canopée
 2. Un sous-bois avec beaucoup de biodiversité
 3. De petits arbres et des arbustes
 4. Des baies
 5. Des fourgères, de l'herbe et des mousses sur la plancher de la forêt.

Animaux

- Plusieurs espèces de mammifères différentes
- Plusieurs espèces d'oiseaux migrent vers le sud l'hiver



La **forêt tempérée humide**, dites aussi **forêt tempérée ombrophile** est un type de forêt tempérée sempervirente. Composée de conifères ou de feuillus, on la trouve aux latitudes tempérées, dans des zones où les précipitations sont abondantes.

LA FORÊT PLUVIALE TEMPÉRÉE

Climat

- Plus de 200 cm de précipitation annuellement, typiquement en forme de pluie

Caractéristiques physiques

- Se trouvent généralement dans les bandes côtières sur le côté au vent des montagnes, ce qui entraîne beaucoup d'humidité.

Plantes

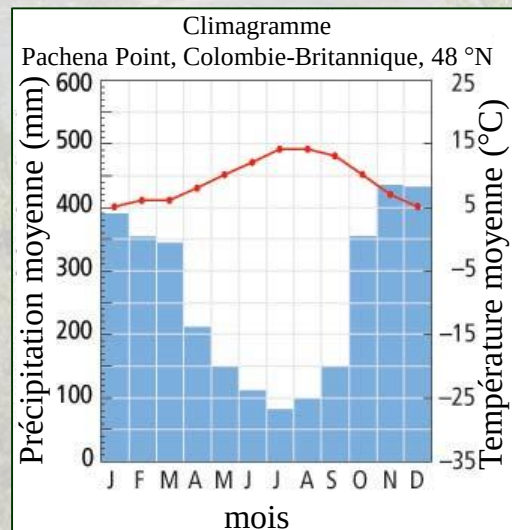
- De grands arbres qui reçoivent beaucoup de précipitation
- Des mousses et des lichens poussent sur les arbres
- Des champignons, des fourgères et des mousses se trouvent sur le tapis forestier

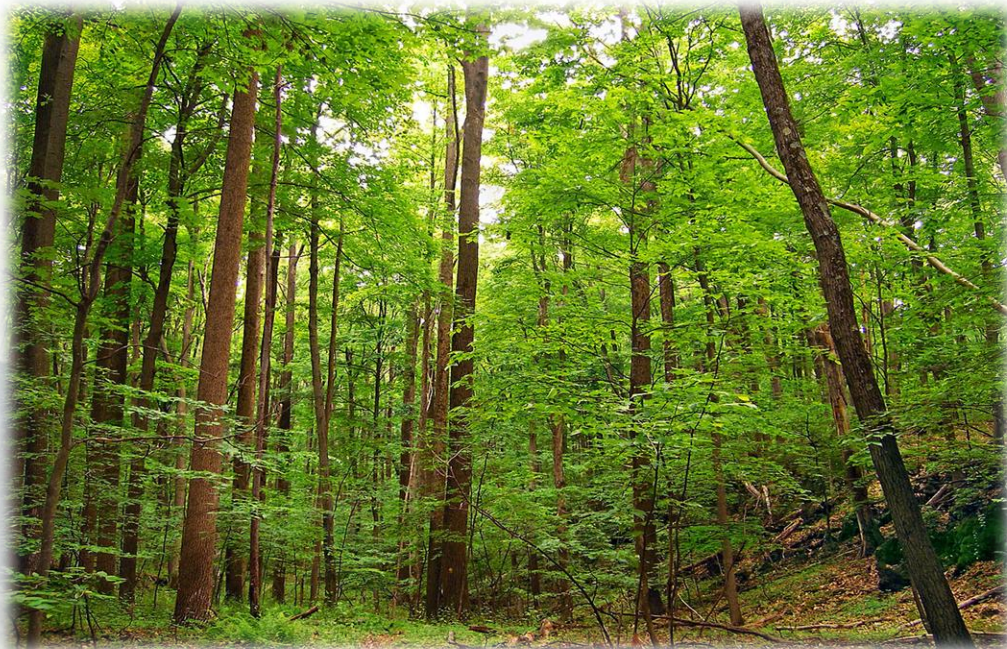
Animaux

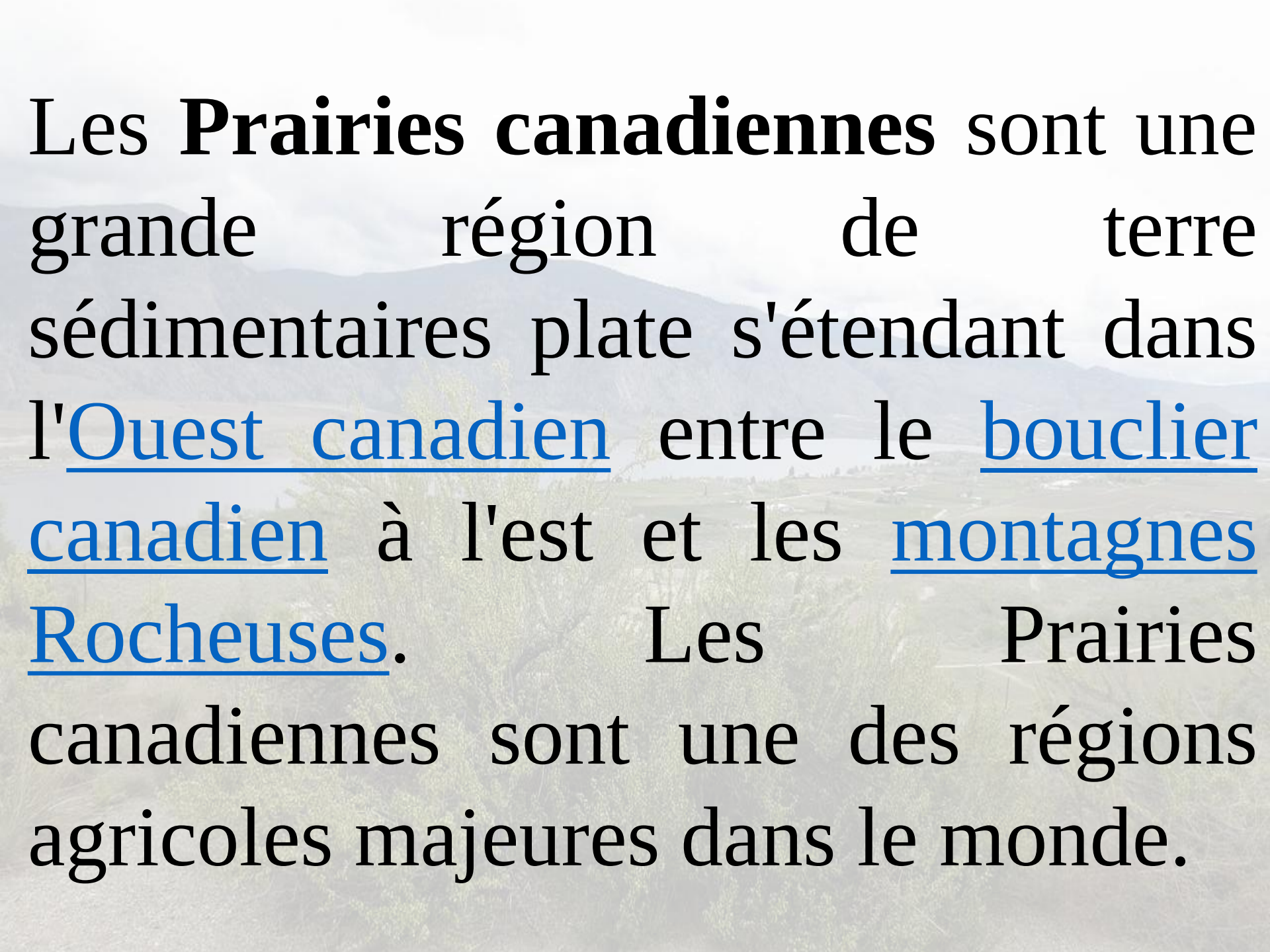
- La majorité vivent sur le tapis forestier pour se protéger du vent et de la pluie
- Plusieurs insectes y vivent qui décomposent la matière forestière



Entre de 38° nord et 61° nord
Entre 38° sud et 56° sud
Typiquement sur les côtes





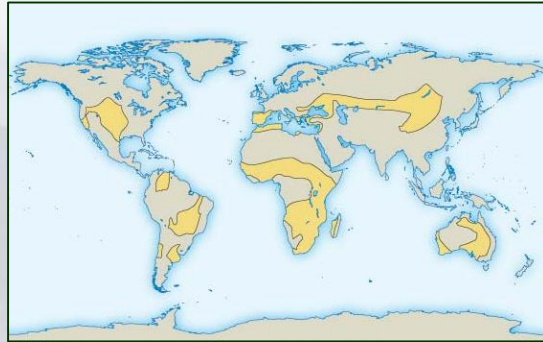


Les **Prairies canadiennes** sont une grande région de terre sédimentaires plate s'étendant dans l'Ouest canadien entre le bouclier canadien à l'est et les montagnes Rocheuses. Les Prairies canadiennes sont une des régions agricoles majeures dans le monde.

LES PRAIRIES

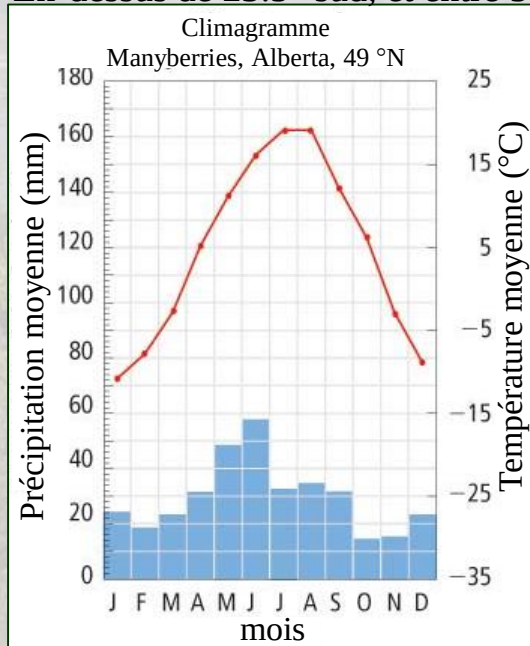
Climat

- Prairies tempérées,
 - Entre 25 cm et 100 cm de précipitation annuellement
 - Entre -10 °C et 30 °C
- Prairies tempérées,
 - Entre 50 cm et 130 cm de précipitation annuellement
 - Entre 20 °C et 30 °C



Au-dessus de 23.5° nord,

En-dessus de 23.5° sud, et entre 5° nord et 20° sud



Caractéristiques physiques

- Plat avec du sol riche en nutriments, particulièrement chez les prairies tempérées
- Venteux
- De longues périodes sec après la précipitation.

Plantes

- Peu d'arbres à cause de la précipitation limitée.
- De l'herbe abondante

Animaux

- Plusieurs grands animaux de pâturage
- Une variétés d'autres petits mammifères creusant.



LA FORÊT PLUVIALE TROPICALE

Climat

- Prairies tempérées,
- Environ 250 cm précipitation annuellement
- Entre 20 °C et 25 °C toute l'année.

Caractéristiques physiques

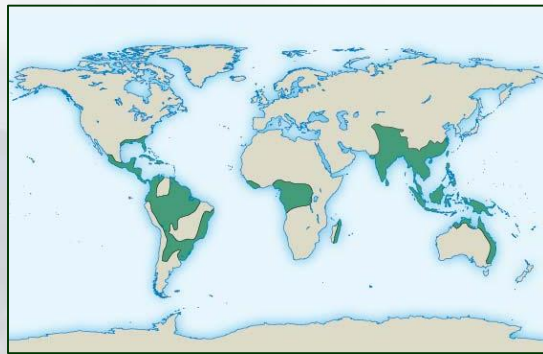
- Du sol avec moins de nutriments à cause de la pluie et la vitesse avec laquelle les nutriments sont recyclés.

Plantes

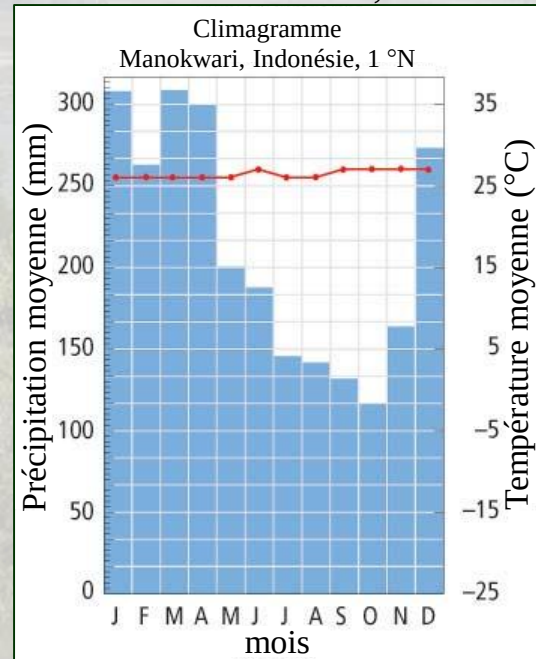
- Le biome avec le plus de variété d'espèces de plantes.
- Une canopée dense la précipitation limitée.
- Plusieurs plantes grimpent et poussent sur les grands arbres pour atteindre le rayonnement du soleil.

Animaux

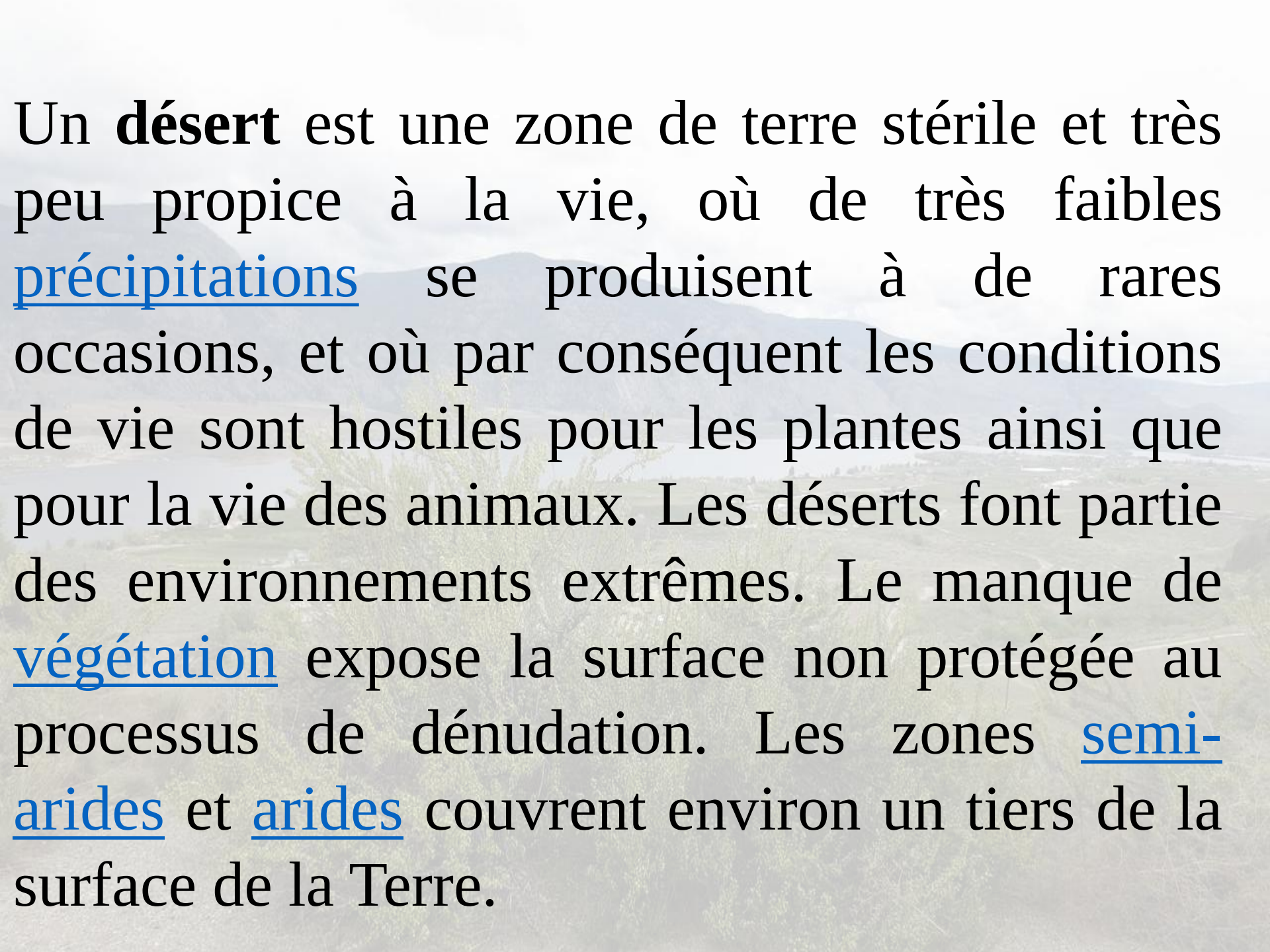
- Le biome avec le plus de variété d'espèces d'animaux
- Peu de grands animaux.
- La majorité vivent et se nourrissent dans les arbres.



4800 km autour de l'équateur,
En-dessus de 23.5° sud, et entre 5° nord et 20° sud







Un **désert** est une zone de terre stérile et très peu propice à la vie, où de très faibles précipitations se produisent à de rares occasions, et où par conséquent les conditions de vie sont hostiles pour les plantes ainsi que pour la vie des animaux. Les déserts font partie des environnements extrêmes. Le manque de végétation expose la surface non protégée au processus de dénudation. Les zones semi-arides et arides couvrent environ un tiers de la surface de la Terre.

LE DÉSERT

Climat

- Les déserts chauds,
 - moins de 25 cm précipitation annuellement
 - Environ 7 °C le soir et environ 38 °C le jour.
- Les déserts froids,
 - moins de 25 cm précipitation annuellement
 - Entre -2 °C et 4 °C l'hiver et entre 21 °C et 26 °C l'été

Caractéristiques physiques

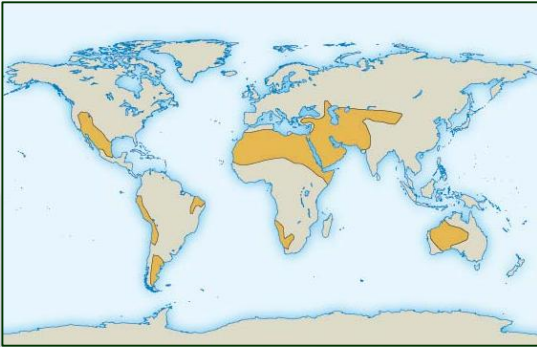
- Du sol très sale à cause du manque de précipitation
- Peu d'érosion.

Plantes

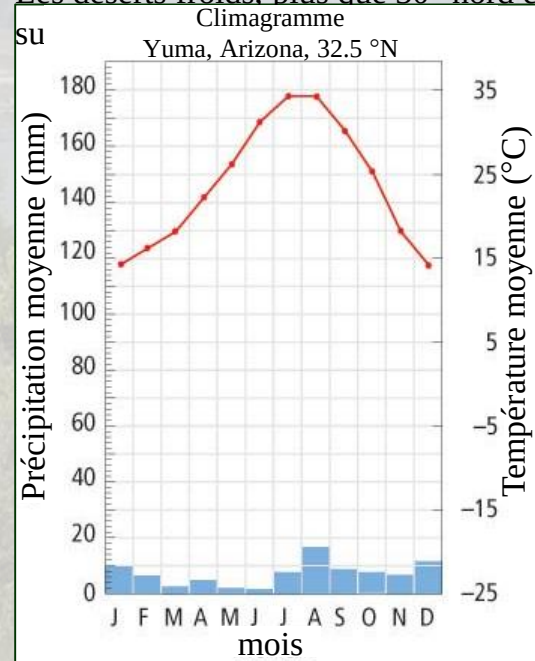
- Peu de plantes.
- Des cactus avec de longues racines qui conservent de l'eau.
- Les feuilles cirées les protègent de la déshydratation.
- Les épines qui les protègent d'être mangées.

Animaux

- Des reptiles à la peau épaisse.
- Quelques mammifères.
- Plusieurs animaux creusent dans la Terre pour échapper le froid et le chaud.



Les déserts chauds, $\approx 30^\circ$ nord et sud
Les déserts froids, plus que 30° nord et





LA GLACE PÉRENNE

Climat

- Moins de 50 cm précipitation annuellement, sous forme de neige d'habitude.
- Une brève saison de croissance végétale dans l'arctique.
- Des vents forts

Caractéristiques physiques

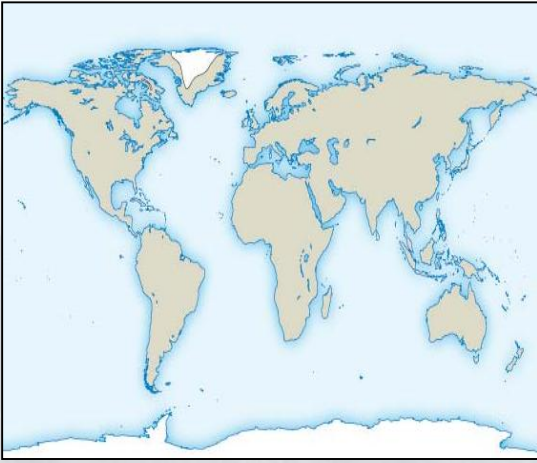
- Peu de sol.
- Peu d'eau fraîche à cause des températures glaciales.

Plantes

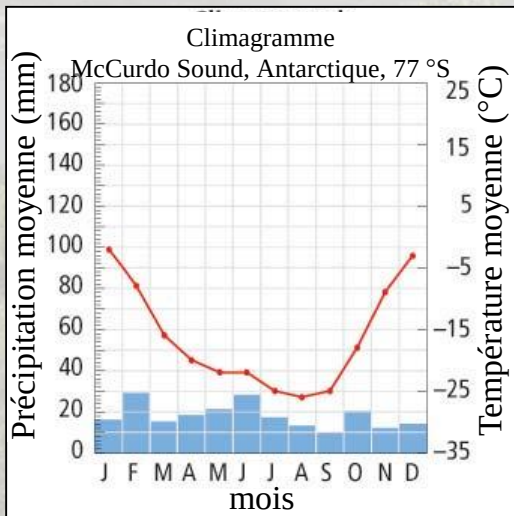
- Les lichens peuvent tolérer la sécheresse et le froid.
- L'arctique contient plus de végétation que l'antarctique grâce à sa brève saison de croissance.

Animaux

- L'arctique contient des ours polaires, des renards arctiques, les phoques, et quelques insectes.
- L'antarctique contient principalement des pingouins et des animaux marins.
- Les mammifères possèdent, d'habitude, une couche de gras épaisse pour conserver la chaleur.



L'arctique, l'antarctique, et le Groenland





Les types d'adaptations chez les animaux

1- Adaptation structurale

➤ Un trait physique du corps d'un organisme qui a une fonction spécialisée qui contribue à la survie de l'organisme.



Porc-épic de l'Amérique



Pin flexible



Loup arctique

3- Adaptation comportementale

2- Adaptation physiologique

➤ Un processus physique ou chimique qui a lieu dans le corps d'un organisme qui lui permet de mieux survivre

➤ Une façon d'agir qu'un organisme adopte afin de survivre dans les conditions particulières



Cactus



Chevêche des terriers

Toundra



Caractéristiques de la Toundra

OBSERVATION	LA TOUNDRA	NOM
INEXISTANT AU PÔLE SUD	Autour du pôle nord	Situation géographique
	Climat sec peu de pluviosité	climat
	250-600 mm/an	pluviométrie
	m = - 26°C	T°C
	M = + 11°C	
	Sec et froid)Le blizzard(	vent
MARRAIS	Sol congelé, peu de lessivage	sol
	Quelques lichen	végétation
	Alopex lagopus (Renard	Faune
	ours blanc(Ursus maritimus) (Ovibos moschatus)bovin	
	Cycle biologique très court	adaptations
	Reproduction hivernale	
	1 à 5 Tonne à l'hectare dans l'Année	Biomasse

TAÏGA

A photograph of a dense forest landscape. The background is a thick stand of tall, dark green coniferous trees. The foreground is a clearing with lower vegetation, including green shrubs and some brown, dry-looking plants. A few large, light-colored rocks are scattered in the lower right. The word 'TAÏGA' is written in large, bold, yellow capital letters across the center of the image.

FORÊT BORÉALE



CARACTÉRISTIQUES DE LA TAIGA

Nom	La taiga	observation
Situation géographique	Au-dessous de la toundra	Elle n'existe pas au pôle sud
climat	sec	
pluviosité	250-700 mm/an	Faible est durant toute l'année
températures	m= -3°C M = + 15°C	
vent	-	Pas de vent particulier
sol	Peu épais, acide et lessivé	Glacé en hivers
végétation	Pinus sp ,Abies sp,Larix sp	أشجار طويلة من المخروطيات
faune	Ursus americana ours (Ales ales) élan	Peu abondant
adaptations	Courbe de biomasse décroissante	Milieu pauvre
Biomasse	200 à 10 T/Ha/A	

Forêt tempérée



Caractéristiques des forets tempérés

Nom	Forêts tempérés	Observations
Situation géographique	Sud de la taïga, et Amérique Europe et Asie	Inexistante au sud de l'équateur
climat	tempréré	
pluviosité	700-1200 mm/an	Répartition annuelle
températures	7-16°C	Hivers très froid
vent	-	-
sol	Sol forestier riche en fer	Peu lessivé
végétation	Arbre de plus de 40m Fagus, Quercus, Juniperus, Taxus, Juglans, Castania	Etages de végétation
faune	Lynx, Felis, Cervus, Sus, Lepus, Phasianus	Riche en espèces
adaptations	Immigration	Fuir l'hiver
Biomasse	De 15 à 300 T/H/A	

Prairies tempérée



Caractéristiques des prairies

Nom	Les steppes	Observations
Situation géographique	(la steppe) Asie la prairie Amerique du Nord (la pampa) Amerique du su	Régions tempéré
climat	Semi-aride , hiver froid	
pluviosité	250-500 mm/an	
températures	(-2°c à 18°c)	
vent	-	-
sol	Sol fertile, riche MO	1,5m d épaisseur
végétation	poacées = graminées(Poa, Stipa, Festuca	Pas d'arbres pour cause peu de pluies
faune	Gazella, Equus, Bison	Herbivores
adaptations	Racines profondes	
Biomasse	De 6 à 20T/H/A	

Déserts



Caractéristiques du désert

Nom	sahara	observations
Situation géographique	intertropicale	
climat	Aride, très sec humidité 50% -15%	
pluviosité	200mm/a , irrégulières	(-100à 200mm/an) 50mm/an
températures	Moyenne de 30c Amplitude thermique de plus de 35c	
vent	km/h, permanente100	Erosion , déplacement des grains de sables
sol	Sol instable, érodé, pauvre, peu profond	
végétation	cactées , poacées, astéracées	Peu de diversité , végétation pauvre
faune	Fennecus, Camelus,Addax	Peu de mammifères
adaptations	Peu de feuilles, Plantes grasses, Racines superficielles, Dormance accentuée, Floraison après les pluies, Peu d'évapotranspiration, Vie nocturne, Adaptation aux déplacements	
Biomasse	t/H/A 0.9à 7	

Végétation méditerranéenne



Ecosystème méditerranéen

Nom	Forêts méditerranéennes	Observation
Situation géographique	Pourtour méditerranéen Sud australien Afrique du sud Californie ouest du Chile	Tempéré chaude
climat	Périodes de sécheresse de plus de 3 mois	
pluviosité	Saisonniers	irrégulières
températures	De 12 à 18 °c	
vent	-	-
sol	Terra rose rouge riche en fer	Sols rubéfiés
végétation	Olea, Seratonia, Arbutus, Pinus, Cedrus, Cistus, Erica, Quercus	Arbres Sempervirents Sclerophylles
faune	Cervus, Sus, Macaca, Lepus	Peu de grands mammifères
adaptations	Arbres à hauteurs moyennes, arbres anti feux, feuilles anti sécheresses	
Biomasse	6 à 60T/H/A	

Savane



Caractéristiques de la savane

NOM	SAVANES	OBSERVATIONS
SITUATION GÉOGRAPHIQUE	Régions tropicales	Entre le sahara et l'équateur
CLIMAT	longue Période sèche	
PLUVIOSITÉ	250-1200 mm/an	
TEMPÉRATURES	26°C-30°C	m=4°C
VENT	-	-
SOL	Pauvre en période sèche, et inondé en hivers	
VÉGÉTATION	Poacés de plus de 1m, quelques arbres	
FAUNE	Equus(zébre) Gazella, Loxodonta (elephant) Girafa, rhinoceros, Acinonyx(guepard) Struthio(autruche) Panthera leo (lion)	
ADAPTATIONS	Recherche de l'eau	
BIOMASSE	à 40t/h/a 9.7	

Forêt tropicale



Foret équatoriale

Nom	Foret équatoriale	observations
Situation géographique	Le long de l'équateur	amazonie Cameroun,Congo Kenya Malaisie,Indonesie,Borneo
climat	Pluvieux, chaud	Jour et nuit identique Energie solaire maximale
pluviosité	1500-8000mm/an	
températures	24°C – 28°C	m=4°C
vent	-	-
sol	Riche en MO, peu profond	lessivé
végétation	sciaphiles arbres de 40m épiphytes,grandes arbres, biodiversité maximale	Pas de strate herbacée
faune	Arboricoles, python, riche en espèces	
adaptations	Adaptation à l'ombre	
Biomasse	24à500t/h/a	

Les biomes dulcicoles



Les cours d'eau

Les lacs et les étangs



Les biomes marins



Les zones intertidales

Les récifs de coraux



Les estuaires

La zone pélagique



Le benthos



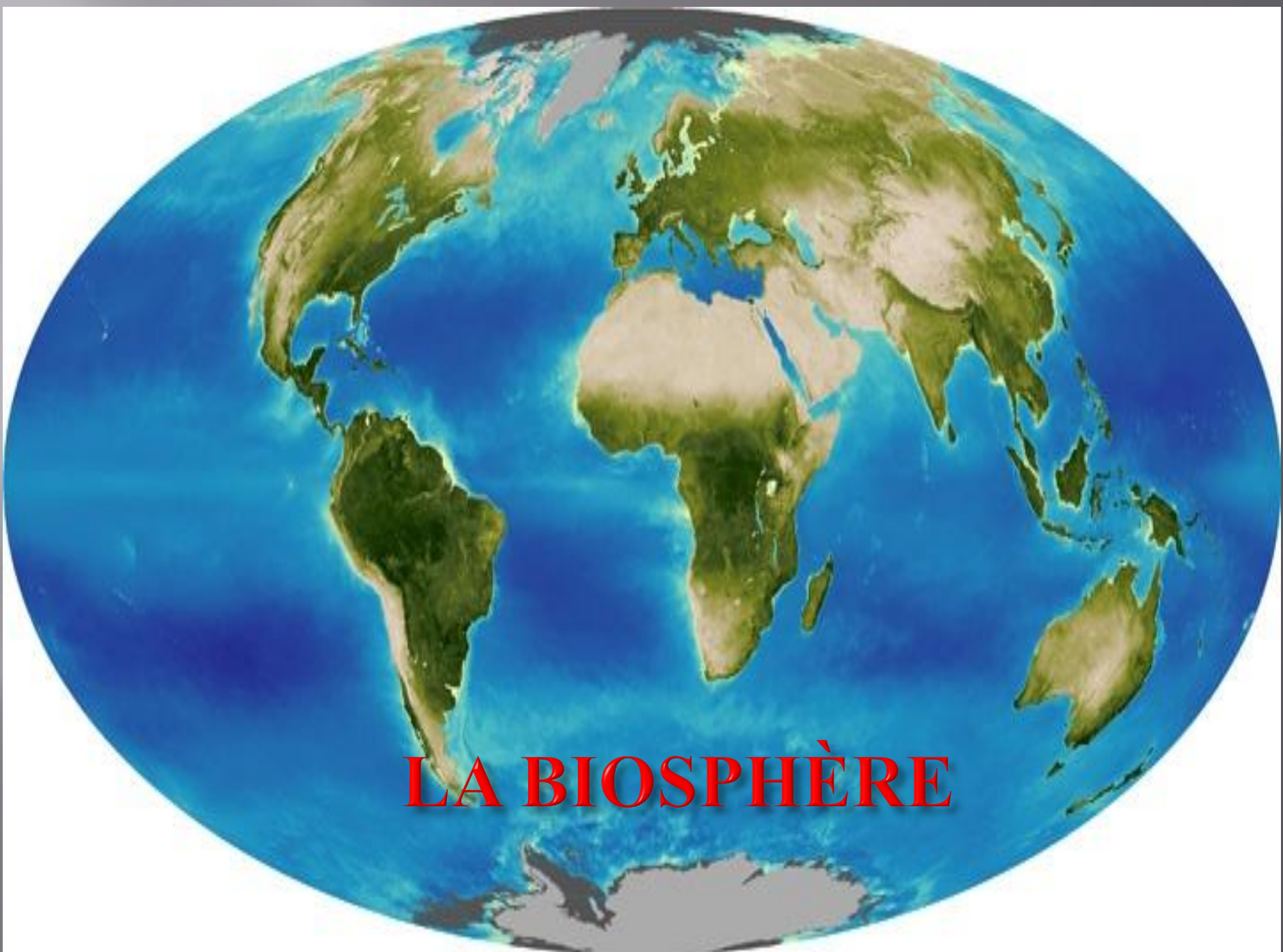
LA BIOSPHÈRE

▣ La biosphère est tous les régions de la planète où des êtres vivants peuvent vivre avec leur environnement.

Parmi les multiples caractères qui font la spécificité de la biosphère deux (2) sont primordiaux :

- * L'eau s'y rencontre en permanence à l'état liquide**
- * La lumière solaire la baigne d'un flux continu, il constitue le seul apport énergétique au système.**

C'est grâce à cette énergie que les végétaux et les animaux indirectement élaborent toutes les substances organiques dont ils ont besoin pour produire l'énergie mécanique, chimique, et osmotique etc...nécessaire à leur croissance, leur reproduction et leur fonctions de relation.



LA BIOSPHÈRE

Les trois parties de la biosphère

1- L'hydrosphère

2- La lithosphère

3- L'atmosphère

L'hydrosphère

- ▣ L'hydrosphère est la partie de la biosphère qui a toute l'eau de la Terre (des océans, des rivières et des lacs)

Water on Earth: The Hydrosphere

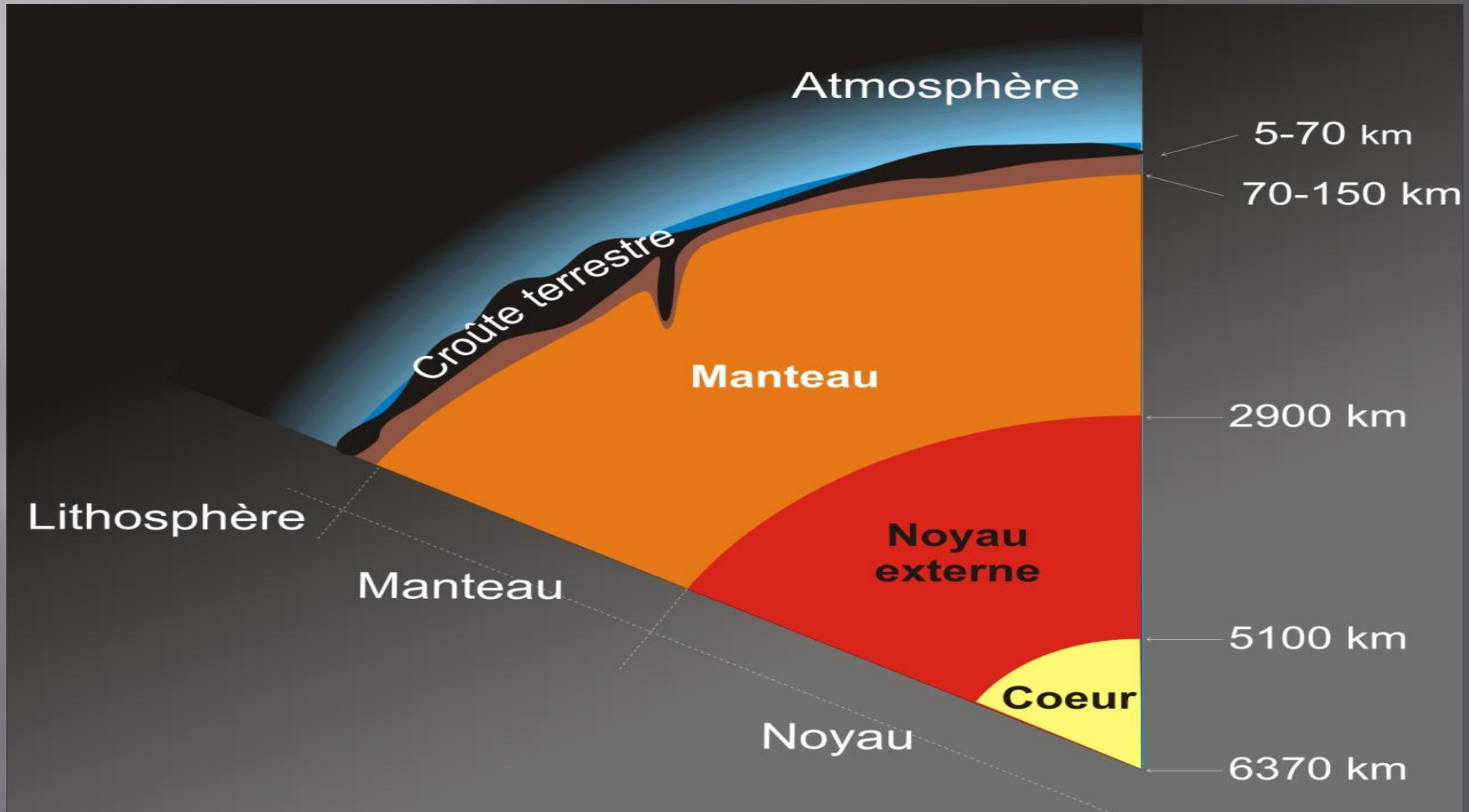


ERBS 8
800 UTC
September 2, 1994
Red: Visible
Green: Visible

Photo Source: NASA Images

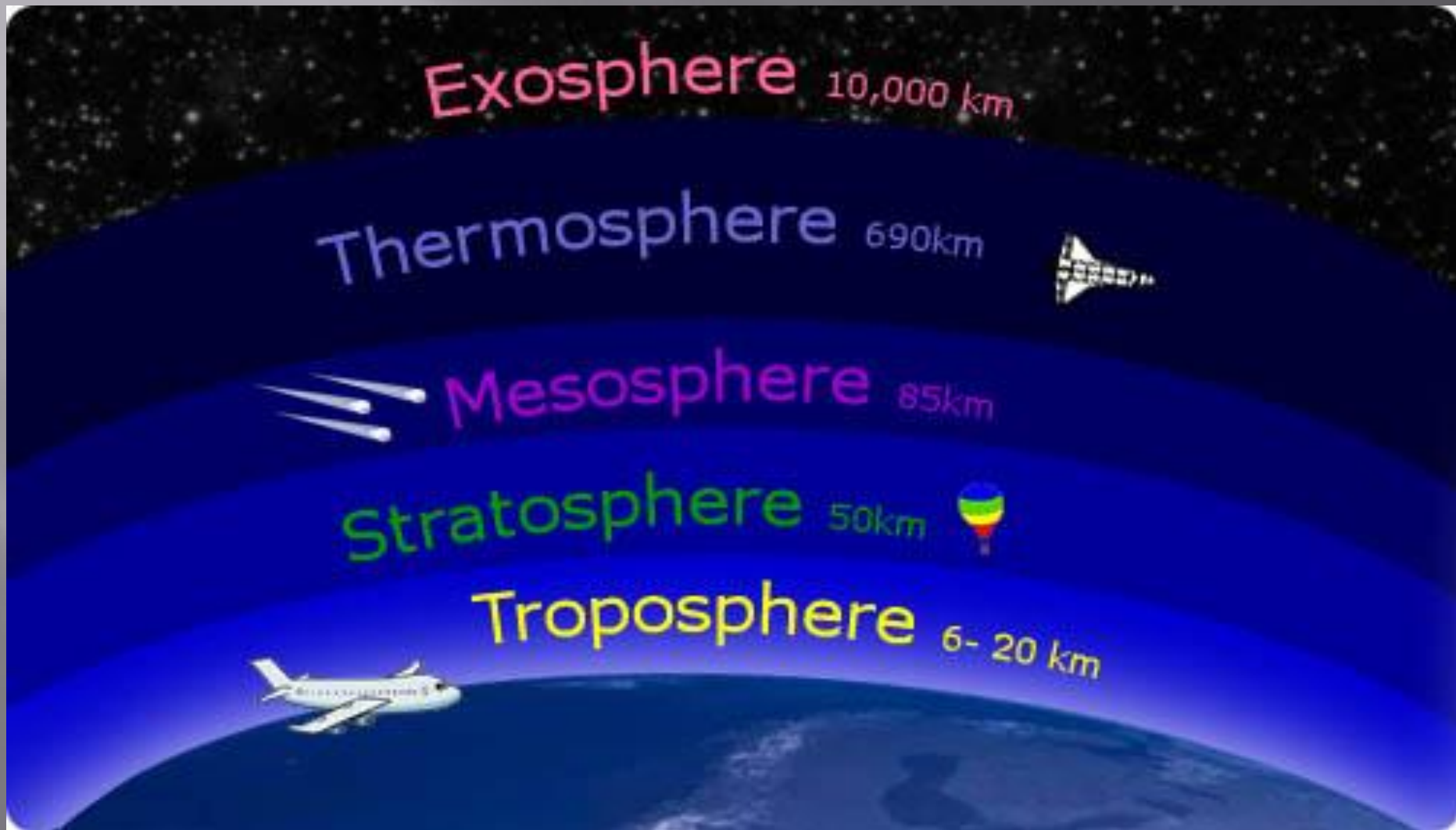
La lithosphère

- ▣ La lithosphère est la matière minérale solide qui couvre la Terre.



L'atmosphère

- ▣ L'atmosphère est la couche d'air qui entoure l'hydrosphère et la lithosphère.



L'atmosphère

L'atmosphère terrestre constitue un compartiment essentiel de l'écosphère.

Sa structure ses propriétés physico chimiques conditionnent l'intensité et les caractéristiques du flux solaire accédant à la surface des écosystèmes.

Par ailleurs l'absorption par l'atmosphère d'une fraction du flux solaire incident est à l'origine des mouvements des grandes masses d'air et donc des climats

Structure de l'atmosphère

- * Il est constitué par à ensemble de couches gazeuses dont la densité décroît avec l'altitude**
- * Troposphère région la plus basse de 0 à 12 km**
- * Stratosphère de 12 à 40km**
- * Mésosphère de 40 à 80km T°-90°C**
- * Thermosphère T° 1400°C**

Le flux d'énergie

L'énergie nécessaire pour la biosphère est la photosynthèse , grâce aux plantes vertes qui sont capables de transformer l'énergie solaire en matières organiques à partir du gaz carbonique , l'eau



Le flux solaire conditionne le jour et la nuit

Aussi les saisons

Les climats des écosystèmes terrestres

**L'existence des saisons provient de ce
l'axe de rotation de la terre**

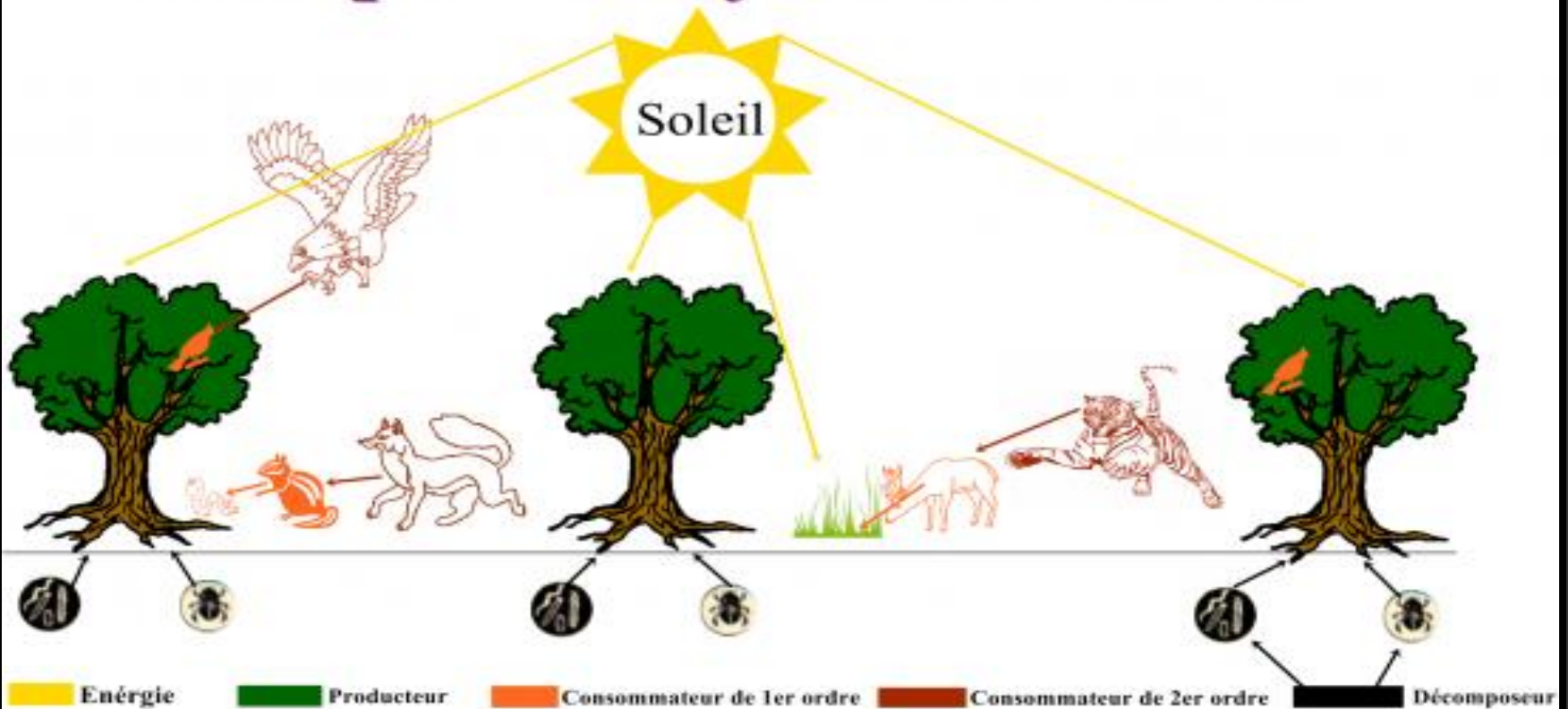
**(axe polaire) n'est pas perpendiculaire
au plan de l'orbite terrestre lequel
est dénommé plan de l'écliptique**

L'organisme vivant dans son environnement

Ecosystème

En écologie, un **écosystème** est un ensemble formé par une communauté d'êtres vivants en interrelation (biocénose) avec son environnement (biotope).

Exemple d'écosystème terrestre



Les facteurs écologiques

c'est-à-dire **les facteurs du milieu** qui agissent sur les êtres vivants se classent en deux catégories :

Les facteurs abiotiques (ou physico-chimiques), généralement indépendants de la densité de la population) .

Les facteurs biotiques (interactions des êtres vivants entre eux), le plus souvent dépendant de la densité de la population (nourriture disponible, pression de prédation).

Le milieu au sens écologique

du terme

Le milieu est l'environnement abiotique et biotique des êtres vivants.

Milieu abiotique (relatif au milieu physico-chimique)

Température, eau, lumière, vent et sol.

Milieu biotique (relatif aux vivants)

Relations entre les individus de la même espèce et entre individus d'espèces différentes.

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

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

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

**d) Les organismes
développent des types
d'adaptations pour parer
aux conditions abiotiques
défavorables**

Chaque facteur abiotique entraîne des adaptations chez les organismes qui veulent y faire face.

a) Température

b) Eau

c) Lumière

d) Vent

e) Sol

I- Facteurs climatiques :

Qui sont:

**la température,
l'éclairement,
les précipitations,
le vent... etc.**

**Le climat peut être considéré à
plusieurs niveaux :**

I-1 Rôle écologique des facteurs climatiques

A- Action de la température :

▣ La température est un important facteur de distribution des organismes car elle présente de grandes fluctuations sur la planète selon la latitude et la saison.

Importance de la température pour le vivant

- ▣ L'intervalle de température viable pour une cellule se situe entre 0°C à 45°C.
- ▣ En deçà de 0°C, les cellules gèlent et se rompent et au-delà de 45°C, les protéines se dénaturent.

- ▣ À l'intérieur de cet intervalle, les réactions chimiques cellulaires sont possibles ; elles s'accélèrent, cependant, avec l'augmentation de température et elles ralentissent s'il fait plus froid.
- ▣ Il existe un intervalle thermique idéal pour chaque espèce.
- ▣ Les être vivants recherchent toujours les milieux qui leur offrent des conditions optimales.

B- Action de l'humidité : EAU

Dans la biosphère, l'eau permet la distribution des éléments essentiels au vivant, elle dissout:

- 1. L'oxygène ,**
- 2. Le gaz carbonique et**
- 3. Les sels minéraux.**

Toutes les réactions biochimiques qui ont lieu dans un organisme nécessitent de l'eau liquide, au point qu'un être vivant est, en moyenne, constitué de plus de la moitié de son poids en eau:

- ▣ 50% pour le bois,**
- ▣ 65% pour l'homme,**
- ▣ 80% pour le ver de terre,**
- ▣ 95% pour une méduse**

▣ Les êtres vivants ont été classés en fonction de leur besoin en eau en divers groupes :

L'humidité du milieu a une influence sur:

- ▣ La longévité des végétaux,**
- ▣ La vitesse de développement,**
- ▣ La fécondité,**
- ▣ Le comportement,**
- ▣ La répartition géographique...**

C- Action de la lumière :

La lumière est essentielle pour les êtres vivants photosynthétiques.

La quantité et la qualité de la lumière parvenant aux organismes vivants vont influencer sur leur:

- **biologie,**
- **morphologie,**
- **comportement.**

Elle agit sur les rythmes biologiques

A côté de ces facteurs dit principaux

- ▣ **température,**
- ▣ **humidité,**
- ▣ **lumière...,**

Il existe d'autres facteurs dits secondaires :

- ▣ **le vent,**
- ▣ **la pression atmosphérique,**
- ▣ **ionisation de l'air,**
- ▣ **champ électrique...**

D- Action du vent

Il assure la pollinisation chez les plantes à fleurs qu'on dit, alors:

Anémophiles (Anémogamie) par opposition aux

Entomophile (Entomogamie, besoin d'insectes pollinisateurs) ou aux

Hydrophiles (Hydrogamie, pollinisation grâce à l'eau).

le vent assure également la dissémination des graines (ou des fruits non charnus) de pas mal d'espèces

Le vent est un facteur mineur de distribution des organismes.

Effets négatifs du vent sur les organismes

1. Le vent refroidit les organismes. Le vent accentue les effets de la température froide car il accroît la perte de chaleur par vaporisation.
2. Le vent assèche les organismes. Le vent accentue les effets d'un manque d'eau car il accroît les pertes d'eau en augmentant la transpiration.

Adaptations des arbres pour contrer le vent

Les bourgeons situés au vent se développent moins bien et les branches cassent.

Les bourgeons situés sous le vent **sont mieux protégés et se développent mieux.**

La dissymétrie observée n'est donc pas un mouvement dû au vent comme celui d'un drapeau mais une dissymétrie du développement.

II- Facteurs édaphiques

Ce sont des facteurs liés au substrat : sol ou eau.

Ils peuvent être chimiques

- ▣ acidité,
- ▣ salinité, etc....

ou physique

- ▣ structure et porosité du sol,
- ▣ vitesse du courant d'une rivière...

II-1 : L'eau comme facteur écologique :

**Les eaux douces
comprennent aussi bien:**

- ▣ les eaux dormantes: lacs et barrages et**
- ▣ les eaux courantes: rivières, ruisseaux fleuves...**

II 2 : Le sol

Plusieurs facteurs abiotiques interviennent sur la faune du sol, on se limitera à quelques uns :

A- l'eau dans le sol :

Il existe des espèces animales qui exigent une forte humidité au niveau du sol d'autres se contentent d'une faible humidité.

B- La texture du sol :

Correspond à sa composition granulométrique: taille des grains

Elle concerne surtout la terre fine.

- sables : de 2 mm à 50 μm**
- limons : de 50 μm à 2 μm**
- argiles : < 2 μm**

C- la salinité :

La salinité est une mesure de la concentration des minéraux dissous dans le sol.

Il existe des espèces végétales supportant l'excès du sel ex: halophiles (Atriplex, famille des chenopodiacées

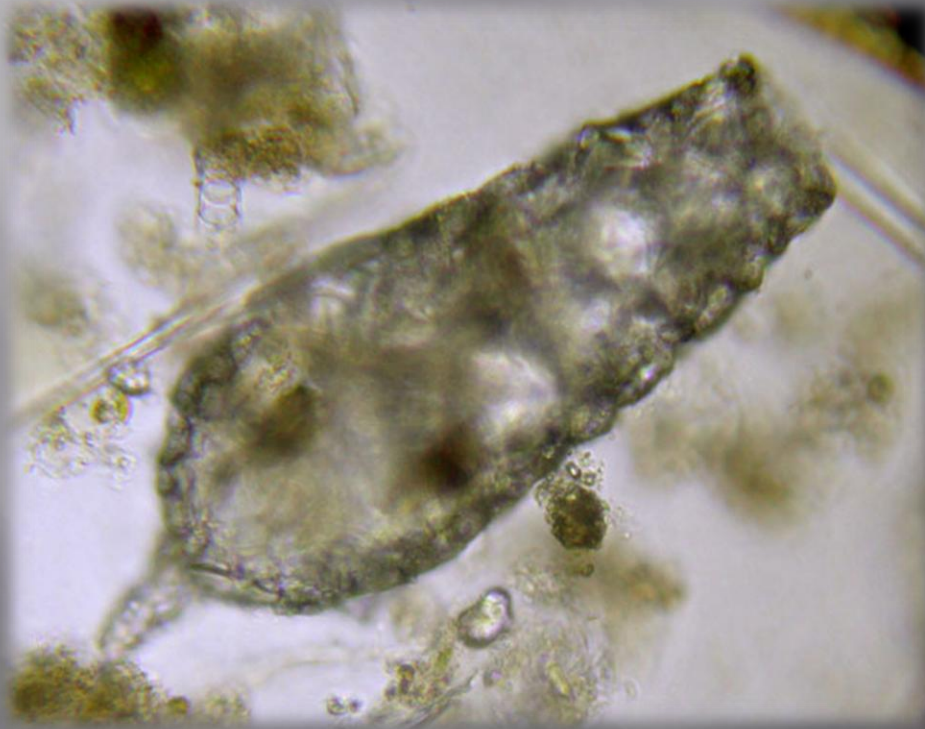
D'autres ne supportent pas l'excès de salinité, halophobes

D- Le pH :

le pH du sol dépend:

- **de la nature du sol,**
- **de la nature du couvert végétal et**
- **des conditions climatiques.**

- ▣ Il existe des espèces acidophiles qui recherchent des sols à pH inférieur à 6 : quelques Thécamébiens, et quelques lombrics.



Thécambiens



lombric

- ▣ Des espèces neutrophiles (les plus nombreuses) qui vivent dans les sols à pH compris entre 6 et 7 :

Ex: Thalictrum



- Des espèces basophiles qui se rencontrent dans les sols dont le pH est supérieur à 7 : *Centropyxis*





الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف
Université Hassiba Benbouali de Chlef

كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Science de la Nature et de la Vie



Module: Interaction Plante-Milieu



Présenté par Dr: N,BELMILOUD

Contenu de la matière :

- MORPHOGENÈSE, CROISSANCE, DÉVELOPPEMENT des plantes
- Interactions plante- environnement
- contrôle du développement par les facteurs de l'environnement,
- réponses aux stress environnementaux,
 - stress hydrique
 - stress salin
 - stress thermique
 - stress lumineux
- Amélioration de la résistance aux stress environnementaux chez les espèces d'intérêt agronomique
- Adaptations aux contraintes biotiques –
 - Interactions plantes-bioagresseurs
 - -Introduction à la pathologie végétale :
 - classification, symptomatologie, processus parasitaire des principaux agents pathogènes.
 - Mécanismes de défense des plantes : étapes de reconnaissance, voies de signalisation et mécanismes de défense (défense passive/active, métabolites antimicrobiens, la résistance systémique acquise, la réaction hypersensible).

Objectif

- ▶ Voir les différentes relations entre une plante et son milieu ainsi
- ▶ que voir le métabolisme nutritionnelle et fonctionnelle de la plante

1, définition des végétaux:

- Les végétaux sont des **organismes eucaryotes chlorophylliens** (plantes à fleurs, fougères, algues). Immobiles, à l'exception des algues unicellulaires, ils sont soumis en permanence aux contraintes de l'environnement. Chez les plantes à fleurs, l'appareil végétatif est constitué de racines, tiges et feuilles, les fleurs constituant les organes reproducteurs.



fougères



Algues



plantes à fleurs,

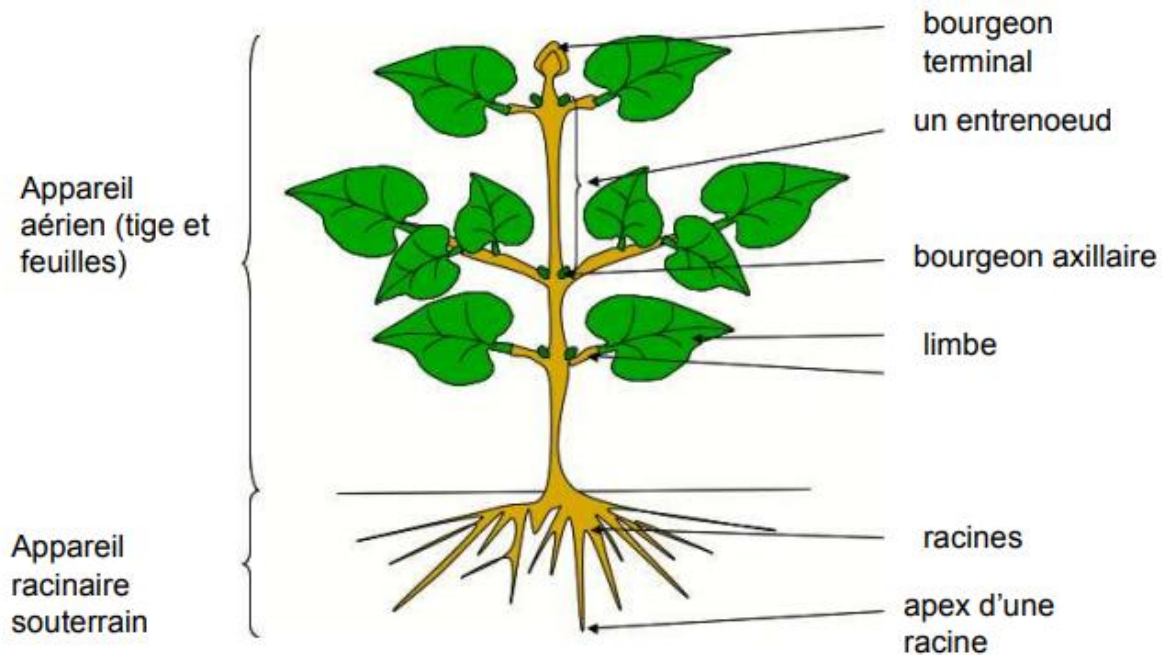
Chaque espèce possède :

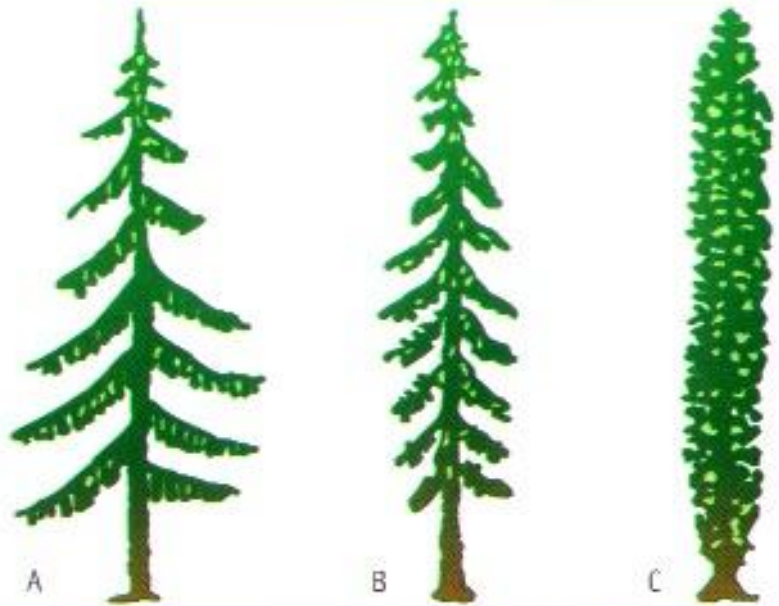
- un appareil végétatif (tige, feuilles, racines) -un appareil reproducteur (fleurs et fruits),

- un appareil aérien et un appareil souterrain.

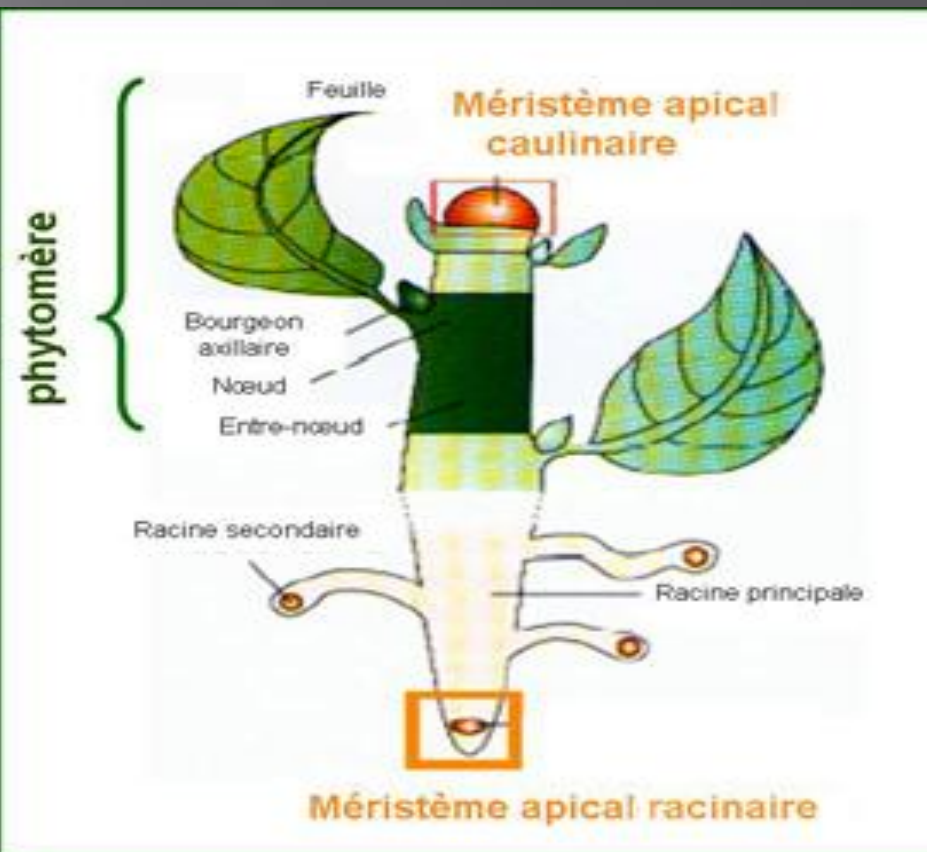
La forme, la taille, la couleur, l'organisation dans l'espace de ces appareils déterminent la morphologie du végétal qui lui est spécifique.

Organisation du végétal





c. Différentes morphologies de l'épicéa : A : forme pyramidale de basse altitude, B : forme intermédiaire d'altitude moyenne et C : forme colonnaire de haute altitude.



- Les tissus végétaux sont constitués de cellules comportant une **paroi pecto-cellulosique** rigide qui n'existe pas dans les cellules animales. Les cellules végétales sont également caractérisées par une ou plusieurs **vacuoles** et, selon le type de cellule, par divers types de **plast**es (chloroplastes, amyloplast).

* La vacuole permet un maintien des bonnes concentrations des éléments dans le cytoplasme, en stockant sélectivement des éléments au sein de sa membrane.

Elle joue aussi un rôle important, pour maintenir une rigidité de certaines structures anatomiques (tige).

- La **croissance des végétaux** est indéfinie : de nouveaux rameaux et racines se développent chaque année. Cette caractéristique, qui n'existe pas chez les animaux, est liée à la présence de **méristèmes**, groupes de petites cellules indifférenciées situés au niveau des bourgeons et à l'extrémité des racines, capables de donner naissance à de nouveaux tissus.
- L'activité des méristèmes est largement contrôlée par les conditions environnementales (température, lumière, eau, etc.).

Il s'ensuit que des plantes de **même génotype** peuvent présenter des phénotypes morphologiques variés en fonction des contraintes subies.

2- Morphologie végétale:

La morphologie végétale consiste à décrire:

- la **forme** et
- la **structure externe** des plantes et de leurs organes

À ne pas confondre avec l'**anatomie**, qui s'intéresse à la **structure interne**, la classification des plantes en espèces, et leur identification pratique sur le terrain, repose d'abord sur des critères **morphologiques**

- La disposition relative des différents organes (tiges, feuilles, racines) constitue le **port végétal**.

- La construction du **port** du **végétal** (= **morphogenèse**) se met en place à partir de territoires spécifiques (=les **méristèmes**) de la plante situés aux extrémités (apex) des tiges et des racines.
- C'est à ces niveaux que les gènes contrôlant la **morphogenèse** s'expriment.

Comme chez les animaux les végétaux possèdent des gènes de développement, mais qui s'expriment tout au long de la vie plante.

Définition de la croissance

La croissance est l'augmentation continue de toutes les dimensions de la plante : longueur, largeur, diamètre, surface, volume et masse.

- La croissance d'une plante entière (ou d'un couvert végétal) fait intervenir en fait deux phénomènes :
 - la croissance en dimension de chacun des organes après leur initiation : c'est la croissance au sens strict ;
 - la multiplication du nombre de ces organes : c'est la liaison avec le développement.

La croissance d'un organe est: le résultat de l'augmentation du nombre de cellules qui le constituent et de la taille des cellules individuelles.

Elle s'effectue dans les méristèmes

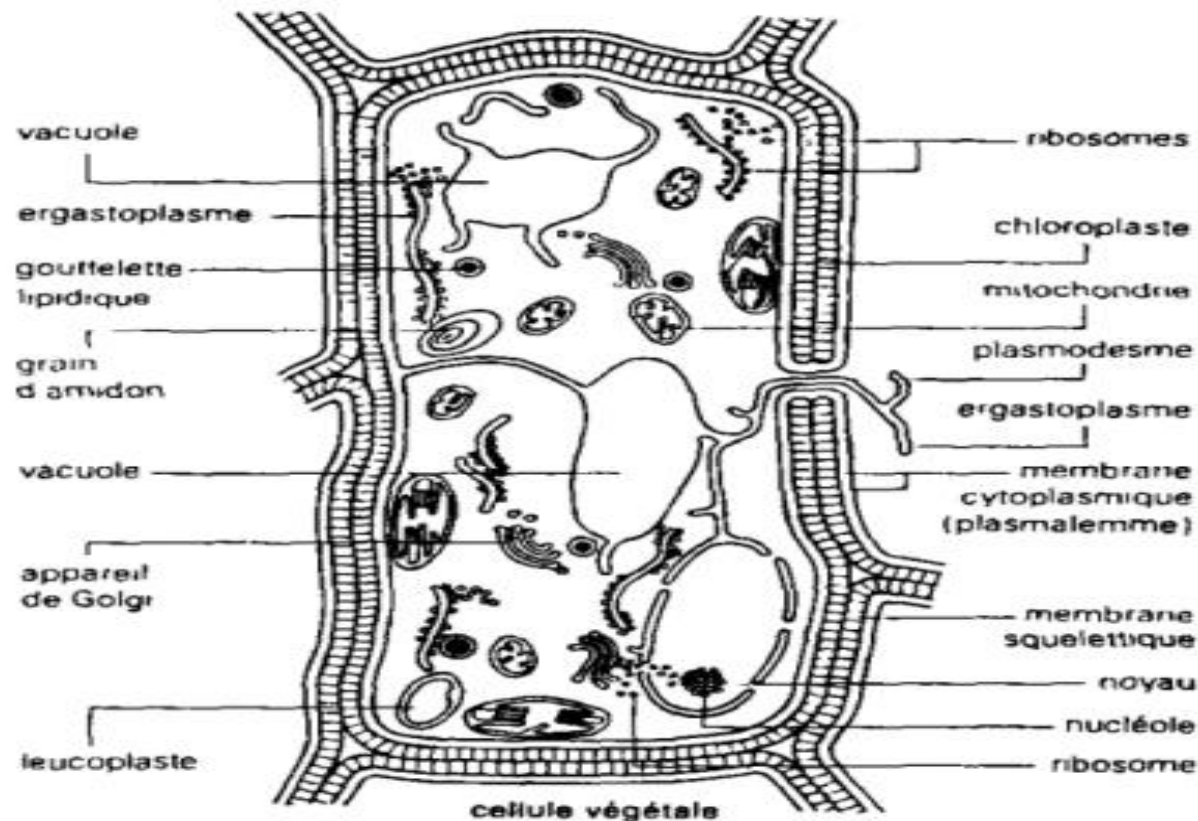
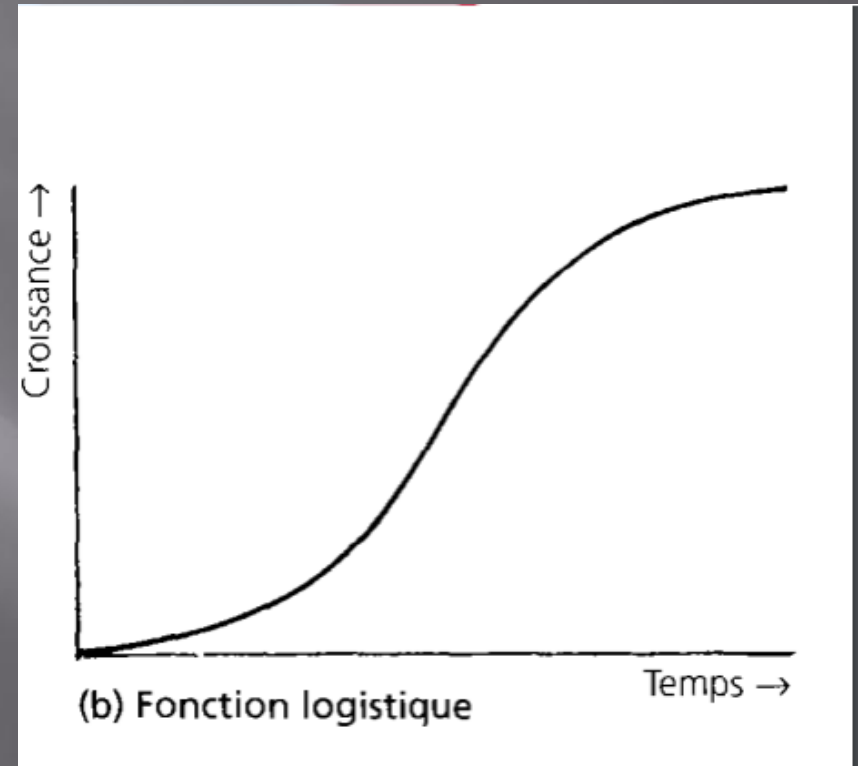


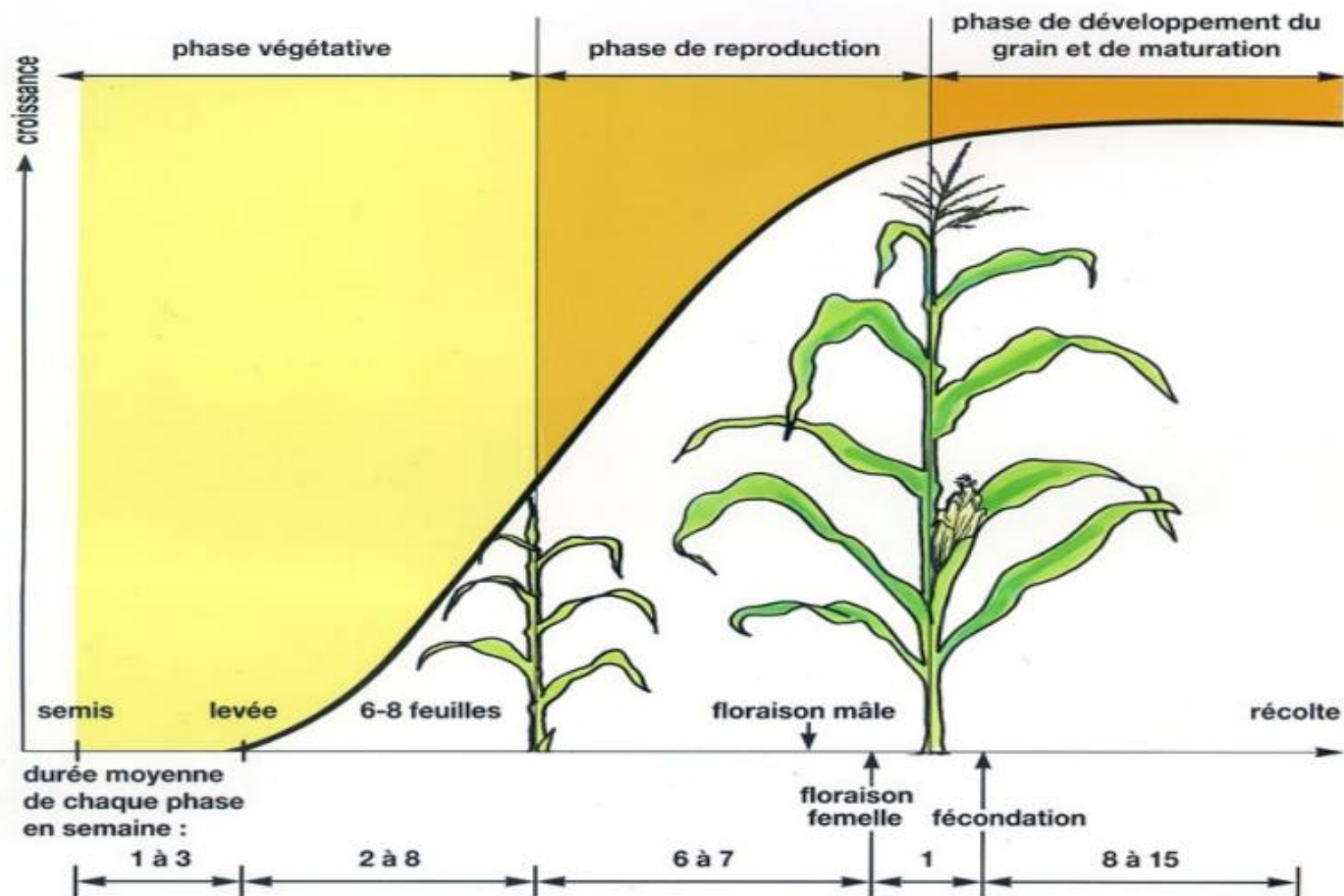
Figure 6 3. Structure d'une cellule végétale
 Source . Larousse agricole (1981), p 244

Croissance des organes

La courbe de croissance typique d'un organe ou d'une plante entière suit cette allure, qui présente généralement trois phases distinctes :

- une phase initiale de nature exponentielle ;
- une phase linéaire de croissance active ;
- une phase plateau caractérisée par la cessation de croissance.

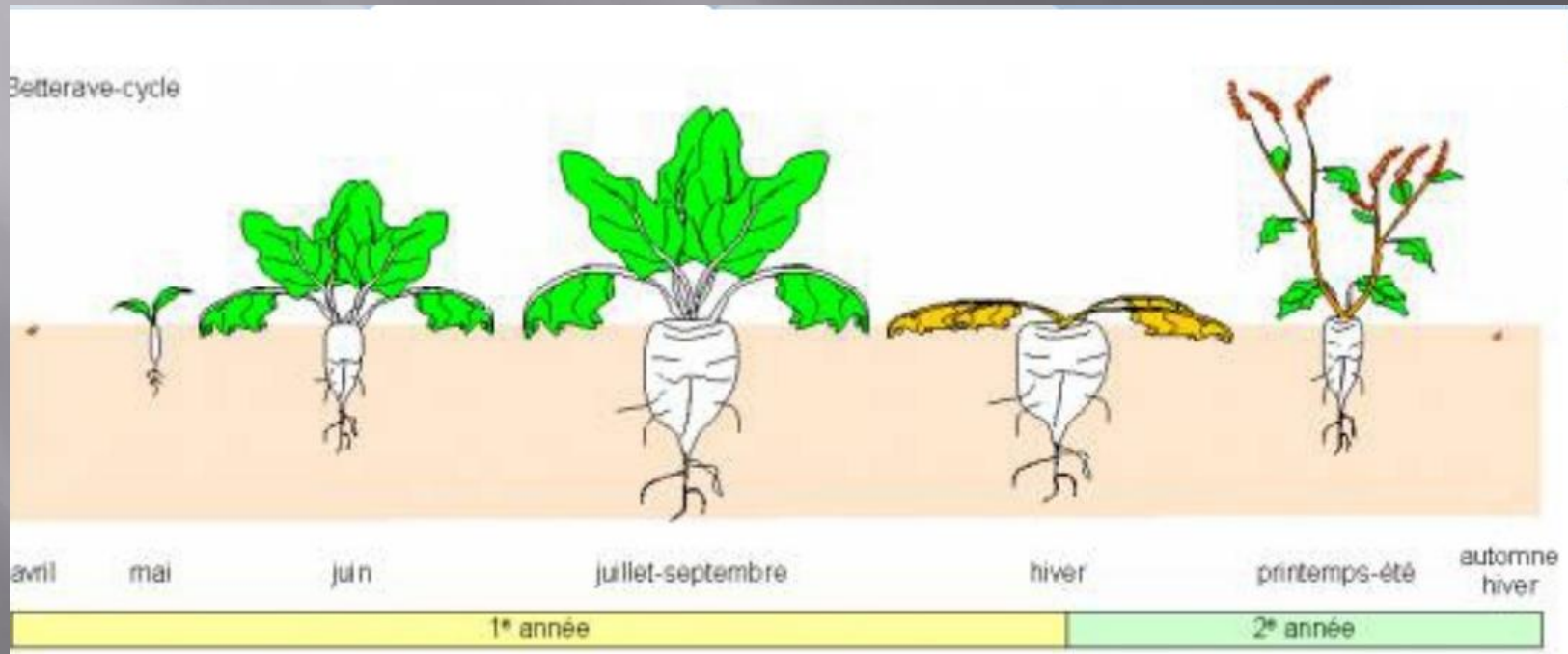




Source : ARVALIS - Institut du Végétal

DÉVELOPPEMENT

- Le développement représente l'ensemble des transformations **qualitatives** de la plante liées à l'initiation et à l'apparition de nouveaux organes.



Les facteurs de la croissance et du développement

1- Hormones végétales:

Définition : Composé organique qui, synthétisé dans une partie de la plante et transporté dans une autre partie, cause une réponse physiologique, à de très faibles concentrations.

2- Hormones de croissance

- Les auxines:

- activent l'élongation des coléoptiles et des tiges,
- favorisent le phototropisme et le géotropisme,
- jouent un rôle important dans l'initiation et la formation des racines, adventives,
- inhibent l'élongation racinaire.

La production des auxines est inhibée par la déficience en zinc et en phosphore

- Les cytokinines :

- jouent un rôle important dans la germination
- favorisent la division
- activent l'initiation des feuilles, des tiges et des stolons,
 - favorisent l'extension des feuilles et des cotylédons ainsi que le transport des nutriments.
- inhibent la sénescence des feuilles et permettent la levée de la dormance des graines

le stress hydrique, les hautes températures et les conditions d'hydromorphie inhibent la production des cytokinines dans les racines et leur transport vers les parties aériennes.

- les gibbérellines:

- activent la germination des semences, l'élongation des tiges, l'expansion des feuilles, la floraison des plantes de jours longs et la croissance des fruits,
- lèvent la dormance des semences et la dominance apicale.
- inhibent la sénescence des feuilles et la maturation des fruits. l'excès d'eau et par l'effet des jours courts inhibent la production des gibbérellines

3-Hormones de stress:

- **L'éthylène:**

- Favorise la maturation des fruits, la sénescence des feuilles et la chute des organes
- inhibe la division cellulaire ainsi que le géotropisme des tiges et des racines.

La production de l'éthylène est stimulée par la maturation des fruits, la sénescence des feuilles et des fleurs, le stress hydrique. Elle est inhibée par la lumière et par des conditions d'anaérobie.

- **L'acide abscissique.**

- favorise la fermeture des stomates, la sénescence des feuilles, la dormance des bourgeons, et la formation des tubercules et des racines adventives,
- inhibe la germination des semences, la croissance des bourgeons axillaires, l'élongation des tiges et des racines, et l'initiation florale.

Le stress hydrique, l'excès d'eau, la déficience en éléments minéraux et la salinité augmentent la production de l'acide abscissique.

Interaction des plantes avec leurs environnement:

Les êtres vivants sont étroitement soumis aux conditions de leur environnement et ces dernières déterminent leur répartition dans les divers écosystèmes de la planète.

C'est particulièrement le cas des plantes qui, contrairement à la plupart des animaux, ne peuvent se déplacer pour changer de milieu, même si l'aire de répartition d'une espèce peut se modifier sous l'action de changements climatiques, comme on l'observe actuellement.

les principaux facteurs influençant la répartition des végétaux sont:

- la **disponibilité de l'eau**,
- la **température**,
- la **lumière**,
- la **nature du sol**
- et l'**action des autres êtres vivants** (bactéries, champignons, animaux herbivores, etc.).

D'autres facteurs moins importants, comme le vent, peuvent aussi intervenir.

Si tous ces facteurs agissent en même temps, il suffit que l'un d'eux sorte de la zone de tolérance d'une espèce pour que cette espèce soit éliminée.

On définit la **zone de tolérance**, pour un facteur écologique donné, comme la zone comprise entre la **valeur minimale** et la **valeur maximale** compatibles avec la survie de l'organisme considéré.

Les végétaux constituent ainsi des groupements naturels caractérisés par un ensemble d'espèces, ensemble différent selon les climats, les régions (altitude et latitude), la nature du sol, etc.

- La disponibilité de l'eau est un des facteurs essentiels de la répartition des végétaux. Deux exemples extrêmes, celui des milieux aquatiques et celui des milieux secs, vont nous permettre de souligner l'importance de l'environnement pour la vie et la répartition des plantes.

1. Les milieux aquatiques

Les milieux aquatiques présentent des caractéristiques physiques très différentes de celles des milieux aériens : la densité de l'eau est très supérieure à celle de l'air, sa capacité calorifique et son inertie thermique sont plus élevées, les gaz, en particulier l'oxygène et le gaz carbonique, s'y trouvent sous forme dissoute et leur concentration dans l'eau dépend de la température.

En outre, l'eau absorbe la lumière visible, plus ou moins fortement selon la longueur d'onde, et la lumière solaire ne pénètre pas au-delà de 100 m de profondeur. Enfin, l'eau de mer contient une quantité importante de sels dissous, généralement comprise entre 30 et 35 g par litre, ce qui confère au milieu marin des propriétés particulières.



Une plante entièrement immergée, l'élodée du Canada



Une plante aux feuilles flottants, le nénuphar

Les plantes aquatiques sont généralement dépourvues de bois, un matériau fibreux et dur qui assure la rigidité du tronc et des branches. En revanche, elles possèdent souvent des lacunes remplies d'air qui leur permettent d'avoir un port dressé dans l'eau.

2. Les milieux secs

Un milieu peut être physiquement sec, c'est-à-dire être dépourvu d'eau, comme c'est le cas pour les déserts, les étendues de sable ou encore les calcaires fissurés.

Un milieu peut aussi être physiologiquement sec, c'est-à-dire que l'eau qui y est présente n'est pas disponible pour les plantes. Ce peut être en raison de l'état physique de l'eau (glace, neige) ou de la présence d'une importante quantité de sels dans le sol.

Les plantes vivaces qui occupent des milieux secs présentent divers dispositifs permettant de minimiser les besoins en eau.

-On les appelle **xérophytes** (du grec xeros, sec et phuton, plante): Elles possèdent généralement des **feuilles recouvertes d'une cuticule imperméable et portant un nombre réduit de stomates** (les orifices à travers lesquels se produisent les échanges d'oxygène, de gaz carbonique et de vapeur d'eau) ou d'autres dispositifs limitant la transpiration et donc les pertes d'eau (feuilles réduites ou enroulées sur elles-mêmes, poils épidermiques, feuilles transformées en épines, voire absentes).

Elles sont le plus souvent munies de racines très étendues ou de rhizomes très longs, ce qui permet, soit de couvrir une surface très étendue, soit d'atteindre de l'eau en profondeur. D'autres sont dotées de bulbes ou de tubercules qui stockent l'eau à la moindre pluie.

- Une autre stratégie existe chez les plantes appelées **éphémérophytes**, que l'on trouve essentiellement dans les déserts. Elles poussent très rapidement à partir des graines à la moindre pluie et ont un cycle vital très bref qui se termine par la production de nombreuses graines capables de conserver longtemps leur pouvoir germinatif.

D'autres possèdent des organes souterrains, comme des rhizomes ou des tubercules, qui restent en vie ralentie pendant les années de sécheresse et redonnent les parties aériennes, tiges et feuilles, dès qu'il pleut.

Enfin, on appelle plantes **succulentes** (du latin *sucus*, suc) ou plantes **grasses**, des plantes dont les **feuilles**, les **tiges** ou les **racines** sont charnues et qui stockent de l'eau en cas de pluie et la consomment pendant les périodes de sécheresse, comme les cactées ou les euphorbes.



Quelques cactus

Réponses au stress environnementaux

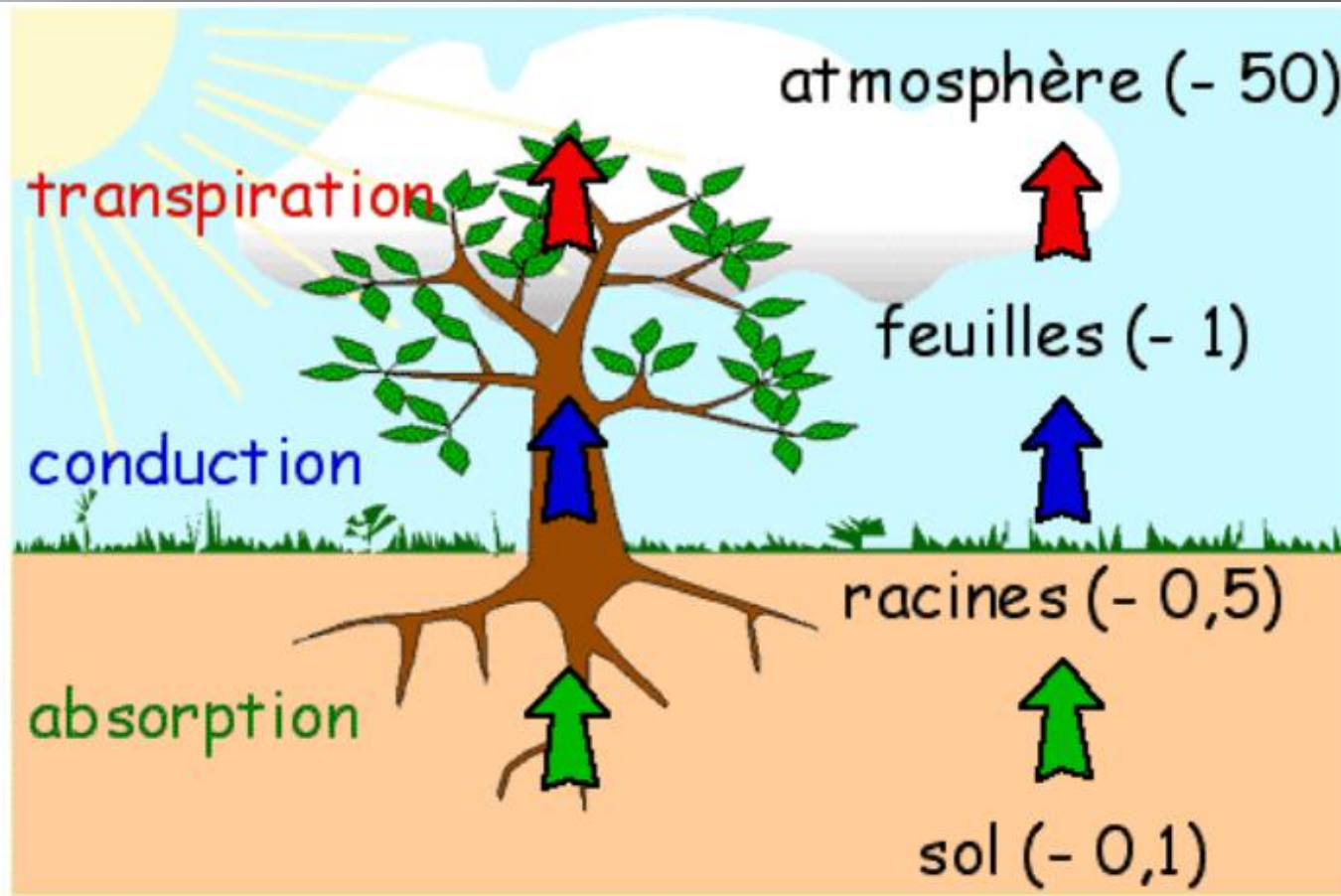


Figure 1. La plante et son environnement hydrique. L'eau absorbée dans le sol par les racines est conduite dans toutes les parties de la plante. Une partie est éliminée dans l'atmosphère par la transpiration. A droite, sont notées les valeurs du potentiel hydrique en Méga-Pascal (MPa) des différents partenaires. © Biologie et Multimedia

Quand la plante est-elle en déficit hydrique ?

Sécheresse (drought stress)
Salinité de l'eau (salt stress)
Froid (cold-freezing stress)



Stress hydrique, osmotique

Réponses communes
Réponses spécifiques

- I. stress hydrique, ou osmotique: est le stress subi par une plante placée dans un environnement qui amène à ce **que** la **quantité d'eau transpirée** par la plante soit supérieure à la **quantité qu'elle absorbe**.

- I. Le stress hydrique et salin est celui qui affecte de manière importante les végétaux. C'est même la tolérance à ce stress qui détermine la répartition des végétaux sur la surface de la terre. On distingue ainsi :

Les plantes **xérophytes** qui vivent dans les milieux très arides.

- Les plantes **Mésophyte** qui vivent dans les milieux tempérés.
- Les plantes **Ombrophiles** qui vivent dans les milieux très humides
- Les plantes **Glycophytes** qui sont sensibles la salinité.
- Les plants **Halophiles** qui aiment ou qui tolèrent la salinité.

Le stress hydrique peut être provoqué par tout phénomène qui **diminue l'approvisionnement en eau** par l'absorption ou qui augmente sa **perte par transpiration** :

- ❖ la sécheresse
- ❖ la salinité de la solution du sol
- ❖ le froid
- ❖ la pourriture des racines liée à l'engorgement du sol en eau ou aux maladies racinaires

Les réactions des plantes à la sécheresse dépendent :

- de la vitesse d'évaporation de l'eau,
- de la durée du déficit hydrique,
- de l'espèce (mais aussi de la variété, donc du génotype)

Au niveau cellulaire, les réactions varient en fonction de :

- l'organe considéré,
- du type de cellule,
- du stade de développement de la plante.

III. stress osmotique: et les mécanismes qui permettent aux plantes de lui résister.

les plantes ont **deux** options pour s'adapter au stress osmotique :

- augmenter l'approvisionnement en eau par l'absorption
- diminuer les pertes par évapotranspiration

Les adaptations sont d'ordre :

- **Anatomique** : feuilles succulentes (font partie des organes charnus), organes charnus, système racinaire bien développé.
- **Métabolique** : photosynthèse (ouverture des stomates et absorption du CO₂ pendant la nuit), ajustement osmotique (production d'osmoprotecteur), détoxification (baisser les effets négatifs des radicaux libres).

Ces adaptations sont très poussées chez les xérophytes et les halophytes. Ceci leur permet d'occuper des milieux extrêmement arides ou salins.

❑ Réponses au stress hydrique : Végétaux adaptés (Xérophytes)

A. Adaptations anatomiques et morphologiques

- Système racinaire de surface
- Système racinaire profond
- Accumulation d'eau
- Réduction surface foliaire
- protection des stomates



B. Adaptations métaboliques :

- Photosynthèse (CAM) (pour Crassulacean Acid Metabolism = métabolisme acide des Crassulacées) est un type de [photosynthèse](#) qui permet à certaines plantes terrestres chlorophylliennes de [fixer le carbone](#). Ce métabolisme concerne les [plantes grasses](#) , Le nom du métabolisme vient de la famille de la plante où il a été observé pour la première fois, soit chez les [Kalanchoe](#) de la famille des [Crassulacées](#).
- Biosynthèse de composés protecteurs (osmotiques, structuraux)
- Mise en place de systèmes de détoxification (des espèces réactives d'oxygène).
 - Systèmes de réparation

□ Ajustement Osmotique

L'eau se déplace spontanément d'un compartiment à potentiel hydrique faible vers des compartiments à potentiel hydrique élevé. Il dépend de l'humidité du compartiment ou de sa **concentration en sel**.

-En temps d'un fonctionnement normal, l'eau a tendance à se déplacer du sol vers les racines (absorption), de la racine vers les feuilles (conduction) et de la feuille vers l'atmosphère (transpiration).

-Les plantes peuvent être confrontées à des situations où la transpiration est plus élevée que l'absorption. Leur équilibre hydrique se trouve compromis et elles déclenchent une chaîne de réactions dont l'ultime résultat peut être la sénescence.

Ces situations arrivent lors d'une:

- forte sécheresse,
- lors de maladies racinaires (pourriture, nématode)
- quand la solution du sol est riche en sel .

Les plantes doivent donc trouver un moyen d'ajuster leur potentiel hydrique de manière à maintenir un bilan hydrique à des niveaux compatibles avec le fonctionnement de leur métabolisme.

Dans ce genre de situation les plantes doivent ajuster la pression osmotique de leurs tissus et leurs cellules pour augmenter l'absorption et baisser la perte d'eau par transpiration.

Elles y arrivent en **accumulant** les **osmolytes** (sels, molécules organiques) dans le cytoplasme de leur cellule.

Cependant, à forte concentration, les sels altèrent des protéines indispensables aux métabolismes de la plante.

D'où l'accumulation chez les plantes adaptées à vivre dans des conditions extrêmes d'aridité et de salinité de molécules dites osmoprotectants ou osmoregulateurs, qui permettent d'ajuster leur pression osmotique **sans** altérer leur métabolisme.

Ces molécules (osmorégulatrices) font partie des acides aminés et leur dérivés, de sucres ou d'alcool. Les plus efficaces et les plus fréquentes dans le règne végétal sont :

- la glycine bêtaïne:
- la proline
- le mannitol
- le tréhalose
- le saccharose
- le pinitol

❑ Neutralisation des radicaux libres

Les radicaux libres : sont des ions ou des molécules **agressives** qui altèrent plusieurs constituants de la cellule (protéines, enzymes, pigments, ADN, lipides, membranes).

Ils s'accumulent dans les cellules végétales lors d'un stress suite à une altération de la chlorophylle et de la réaction de la photosynthèse (mauvaise oxydation de l'eau).

Les plantes se protègent contre les radicaux libres par deux types de mécanismes :

1- Mécanismes de prévention : lors d'un stress la plante déclenche des mécanismes de protection de la chlorophylle pour empêcher la formation des radicaux libres.

2-Mécanismes de détoxification : après la formation des radicaux libres, la plante déclenche des réactions de détoxification pour inhiber leurs actions.

Parmi les molécules qui interviennent dans ces mécanismes :

les caroténoïdes

l'acide ascorbique (vitamine C)

le tocophérol

le glutathion

les Flavonoïde

les Osmorégulateurs comme la proline et la glycine bétaine

Stress abiotique → signal → perception du signal → seconds messagers
voies de signalisation → expression de gènes → réponses physiologiques

Le stress hydrique

connaissance de ses réponses

Réponses des plantes au stress hydrique

->Réduction de l'expansion foliaire/croissance:

Conséquence **immédiate** de la turgescence (gonflement) des cellules foliaires perdu.

Nécessité de cellules turgescentes pour la croissance. Il suffit d'un faible stress hydrique pour qu'il y est perte de turgescence et arrêt de la croissance.

Donc un stress hydrique maintenu entraine:

- une réduction de la surface foliaire
- une réduction du nombre de feuilles,
- de plus un stress hydrique touche les ramifications.

Il y a donc une baisse globale de la transpiration foliaire ce qui contribue à la tolérance au stress hydrique.

-> Stimulation de l'abscision foliaire:

Un stress hydrique peut induire la sénescence (vieillesse) et/ou l'abscision(détachement) de certaines feuilles de la plante, ce qui permet un ajustement (équilibre) de la surface foliaire totale, variation à long terme qui accentue le degré de résistance.

Ce mécanisme, avec une amplitude nettement plus forte est observé chez les plantes tolérantes, perte de toutes leurs feuilles pendant la sécheresse et récupération dès qu'il y a de l'eau en abondance.

Chez la majeure partie des plantes l'éthylène ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) est l'hormone gazeuse responsable de l'abscision. Au cours du stress hydrique la synthèse d'éthylène est stimulée et il y a une sensibilisation accrue des cellules aux hormones(Augmentation de la synthèse des récepteurs).

***L'acide abscisique (ABA),** induit la sénescence foliaire, ce qui entraîne une dégradation des chlorophylles, de protéines et des acides nucléiques. L'ABA induit dans un second temps la synthèse d'éthylène qui est produit après l'ABA.

***Modification de l'allocation des photoassimilats**

Stress hydrique modéré, entraîne un arrêt de la croissance foliaire d'où une plus grande disponibilité des photoassimilats pour le transport phloémien, notamment vers le système racinaire.

En résulte une augmentation de la croissance racinaire avec un enracinement plus profond et une variation de l'architecture des plantes avec augmentation du ratio MS racines/MS feuilles.

Les plantes en floraison/fructification ont une sensibilité accrue au stress hydrique, effet très inhibiteur, les fruits et fleurs sont des puits dominants des photoassimilats par rapport aux racines.

L'augmentation d'ABA augmente la synthèse **d'aquaporine** qui favorise la conductivité hydraulique en modifiant la perméabilité des membranes à l'eau.

En condition normal:

Taux et production d'ABA très réduit, produit au niveau des chloroplastes et des cellules du mesophylle., Le stroma est alcalin à pH8, l'ABA est alors ionisé sous forme négative. Sous cette forme la membrane n'est pas perméable à l'ABA.

En condition de stress hydrique:

Acidification du stroma(inhibition de la photosynthèse), l'ABA est entraîné vers les stomates par le flux transpiratoire. Si le stress se prolonge une stimulation de la synthèse d'ABA est observé dans les feuilles , seulement après fermeture des stomates§. L'ABA prolonge la fermeture initiale.

Le stress salin:

intervient quand la concentration des sels dans le milieu est très élevée.

Les contraintes liées au stress salin sont de deux types :

- **stress osmotique** qui diminue l'absorption de l'eau par la plante donc expose la plante aux conséquences d'un stress hydrique.
- **stress ionique** qui est lié à la toxicité des ions comme le sodium et le chlore (effet du stress ionique)

Stress abiotiques :

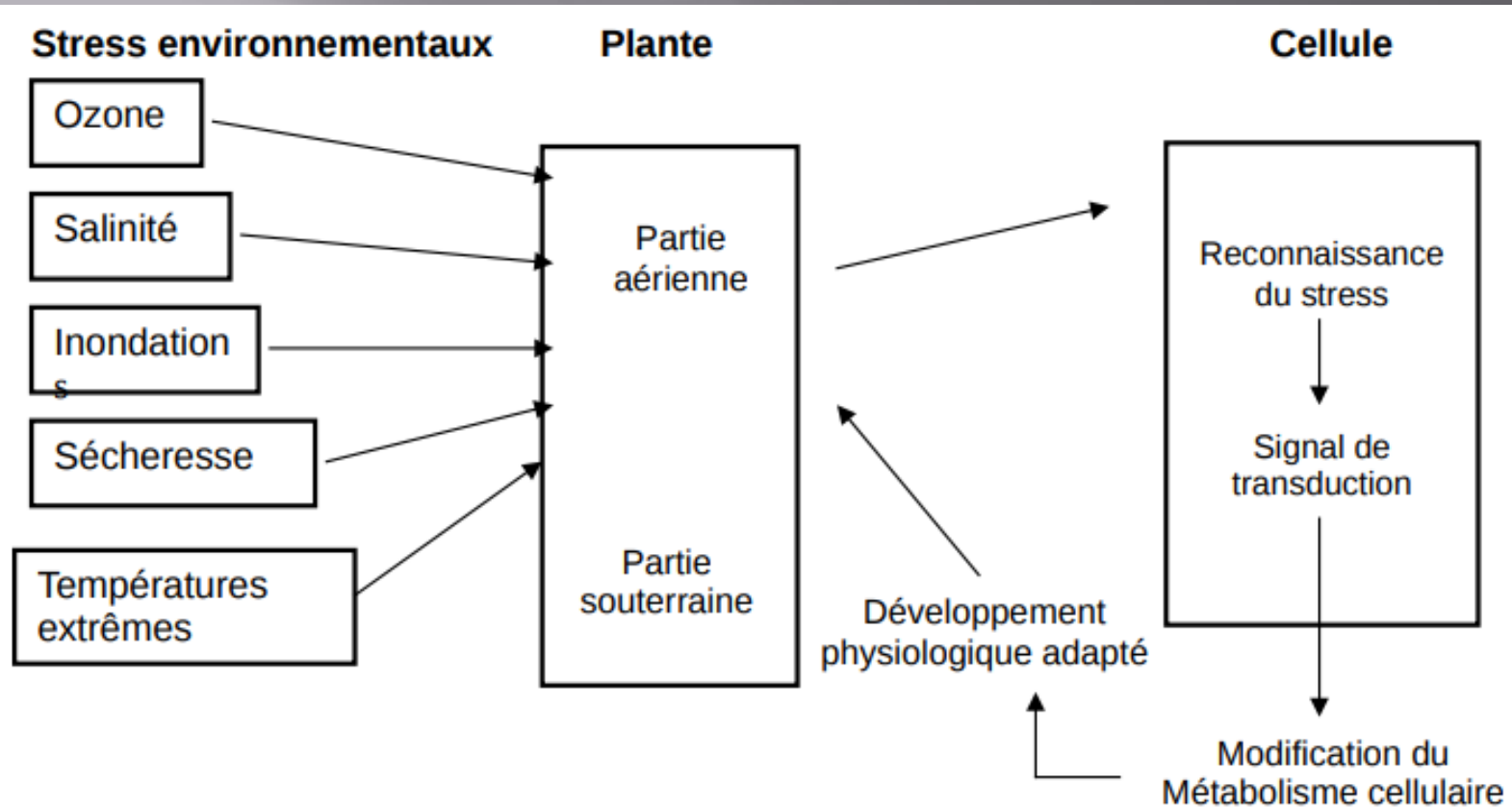
Parmi les conditions environnementales qui peuvent causer un stress abiotique, on distingue :

- les inondations, la sécheresse, les basses ou hautes températures, la salinité excessive des sols ou des eaux, la présence d'un minéral inadéquat dans le sol, cas des métaux lourds, l'excès de lumière qui stimule la photo inhibition, le cas de faible éclaircissement, les radiations UV, les composés phytotoxiques comme l'ozone qui est un haut réacteur oxydant, la pollution de l'air, les produits oxydés formés à partir des réactions de pesticides

La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquents et les plus étudiés. Ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques.

Réponse d'une plante aux stress abiotiques :

Le stress peut déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de la plante comme c'est montré dans le schéma de la figure suivante:



. Réponse des plantes aux stress environnementaux

Réponse moléculaire :

Au niveau moléculaire on note une **altération** de l'expression des gènes, cas des dommages d'oxydation des bio molécules ou encore le cas de la réponse typique à des températures élevées qui se manifeste par une réduction dans la synthèse des protéines normales accompagnée d'une accélération de la transcription de nouvelles protéines appelées **protéines de choc de fortes températures**

Réponse cellulaire :

Au niveau cellulaire, le stress peut causer une modification dans le métabolisme, une perturbation des transports ioniques, une augmentation de la perméabilité membranaire, une inhibition de l'activité de la pompe H^+ , une chute
Développement physiologique adapté Ozone Températures extrêmes Salinité
Sécheresse Inondation s Reconnaissance du stress Signal de transduction Partie
aérienne Partie souterraine Modification du Métabolisme cellulaire dans le
potentiel membranaire et une augmentation de l'absorption du calcium à partir de
l'apoplasme

Réponse au niveau de la plante entière:

La réponse au stress se manifeste au niveau de la plante entière par
une baisse de la vitesse de la photosynthèse, des dégâts foliaires,
une accélération de la sénescence et par une réduction de la
croissance et une baisse dans la productivité

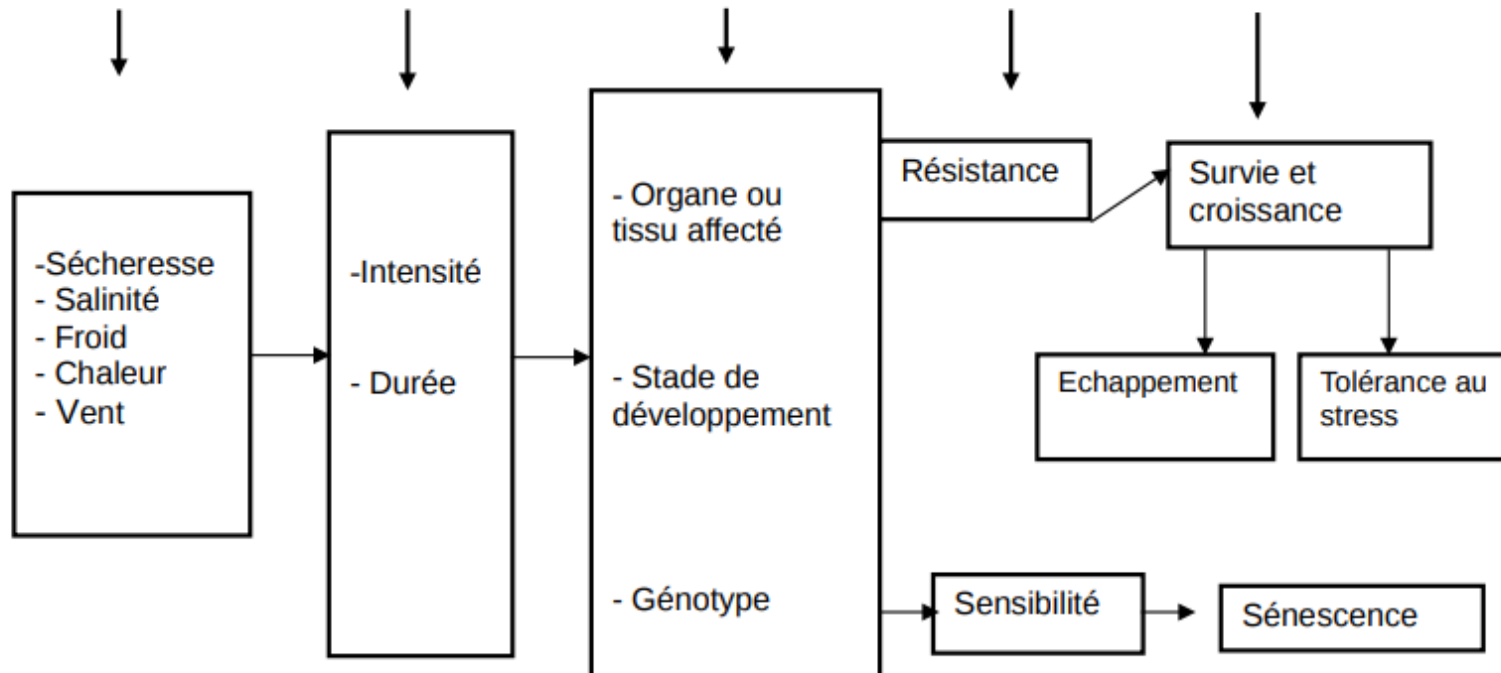
Facteurs qui affectent la réponse des plantes à un stress abiotique:

Les facteurs qui affectent la réponse des plantes aux stress abiotiques sont l'**espèce**, la **variété**, le **stade de développement** de la **plante**, l'**acclimatation** antérieure ou non de la plante au stress considéré ainsi que la nature, l'intensité et la durée d'application du stress

Les principaux facteurs qui affectent la réponse d'une plante à un stress abiotique sont représentés d'une façon synthétique dans la figure suivante:

Nature du Stress	Caractéristiques du stress	Caractéristiques de la plante	Réponses	Résultats
------------------	----------------------------	-------------------------------	----------	-----------

Facteurs affectant la réponse des plantes aux stress abiotiques



Mécanismes de résistance ou de tolérance au stress :

1. Phénomène d'échappement : Le phénomène d'échappement prévoit l'exposition au stress et l'évite. Chez l'arganier ce phénomène se manifeste par la vitesse et l'importance de défoliation des arbres. Riedacker et al., 1990, ont montré qu'en période de forte sécheresse, l'arganier perd complètement son feuillage; cet état peut durer quelques années. Les feuilles réapparaissent peu après le retour des pluies.

2. Ajustement osmotique: C'est un mécanisme qui aide à l'acclimatation de la plante aux conditions de sécheresse, de salinité ou de tout autre stress. En effet, plusieurs plantes tolérantes peuvent supporter des périodes de transition ou d'extension du déficit hydrique par recours à l'ajustement osmotique. Il en résulte une augmentation nette de solutés dans les cellules de la plante stressée.

On parle d'ajustement osmotique: quand les concentrations des solutés à l'intérieur de la cellule augmentent pour maintenir une pression osmotique cellulaire élevée. La cellule accumule alors activement les **solutés** dont les osmolytes comme réponse à la chute du potentiel osmotique permettant le flux d'eau à l'intérieur de la cellule

Les osmolytes :

Ce sont des solutés non chargés qui tendent à être neutres au pH physiologique, non ionique (ou zwitterionique) et sont exclus de la coque d'hydratation des macro molécules. Les porteurs et transporteurs associés aux membranes assurent probablement les différentes distributions d'osmolytes à l'intérieur de la cellule

2. Stress biotiques:

Ils sont nombreux et ont pour origine les virus, les organismes phytophages et les pathogènes.

déclenché par des champignons, des insectes, des bactéries,

Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles

Les plantes « reconnaissent » les micro-organismes grâce à des molécules « signal » incluses dans les parois de ces derniers.

Certains micro-organismes sont bénéfiques et symbiotiques ([mycorhizes](#), rhizobium,...). D'autres sont pathogènes et responsables de maladies (oïdium, mildiou, botrytis, fusarium, pythium, rhizoctonia).

Lorsqu'un pathogène « attaque » une plante, cette dernière va déclencher une cascade de réactions de défense au sein de la cellule.

Comment répondent les plantes ?

- par le « **suicide cellulaire** » : sur le site de l'infection afin de bloquer le pathogène, la plante sacrifie des cellules.
- par renforcement de la barrière mécanique par épaissement de la paroi de la cellule.
- par la production de métabolites à activité anti-microbienne, en particulier les phytoalexines.
- par la production d'enzymes qui dégradent la paroi des pathogènes comme la glucanase et la chitinase.

Il faut souligner que, souvent, la « réponse immunitaire » a une caractéristique systémique (dans toute la plante) et non plus localisée (comme le suicide cellulaire). Cette RSA (Réponse Systémique Acquise) a pour principe l'activation de gènes qui maintiendront la plante entière dans un état de résistance contre un large spectre de pathogènes

Eliciteurs : une solutions aux maladies ?

Des SDP (Stimulateurs des Défenses des Plantes) ou Eliciteurs peuvent « mimer » l'attaque d'un pathogène pour préparer la plante à une véritable arrivée de la maladie.

Un grand nombre d'agents peuvent provoquer une réaction chez la plante, sans toutefois provoquer la maladie. Il s'agit le plus souvent d'extraits microbiens, d'extraits de plantes, de composés organiques, de minéraux et d'agents physiques.

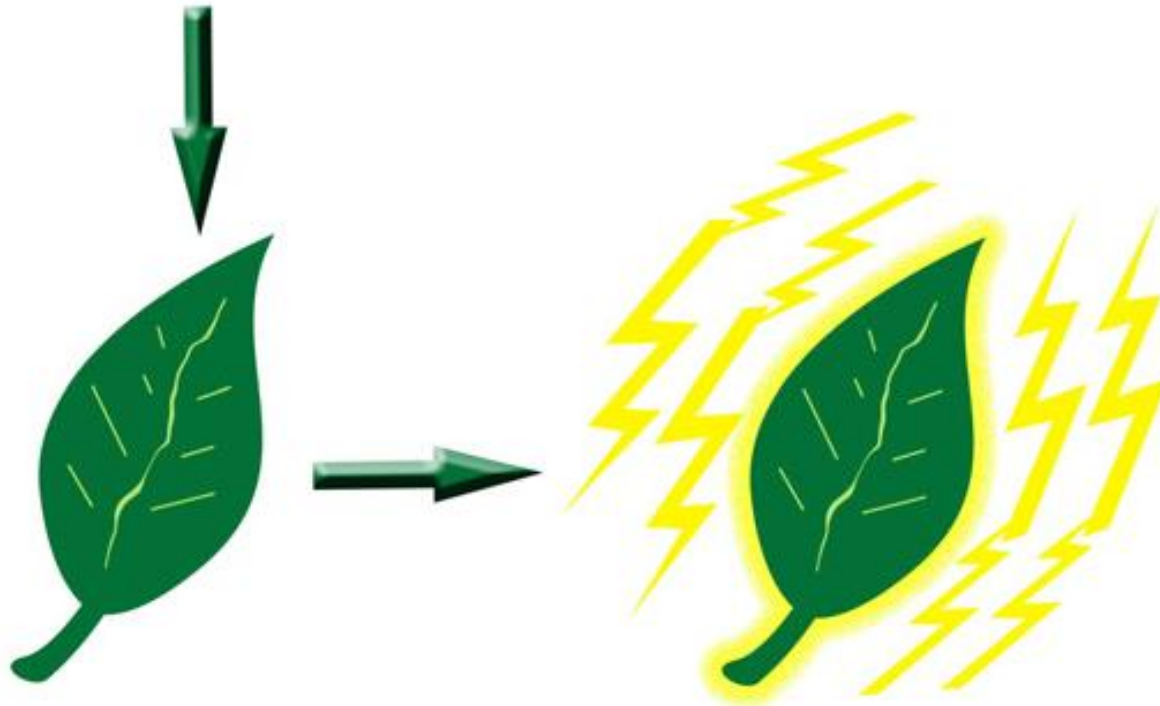
Ils sont reconnus par les récepteurs membranaires de la plante, au même titre qu'un véritable pathogène, et la préparent à être plus résistante aux maladies par la suite.

Un éliciteur (ou SDP) est un produit visant à déclencher le système de défense de la plante suffisamment tôt pour éviter le développement de la maladie. *Ils ne peuvent donc avoir qu'une efficacité préventive.* Quand le pathogène est installé il est alors difficile de le déloger.

Des actions directes peuvent être nécessaires (insecticides, fongicides...).

Les éliciteurs (ou SDP) sont des éléments à prendre en compte si l'on veut aller vers une agriculture raisonnée. Ils permettent parfois de limiter les passages, les traitements. Mais ils restent complémentaires de stratégies de lutte conventionnelle.

Stimulateur de
Défense des Plantes



La plante est en alerte
et est mieux protégée

ADAPTATION AUX CONTRAINTES BIOTIQUES

1- Interaction Plante-Bioagresseurs:

1-1-Definition des bioagresseurs:

Les bioagresseurs, appelés aussi « ennemis des cultures », sont des organismes vivants qui attaquent les plantes cultivées et sont susceptibles de causer des pertes économiques.

Les bioagresseurs comprennent l'ensemble des ennemis des cultures et se répartissent en trois grandes familles :

- 1- les agents pathogènes, cause des maladies des plantes,
- 2- les ravageurs, prédateurs ou parasites des plantes
- 3- les mauvaises herbes qui concurrencent les plantes cultivées.

Les bioagresseurs causent des **dégâts** qui sont les symptômes observables sur les plantes (nécroses, flétrissement, morsures...).

Ces dégâts peuvent entraîner des dommages qui sont des pertes quantitatives ou une modification qualitative de la récolte. **Les dommages de récolte se traduisent généralement par des pertes économiques.**



1-2-Surveillance Des Bioagresseurs:

surveiller, par des méthodes et des outils appropriés, la présence et les dégâts des bioagresseurs mais aussi la présence des auxiliaires.

Ces méthodes incluent les **observations** sur le **terrain** ainsi que la **consultation** des Bulletins de Santé du Végétal (BSV) régionaux. Parmi les outils, on trouve des pièges : pot Barber, appareil de Berlèse, pièges olfactifs et chromatiques, etc.

Ce diagnostic basé sur la vigilance du producteur conduit à traiter uniquement lorsque c'est nécessaire (stade de sensibilité de la plante, nombre de ravageurs piégés dans la parcelle ou dans son environnement proche, conditions météo favorables à des attaques parasitaires, etc.) afin d'éviter les traitements phytosanitaires systématiques coûteux et parfois inutiles ou contre-productifs.

CONTRE QUELS BIOAGRESSEURS ? Potentiellement contre tous les bioagresseurs.

SUR QUELLES CULTURES ? Toutes les cultures tropicales sont concernées même si elles ne sont pas toutes évoquées dans les BSV régionaux.

QUAND ? Avant et pendant les périodes de sensibilité des cultures (Bulletins de Santé du Végétal) et aussi quand c'est nécessaire (à l'échelle de la parcelle).

DANS QUELLES CONDITIONS ? La surveillance s'effectue à deux échelles : à celle de la parcelle, à l'aide d'observations de terrain par l'agriculteur et les techniciens agricoles (avec ou sans piégeage) et à l'échelle du territoire avec les alertes et les BSV.

1-3- Intérêt positifs de la surveillance des bioagresseurs:

- Moins d'utilisation de produits phytosanitaires.
- Peu d'investissements nécessaires : les BSV sont gratuits, les pièges peu coûteux ,
- Contribution au développement d'une agriculture respectueuse de l'environnement en préservant, voire en augmentant les rendements des cultures et des productions animales dans le respect des équilibres naturels.
- Traitements phytosanitaires réduits et ciblés
- Impact plus faible sur la biodiversité fonctionnelle.



Suivi des populations de mouches à l'aide d'un piège avec attractif alimentaire.

2- Pathologie végétale:

La pathologie végétale, ou phytopathologie ou phytiairie, est la science qui étudie les **maladies** des **plantes**, surtout des plantes cultivées.

Les maladies des plantes sont dues à divers organismes : **champignons**, **oomycètes**, **bactéries**, **virus**, viroïdes,, protozoaires et plantes parasites.

les nématodes ne sont pas inclus dans les causes de maladies des plantes. Ces organismes sont normalement présents et souvent en grande quantité dans leur environnement, parfois même des organismes utiles ou symbiotes à la plante, et qui se développent à la faveur d'un stress, d'une blessure, d'une piqûre d'insecte...

Ils ne deviennent pathogènes que dans certaines circonstances.

On les regroupe sous l'appellation d'organismes « phytopathogènes ».

2-1- Types de maladies :

Les maladies des plantes sont les maladies touchant les plantes. Dues à des virus, bactéries ou champignons, **favorisées** par certaines conditions environnementales (dégradation des sols, problèmes hydriques, dérèglement climatique... et certains bioagresseurs, ravageurs ,elles sont sources de pertes économiques considérables pour l'agriculture et la sylviculture

1.1 Maladies bactériennes: est une maladie infectieuse causée par une bactérie. Chez les végétaux, les maladies à bactéries sont du ressort de la phytopathologie.

Mécanismes: La dynamique épidémique de maladies bactériennes se traduit par plusieurs évènements qui constituent le cycle infectieux de base : phase de conservation de l'inoculum, la phase d'infection et la phase de dispersion.

La phase de conservation:

Les bactéries peuvent se conserver dans des débris végétaux (malades ou résidus de culture), dans les [semences](#).

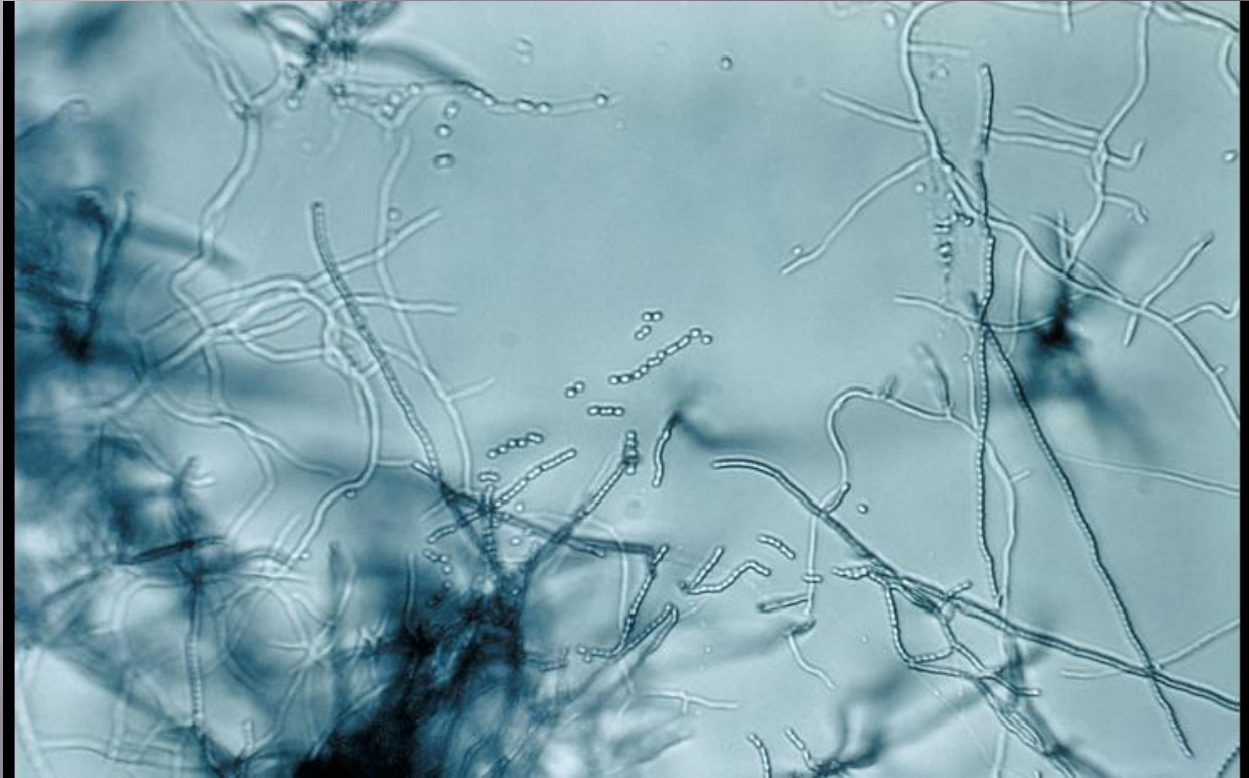
La phase d'infection:

L'infection se fait le plus souvent de façon aléatoire en utilisant des ouvertures naturelles comme les [stomates](#), ou par les blessures occasionnées par des insectes phytophages ou lors de tailles. Le sol et la [rhizosphère](#) (la zone proche des racines) constitue un milieu de survie pour de nombreuses bactéries phytopathogènes.

Une fois à l'intérieur de la plante, les bactéries n'utilisent pas toutes les mêmes stratégies pour assurer leur croissance en phase parasitaire.

La phase de dispersion:

- La [pluie](#) joue un rôle très efficace dans la dispersion de bactéries présente sur les feuilles ou sur le sol.
- Les exsudations bactériennes muqueuses peuvent sécher et se transmettre par le vent.
- Les insectes pollinisateurs peuvent transmettre les bactéries quand celles-ci attaquent les [fleurs](#), Les insectes piqueurs jouent le rôle de vecteurs des bactéries qui vivent dans les tissus conducteurs.
- Les machines agricoles peuvent également transmettre les bactéries en remuant le sol.



Streptomyces

1.2 Maladies virales:

Un phytovirus est un virus s'attaquant aux organismes végétaux. Ces virus ont la particularité de pénétrer la cellule végétale de leur hôte afin de détourner à leur profit les mécanismes de la cellule et leur permettre de se reproduire.

Cette multiplication virale finit par provoquer une modification métabolique ou la destruction de la cellule.

La prolifération des virus à l'intérieur des tissus végétaux peut dans certains cas n'entraîner aucun symptôme visible dans un premier temps (phénomène de masquage),



Attaque du virus de la mosaïque jaune du navet sur chou

Déplacement des virus dans la plante:

À courte distance, d'une cellule à l'autre, les virus s'associent à des protéines de mouvement avec lesquelles ils forment un complexe. Ce complexe aboutit parfois à la formation de tubules, assure le passage des virus par les plasmodesmes.

À longue distance, les virus utilisent les tubes de transport de la sève élaborée que sont les cellules du phloème.

Virus non-circulants:

Ils sont transportés par les pièces buccales des insectes phytophages, On distingue parmi ces types de virus :

Les virus non-persistants :

ils constituent une majorité de virus de végétaux causant beaucoup de pertes économiques. Ces virus ont une durée très brève de rétention dans le vecteur. le virus doit être inoculé très rapidement pour pouvoir se propager.

Virus circulants:

Les virions circulent dans le système digestif, l'[hémolymph](#), puis dans les glandes salivaires du vecteur, où ils résident mais ne se répliquent pas, pour finir dans le canal salivaire par lequel ils sont introduits dans une nouvelle plante. Ces virus sont aussi qualifiés de persistants. Les repas d'acquisition et d'inoculation durent plusieurs heures et sont séparés par une longue période de latence durant laquelle l'insecte ne peut pas transmettre le virus

1.3 Maladies cryptogamiques (dues à des champignons):

Une **maladie cryptogamique**, ou **maladie fongique**, est une maladie causée à une plante par un champignon ou un autre organisme filamenteux, Les différentes formes de maladies cryptogamiques représentent environ 90 % des maladies des végétaux.



Poire atteinte de tavelure, maladie cryptogamique due à Venturia pyrina

1.4 Maladies à phytoplasmes:

Les phytoplasmes sont des bactéries sans paroi et dépourvues de forme spécifique (procaryotes pléiomorphes) qui se multiplient exclusivement dans les tubes criblés du phloème.

Ils sont transmis par des insectes vecteurs, le plus souvent des cicadelles. La croissance se fait dans les glandes salivaires, le tractus intestinal, l'hémolymphe, intracellulairement. Le temps de latence avant la transmission varie de 10 à 45 jours suivant la température.

Les symptômes (phytoplasmes) peuvent être la jaunisse foliaire, ou l'apparition de proliférations appelées « balai de sorcière ».



Feuilles de vigne atteinte
par la **flavescence dorée** due
à un phytoplasme.

1.5 Maladies à nématodes:

Beaucoup sont pathogènes. Certains provoquent des gales au niveau des racines des **Solanacées**. Le moyen de prévention le plus efficace en lutte **biologique** est l'introduction de tagètes (œillets d'Inde), qui, grâce à leurs exsudats racinaires, auraient un effet nématifuge



2-2- Lutte contre les maladies

2-2-1 Prévention: Des pratiques préventives sont possibles dans certains cas :

- éviter l'excès d'humidité par drainage ou un contrôle intelligent de l'irrigation,
- éliminer des plantes malades, les débris,
- éviter d'endommager les tissus végétaux,
- désinfecter les semences (hypochlorite de Na/Ca, formaldéhyde, oxychlorure de cuivre, traitement à la chaleur),
- désinfecter le matériel (hypochlorite de Na/Ca, détergents, formol),
 - désinfecter le sol par traitement vapeur - solarisation,
- choisir des variétés résistantes.

2-2-2 Lutte chimique : C'est le recours aux fongicides de synthèse ou aux bactéricides (antibiotiques).

2.2.3 Lutte biologique :

On peut volontairement introduire dans une parcelle infectée une bactérie ou un champignon inoffensif pour la plante mais qui présente des antagonismes forts avec une bactérie ou un champignon particulièrement pathogène

IV-1-Mécanisme de défense des plantes:

1.1.1 Mécanismes généraux

a) Défense passive:

Les plantes, au cours de leur évolution, ont mis en place des barrières protectrices contre les bioagresseurs : cuticule, paroi pectocellulosique. . . Ces barrières mécaniques leur confèrent une résistance constitutive, notamment face aux agents pathogènes. Mais si ceux-ci réussissent à les franchir, ils ont affaire aux mécanismes de défense active.

b) Défense active

Les mécanismes de défense active peuvent débuter par la réaction d'hypersensibilité (HR). La réaction HR est une réaction spécifique basée sur le concept gène pour gène de Flor, dans laquelle le produit du gène d'avirulence du pathogène est reconnu par le produit du gène de résistance de la plante.

Cette réaction intense et violente se manifeste par la mort de la cellule hôte qui, avant de s'autodétruire, aura émis des signaux d'alerte vers les cellules voisines pour créer une zone de résistance locale acquise (LAR). Il s'ensuit la synthèse de molécules de défense antimicrobienne

à action directe ou indirecte. Ces premières lignes de défense sont très efficaces pour confiner le pathogène et retarder son invasion dans l'organisme. La propagation des signaux et la synthèse des molécules de défense peuvent se généraliser à la plante entière : il s'agit de la résistance systémique acquise (SAR). Ce type de résistance est certes moins intense mais plus durable : la plante est préparée à une nouvelle attaque du pathogène ou d'un autre agresseur et pourra y répondre plus rapidement

- Ces mécanismes de défense se décomposent grossièrement en trois phases : **reconnaissance, signalisation puis réactions de défense.**
- La résistance systémique acquise

La résistance systémique acquise (RSA ou SAR) définit les systèmes mis en place par une plante après l'infection par un pathogène, qui lui permettent de se protéger contre une future infection similaire. Ces systèmes sont induits après le développement d'une réponse hypersensible résultant de l'accumulation d'acide salicylique au niveau du point de contact avec le pathogène.

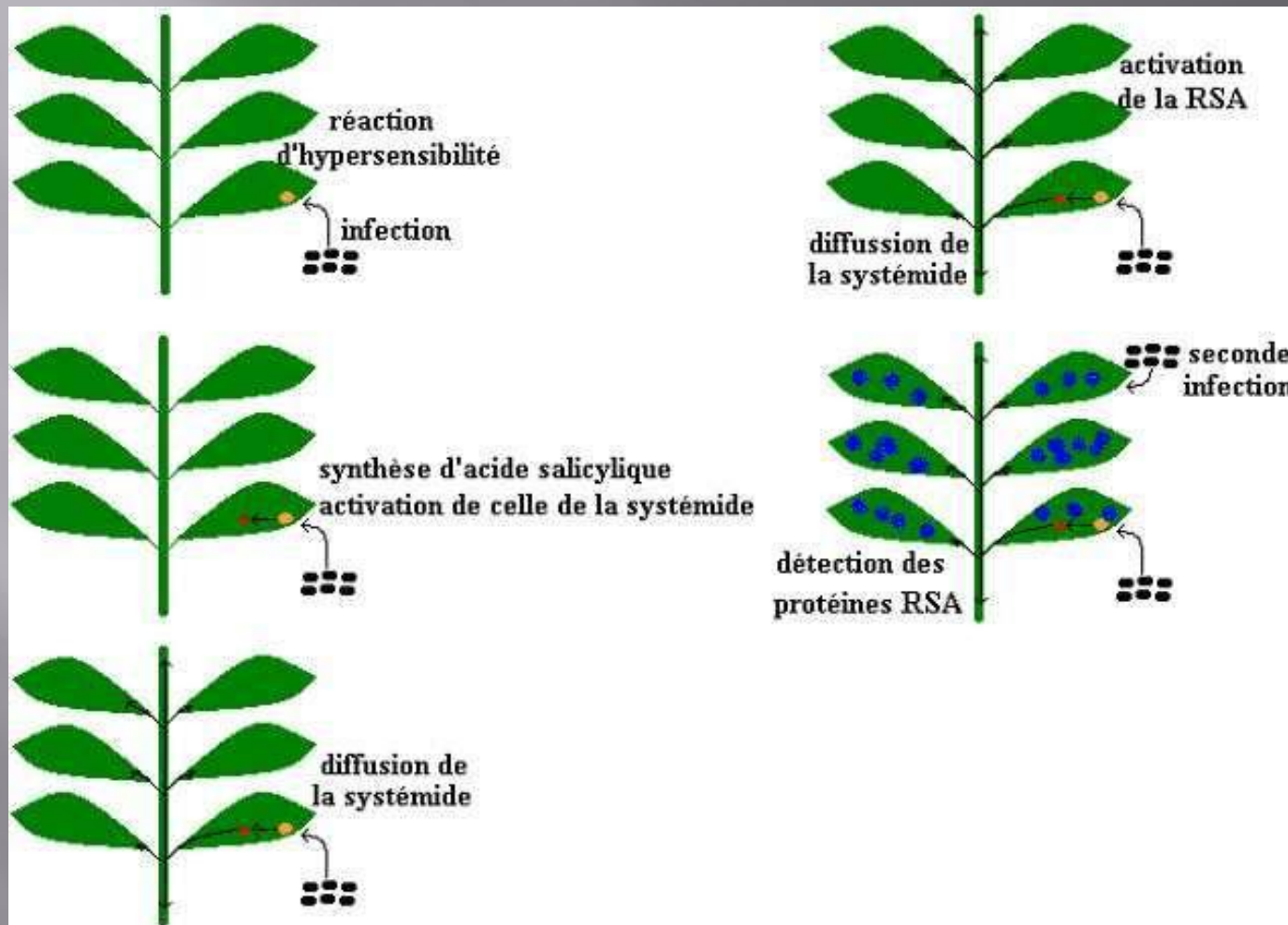


Figure 1. Evolution dans le temps de la réaction à un phytopathogène

a-Reconnaissance de l'agent pathogène:

La perception d'un agent pathogène implique la reconnaissance d'un **éliciteur** (Un **éliciteur** : une molécule produite par un agent phytopathogène ou un ravageur, qui induit chez une plante la production de phytoalexines et par extension, une molécule qui déclenche les mécanismes de défense des plantes avec production de substances défensives)spécifique ou non spécifique (provoquer).

Le cas le plus connu d'éliciteur spécifique est une protéine exogène synthétisée à partir du gène d'avirulence dans la relation gène pour gène et qui est reconnue par une protéine végétale codée par le gène de résistance, jouant le rôle de récepteur.

La réaction d'hypersensibilité peut être provoquée par d'autres type d'éliciteurs que l'on nomme les éliciteurs généraux. **Les éliciteurs généraux**, exogènes ou endogènes, sont de nature chimique variée .

- ❖ **Les éliciteurs exogènes** sont des molécules provenant directement de l'agent pathogène, par exemple des β -glucanes ou la chitine issus de la paroi des champignons agresseurs .
- ❖ **Les éliciteurs endogènes** sont des molécules issues de la plante elle-même ; ils peuvent être libérés une fois que la cellule a été attaquée, notamment lors de la dégradation de la paroi cellulaire.

b-Réponse précoce :

Elle a lieu quelques minutes après la reconnaissance des éliciteurs.

Cette réponse se manifeste régulièrement par :

- des flux ioniques à travers la membrane plasmique (influx d'ions calcium et de protons, efflux d'ions potassium et chlorure) ;
- l'activation de protéines kinases, permettant des phosphorylations et déphosphorylations de protéines ;
- l'activation des protéines G généralement associées à des récepteurs membranaires ;
- la production de formes très réactives de l'oxygène.

Concernant ces formes réactives de l'oxygène, attardons nous sur l'anion superoxyde O_2^- et le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , qui est la forme la plus stable. Ceux-ci sont essentiellement produits par la NADPH oxydase, localisée sur la membrane des cellules végétales. Leur action dans le cadre d'une réponse précoce est directe : le H_2O_2 inhibe la germination de spores de plusieurs champignons pathogènes. Les radicaux oxydants renforcent aussi la paroi végétale en polymérisant des protéines de la paroi végétale et provoquent la mort des cellules végétales en peroxydant les lipides de leur membrane . La réponse précoce est ensuite amplifiée par des réactions de défense proprement dites qui sont le plus souvent induites via une cascade de signalisation.

2-Voies de signalisation et réactions de défense :

- **Epaissement de la paroi;** Pour lutter contre l'action d'enzymes microbiennes digérant la paroi cellulaire végétale, la plante la renforce par diverses macromolécules qu'elle synthétise : protéines, polysaccharides ou polymères aromatiques (ressemblant à la lignine), Or la dégradation fongique de ces parois accélère encore plus la mise en place d'une résistance puisque les oligosaccharides obtenus servent d'éliciteurs endogènes.
- **Voie de l'acide jasmonique et production de phytoalexines:** Les phytoalexines sont des antibiotiques végétaux synthétisés au cours de la réaction d'hypersensibilité. Leur synthèse peut-être provoquée par des métabolites secondaires issus de la réponse précoce comme H_2O_2 ou le monoxyde d'azote NO qui jouent le rôle de signaux.
- **Voie de l'acide salicylique et production de protéines PR :** Les protéines de défense les plus connues sont les protéines PR (pathogenesis related). Elles ont la propriété de résister à l'activité de protéases issues de la plante ou du pathogène. Elles peuvent attaquer l'agresseur, comme les chitinases capables de dégrader la paroi des pathogènes

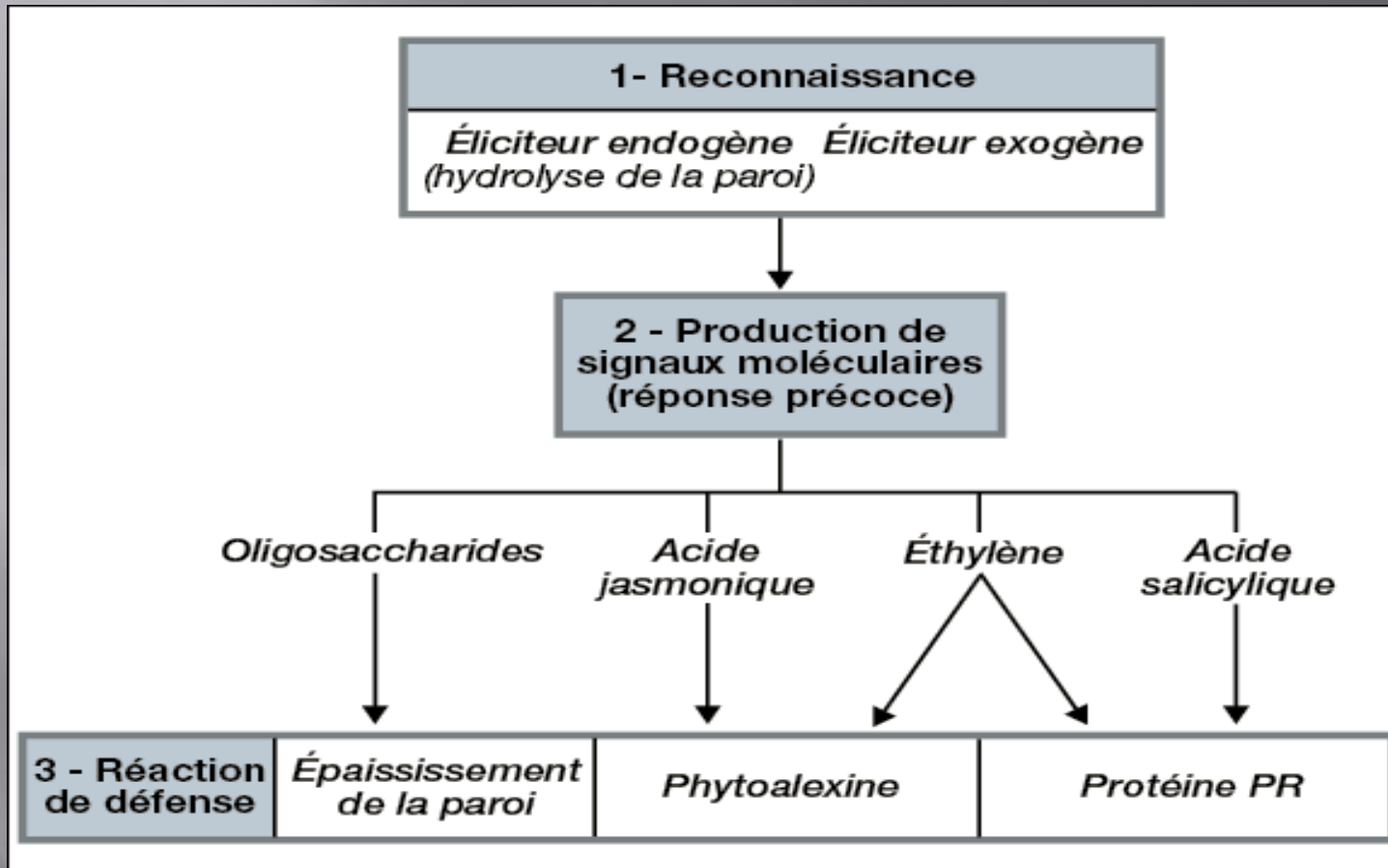


FIG. 1: Principaux mécanismes de défense des plantes

LES FACTEURS BIOTIQUES

Ce Sont les interactions qui se produisent entre les divers organismes qui peuplent un milieu donné.

Ces interactions peuvent se produire:

- ✓ **entre individus de la même espèce, ce sont des réactions homotypiques ou intraspécifiques**
- ✓ **entre les individus d'espèces différentes ce sont les relations hétérotypiques ou relation interspécifique.**

I- Relations intraspécifiques = homotypiques

▣ I-1 L'effet de groupe.

Ce sont les modifications:

physiologiques,

morphologiques

ou comportementales

qui apparaissent lorsque plusieurs individus de la même espèce vivent ensemble, dans un espace raisonnable et avec une quantité de nourriture suffisante.

La recherche de la nourriture,

✓ **La lutte contre les ennemis**

sont facilités par la vie en groupe :

EX: les loups peuvent tuer des proies de grandes taille quand ils sont en bande (la meute de loups) alors qu'ils en sont incapables quand ils sont isolés

Ce principe de « population minimum » explique pourquoi il paraît parfois impossible de sauver certaines espèces devenues très rares.

▣ I-2 L'effet de masse.

Désigne les effets liés au surpeuplement.

Il peut se traduire par

- ✓ une diminution de la fécondité,
- ✓ des troubles physiologiques,
- ✓ des comportements aberrants comme le cannibalisme à l'égard des œufs ou des jeunes.

Les causes sont le plus souvent:

- ✓ la limitation de la quantité de nourriture disponibles ou
- ✓ le manque d'espace.

Ces phénomènes dus aux effets de masse sont aussi appelés :

phénomène d'autolimitation

I-3 la compétition intraspécifique :

La compétition est la concurrence s'exerçant entre plusieurs organismes lorsque la somme de leur demande en nourriture, en certains éléments minéraux, en eau, en espace libre etc....est supérieure à ce qui est réellement disponible.

Ex1: comportement territorial avec défense par un animal d'une certaine surface autour du lieu de reproduction.

II- Les réactions hétérotypiques :

La cohabitation de deux espèces différentes peut avoir sur chacune d'entre elles une influence:

- ✓ favorable (+),
- ✓ défavorable (-)
- ✓ ou nulle (0).

II .1- Compétition interspécifique

Elle se manifeste principalement par la concurrence vis-à-vis des sources de nourriture.

La compétition est d'autant plus forte que les comportements alimentaires sont proches.

On peut distinguer une compétition directe et une compétition indirecte.

a) Compétition directe :

Une espèce affecte l'autre par sa seule présence : en rejetant des produits toxiques dans le milieu.

(les ressources alimentaires peuvent être communes ou non).

b) Compétition indirecte :

Les deux espèces se disputent la même ressource du milieu à savoir : la nourriture, l'espace de ponte...

Ex: l'introduction du renard en
Australie.

Le renard ayant un régime alimentaire très proche d'un mammifère marsupial (prédateurs) sont entrés directement en compétition alimentaire.

Bénéficiant d'une capacité de reproduction élevée et d'une grande plasticité écologique, au bout de quelques années, le renard a fini par pourchasser le prédateur indigène

- ◎ **b1 Dans un milieu hétérogène,**
certaines espèces se spécialisent dans des régimes alimentaires et habitats bien particuliers : niche écologique. La présence d'espèces en compétition permet de réduire la niche écologique de chaque espèce.

▣ **b2 Dans un milieu homogène :**

Dans un milieu riche en nourriture mais homogène il se traduit dans la majorité des cas:

une exclusion compétitive.

Ex : Lors d'une expérience au laboratoire *paramecium aurelia* se nourrit plus efficacement que *paramecium caudatum* et finit par l'éliminer.

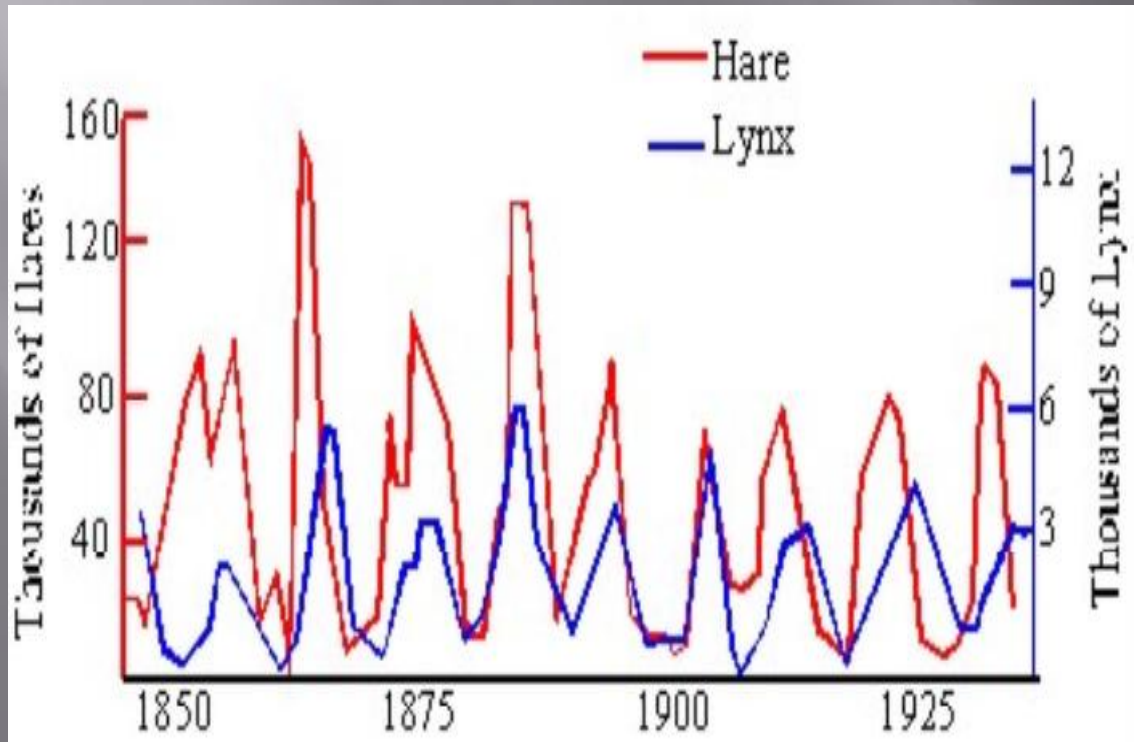
Les prédateurs peuvent être classés en plusieurs types selon les proies qu'ils consomment :

- ✓ **les espèces polyphages** : se nourrissent de nombreuses espèces animales ou végétales.

✓ **Les espèces oligophages :**
se nourrissent de quelques
espèces souvent voisines les
unes des autres.

✓ **Les espèces monophages :**
vivent au dépend d'un seul
animal, la monophagie est
rare chez les vertébrés

- ▣ **Les prédateurs jouent un rôle important dans l'équilibre biologique, ils ont une action limitante ou régulatrice sur les populations des espèces proies.**



**Ce phénomène est même
utilisé dans le domaine
agricole ceci dans le but
de réduire le traitement
par les pesticides : lutte
biologique.**

**Exemple de prédateur la
coccinelle utilisé pour réduire les
populations proies de cochenilles,
pucerons et acarariens.**



C- Le parasitisme

Une association où l'un des deux partenaires (le parasite) tire un avantage au détriment de l'autre partenaire (l'hôte).

Le parasite peut être
✓ externe (parasite l'hôte de
l'extérieur): **ectoparasite**

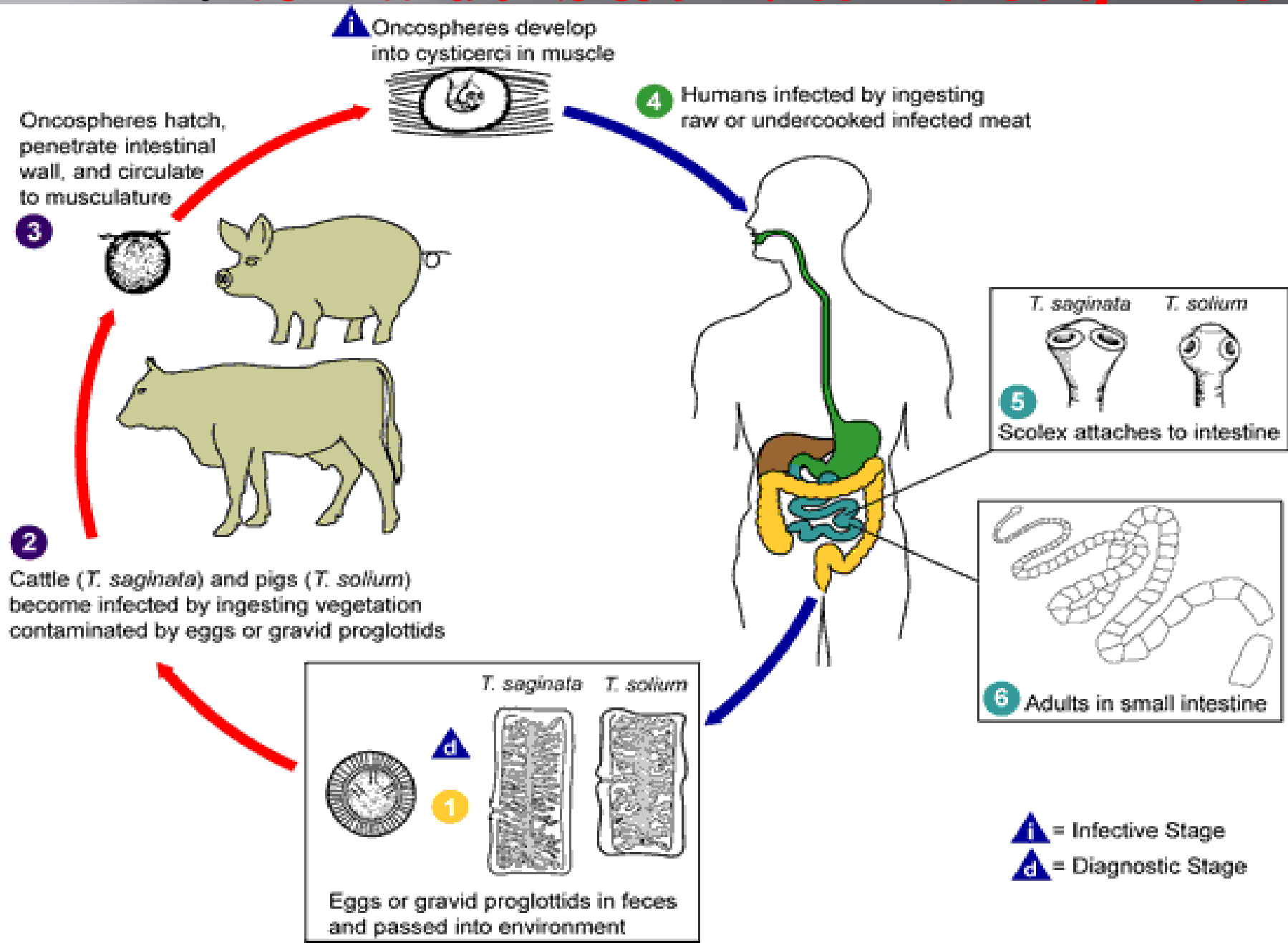


Le parasite = *Anilocra physodes* se
nourrit du sang de son hôte = poisson
labridés et se positionne à un endroit
peu protégé par les écailles.

ou

- ✓ interne (parasite
l'hôte de l'intérieur)
: **endoparasite.**

Ex : ténia du bœuf : *ténia saginata*



D- Le commensalisme :

C'est la relation entre deux individus d'espèces différentes dont l'un profite de l'autre (source de nourriture, support...) sans lui nuire ou lui apporter un quelconque avantage.



Un exemple de commensalisme réellement asymétrique (l'un des partenaires profite de l'association, et pas l'autre) : de jeunes chinchards s'abritent à proximité d'une méduse *Cotylarhiza tuberculata*, qui les protège des prédateurs.

E- La symbiose ou mutualisme :

Il y a mutualisme si l'association de deux êtres vivants entraîne des bénéfices réciproques :

Ex: L'intestin humain contient plus de 200 espèces de bactéries comme *Escherichia coli* cette microflore représente chez un adulte plus d'un kilo de biomasse. Elles ont un rôle favorable dans la digestion, dans la régulation du système immunitaire et empêchent la colonisation par des organismes pathogènes.

Symbiose entre Bernard l'Hermite et l'anémone



Le Bernard l'Hermite abrite son abdomen mou dans une coquille vide.

Souvent il y fixe une anémone qui le protège des prédateurs (pieuvre par exemple).

En échange l'anémone récupère une partie de sa nourriture. Quand il grossit, il change de coquille et transfère son anémone.

L'ÉCOSYSTÈME

1. SA STRUCTURE TROPHIQUE
2. SON FLUX D'ÉNERGIE
3. SON FLUX DE MATIÈRE
4. SA RÉGULATION ET SES DÉSÉQUILIBRES



1. Niveaux trophiques de l'écosystème



Un niveau trophique est l'ensemble des organismes qui obtiennent leur énergie à partir du même étage alimentaire.
Un niveau trophique = un étage alimentaire

CARNIVORE DE 2^e ORDRE
(Consommateurs tertiaires)



Quatrième
niveau trophique

CARNIVORE DE 1^e ORDRE
(Consommateurs secondaires)



Troisième niveau
trophique

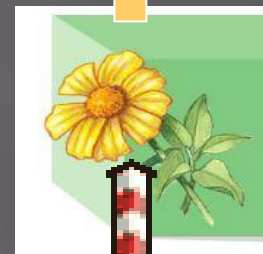
HERBIVORE
(Consommateurs primaires)



Deuxième niveau
trophique

PRODUCTEURS

Énergie et nutriments de
l'environnement



Premier niveau
trophique



Transfert



Transfert



Transfert



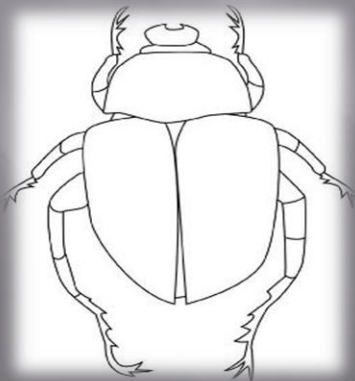
4 niveaux trophiques, en général, dans un écosystème

Parfois, un cinquième niveau trophique s'ajoute : les consommateurs quaternaires

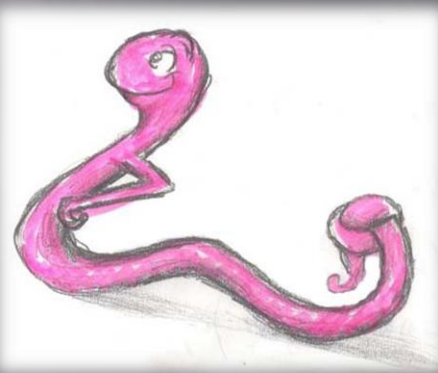
Les **OMNIVORES**, les «mangeurs» de viande et de plantes, font partie de divers niveaux trophiques car ils se nourrissent de divers étages alimentaires.



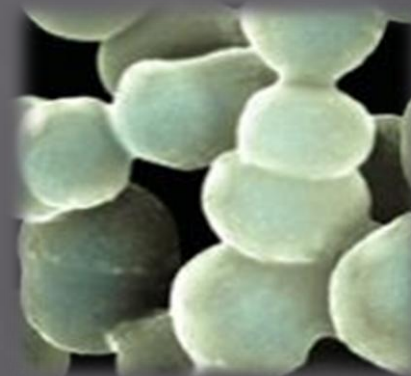
Les **DÉTRITIVORES**, les mangeurs des débris végétaux et animaux, font partie de tous les niveaux trophiques.



Scarabé



Lombric



Bactéries



Mycètes

2. Chaîne alimentaire

Une chaîne alimentaire de la forêt boréale

Transfert «en ligne droite» de l'énergie et des nutriments d'un niveau trophique à l'autre, depuis les producteurs jusqu'aux détritivores, en passant par les consommateurs.

Ensemble des êtres vivants qui se nourrissent «directement» les uns des autres.

Le loup mange le lièvre.



Le lièvre mange le feuillage du sapin baumier.



Le sapin **Beaumier** puise les éléments minéraux restitués par les détritivores afin de mener sa photosynthèse.



Transformation des débris en éléments minéraux

Détritivores

Déchets organiques : excréments, urines, cadavres, débris végétaux...

3. Structure trophique de l'écosystème

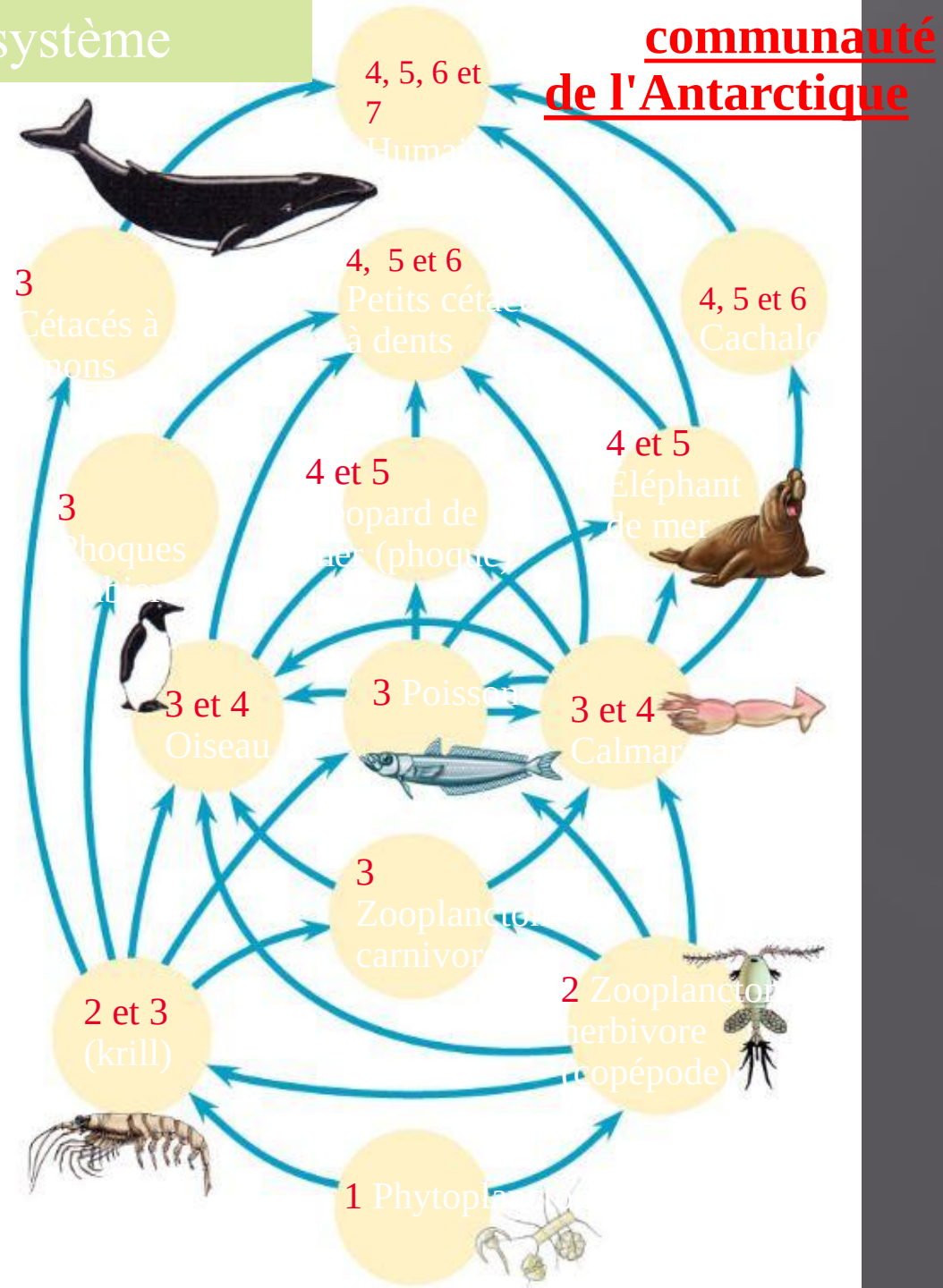


Un réseau trophique est constitué de multiples **chaînes alimentaires** reliées les unes aux autres de diverses façons.

= structure trophique
= réseau trophique
= réseau alimentaire

Sur ce schéma, tous les no 3 (carnivores de 1^e ordre) se nourrissent de l'étage no 2 (herbivores).

Les éléphants de mer font partie du niveau 4 car ils mangent du poisson (niveau 3) et du niveau 5 car ils mangent des calmars (niveau 4).



4. Les producteurs des chaînes alimentaires

Milieu	Source d'énergie	Type de chaîne alimentaire	Producteurs
Terrestre	Énergie lumineuse	Chaîne photosynthétique	Végétaux
Aquatique	Énergie lumineuse	Chaîne photosynthétique	Cyanobactéries, algues microscopiques du plancton, grandes algues et végétaux aquatiques
Abyssal	Énergie tirée de l'oxydation du H_2S (sulfure d'hydrogène) et du CH_4	Chaîne chimiosynthétique	Bactéries hébergées par les vers tubicoles des cheminées chaudes et par les moules des



Les grandes algues,
par exemple des
laminaires ! (Règne
des protistes)

Les cyanobactéries «algues bleu vert»
sont minuscules car ce sont des
cellules de type bactérien. (Domaine
des Procaryotes)



Les algues microscopiques

Cliquez pour voir des algues
microscopiques (Règne des
protistes)



Algues vertes

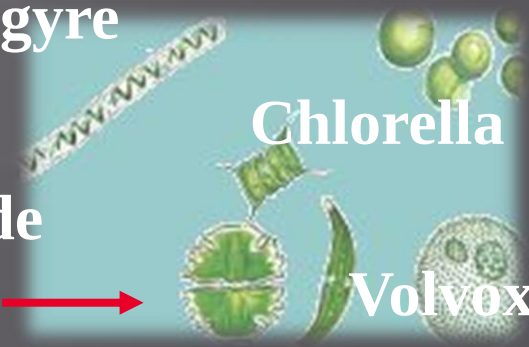
Spirogyre

Chlorella

(3) espèces de
Desmidiés

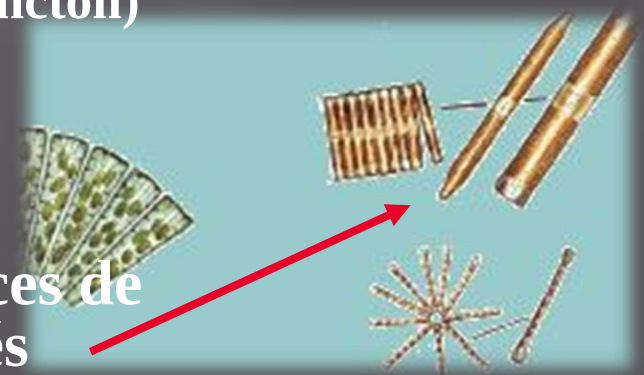


Volvax



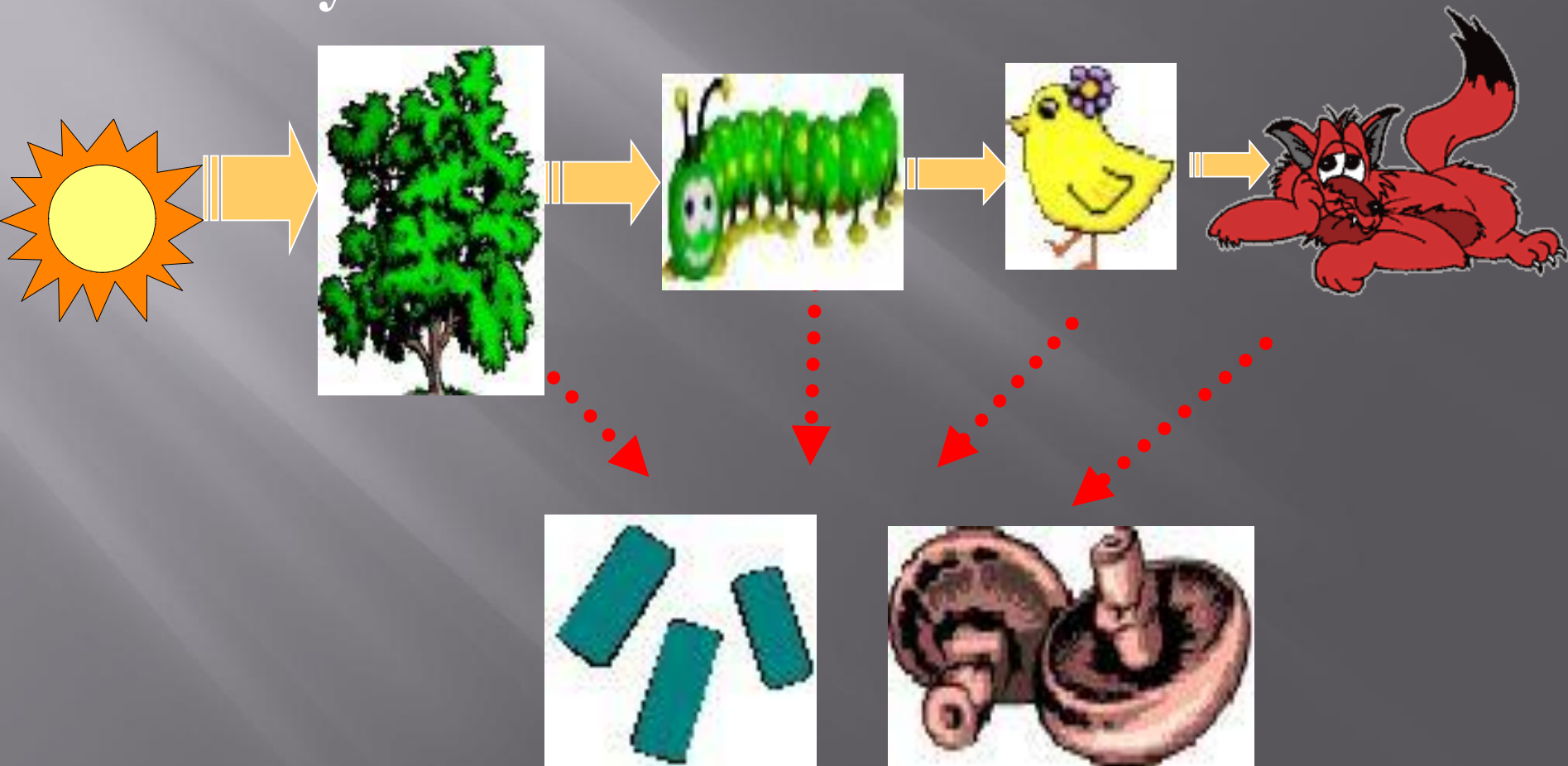
Algues dorées (90% du
phytoplancton)

(3) espèces de
Diatomés

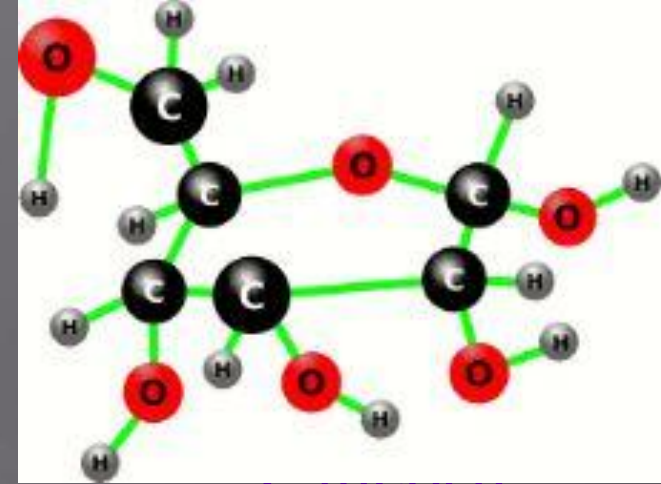


Les paramètres du flux d'énergie dans l'écosystème

A- Le flux d'énergie est le transfert de l'énergie d'un niveau trophique à l'autre dans l'écosystème.



B- Le rôle de l'énergie est d'organiser la matière minérale en matière organique en fournissant l'énergie des liaisons chimiques entre les atomes.



Glucose

C- La source d'énergie des écosystèmes est généralement la lumière solaire.

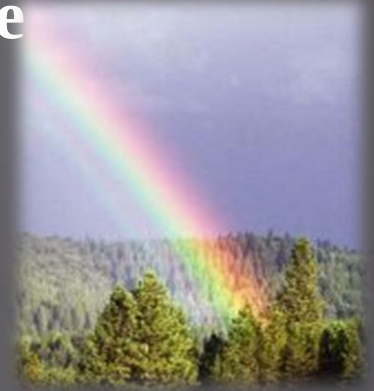
Une exception

Les écosystèmes marins des grands fonds sont alimentés par l'énergie tirée de l'oxydation de certaines substances minérales (chimiosynthèse).



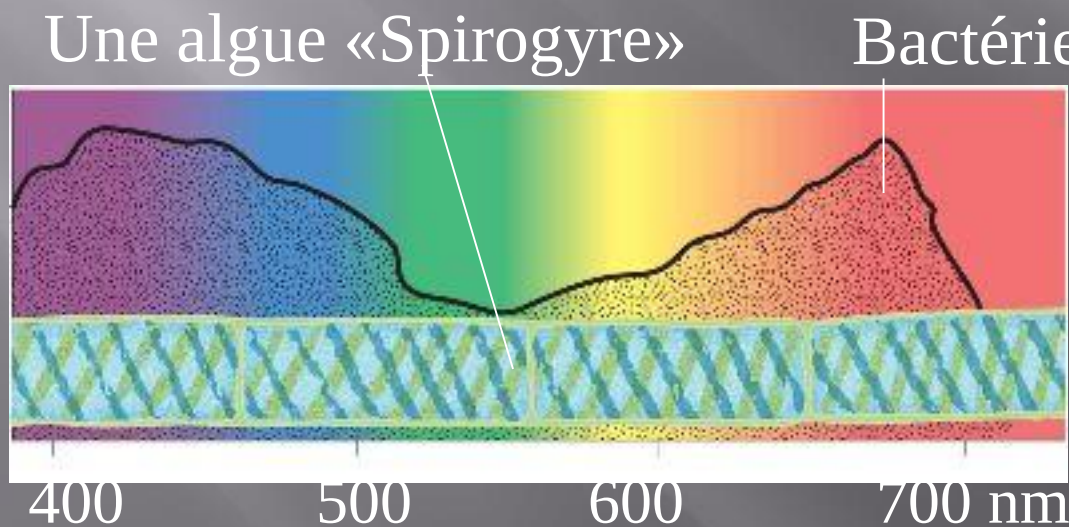
Source

D- **L'énergie lumineuse qui alimente les** écosystèmes est le bleu violet et le rouge (captée par la chlorophylle des chloroplastes). Comme le vert n'est pas capté (donc réfléchi), les végétaux paraissent verts.



Campbell (3^e éd.) — Figure 10.1 : 193

L'expérience d'Engelmann prouve que la photosynthèse est maximum dans le bleu violet et le rouge



Campbell (3^e éd.) — Figure 10.9 : 200

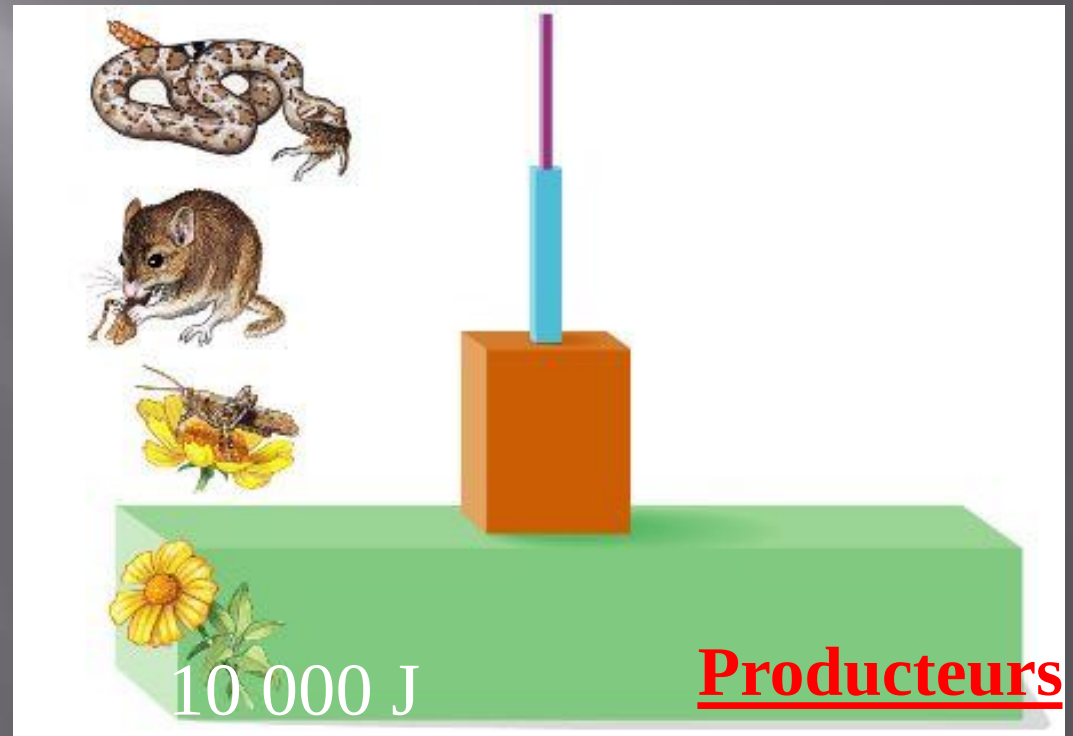
- Spirogyre est éclairée par une lumière décomposée par un prisme.
- La croissance bactérienne est maximum autour des zones bleues et rouges car la photosynthèse plus intense libère plus de dioxygène.

- E- L'énergie circule des producteurs aux détritivores. Le flux de l'énergie est unidirectionnel.
- F- Environ 1 % de l'énergie lumineuse pénètre dans les écosystèmes et y maintient les niveaux trophiques.

Consommateurs tertiaires

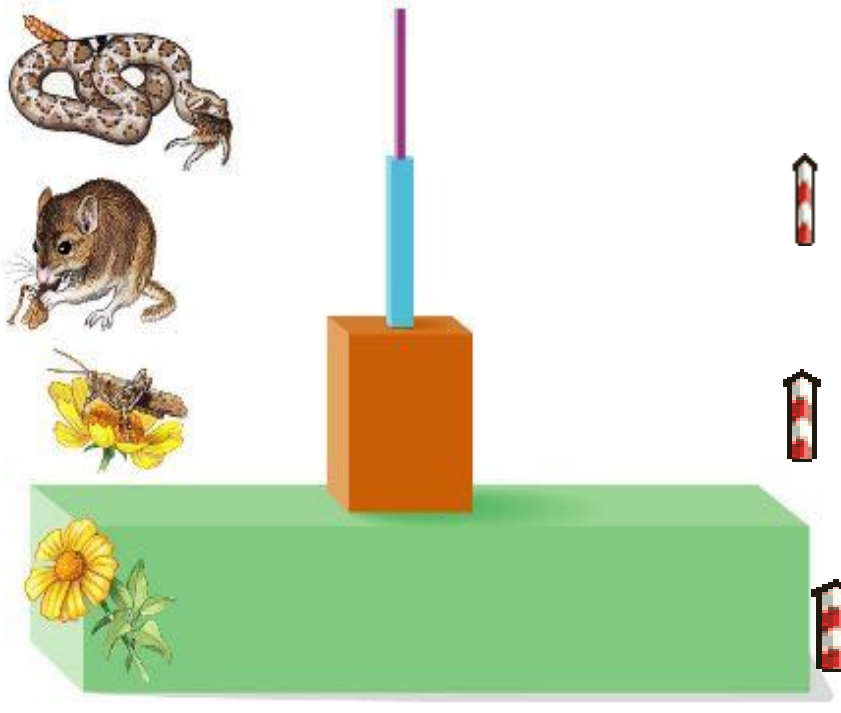
Consommateurs secondaires

Consommateurs primaires



1 000 000 J d'énergie solaire x 1 % =

G- Environ 10% de l'énergie contenue dans un niveau trophique s'incorpore à la biomasse (masse biologique des organismes) du niveau suivant. La différence de 90% est perdue de multiples façons.



10 J d'énergie accumulée dans les carnivores secondaires

100 J d'énergie accumulée dans les carnivores primaires

1 000 J d'énergie accumulée dans les herbivores

10 000 J d'énergie accumulée dans les producteurs $\times 10\% = 1\,000\text{ J}$

1 000 000 J d'énergie solaire $\times 1\%$

PYRAMIDES

Pyramides écologiques

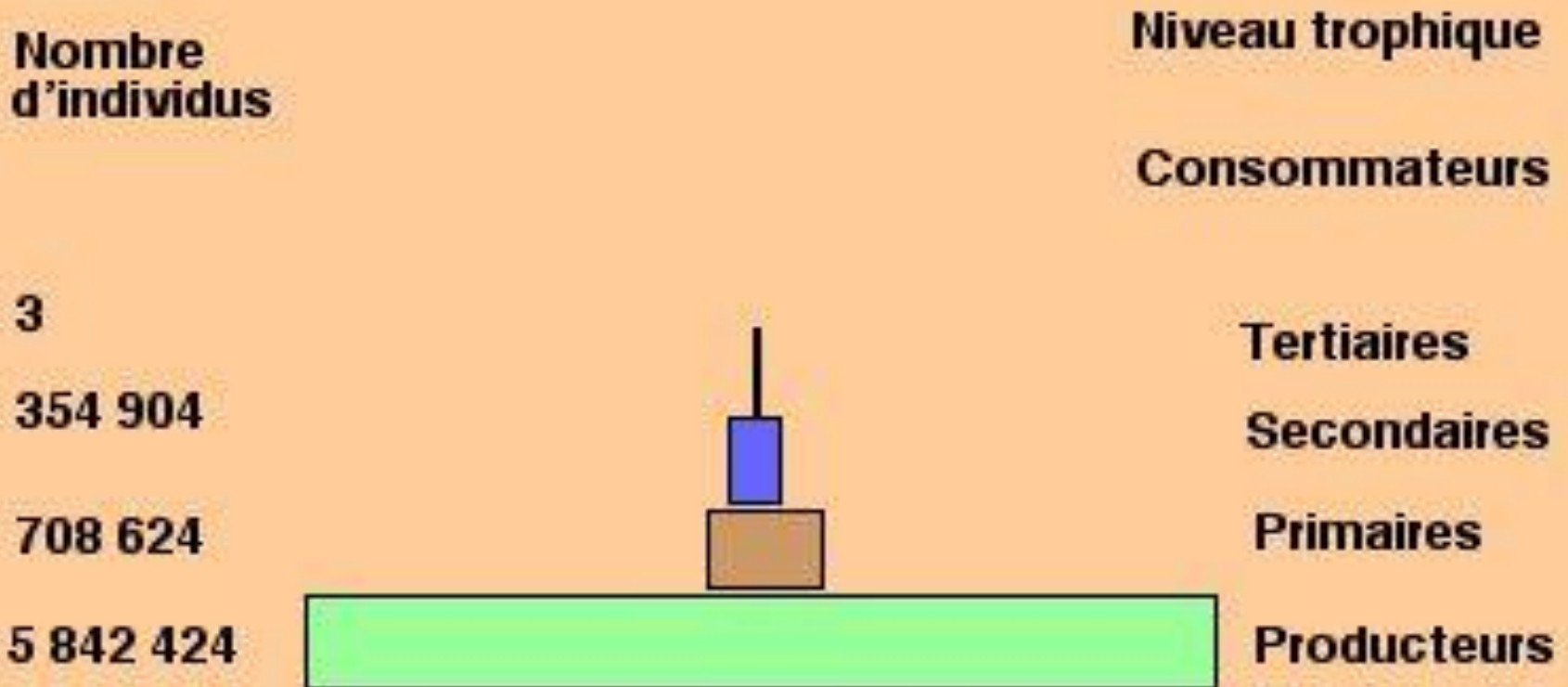
- 1. Pyramide de nombre**
 - Nombre d'individus qui occupent chaque niveau trophique et disponible pour le niveau suivant.
- 2. Pyramide de biomasse**
 - Masse des organismes présents aux divers niveaux trophiques et disponible pour le niveau suivant.
- 3. Pyramide de la productivité (d'énergie)**
 - Quantité d'énergie disponible de chaque niveau trophique et disponible pour le niveau suivant.

FLUX D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

PYRAMIDES

Pyramides écologiques

Pyramide de nombre



Champ de Pâturin du Michigan

FLUX D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

PYRAMIDES

Pyramides écologiques

Pyramide de biomasse

Tourbière de la Floride

Masse sèche

(g / m²)

1,5

11

37

809

Niveau trophique

Consommateurs

Tertiaires

Secondaires

Primaires

Producteurs

Canal de la Manche

21

4

Consommateurs
primaires
(zooplancton)

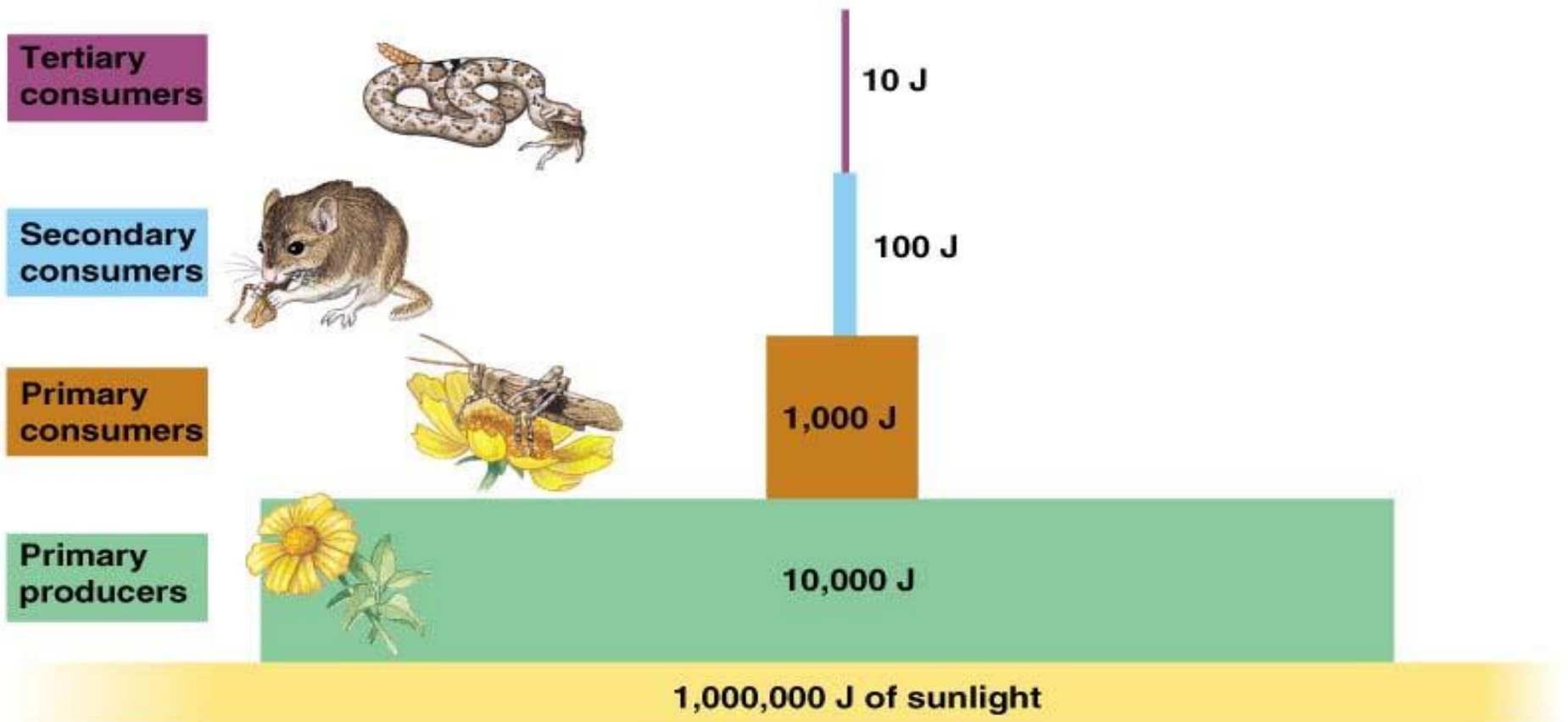
Producteurs
(phytoplancton)

FLUX D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

PYRAMIDES

Pyramides écologiques

Pyramide de la productivité (d'énergie)



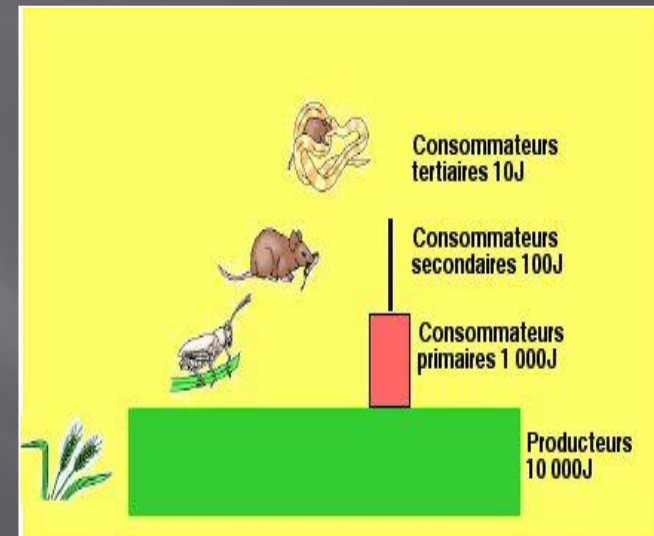
FLUX D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

PYRAMIDES

Rendement ou efficacité écologique

⇒ Productivité nette d'un niveau trophique donné et celle du niveau inférieur.

Sur le 100% d'énergie disponible d'un niveau trophique, 10%, en moyenne, est effectivement converti en biomasse dans le niveau suivant.



$$\frac{\text{Énergie d'un niveau trophique (KJ)}}{\text{Énergie du niveau trophique précédent (KJ)}} \times 100$$

- H- Toute l'énergie qui entre dans l'écosystème finit par se perdre en chaleur. Cette énergie perdue «dans l'espace» n'est pas recyclable.
- I- L'énergie perdue est continuellement renouvelée car le soleil continue d'éclairer la Terre. L'énergie est renouvelable.
- J- La quantité d'énergie qui entre dans un écosystème détermine le nombre maximal de niveaux trophiques qu'il contient. Quand il n'y a plus assez d'énergie pour maintenir un niveau trophique supérieur, la chaîne alimentaire s'arrête. Pour cette raison, il y a rarement plus de 4 niveaux trophiques.
- K- Chaque chaîne alimentaire correspond à un seul circuit au sein du flux énergétique.



5. Les causes des pertes d'énergie de l'écosystème

A- Ce qui est mangé

Seule, une fraction de la proie végétale ou animale est effectivement prélevée et dévorée par le niveau supérieur.



Source



Grande sauterelle verte



Source

B- Ce qui est assimilé

Seule une partie des aliments ingérés est digérée puis absorbée vers le sang (assimilée).

Ce qui n'est pas digéré sort du tube digestif à l'état de déchets.



C- L'efficacité relative de la respiration cellulaire

La respiration cellulaire ne récupère qu'environ 40% de l'énergie enmagasinée dans les liens chimiques du glucose.

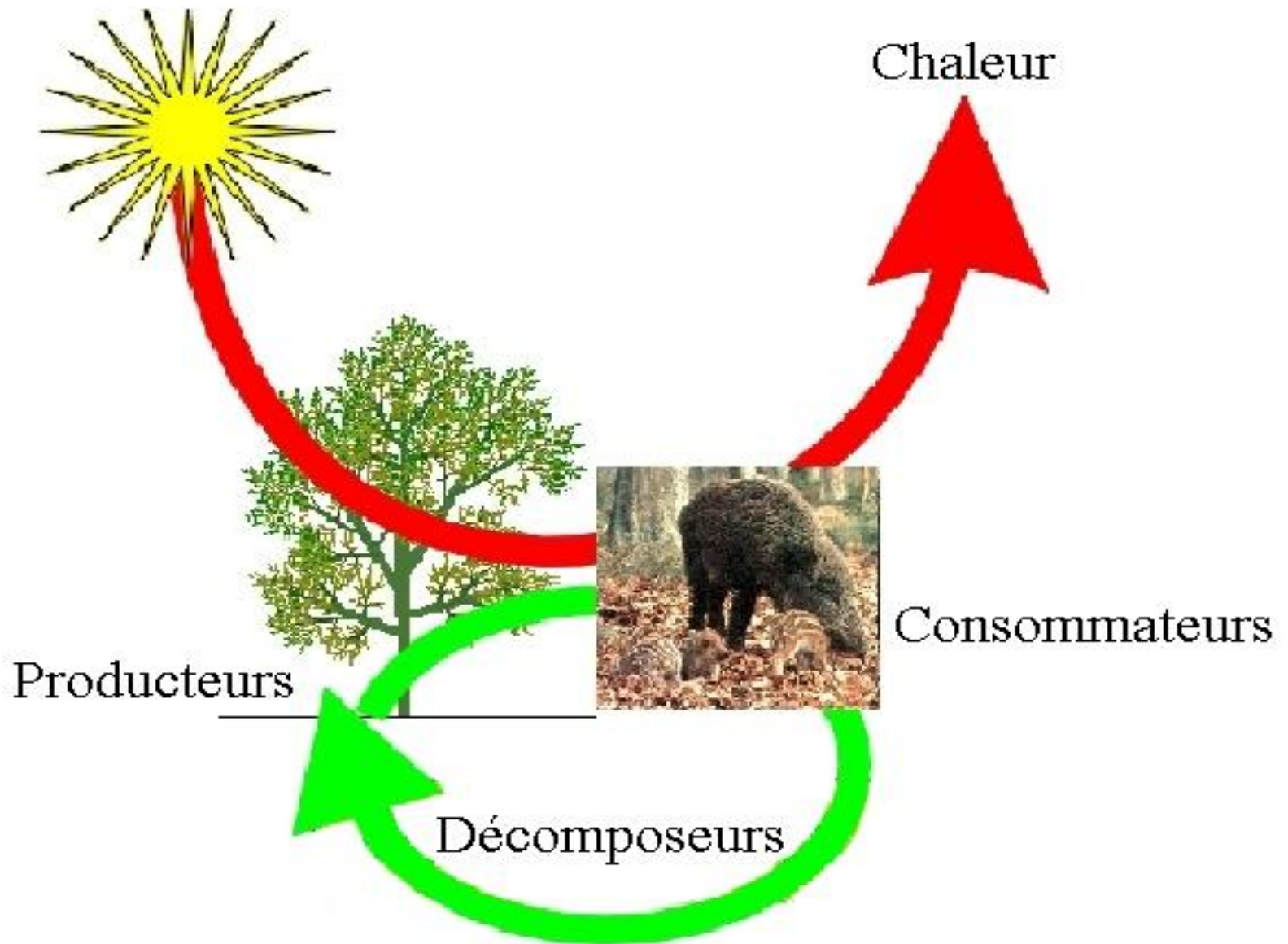
Les **producteurs** : il s'agit des végétaux qui baignent par la lumière du soleil, se développent et produisent de l'oxygène nécessaire à notre survie grâce à la photosynthèse.

Les **consommateurs** : ce sont des animaux qui se nourrissent des végétaux pour assurer leur alimentation.

Les **prédateurs** : ennemis naturels des consommateurs, ce sont des carnivores, chasseurs ou carnassiers, qui assurent la continuité de la chaîne alimentaire.

Les **décomposeurs** : derniers maillons de la chaîne alimentaire, ils transforment les végétaux morts et des déchets produits par les animaux en substances organiques simples indispensables à la croissance des végétaux.

Fonctionnement d'un Ecosystème



Echelle s des écosystèmes

Un micro-écosystème : une souche d'arbre par exemple.

Un méso-écosystème : une forêt ou une prairie par exemple.

Un macro-écosystème : océan, savane, désert, etc.



Réponse de la plante aux facteurs du milieu

Un **facteur écologique** est tout élément, biotique ou abiotique, naturel ou anthropique, qui influence les organismes vivants dans un écosystème.

Les **facteurs écologiques** sont une composante de l'environnement, d'un organisme, ou encore d'un ensemble d'espèces, d'une biocénose, sous influence climatique.

Les végétaux et la température, un lien vital

La température et la lumière font partie des facteurs environnementaux dont dépendent toutes les phases du développement des végétaux.

Leur influence sur la croissance des plantes a fait l'objet de très nombreuses études.

Depuis un siècle, ces deux paramètres sont contrôlés avec aisance en milieu artificiel.

Importance de la température pour le vivant

L'intervalle de température viable pour une cellule se situe entre 0°C à 45°C.

En deçà de 0°C, les cellules gèlent et se rompent et au-delà de 45°C, les protéines se dénaturent.

À l'intérieur de cet intervalle, les réactions chimiques cellulaires sont possibles ; elles s'accélèrent, cependant, avec l'augmentation de température et elles ralentissent s'il fait plus froid.

Il existe un intervalle thermique idéal pour chaque espèce.

Les effets de la température de l'air sur les végétaux

La température est un facteur clé de la croissance et du développement des plantes. Conjugée avec la luminosité, le dioxyde de carbone, l'humidité dans l'air, l'eau et les nutriments, la température influe sur la croissance des plantes et ultimement le rendement des cultures.

La température idéale dépend de l'origine géographiques des plantes :

Les plantes des régions tempérés, comme la Laitue, ont un optimum de température compris entre 15 et 25°C.

Celui des végétaux des régions tropicales, comme le piment est plus élevé, supérieur à 30°C.

La température, comme la lumière et la teneur en CO₂ de l'air, est un facteur extérieur qui agit sur la photosynthèse.

La température est un important facteur de distribution des organismes car elle présente de grandes fluctuations sur la planète selon la latitude et la saison.

Photosynthèse et température

L'activité photosynthétique augmente avec la température jusqu'à 35°C pour s'arrêter vers 45°C.

La température influence surtout le niveaux de compensation et saturation de la photosynthèse : lorsqu'une plante est cultivée dans des conditions de températures élevées, elle demande un éclaircissement supérieur ainsi qu'une augmentation de la teneur en CO₂ ; par rapport à cette même plante cultivée à une température plus fraîche.

La production de chlorophylle a et b est également influencé par la chaleur : celle-ci tend à s'arrêter vers 45°C. Ces pigments interviennent au début de la photosynthèse et sont chargés de capter l'énergie solaire.

Respiration et température

L'intensité de la respiration, phase durant laquelle les plantes dégradent les sucres créés pendant la photosynthèse pour en consommer l'énergie croît avec la température jusqu'à 45°C et s'arrête à 60°C

A partir de ces constats, on peut donc affirmer qu'une température de l'air de 22°C/ 25°C permettra aux plantes cultivées en hydroponie de favoriser la production de substances énergétiques (sucres) et leur consommation par les plantes pour la création de matière végétale.

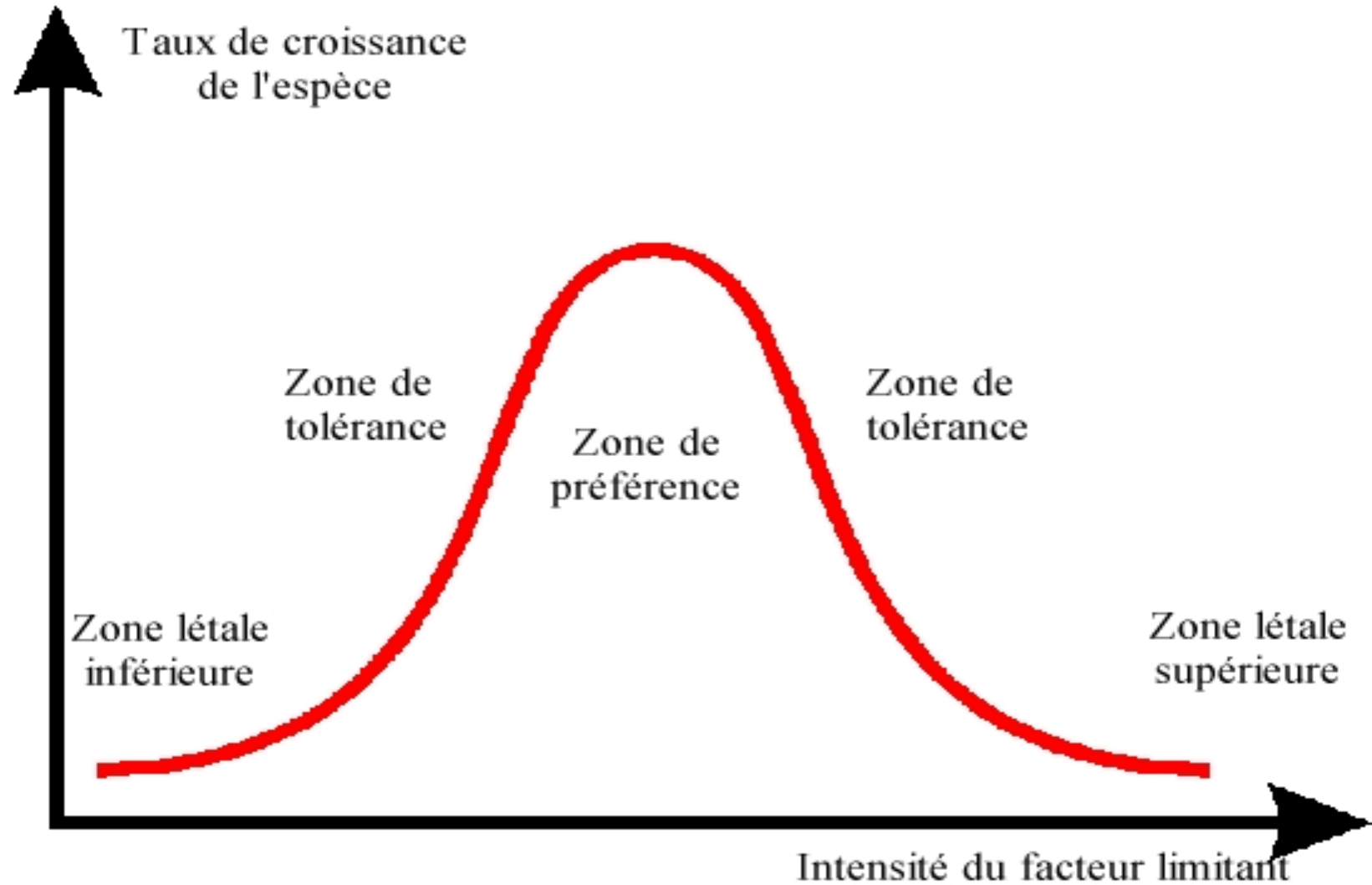
Précisions utiles sur la température

Mais ne pas oublier d'adapter les températures à l'espèce cultivé, son stade de développement (est-elle sensible au thermopériodisme journalier/saisonnier ?), aux niveaux d'éclairement et à la teneur en CO₂. (Loi des facteurs limitants : lorsqu'un processus est contrôlé par plusieurs facteurs agissant indépendamment, son intensité est limitée par le facteur qui représente la valeur minimum. Le facteur est limitant et la vitesse du processus est proportionnelle à la valeur de ce facteur...)

La température influence aussi les flux de l'eau dans la plante : la transpiration d'eau par les feuilles et la cuticule (à hauteur de 10% de la transpiration totale) augmente avec la température.

Jusqu'à une valeur limite où les stomates se ferment ou réduire la pertes en eau.

L'absorption de l'eau et des nutriments, qui dépend en outre de la transpiration, est favorisée lorsque la température de la solution nutritive et du substrat augmente.



Loi de tolérance de Shelford

Tous les facteurs écologiques, à un moment ou un autre, sans aucune exception, sont susceptibles, dans certaines conditions, de se comporter comme des facteurs limitant:

- ✓ soit parce que leur intensité tombe au-dessous d'une valeur minimale incapable de satisfaire aux exigences de l'espèce,
- ✓ soit parce que leur valeur dépasse celle acceptable pour l'espèce.

Stress chaud

chez les Plantes les réponses varient avec le degré de la température, la durée et le type de plante. De plus, une transpiration intensive peut être une réponse adaptative physiologique au stress thermique car la température des feuilles peut diminuer jusqu'à 15 °C par rapport à la température ambiante grâce à cette capacité de réponse

Stress froid

un froid hivernal va provoquer un stress chez les plantes qui vont accumuler des composés durant les périodes plus favorables (Eté principalement) pour maintenir une réserve suffisante. Elle servira à favoriser la reprise de la croissance des plantes au printemps. C'est donc le résultat d'une adaptation des plantes de nos régions qui sont soumises à des variations de températures saisonnières. Cela leur permettra d'optimiser leur fitness suite à un stress au froid

Réponse à la disponibilité des ressources

Les plantes sont fixées au sol par leurs racines qui les approvisionnent en eau et en éléments minéraux, leurs feuilles captant l'énergie solaire pour fixer le carbone du gaz carbonique. Ces processus essentiels de la vie terrestre sont donc réalisés par des organismes immobiles. Les plantes doivent donc pouvoir s'adapter aux conditions contrastées et fluctuantes de leur environnement, sans la possibilité de trouver un habitat plus favorable que leur permettrait le mouvement, comme c'est le cas chez les animaux

Adaptation des plantes

Le mot adaptation vient du latin *adaptare*. Il peut être défini comme un ensemble d'ajustements ou de changements dans le comportement, la physiologie ou la structure d'un organisme lui permettant de devenir plus apte à vivre dans un environnement défini.

Qu'il vente, qu'il pleuve, qu'il neige, qu'il gèle à pierre fendre ou que la canicule nous accable ... les plantes sont là ! C'est en effet une de leurs caractéristiques que de s'adapter à des conditions très fluctuantes de l'environnement.

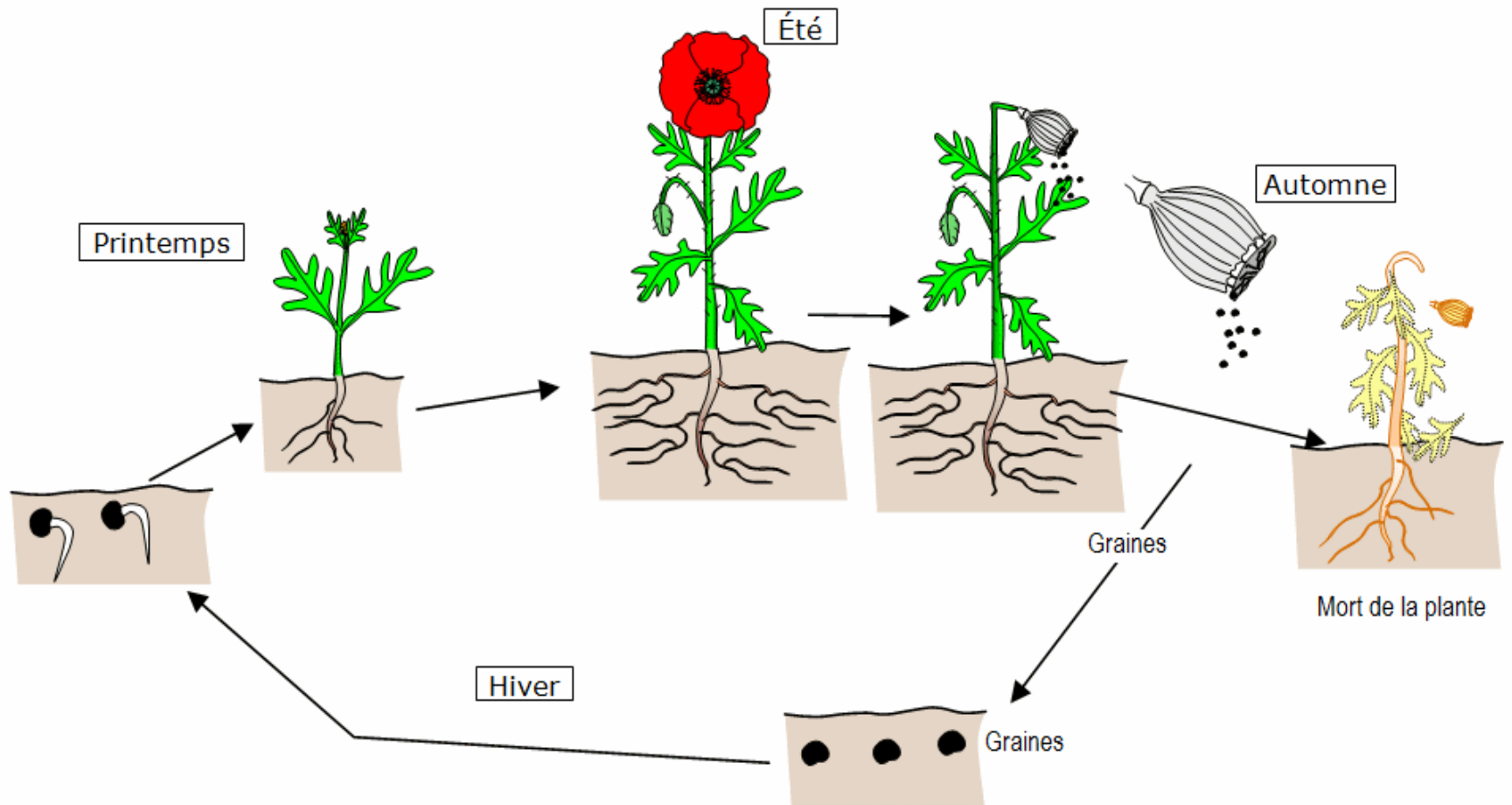
Les végétaux ont à faire face à des écarts de température, de luminosité et d'humidité très importants selon le moment de la journée, les saisons, et les lieux où ils poussent

- ▣ La **nature des sols** détermine aussi des conditions particulières pour la croissance et le développement des plantes. Des **carences** importantes en **nutriments** minéraux (azote, phosphore ...) peuvent exister dans les sols, ou à l'inverse des **toxicités** délétères dues à l'excès de **métaux** toxiques (cadmium, plomb, aluminium ...) peuvent survenir. Certaines eaux d'irrigation, ou des terrains en bord de mer, sont à l'origine de stress salins perturbant les processus normaux de nutrition des plantes. Ces fluctuations de l'environnement physique favorisent la répartition géographique des plantes selon leur capacité d'adaptation à un **biotope** donné.

- ▣ Il existe des **plantes d'ombre** comme les fougères, préférant pousser à l'abri de la lumière,
- ▣ ou des **plantes aquatiques** comme l'élodée ayant besoin de beaucoup d'eau.
- ▣ De la même façon, un **sol calcaire** hébergera des **plantes calcicoles** « qui s'établissent dans le calcaire ». C'est le cas des plantes des garrigues du sud de la France. Les plantes « qui fuient le calcaire » ou **plantes calcifuges**, comme les châtaigniers ou les fougères, préfèrent les **sols acides**.
- ▣ Mais les plantes ne sont pas uniquement en **interaction** avec leur environnement physique. Elles interagissent également avec d'autres **organismes vivants**. Certains peuvent leur être **utiles** en favorisant leur nutrition par exemple, c'est le cas des **bactéries symbiotiques** et des **champignons mycorhiziens**. D'autres leur sont **nuisibles** en les infectant, comme les **virus, bactéries, champignons phytopathogènes**, ou en les mangeant, c'est le cas de nombreux **insectes** et des **herbivores** en général. De la même façon que les **plantes** se sont **adaptées aux variations physiques** de leur environnement, elles ont, au cours de l'évolution, développé des **réponses** pour **se défendre** contre l'agression d'**agents pathogènes**.

- ▣ Les plantes se caractérisent par différents **états**, **végétatifs** (feuilles, racines) ou **reproducteurs** (graines), et par leur **cycle de vie**. Il existe des **plantes annuelles** qui disparaissent l'hiver quand les conditions (lumière, humidité, température) seront défavorables pour réapparaître au printemps suivant à partir de la **germination** de leurs **graines**, ou d'organes de réserve souterrains comme les **bulbes** et les **tubercules**. Par contre les **plantes vivaces** sont encore bien visibles à la mauvaise saison, pendant laquelle elles entrent souvent en **dormance**, perdant leurs feuilles, comme les **arbres à feuilles caduques**, pour reprendre leur croissance aux beaux jours, à partir de leurs **bourgeons**

Le cycle de vie des plantes



variation spatio temporelle des communautés végétales

La répartition spatiale actuelle d'une espèce végétale est le résultat de différents facteurs: environnementaux (conditions climatique, édaphique, topographique...), historiques (processus passés qui ont agi sur les populations antérieures) et biotiques (capacité intrinsèque de l'espèce et processus d'interactions interspécifiques). Les espèces végétales qui coexistent forment des assemblages caractéristiques appelés communautés. Celles-ci peuvent être étudiées et caractérisées en relation avec l'environnement sans évaluer l'écologie de chacune des espèces constitutives indépendamment: c'est le champ de l'écologie des communautés. Cependant, les limites spatiales des communautés végétales sont plus ou moins nettes en fonction des caractéristiques du milieu.

- En botanique et en biogéographie, une **formation végétale** désigne une communauté d'espèces végétales, caractérisée par une certaine physionomie, et qui détermine un paysage caractéristique.
- Cette physionomie, on dit aussi, « végétation », qui permet de faire une description générale à une échelle assez étendue, dépend des espèces qui composent la formation végétale et du milieu qui les accueille.
- On distingue par exemple, la forêt, la mangrove, la steppe, la savane, la lande, la mégaphorbiaie, la cariçaie, etc.

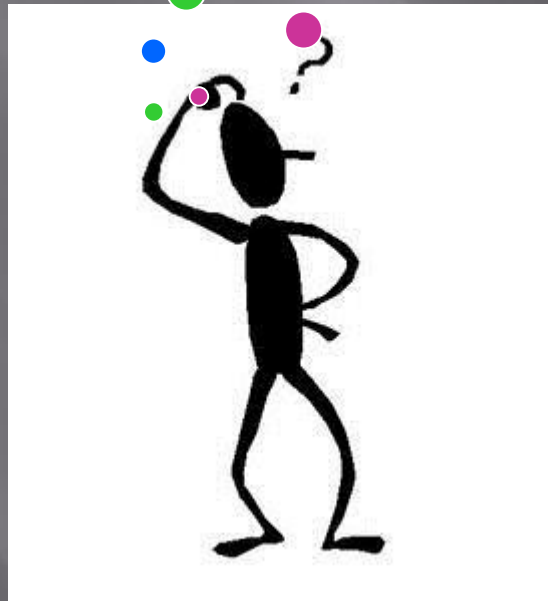
- ▣ Une classification internationale des formations végétales, établie en 1973 par la FAO en a ainsi distingué 225 types différents dans un classement cohérent.
- ▣ Cette classification retient cinq classes de formations fondamentales¹ :
- ▣ forêts fermées ;
- ▣ forêts claires ;
- ▣ buissons et fourrés ;
- ▣ sous-arbrisseaux et landes basses ;
- ▣ végétation herbacée.
- ▣ Ces classes de base sont ensuite divisées chacune en sous-classes :
- ▣ sempervirentes ;
- ▣ décidues ;
- ▣ xéromorphiques, etc.

Les cycles biogéochimiques

Qu'est ce
que la
lithosphère?

Qu'est ce que
l'hydrosphère?

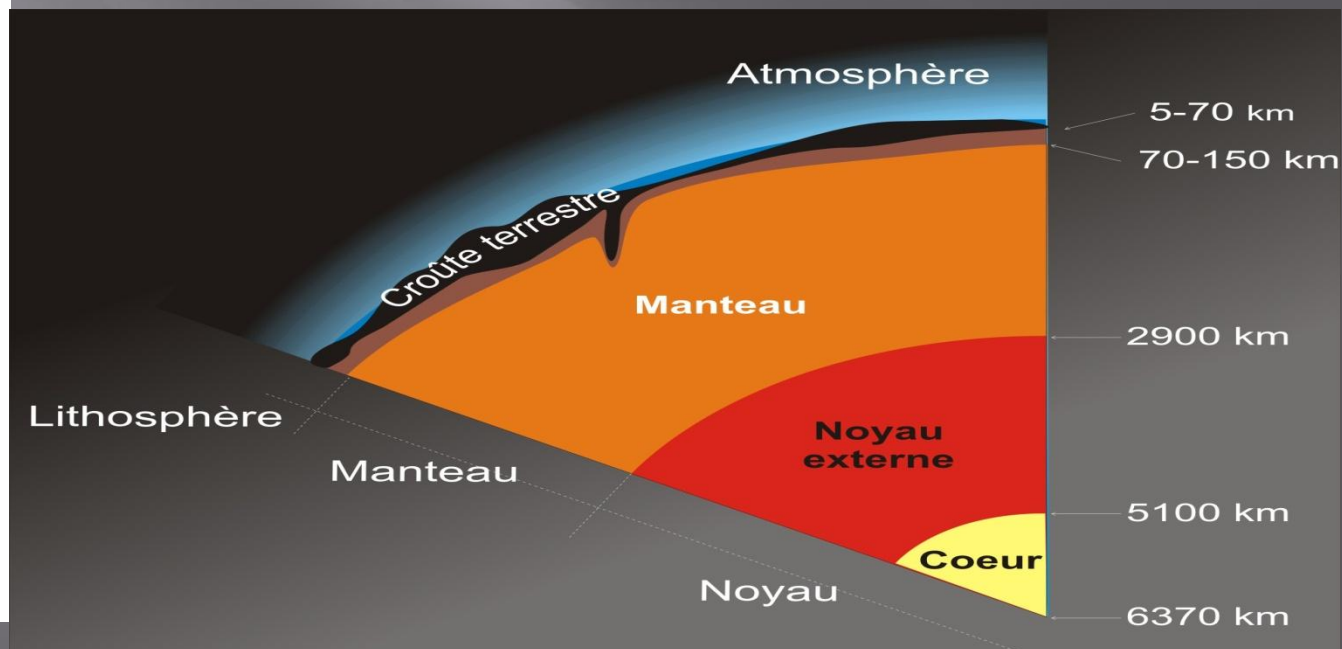
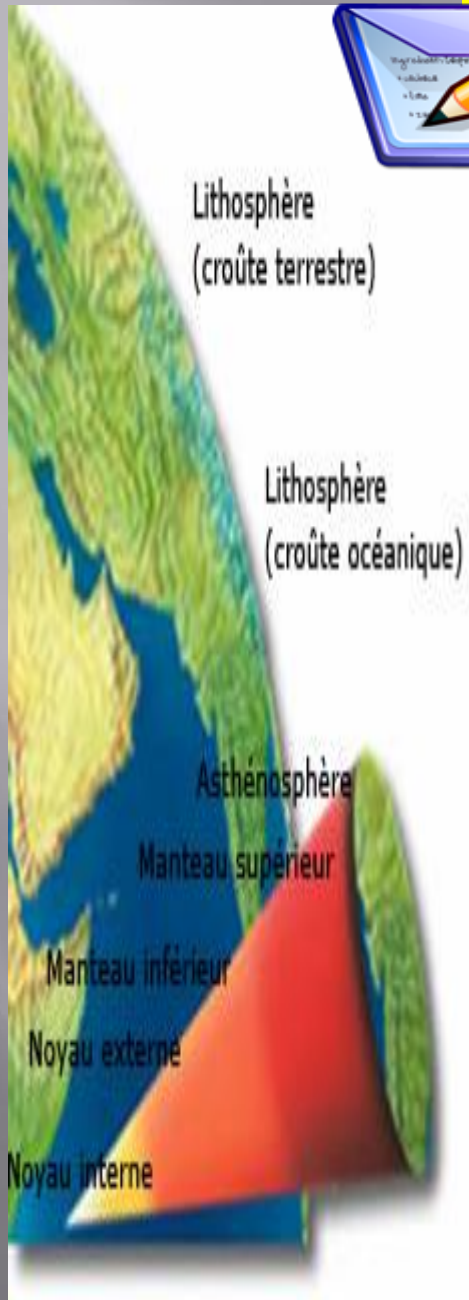
Qu'est ce que
l'atmosphère?

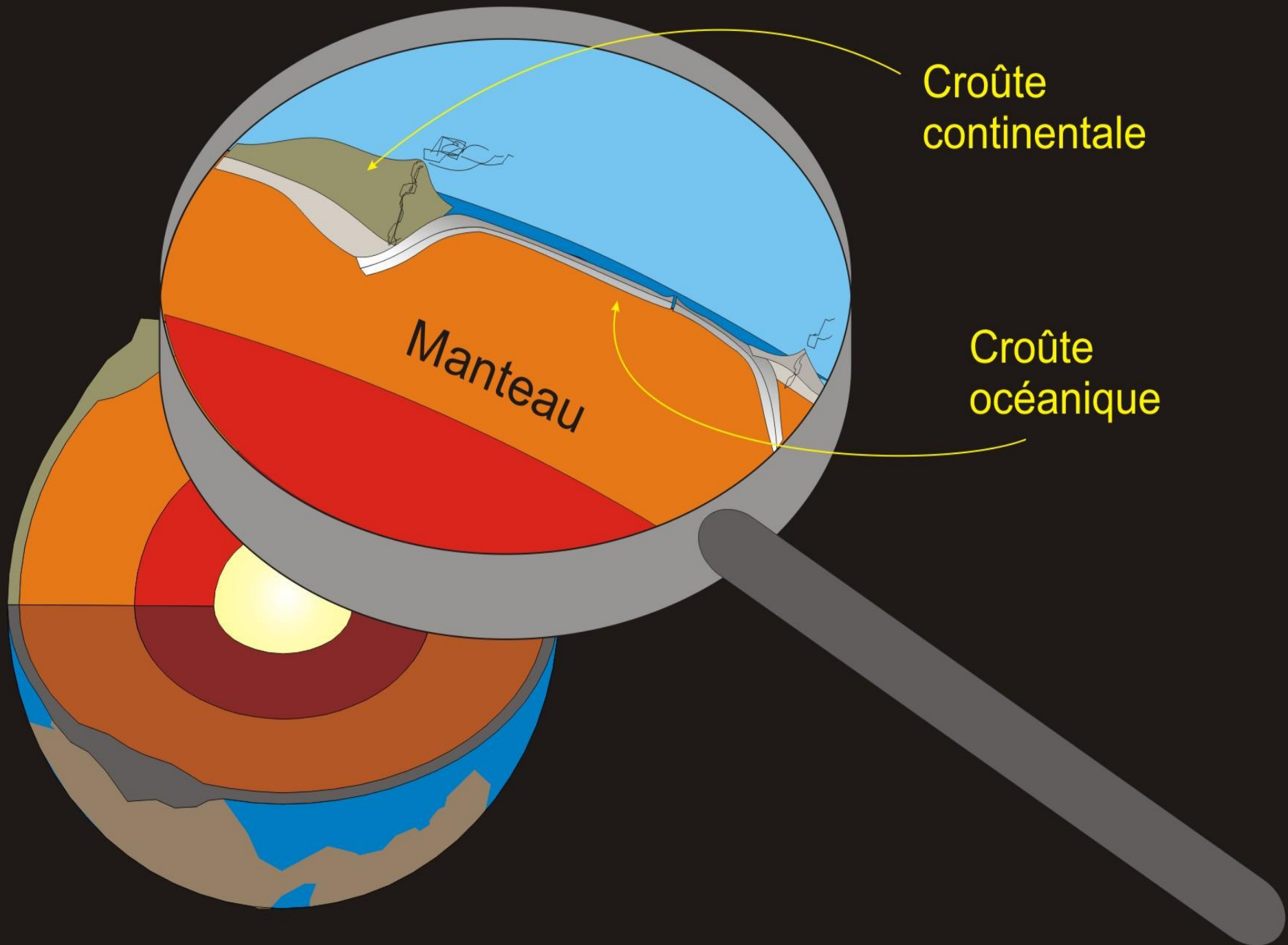


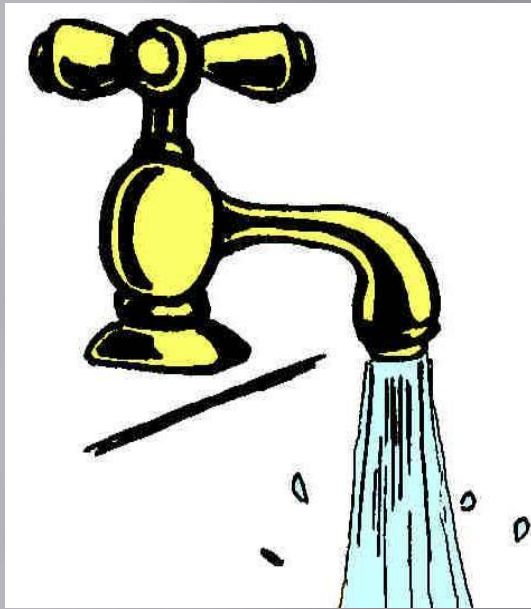


La lithosphère

Enveloppe solide de la Terre.
Comprend les croûtes
terrestre et océanique.

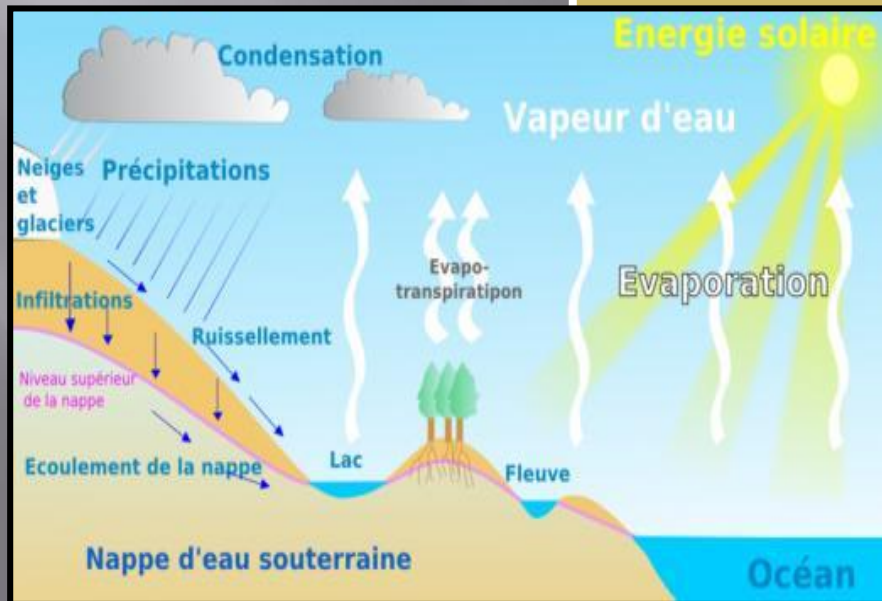






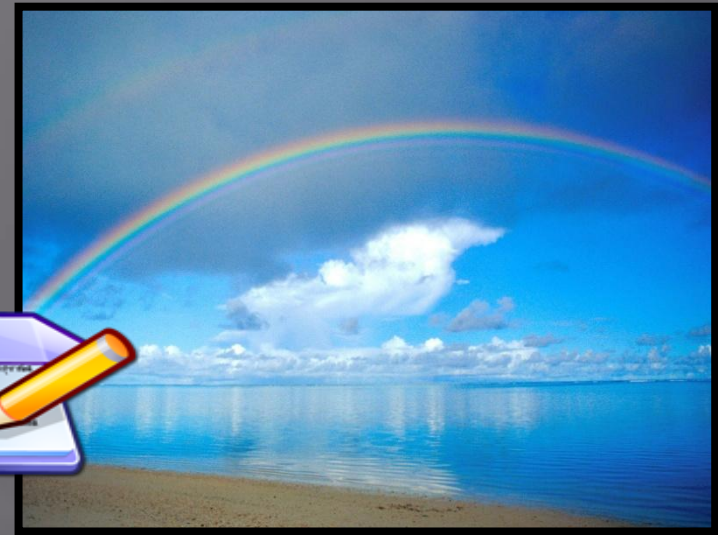
Hydrosphère

Enveloppe externe de la Terre qui regroupe l'eau sous tout ses états: solide, liquide gazeux.



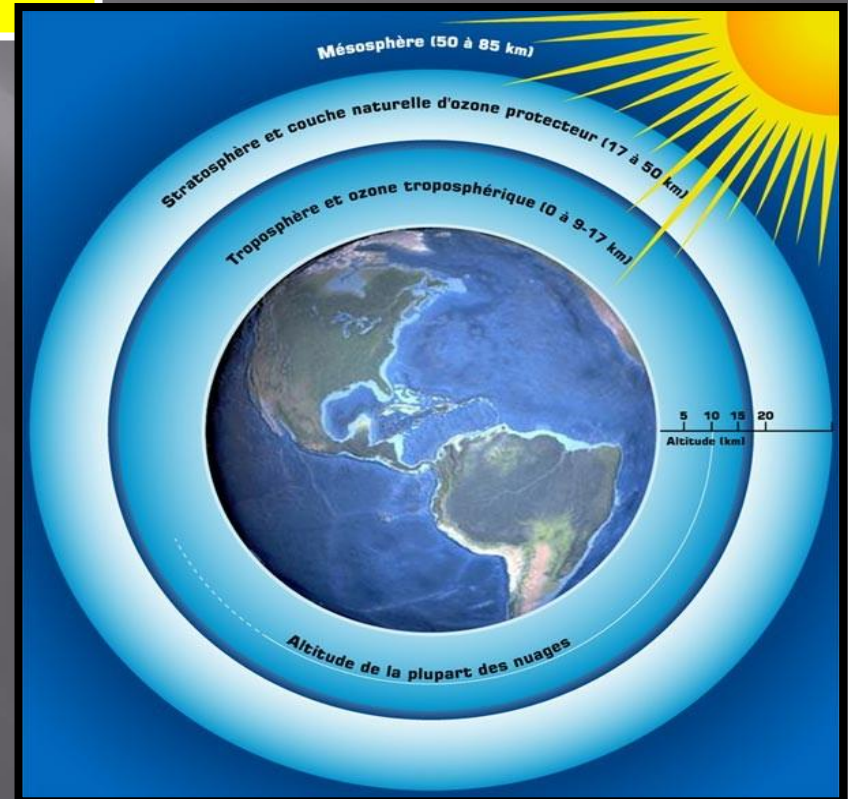
Atmosphère

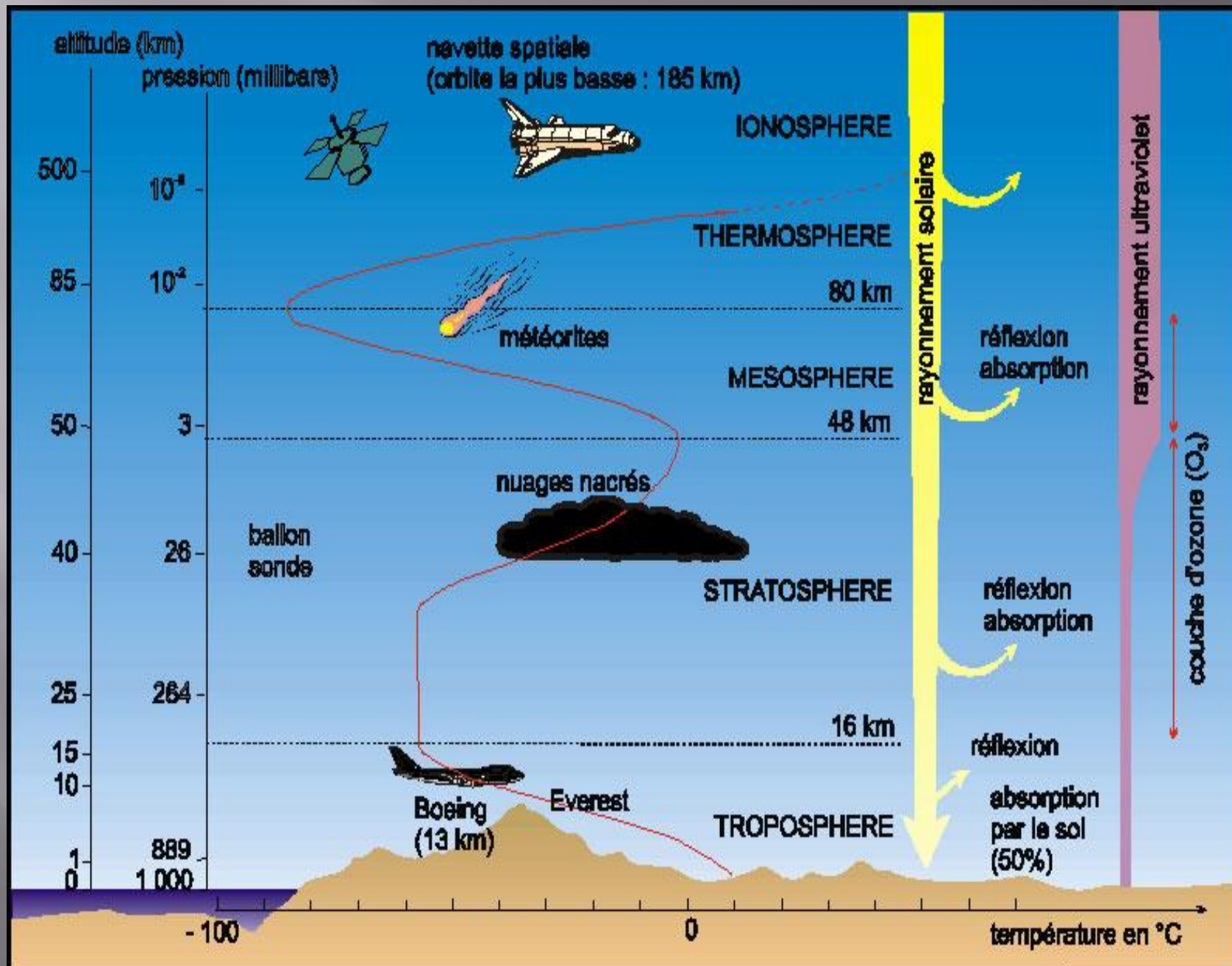
Couche d'air qui enveloppe la Terre.



Comprend 5 couches:

- Exosphère
- Thermosphère
- Mésosphère
- Stratosphère
- Troposphère



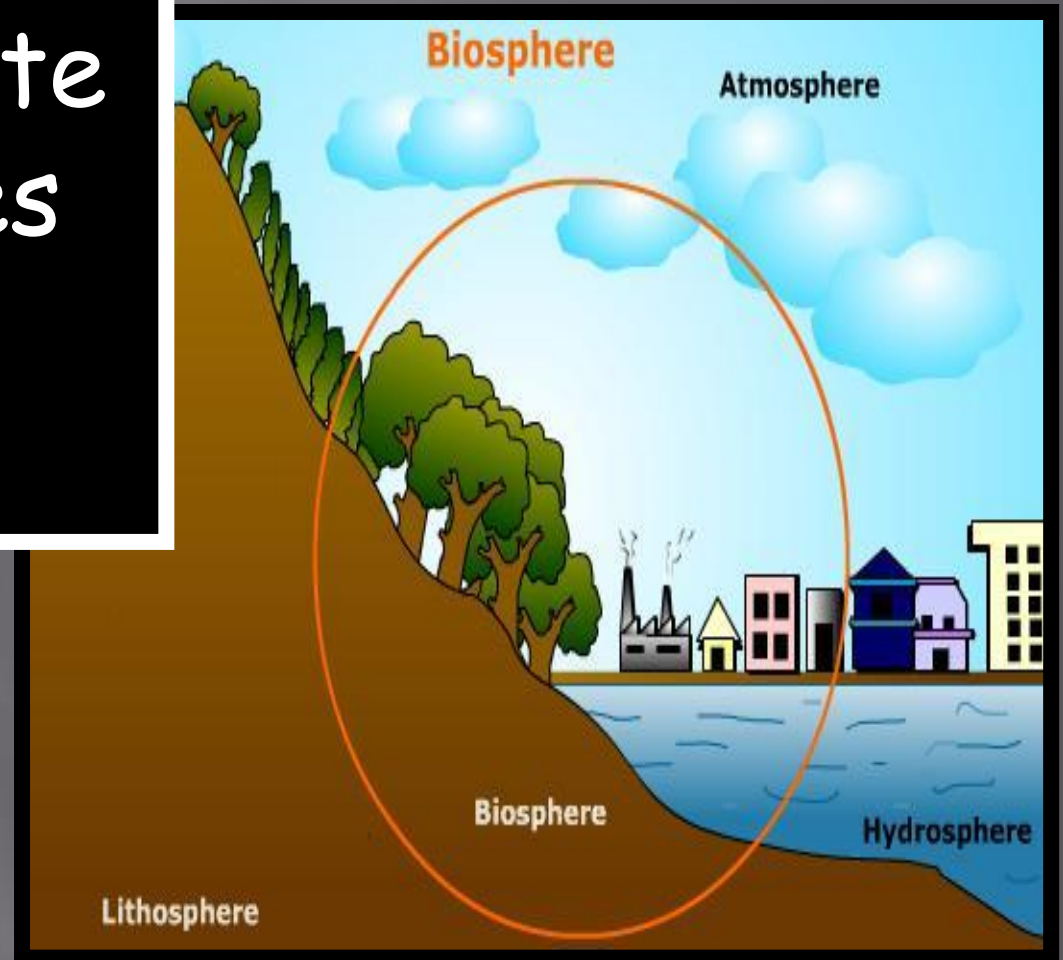


Biosphère



Enveloppe de la Terre qui abrite l'ensemble des organismes vivants.

Comprend la lithosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère.





Quels sont
les trois
besoins
vitaux de
l'être
humain?

Respirer

Manger

Dormir

Oxygène

Carbone

Hydrogène

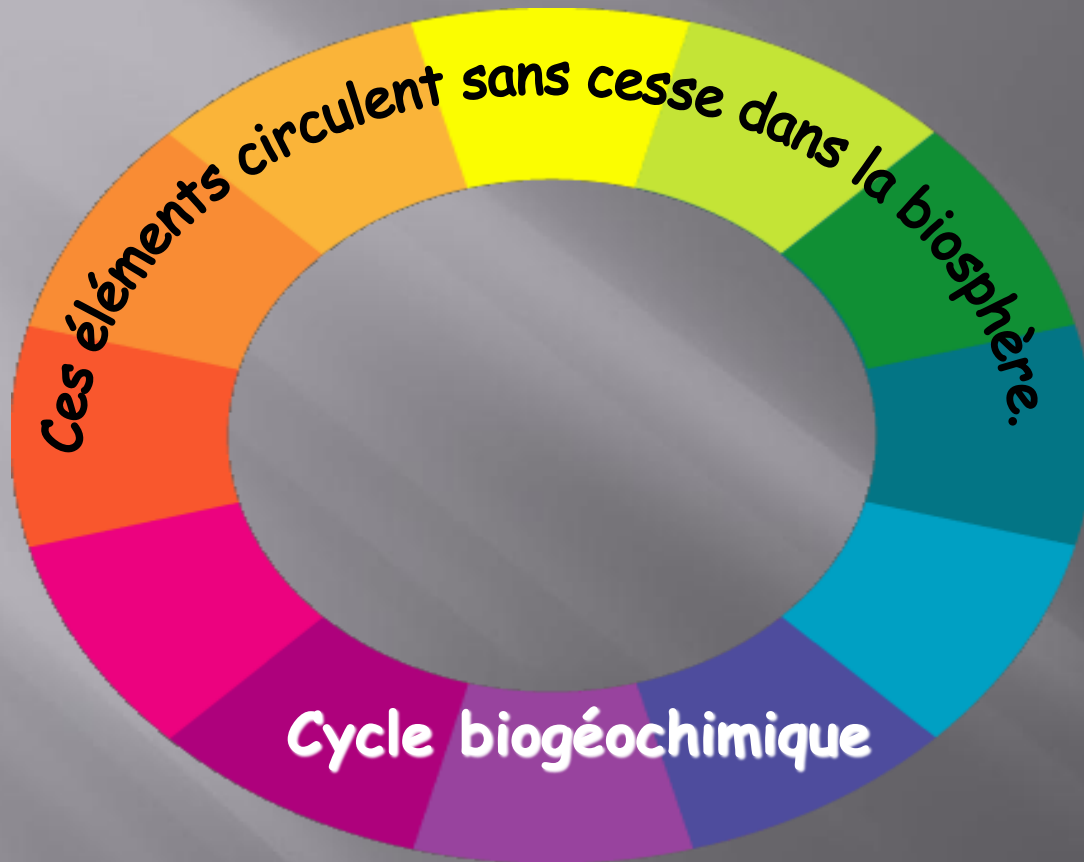
Éléments
chimiques
essentiels à la
vie.



Phosphore

Azote

Souffre



Nous verrons le
cycle du carbone et
de l'azote....

La base du cycle du carbone

Le carbone est un des atomes les plus présents dans les organismes vivants.

Le carbone est présent sous deux formes principales dans les écosystèmes:

- Le dioxyde de carbone (CO_2)
- Le glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)

Les mécanismes de base

La respiration cellulaire: Mécanisme par lequel les cellules vont brûler le glucose pour produire de l'énergie.

Réaction ayant lieu dans les mitochondries

Mécanisme utilisé par TOUS les êtres vivants pour produire leur énergie.

Équation:



Les mécanismes de base

Photosynthèse: Processus utilisé par les plantes pour transformer le CO_2 en glucose.

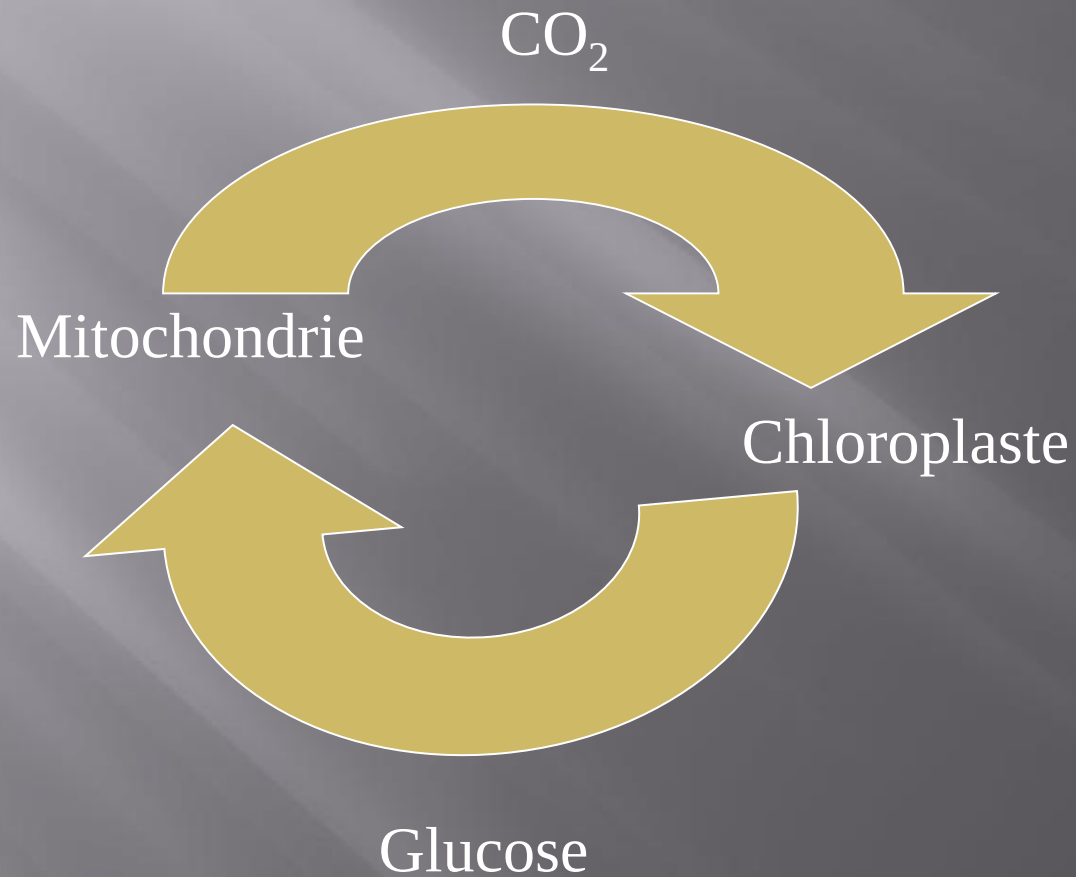
Cette réaction s'effectue dans les chloroplastes.

La lumière activera une molécule la chlorophylle qui permettra le déroulement de la réaction.

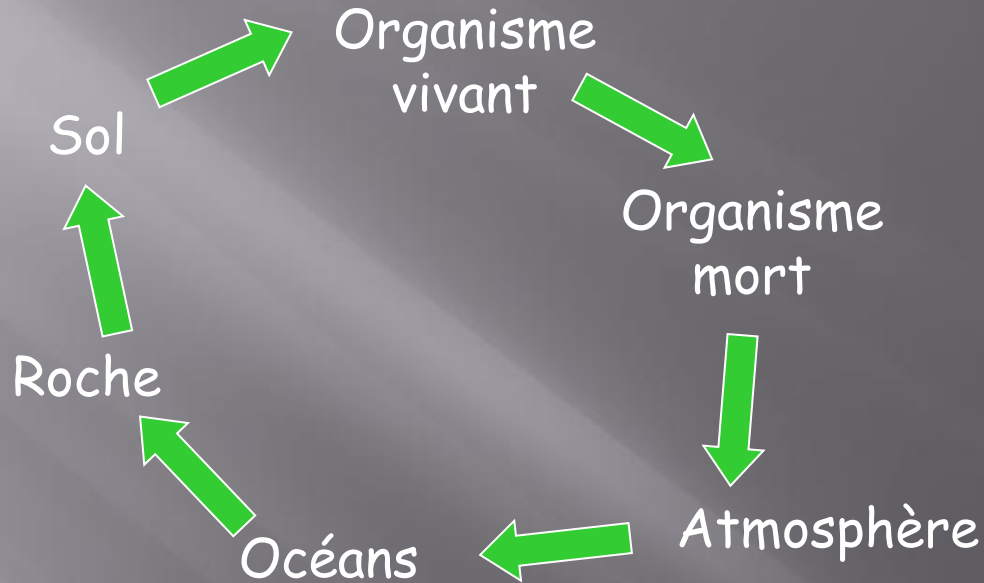
Équation chimique:



Vue générale du cycle du carbone



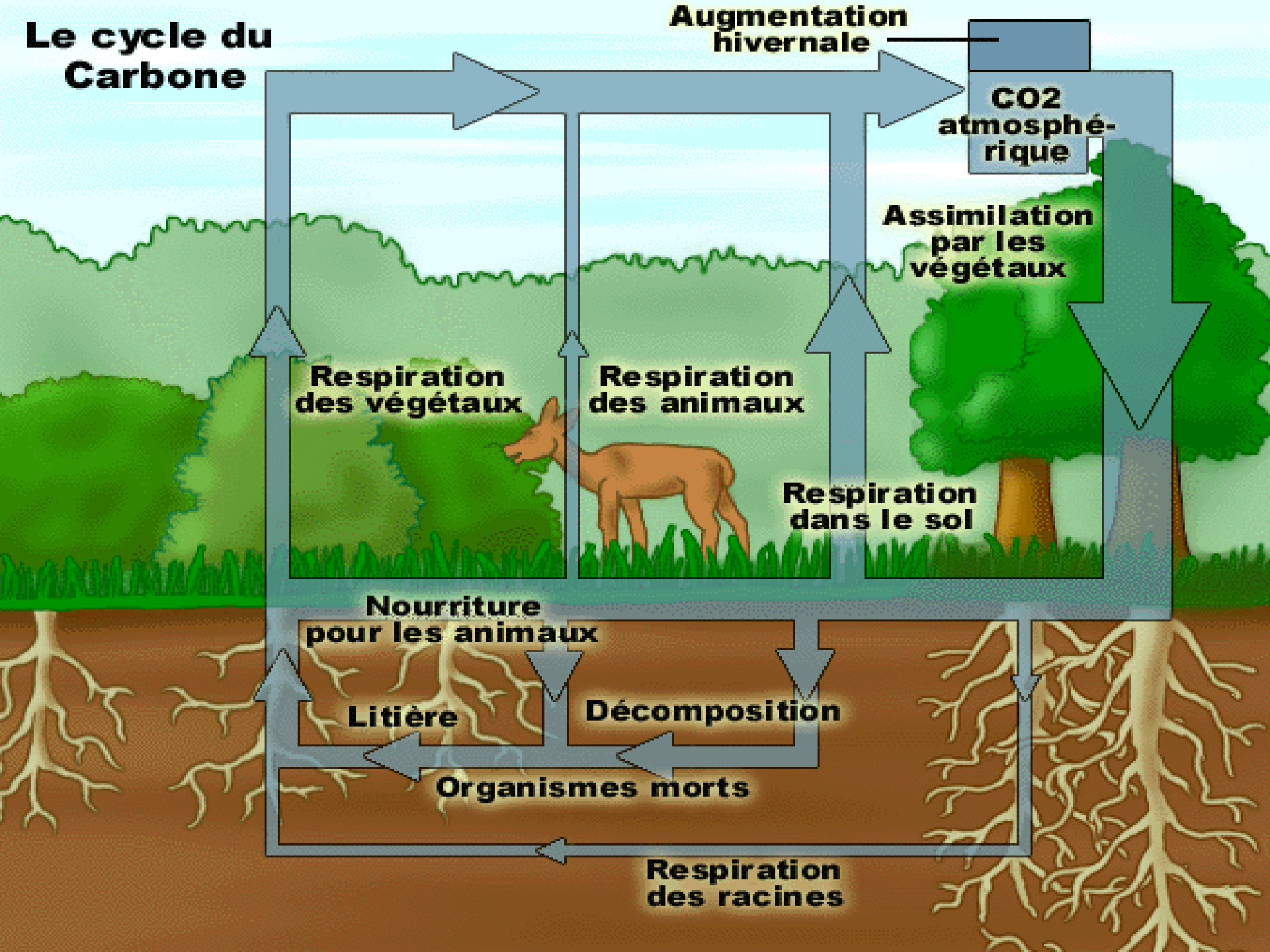
Voici le cycle du carbone



Le cycle du carbone est un cycle biogéochimique qui correspond à l'ensemble des échanges de carbone.



Le cycle du Carbone



Cycle du carbone terrestre

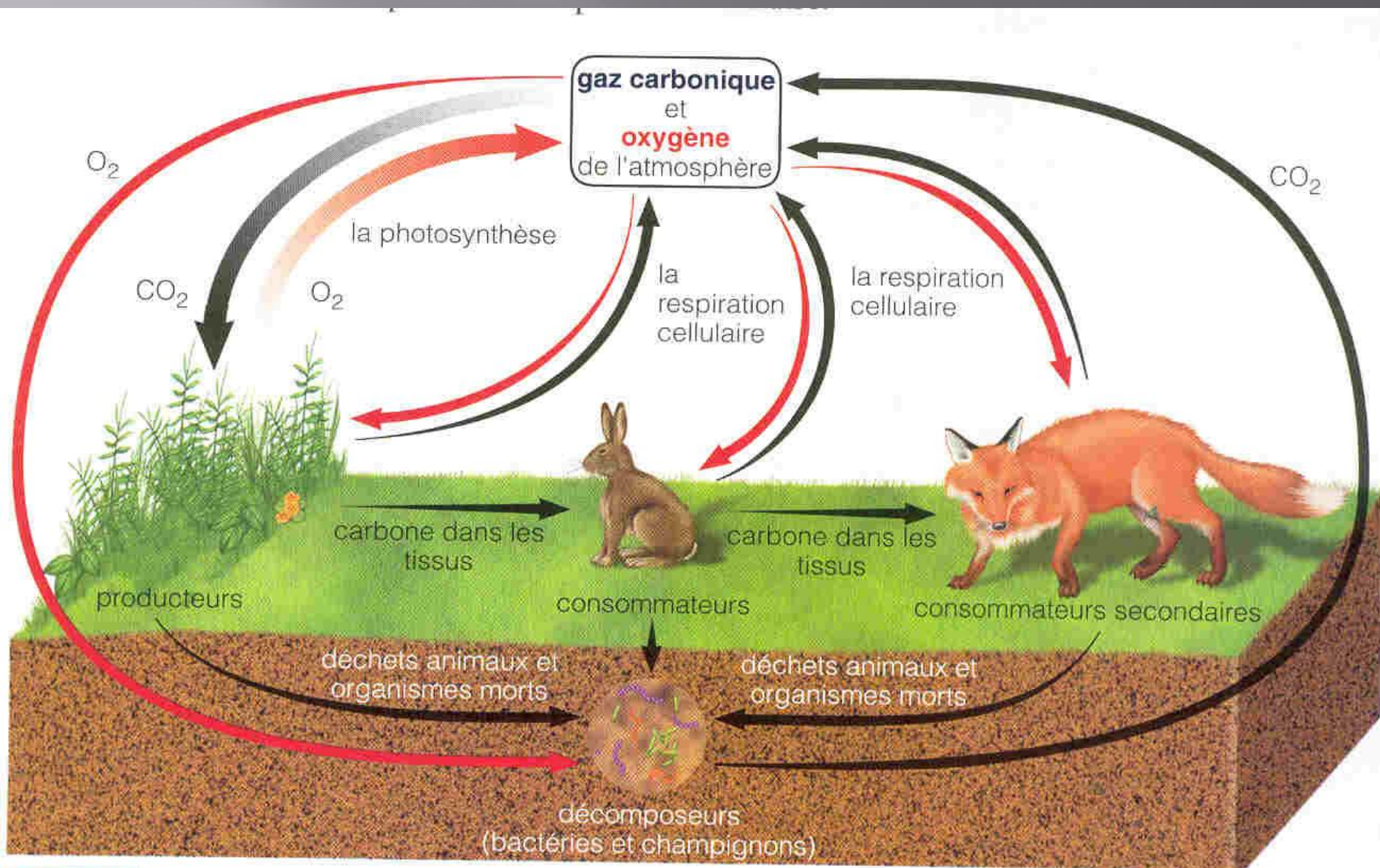


Figure 2.4 La photosynthèse et la respiration cellulaire sont les deux processus moteurs du cycle du carbone.

En résumé

Tous les organismes vivants rejettent du CO_2

La combustion de combustibles fossiles augmentent la concentration de CO_2 dans l'atmosphère.

Les décomposeurs utilisent les déchets pour se procurer le glucose pour effectuer la respiration cellulaire et rejeter du CO_2 .

Le glucose passe d'un niveau trophique à l'autre grâce aux chaînes alimentaires.

Seules les végétaux ont le pouvoir d'éliminer le CO_2 et de produire de l'oxygène qui sera utilisé par tous les organismes.

Cycle du carbone aquatique

Manuel (p 50)

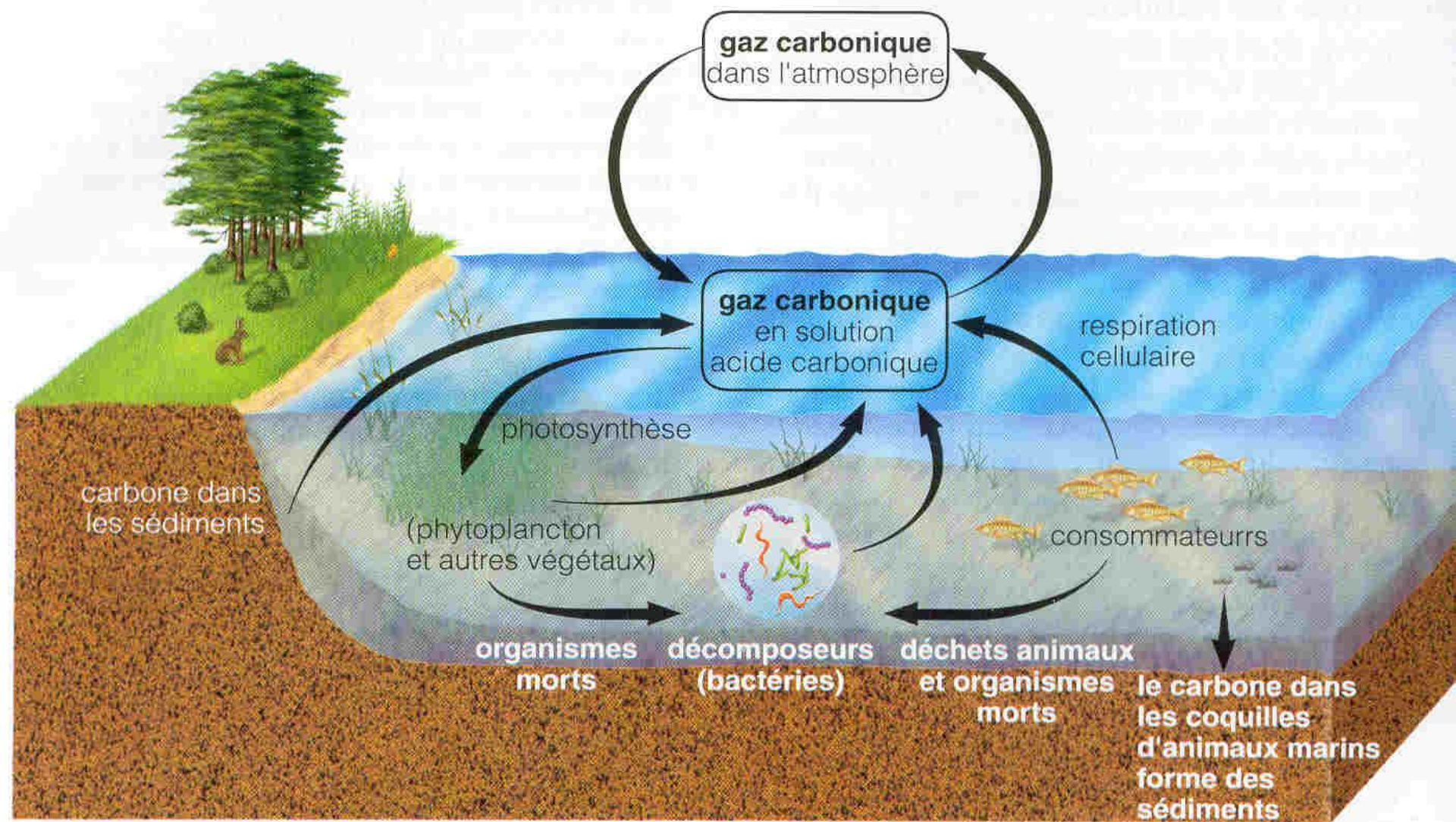


Figure 2.7 Le cycle du carbone d'un écosystème aquatique

Proverbe du Jour: 30/04/2020

« Personne n'est trop
vieux pour se fixer un
nouvel objectif ou
réaliser de nouveaux
rêves. »

En résumé

Le CO₂ est transformé en acide carbonique.

Le phytoplancton et les algues effectueront la photosynthèse.

Les coquilles de mollusque augmenteront la quantité de carbone dans l'eau.

Un déséquilibre du cycle du carbone: l'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène dans lequel les rayons du soleil restent emprisonnés dans l'atmosphère.

L'effet de serre est causé par :

La déforestation:

Diminution de la capacité à éliminer le CO₂

La trop grande utilisation de la combustion fossile :

Augmentation directe de la quantité de CO₂ rejetée dans l'atmosphère.

Voici l'ensemble des échanges

La photosynthèse

La consommation

La respiration cellulaire

La décomposition

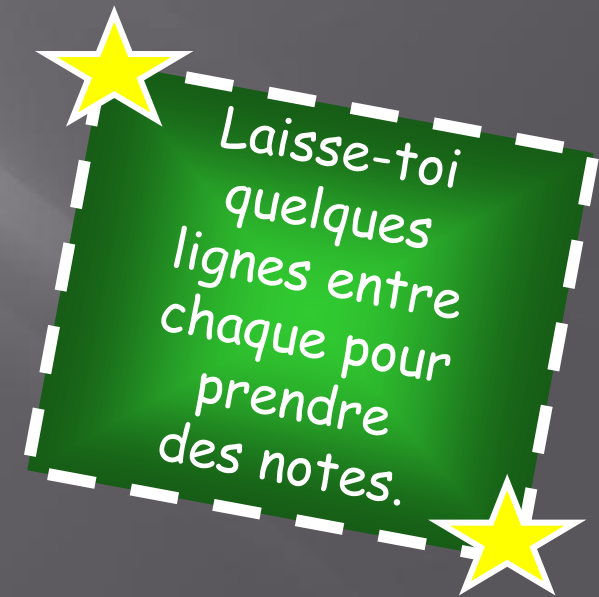
Les feux de forêt

Les coquilles et les squelettes

Les roches carbonatées

Les éruptions volcaniques

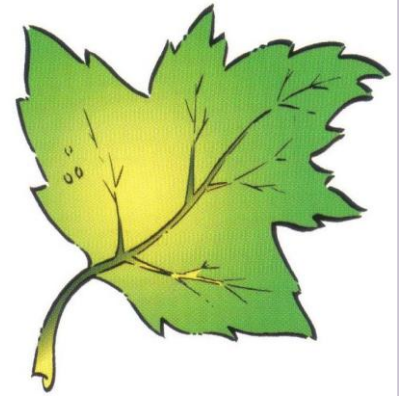
Les combustibles fossiles



La photosynthèse

Les végétaux utilisent l'énergie du Soleil et gaz carbonique puis le transforme en glucose.

Lumière + CO_2 + eau = Oxygène +

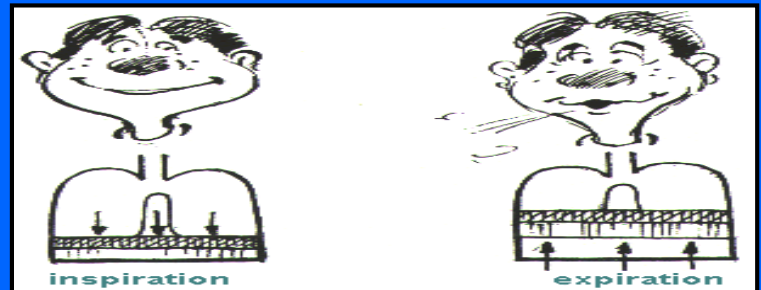


La consommation

Les animaux mangent des végétaux ou des animaux. Ceux-ci sont faits de carbone.

La respiration cellulaire

Oxygène





La décomposition des déchets

La portion de carbone qui n'est pas éliminé par la respiration est éliminé par les déchets... et devient du $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$



Les feux de forêt

La combustion fait en sorte que le carbone contenu dans les arbres est dégagé dans l'atmosphère sous forme de CO_2 .



Les coquilles et les squelettes

Le CO_2 présent dans l'eau réagit avec les molécules d'eau et avec le calcium pour former du carbonate de calcium.

Compose
squelette
et
coquilles

Les roches carbonatées

Le carbonate de calcium CaCO_3 formé tombe au fond des océans et se sédimente. Ces sédiments s'appellent des roches carbonatées.



Les éruptions volcaniques

Une fraction du carbone contenu dans les roches volcaniques en fusion s'échappe dans l'atmosphère sous forme de CO_2 .

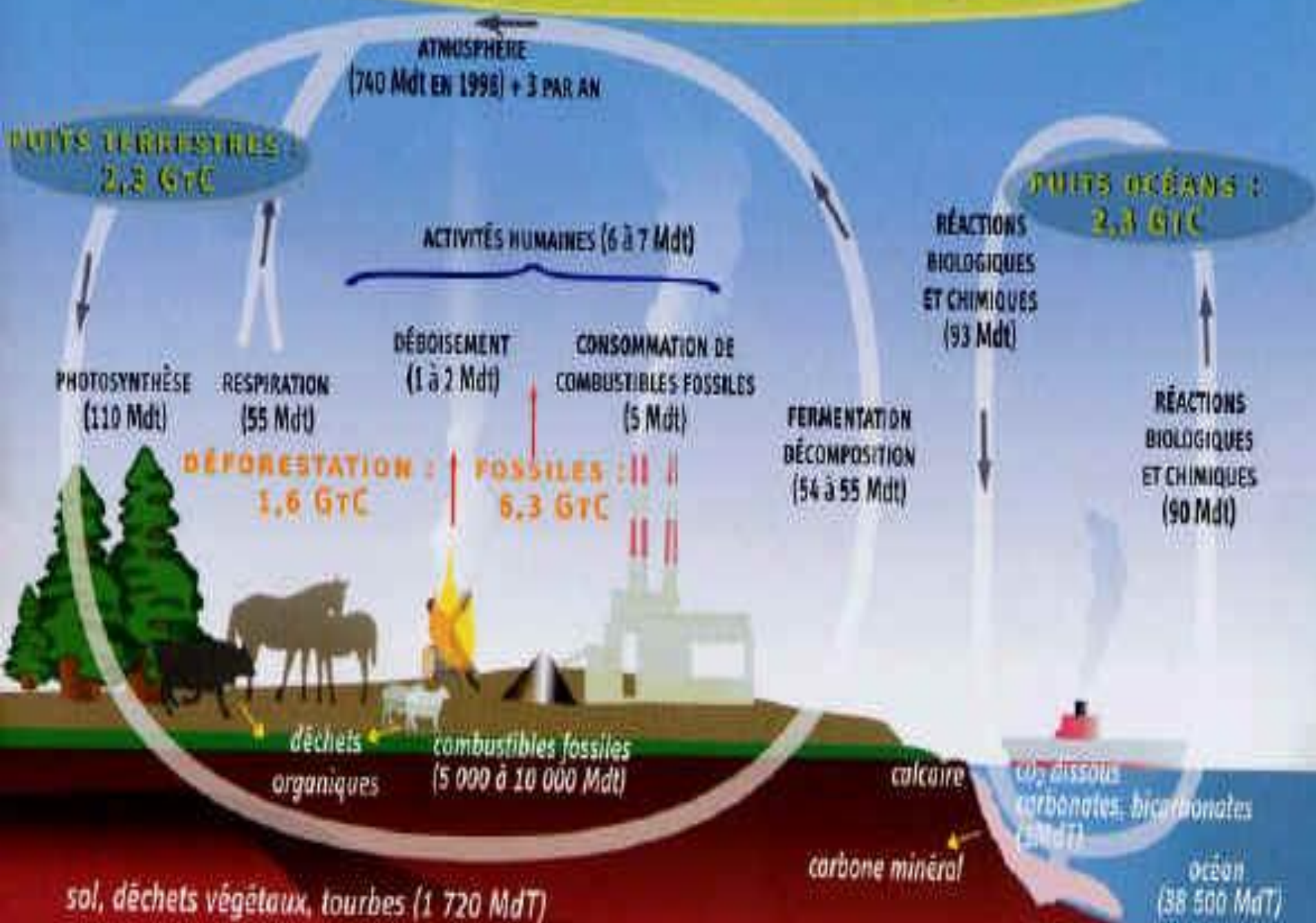


Les combustibles fossiles

Les organismes morts tombent au fond des océans. Le carbone composant ces organismes se sédimente au fond et forme, après plusieurs années, le charbon et le pétrole.



ACCUMULATION ATMOSPHÈRE : 3,3 GtC



N

N

N

N

Voyons maintenant le
cycle biogéochimique
de l'**azote**...

N

N

N

N

N

N

Le cycle de l'azote

Correspond à la circulation
et aux échanges d'azotes
entre les différentes
parties de la biosphère.



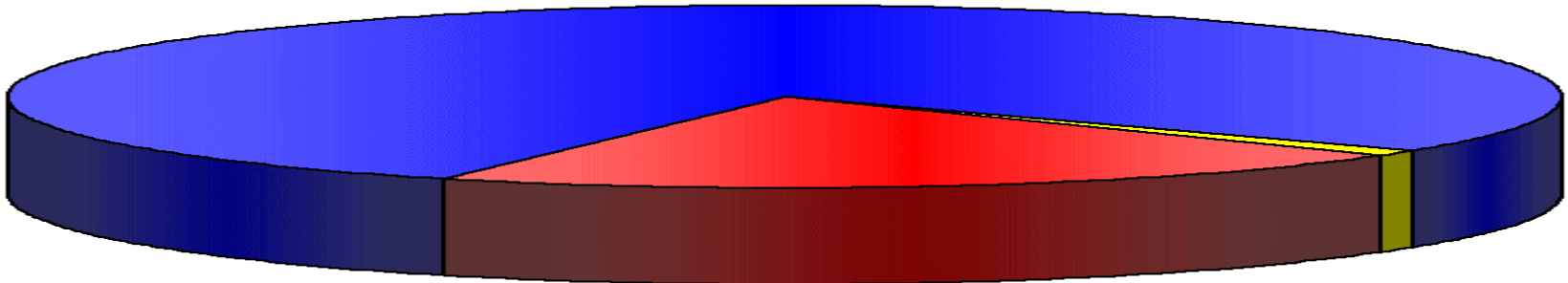


Où retrouve t'on de l'azote sur
notre magnifique planète?

On le trouve dans l'air que nous respirons pour
dans l'ADN que nous défini.

LA COMPOSITION DE L'AIR

■ Dioxygène (21 %)
■ Diazote (78 %)
■ Gaz rares (1 %)



Feuille en manque d'azote

Feuille contenant

Attention!!!

L'azote ne peut pas être utilisé tel quel
par les êtres vivants...

Changements



Plusieurs conversions
sont nécessaires.

(L'azote se déguise...)



Première conversion

La fixation de l'azote

Processus qui converti
le diazote gazeux de
l'atmosphère en
ammoniac.





Qu'est-ce qui permet cette fixation?

- 1) Les bactéries (microorganismes): convertissent l'azote en Ammoniac (NH_3)
- 2) Les décharges électriques des orages convertissent l'azote en nitrates (NO_3)
- 3) Les industries d'engrais.



Les bactéries fixent l'azote?



Oui! Les **bactéries** présentes dans le sol ainsi que les **cyanobactéries** présentes dans les eaux sont responsables de la fixation de l'azote.





La nitrification

L'absorption

La décomposition

La dénitrification



Deuxième conversion

La nitrification de l'azote

Ajouter des

oxygènes

Processus fait par les bactéries qui oxydent l'ammonium et forment des nitrites. Puis d'autres bactéries oxydent les **nitrites** et forment des **nitrates**.





Troisième conversion

L'absorption de l'azote

Processus fait par les végétaux qui utilisent l'ammonium et les nitrates du sol et de l'eau.

Les animaux herbivores mangent ces végétaux et obtiennent l'azote dont ils ont besoin.

Cycle

Les animaux carnivores mangent les herbivores et obtiennent l'azote dont ils ont besoin.



Quatrième conversion

La décomposition de l'azote

Processus fait par les microorganismes-décomposeurs qui convertissent la matière organique en ammoniac NH_3 , puis en ammonium NH_4 (pipi).



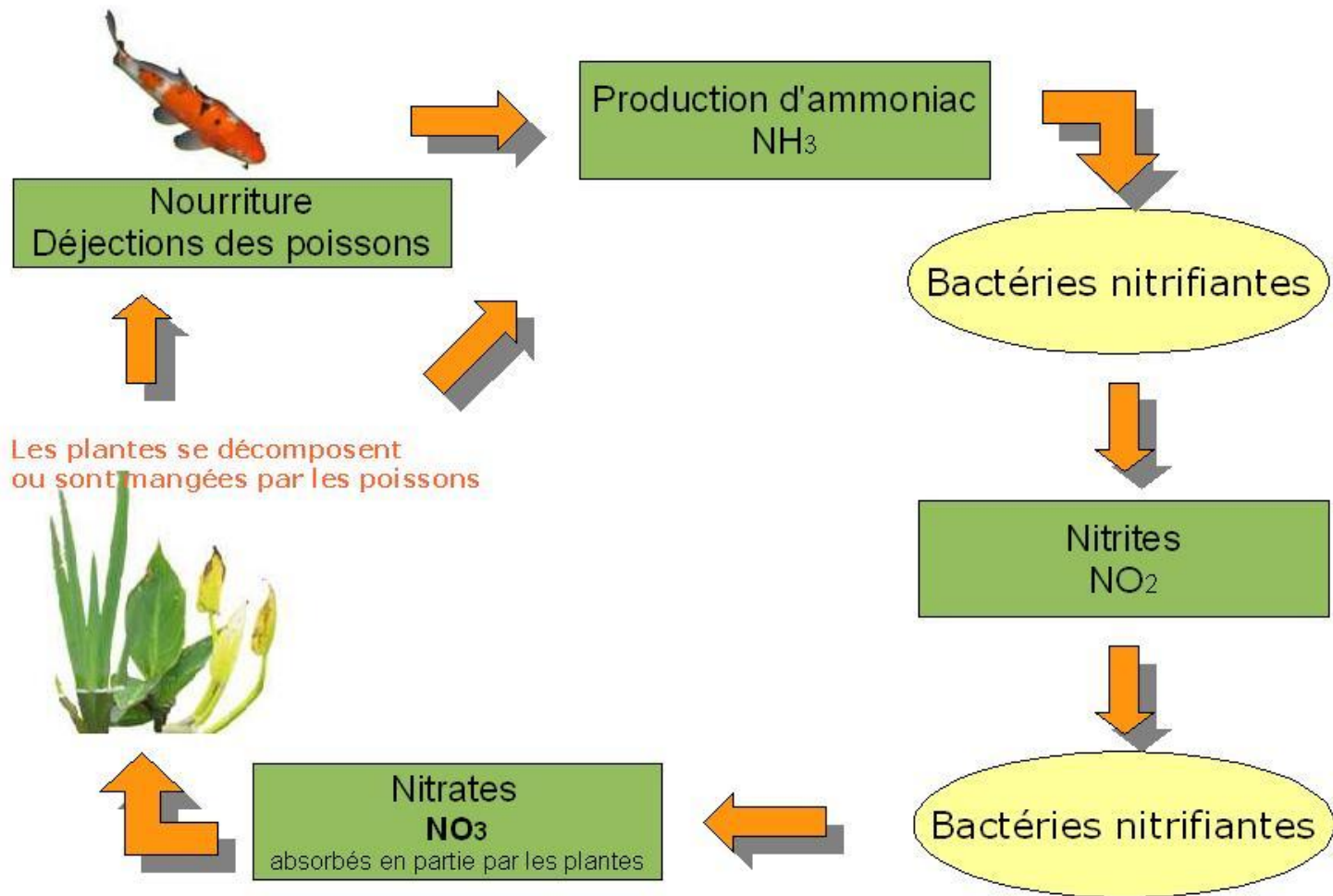
Cinquième conversion

La dénitrification de l'azote

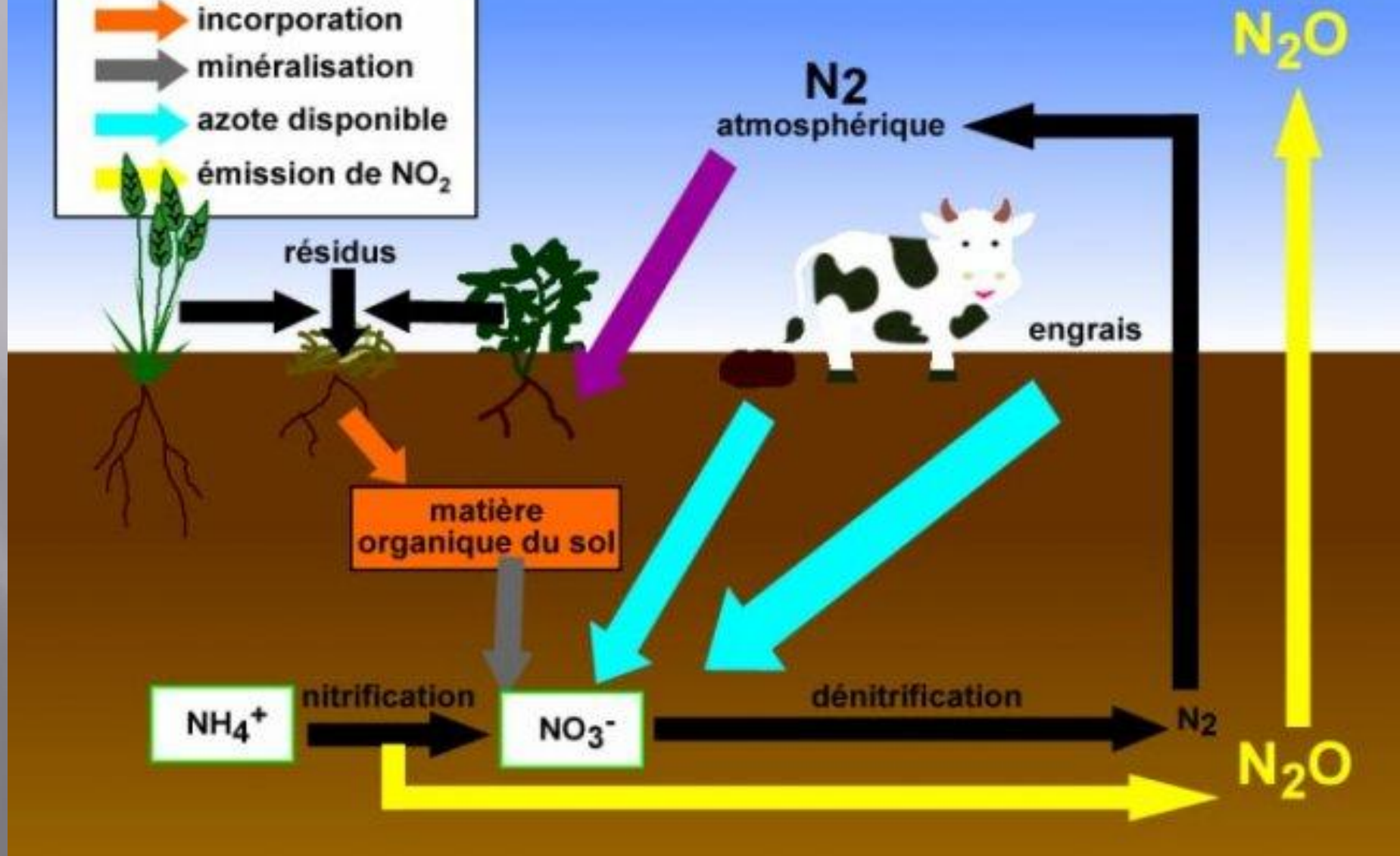
Processus fait par les bactéries qui oxydent les nitrates et forment du diazote qui retournera dans l'atmosphère.



Cycle de l'azote



- assimilation
- fixation
- incorporation
- minéralisation
- azote disponible
- émission de NO_2



Air

L'AZOTE
de l'air

Foudre

Engrais
de synthèse

Bactéries
dénitrifiantes

Bactéries du sol

Plantes

NITRATES

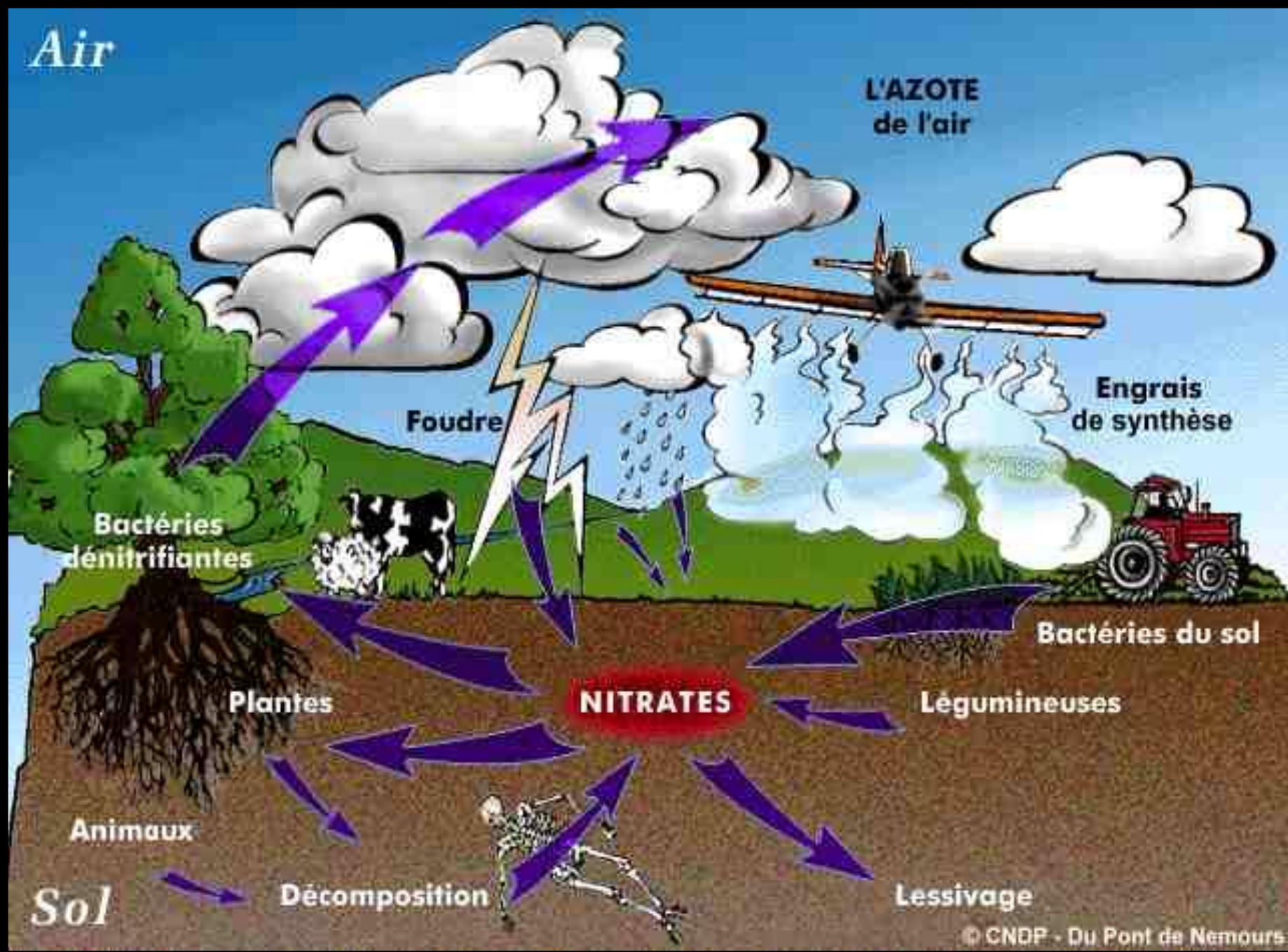
Légumineuses

Animaux

Décomposition

Lessivage

Sol





**"L'obstination est
le chemin de la réussite"**

Charlie Chaplin

Bon courage!!