

CHAPITRE 1 : Principes généraux de la structure et du fonctionnement des écosystèmes

Page facebook ; Domaine SNV : Biologie, Agronomie, Science Alimentaire, Ecologie

a) Définition de l'écologie www.facebook.com/DomaineSNV

Science qui étudie les organismes (leur distribution et leur abondance), les relations qu'ils ont avec leur milieu ainsi que les conséquences de toutes ces interactions.

b) Le milieu, au sens écologique du terme

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

Milieu biotique (relatif aux vivants)
Relations entre les individus de la même espèce et entre individus d'espèces différentes.

Milieu abiotique (relatif au milieu physico-chimique)
Température, eau, lumière, vent et sol.

Que signifie le terme interactions en écologie ?

Influences réciproques entre les organismes entre eux et entre les organismes et leur milieu. (4) types d'interactions.

Interaction directe → Les gros arbres diminuent la quantité de lumière au sol disponible pour les autres plantes.

Interaction indirecte → Les excréments des animaux s'incorporent graduellement au sol avec l'aide des bactéries et contribuent ainsi à l'enrichissement du sol afin que les plantes en profitent.

Interaction immédiate → Un renard qui mange une grenouille.

Interaction différée → Les faucons influencent le patrimoine génétique des mulots et en conséquence leur évolution car, ils restreignent le succès reproductif de certains individus.

Écosystème : Système écologique (étudié par les écologistes) composé des organismes potentiellement interactifs d'une communauté et des facteurs abiotiques avec lesquels ils interagissent.

- Les objectifs principaux de l'écologie des écosystèmes Comprendre les facteurs qui contrôlent la circulation de l'énergie et de la matière au travers de l'écosystème.
- L'écosystème est un concept : - N'existe pas comme tel - Concept qui permet de créer un compartiment aussi petit ou aussi grand que l'on veut en vue d'étudier et de comprendre les relations qui existent entre les êtres vivants et leur milieu dans ce compartiment.

L'écosystème se compose d'un biotope et d'une biocénose

<p>BIOTOPE Milieu physique</p>	<p>Composante abiotique formées de trois réservoirs. Air : Atmosphère (basse atmosphère) Eau : Hydrosphère (océans, lacs, cours d'eau...) Terre : Lithosphère (pellicule de terre)</p>
<p>BIOCÉNOSE Les vivants</p>	<p>Composante biotique formée d'un seul réservoir. Êtres vivants (aux interfaces : terre, air et eau)</p>

- Quelques exemples d'écosystèmes
- Un aquarium bien monté et autosuffisant.
- Une roche et ce qu'il y a dessous : terre, humidité, vers, algues, amibes, fourmis ...
- La forêt coniférienne avec ses forêts, ses marécages, ses lacs et ses éclaircies.
- La mer.
- La terre tout entière.

2. Les facteurs abiotiques conditionnent la distribution des organismes sur la planète

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

Température* — Eau* — Lumière — Vent — Sol

* Facteurs qui influencent le plus, la distribution des organismes

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

Été versus hiver
Saison des pluies
versus saison sèche

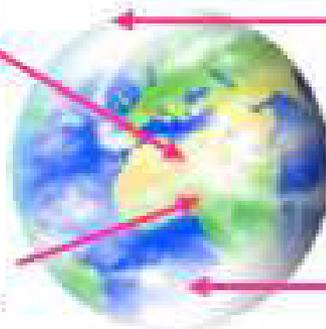
Équateur chaud et
humide versus
Pôles froids et secs

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

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

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

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



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

Source

d) Les organismes ont développé (3) types d'adaptations pour parer aux conditions abiotiques défavorables

Adaptation morphologique

Structure physique particulière
telle la présence de plumes.



Adaptation physiologique

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



Adaptation comportementale

Action par l'organisme comme se mettre à l'abri de la pluie.



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

A- Un facteur abiotique : 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.

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

Il existe un intervalle thermique idéal pour chaque espèce.

Deux façons de réagir face à la température

ECTOTHERMES (hétérothermes, poikilothermes)
Invertébrés, poissons, amphibiens et reptiles

1. Incapables de réguler leur température.
2. Se réchauffent s'il fait plus chaud et se refroidissent s'il fait plus froid.
3. Sont dits à sang froid.



ENDOTHERMES (homéothermes)
Mammifères et oiseaux

1. Régulent leur température.
2. Maintiennent leur température corporelle à un niveau constant tel que 37°C pour les Mammifères.
3. Sont dits à sang chaud.



Exemples d'adaptations pour contrer les effets négatifs d'une température inadéquate

Morphologique = M
Comportementale = C
Physiologique = P

Adaptations des ectothermes

Peau épaisse, présence de graisse... (M)

Lezard qui se chauffe au soleil le jour et se cache dans son terrier la nuit. (C)

Insecte qui se tient sur une patte puis sur une autre sous le chaud soleil du désert. (C)

Les iguanes marins des îles Galapagos diminuent leur débit sanguin cutané et leurs pulsations cardiaques lorsqu'ils plongent en mer (pour perdre moins de chaleur). Ils font l'inverse lorsqu'ils se chauffent au soleil. (P)
La grenouille des bois ne subit pas l'effet du gel à cause d'un antigel naturel. (P)

Adaptations des endothermes

Plumes et poils (M)

Changer d'endroit, migrer, se serrer les uns contre les autres. (C)

Le chien, pour se refroidir, halète, dilate ses vaisseaux sanguins cutanés et transpire. (P)

Le chien, pour se réchauffer, frissonne et resserme ses vaisseaux sanguins cutanés. (P)

B- Un facteur abiotique : l'eau

L'eau est un important facteur de distribution des organismes parce que sa **concentration est rarement la même** que celle de organismes et qu'elle n'est **pas toujours très disponible**.



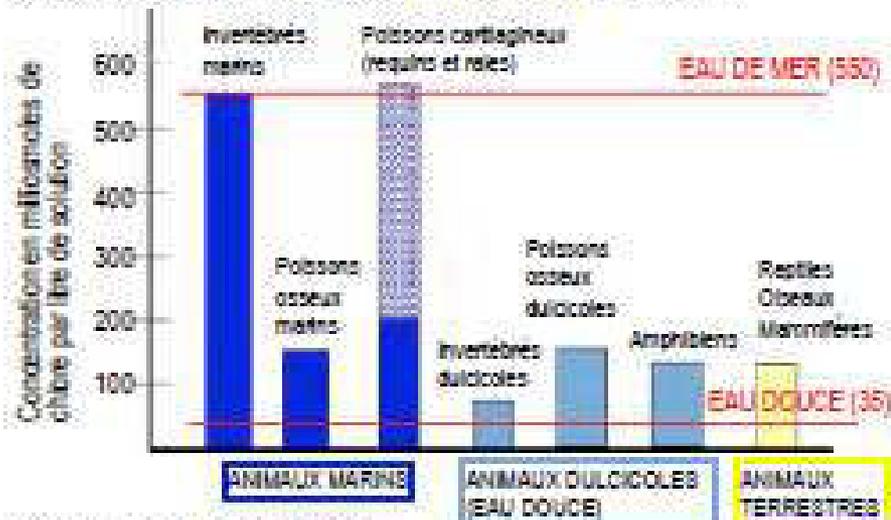
La concentration de l'eau est rarement la même que celle des organismes

Concentration — définition

La concentration d'une solution est la quantité de soluté (**substance dissoute**) par unité de solvant (**substance qui dissout les solutés** : dans les organismes c'est l'eau).

Plus la concentration du soluté augmente dans une solution, plus celle du solvant diminue. Et vice versa. Plus la concentration du soluté diminue, plus celle du solvant augmente.

Concentration moyenne des liquides biologiques des animaux en milliosmoles de chlore par litre de solution. La concentration moyenne des liquides biologiques des organismes est de **180 mosmol Cl⁻ / L** de solution.



Inspiré de Mader, p. 489, éd. 1988

Qu'arrive-t-il lorsque l'organisme est plus concentré que son milieu ?

Qu'arrive-t-il lorsque l'organisme est moins concentré que son milieu ?



Ainsi, nos globules rouges gonfleraient et éclateraient.

Ainsi, nos globules rouges se ratatindraient.

Ces mouvements du soluté et du solvant tendent à rétablir l'équilibre entre les concentrations (pour chaque situation) mais feraient mourir l'organisme s'il n'y avait pas d'adaptation compensatoire.

Voici quelques adaptations !

Cas des invertébrés marins et des agnathes

De même concentration que l'eau de mer (isotoniques)



Lampiro
 554 Na⁺, 532 Cl⁻, 6,8 K⁺, 3 urée
 Total = 1092 mosm / l

Pas de déséquilibre hydrique

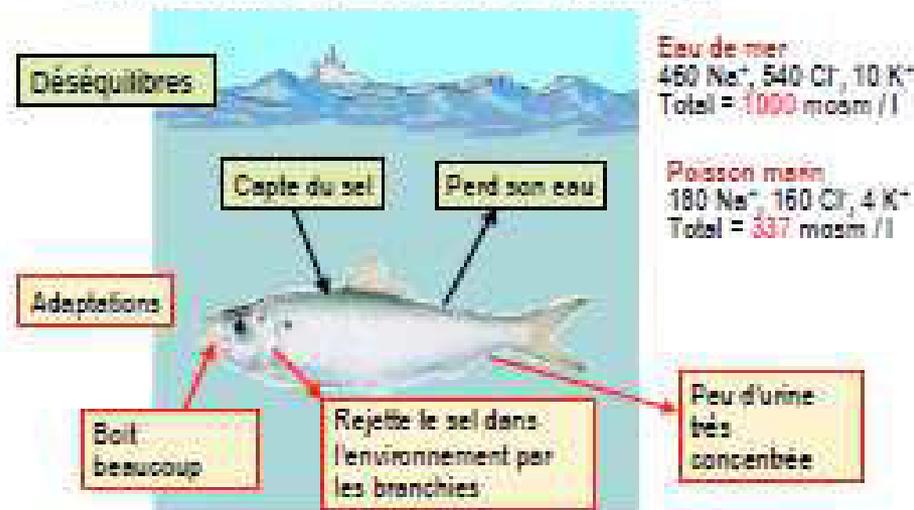
Eau de mer
 460 Na⁺, 540 Cl⁻, 10 K⁺
 Total = 1000 mosm / l

Une lampiro (agnathe)

Les compartiments des métazoaires, voir le tableau 1.2, lampetra

Cas du poisson osseux marin

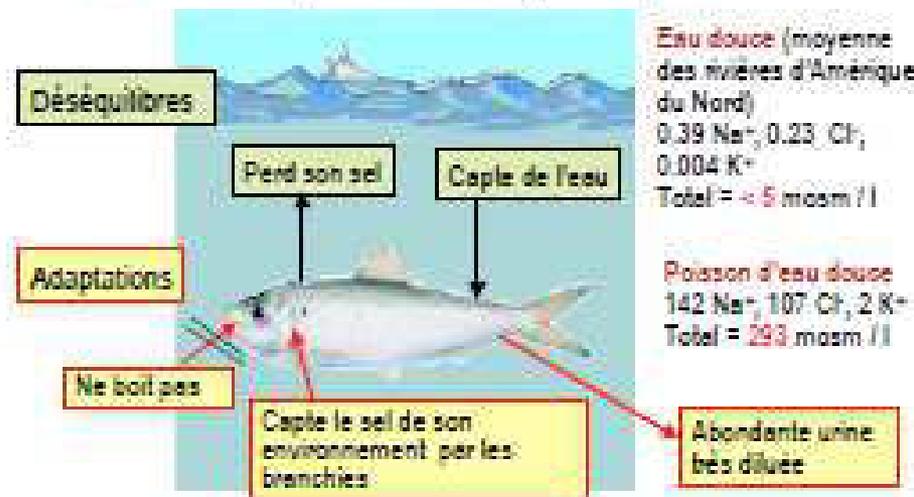
Moins concentré que l'eau de mer (hypotoniques)



Les compartiments des métazoaires, voir le tableau 1.2, paralichthys

Cas du poisson osseux dulcicole (eau douce)

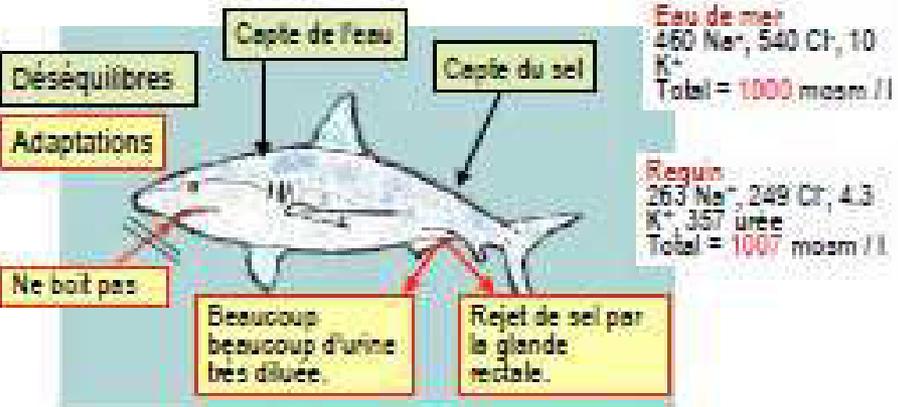
Plus concentré que l'eau douce (hypertoniques)



Les compartiments des métazoaires, voir le tableau 1.2, carassius

Cas des poissons cartilagineux (requins et raies)

L'accumulation d'urée dans leurs tissus (sans être intoxiqués) les rend plus concentrés que l'eau de mer, donc **hypertoniques**. Par contre leur concentration en NaCl est moins élevée que celle de l'eau de mer.



Les compartiments des méazoaires, voir le tableau 1.2, Squalus

Cas des mammifères marins



Mammifères marins
Moins concentrés que l'eau de mer = hypotoniques

Déséquilibres
Se déshydratent et gagnent du sel

Adaptations

- Boivent de l'eau de mer.
- Concentrent fortement leur urine.

Cas des oiseaux marins



Oiseaux marins
Moins concentrés que l'eau de mer = hypotoniques

Déséquilibres
Se déshydratent et gagnent du sel

Adaptations

- Boivent de l'eau de mer.
- Excrètent l'excès de sel par leurs glandes nasales.



L'eau n'est pas toujours très disponible

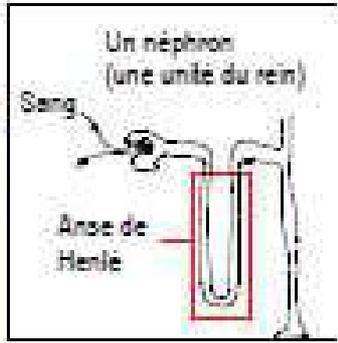
Face à la rareté de l'eau il faut des adaptations qui permettent de maximiser son utilisation et de minimiser ses pertes.

Cas du rat-kangourou (vit dans le désert)

- Ses **anses de Henle** sont très longues de sorte qu'il perd très peu d'eau dans son urine.
- Son métabolisme lui fournit presque tous ses besoins en eau.

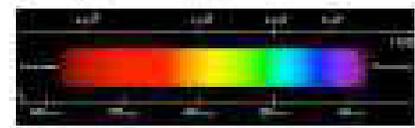


	Rat	Humain
Apport d'eau par jour	Boissons 0% Aliments 10% Eau métabolique 90%	Boissons 80% Aliments 30% Eau métabolique 10%
Perte d'eau par jour	Vaporisation 23% Urine 23% Fèces 4%	Vaporisation 36% Urine 80% Fèces 4%



C- La lumière

La lumière est un **important facteur de distribution des organismes aquatiques** qui font de la photosynthèse car elle est rapidement absorbée dans l'eau. Chaque mètre d'eau absorbe 45% de la lumière rouge et 2% de la lumière bleue. À une certaine profondeur, il n'y a plus de lumière.



Spectre des ondes lumineuses visibles

Adaptations pour contrer les effets négatifs d'un manque de lumière

Les algues rouges ont des pigments qui leur permettent de capter la lumière bleue, la longueur d'onde la plus pénétrante dans l'eau. On les trouve jusqu'à 265 mètres de profondeur.

[Allez voir quelques algues rouges](#)

D- Le vent

Le vent est un **facteur mineur de distribution des organismes** sauf s'il est **intense et régulier**.



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.



Campbell (3^{ed.}) —
Figure 50.9 : 1181

E- Le sol

Le sol est un **facteur abiotique** qui influence la distribution des végétaux et par conséquent, celle des animaux via la chaîne alimentaire.

Importance du sol

- Le sol fournit l'eau et les sels minéraux (phosphates, nitrates ...) nécessaires à la photosynthèse des végétaux.
- La structure physique du sol (argile, sable ...) et son pH déterminent le type de végétal qui s'installe.
- La nature du sol conditionne les types d'organismes qui peuvent s'y fixer ou s'y enfouir.



SOL CALCAIRE

Adaptations

- Un sol sableux sera habité d'animaux fouisseurs comme les pétoncles.
- Un sol rocheux sera recouvert d'algues capables de se cramponner.



SOL LIMONIEUX
ARGILEUX

1. Définition d'une communauté

Ensemble de populations animales et végétales qui vivent dans une aire donnée, à un moment donné et qui interagissent entre elles.

En d'autres mots, une communauté est un assemblage de diverses populations qui partagent le même milieu.



Campbell (3^{ed.}) — Figure 53.1 : 1257

2. Principal objectif de l'écologie des communautés

Comprendre ce qui détermine la richesse d'une communauté en nombre et en densité d'espèces.

Pourquoi on trouve certaines espèces ensemble dans une communauté ?
Pourquoi certaines espèces sont abondantes et d'autres rares ?

3. Les caractéristiques d'une communauté

A- Un ensemble global de végétaux et d'animaux

C'est la végétation qui détermine la composition en espèces animales d'une communauté (mais ce sont les conditions de climat et du sol qui déterminent la végétation).

Communauté de la toundra arctique

Sous-sol gelé en permanence ; peu de précipitations ; l'eau s'accumule en surface ; beaucoup de vent et de froid ; étés ensoleillés et courts.

La végétation : arbustes nains, plantes herbacées, mousses et lichens.
Les animaux : bœuf musqué et caribou en Amérique du Nord ; renne en Europe et en Asie ; s'ajoutent : lièvres, lemmings, renards, loups, harfangs et ours polaires près des côtes.



Campbell (3^{ed.}) —
Figure 50.20 :
1197

Caribou

Photo © Dwight Phillips



- L'écosystème présente un état d'équilibre (homéostasie) et est capable de se régulariser
 - L'équilibre dans les écosystèmes assure un maximum de biodiversité.
 - L'ingérence humaine dans les écosystèmes crée de profonds déséquilibres.
- A. La destruction et la parcellisation des habitats (agriculture, foresterie, mines, croissance urbaine...) provoquent la disparition de nombreuses espèces. **La plus grande menace pour la biodiversité.**
- B. Une espèce exotique qui s'introduit dans un écosystème vient modifier la structure trophique de cet écosystème en compétitionnant exagérément avec les espèces indigènes. En effet, au début, elles n'ont pas de prédateurs, de parasites ou d'agents pathogènes capables de les contrôler.
- C. La surexploitation : Exploitation par les humains de plantes ou d'animaux sauvages à un rythme qui dépasse la capacité de reproduction de l'espèce .
- D. La perturbation des chaînes alimentaires : La disparition d'une espèce par la surexploitation humaine peut conduire à la disparition d'autres espèces qui s'en nourrissaient.

CHAPITRE 2: Flux énergétiques

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.

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).

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.

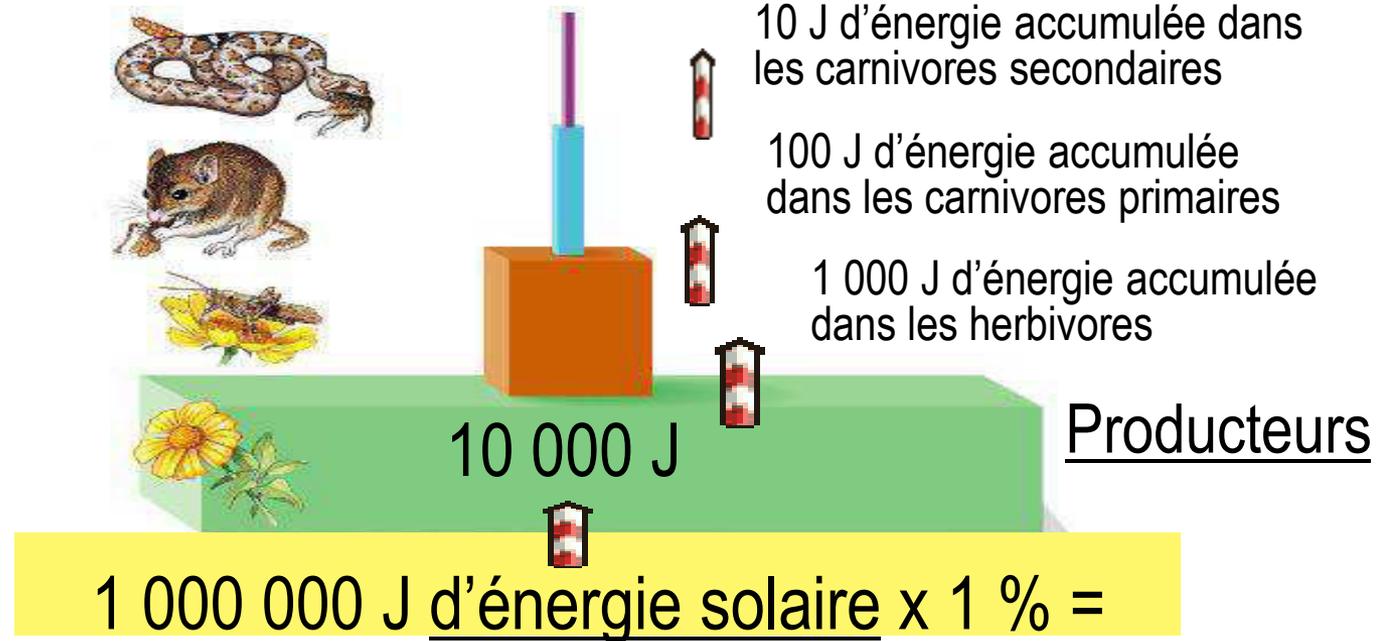
E- L'énergie circule des producteurs aux dérivores. **Le flux de l'énergie est unidirectionnel.**

F- Environ 1 % de l'énergie lumineuse pénètre dans les écosystèmes et y maintient les niveaux trophiques.

Consommateurs
tertiaires

Consommateurs
secondaires

Consommateurs
primaires



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.

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.

- 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.



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.

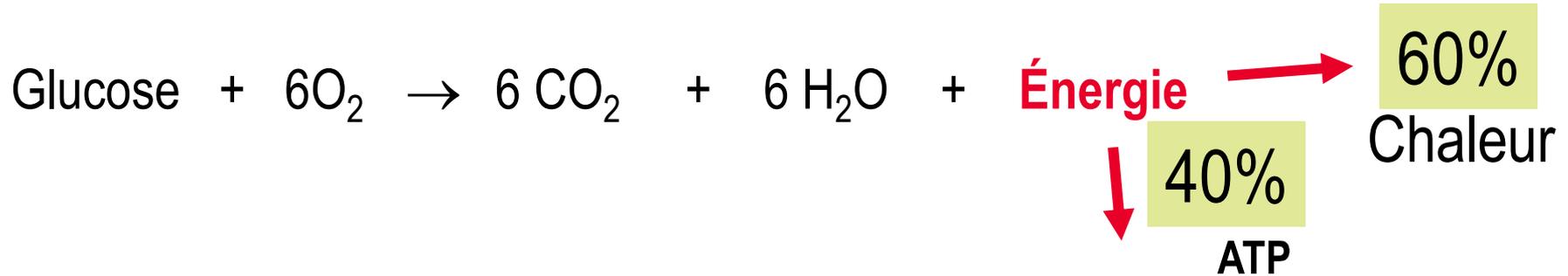


C- L'efficacité relative de la respiration cellulaire

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

Explications sur l'efficacité relative de la respiration cellulaire

La dégradation du glucose par respiration cellulaire libère l'énergie des liens chimiques ainsi que les atomes constitutifs. Des 100% d'énergie potentielle contenue dans les liens du glucose, 40% seulement est transféré à de l'ATP et, 60% est perdu en chaleur. Cette chaleur perdue est tout de même utile car elle contribue à maintenir la température corporelle des organismes.



Démonstration de la perte de 60 % de l'énergie du glucose lors de la respiration cellulaire

1. L'énergie potentielle d'une molécule de glucose est d'environ 2 870 kJ par mole de glucose.
2. La respiration cellulaire produit 36 ATP (eucaryotes) ou 38 ATP (procaryotes) à partir d'une mole de glucose.
3. Dans la cellule, la phosphorylation de l'ADP (en ATP) emprisonne 30,5 kJ/mol.
4. Le rendement de la respiration cellulaire chez les cellules eucaryotes est de :

$$\left[\frac{36 \text{ ATP} \times 30,5 \text{ kJ/mol}}{2\,870 \text{ kJ/mol}} \right] \times 100 = \pm 40 \%$$

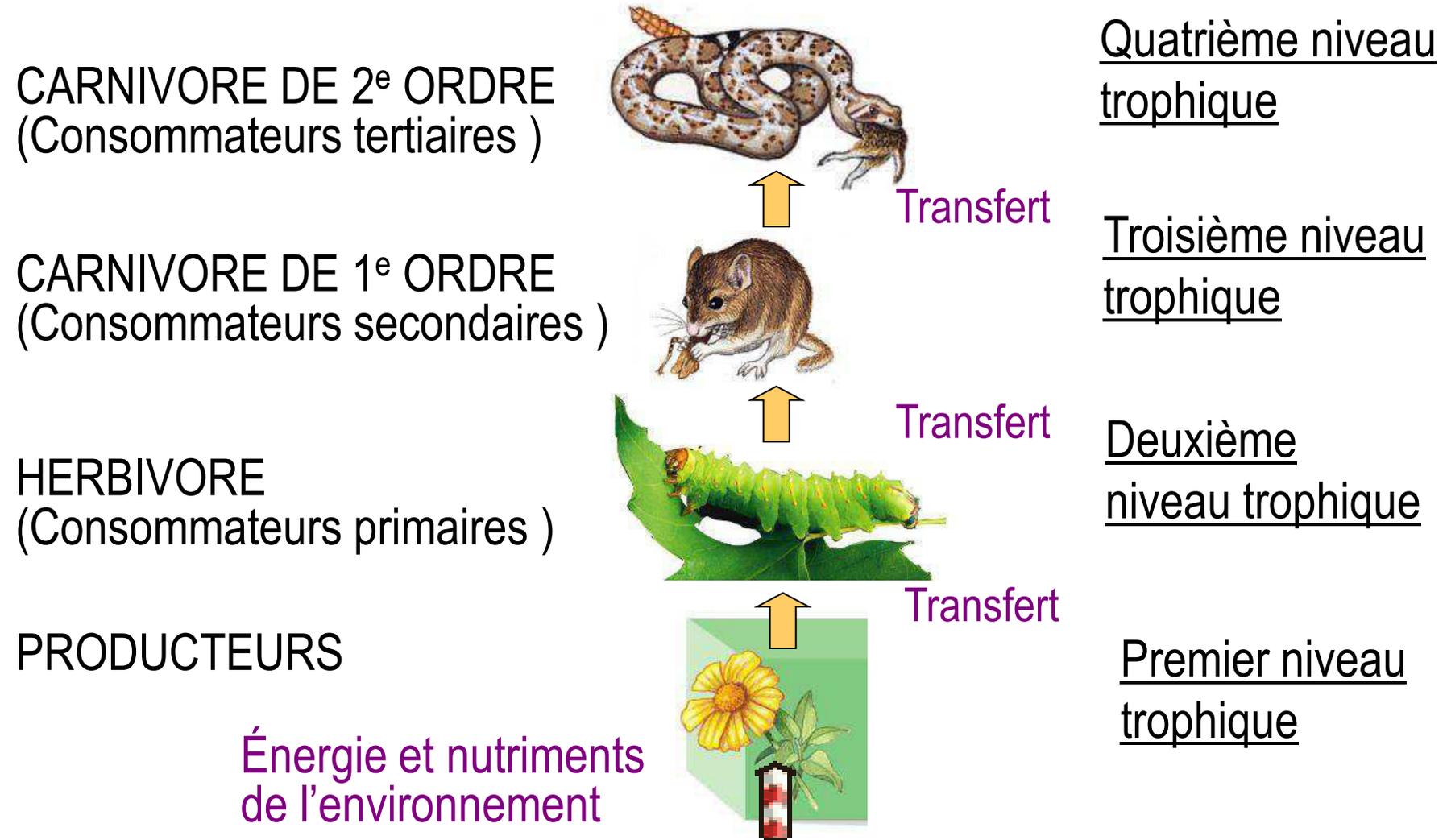
- La Terre reçoit chaque jour environ **10²² joules** (1J = 0,239 cal) d'énergie sous forme de rayonnement solaire.
- Le rayonnement solaire est en grande partie absorbé ou réfléchi par l'atmosphère selon les variations du couvert nuageux et la quantité de poussière contenue dans l'air au-dessus des différentes régions.
- La majeure partie du rayonnement solaire qui atteint la Terre tombe sur des terrains dénudés et des étendues d'eau qui absorbent ou réfléchissent l'énergie.
- Une petite quantité atteint les plantes, les Algues et les Procaryotes photosynthétiques.
- Seule une fraction de cette petite partie a une longueur d'onde appropriée à la photosynthèse (le rouge et le bleu).

Les producteurs convertissent environ 1% de l'énergie solaire qui leur parvient en énergie chimique, par photosynthèse, pour un total de 170 milliards de tonnes de matière organique par an.

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

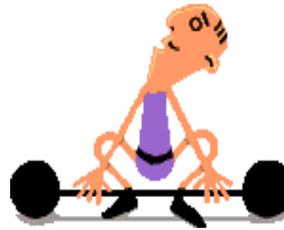




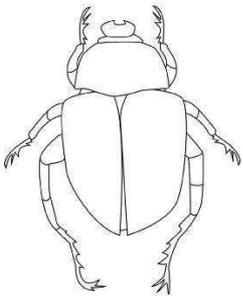
4 niveaux trophiques, en général, dans un écosystème

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

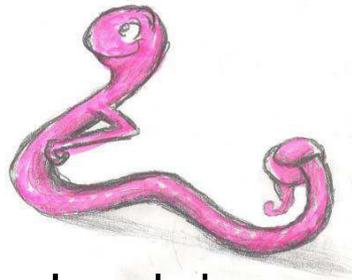
Les OMNIVORES, les «mangeurs» de viande et de plantes, font partie de divers niveaux trophiques car ils se nourrissent de divers étages alimentaires.



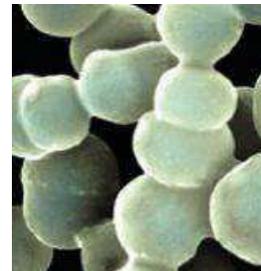
Les DÉTRITIVORES, les mangeurs des débris végétaux et animaux, font partie de tous les niveaux trophiques.



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.

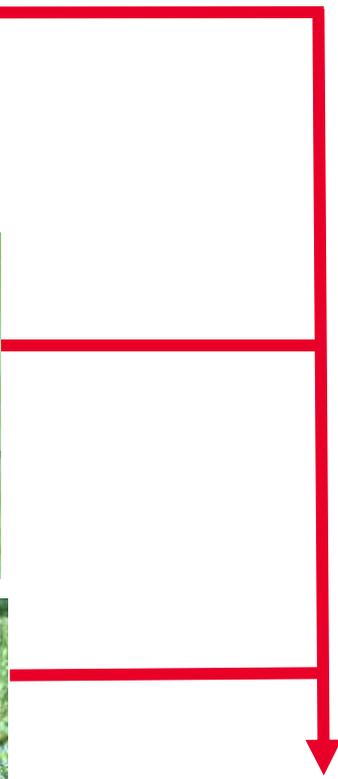


Le sapin Beaumier puise les éléments minéraux restitués par les détritivores afin de mener sa photosynthèse.



Transformation des débris en éléments minéraux

Détritivores



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

3. Un réseau trophique



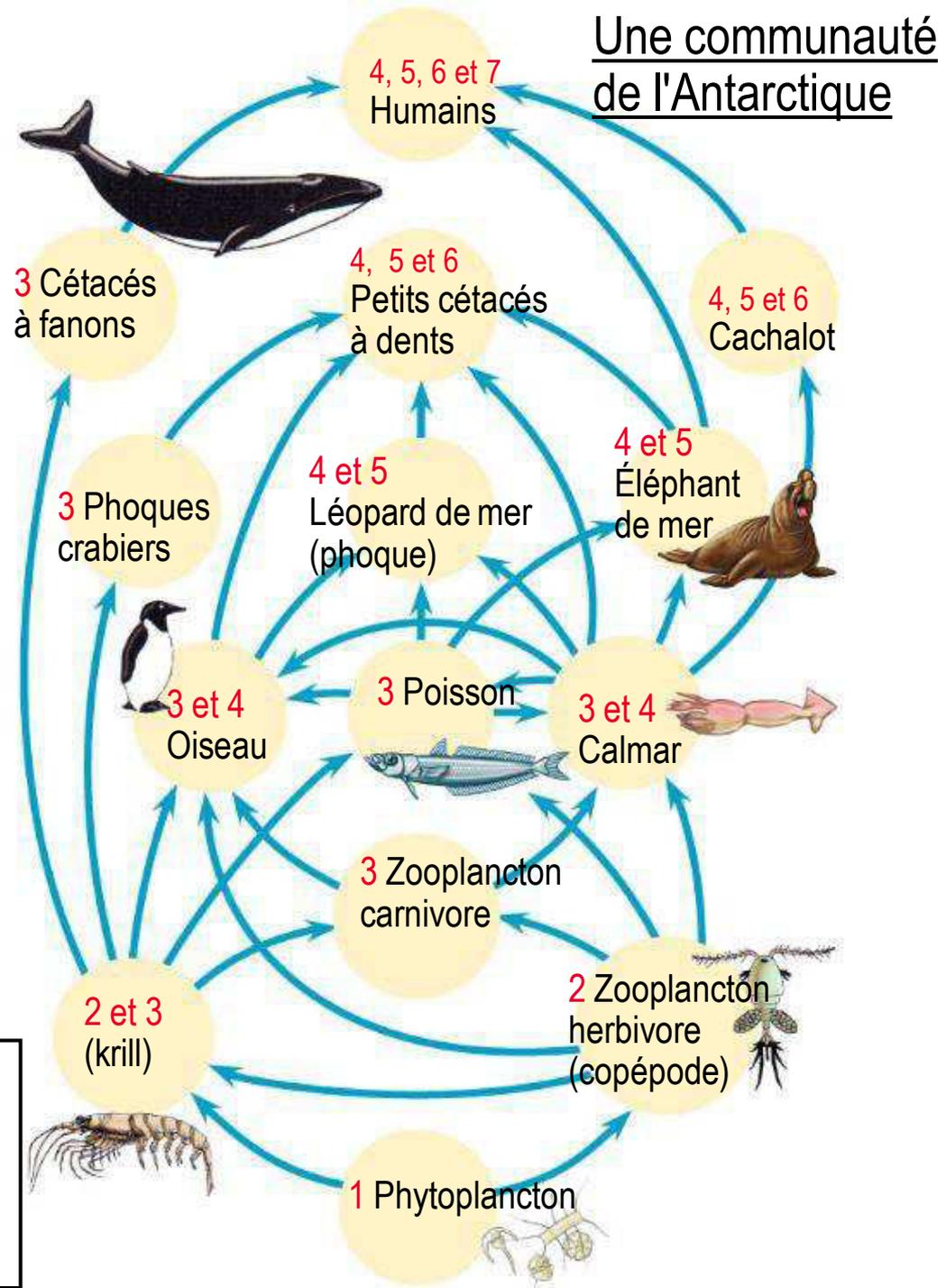
Un réseau trophique est constitué de multiples chaînes alimentaires reliées les unes aux autres de diverses façons.

= 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).

Une communauté de l'Antarctique

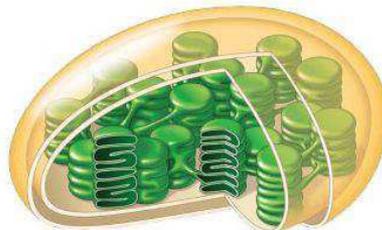
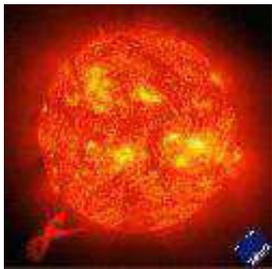


4. Les producteurs des chaînes alimentaires

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 (méthane)	Chaîne chimiosynthétique	Bactéries hébergées par les vers tubicoles des cheminées chaudes et par les moules des suintements froids

La productivité primaire concerne les producteurs

- A- La **productivité primaire brute (PPB)** correspond à la quantité de carbone fixée dans la végétation par photosynthèse. Toute cette matière ne s'accumule pas en biomasse végétale. La moitié environ est métabolisée au cours de la respiration cellulaire de la plante elle-même.
- B- La **productivité primaire nette (PPN)** correspond à la croissance végétale annuelle — exprimée en quantité d'énergie ($J / m^2 / an$) ou en quantité de matière sèche ($g / m^2 / an$). Elle se manifeste dans le temps comme un accroissement de taille de la plante et représente la nourriture disponible pour les hétérotrophes. La productivité primaire nette par an pour l'ensemble de la biosphère est d'environ 170 milliards de tonnes (en poids sec) de matière organique. Arms, p. 1017



Un chloroplaste

Respiration



C- Ne pas confondre productivité primaire nette et biomasse mesurable !

- **PPN** = ajout de nouvelle biomasse chaque année.
- **Biomasse mesurable** = accumulation de la productivité primaire nette au fil des ans.

	PPN	BIOMASSE
Forêt	Faible productivité car elle consomme une grande portion des produits de sa photosynthèse (par respiration).	Grande biomasse végétale accumulée dans ses grands arbres formés de substances difficiles à digérer.
Prairie	Grande productivité car ses petites plantes respirent de façon modérée.	Faible biomasse végétale car les petites plantes annuelles sont rapidement dévorées par les herbivores.

D- La productivité primaire dépend, de façon générale, de la qualité des facteurs abiotiques.



L'eau et la température influencent fortement la productivité primaire des écosystèmes terrestres

Dans les **écosystèmes aquatiques** l'eau, abondante, et la température, peu variable, ont peu d'influence sur la productivité primaire.

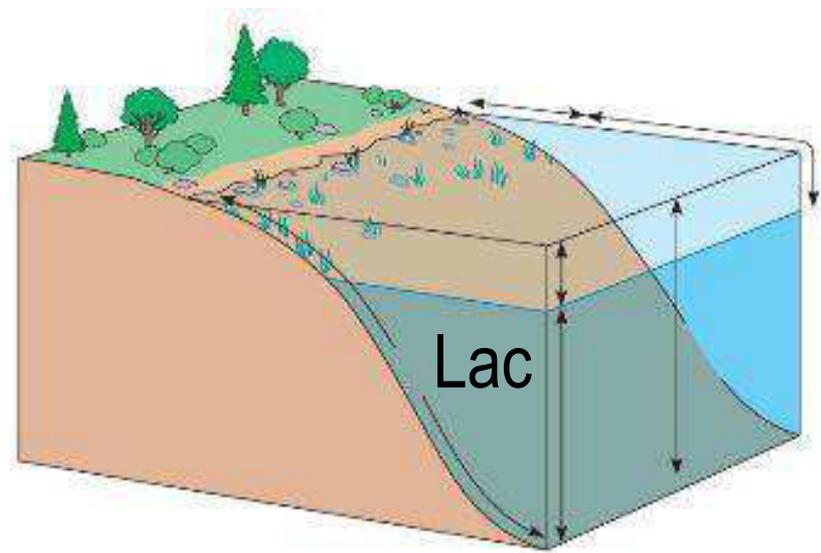
En revanche dans les **écosystèmes terrestres** la rareté de l'eau et les températures extrêmes ont une grande influence sur la productivité primaire.



[Photo © Jean-Jacques Cordier \(Galerie photo l'Internaute\)](#)

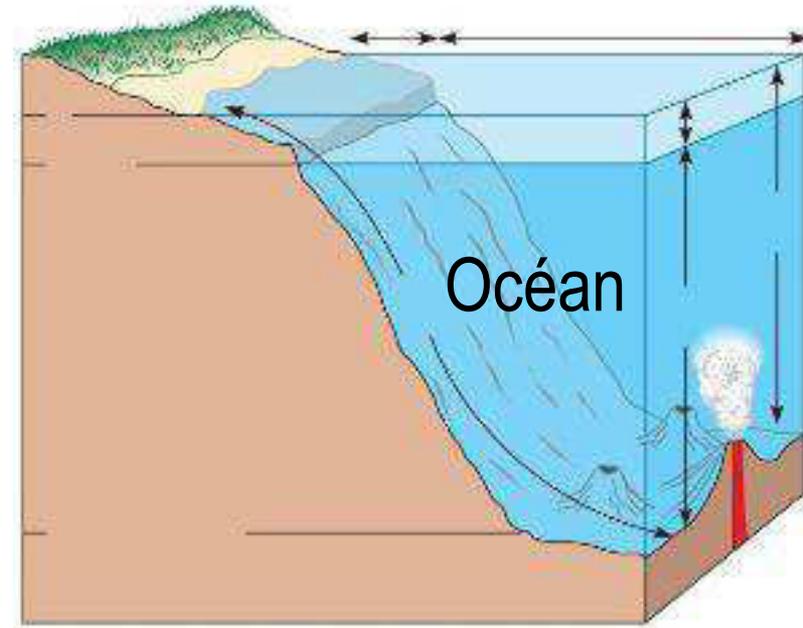


La lumière influence fortement la productivité primaire des écosystèmes aquatiques



Dans les **écosystèmes terrestres** la lumière, abondante, a une influence plus restreinte sur la productivité primaire.

En revanche dans les **écosystèmes aquatiques** l'absence de lumière dans les zones profondes bloque la photosynthèse et la productivité primaire est limitée à la zone éclairée ou euphotique.





Influence des saisons sur la productivité primaire des écosystèmes

BELLE SAISON

Facteurs abiotiques favorables = grande productivité primaire

En pays nordique : productivité primaire plus grande en printemps et été

En pays chaud : productivité primaire plus grande en saison des pluies

SAISON DIFFICILE

Facteurs abiotiques défavorables = productivité primaire faible voire nulle

En pays nordique : productivité primaire faible en hiver

En pays chaud : productivité primaire faible en saison sèche



Dans les plaines du Serengeti



- Le rendement écologique ou efficacité écologique (ÉE) correspond à la croissance et à la reproduction de tout un niveau trophique. Vaut 10 % en moyenne . **Une façon de vérifier sa performance !**

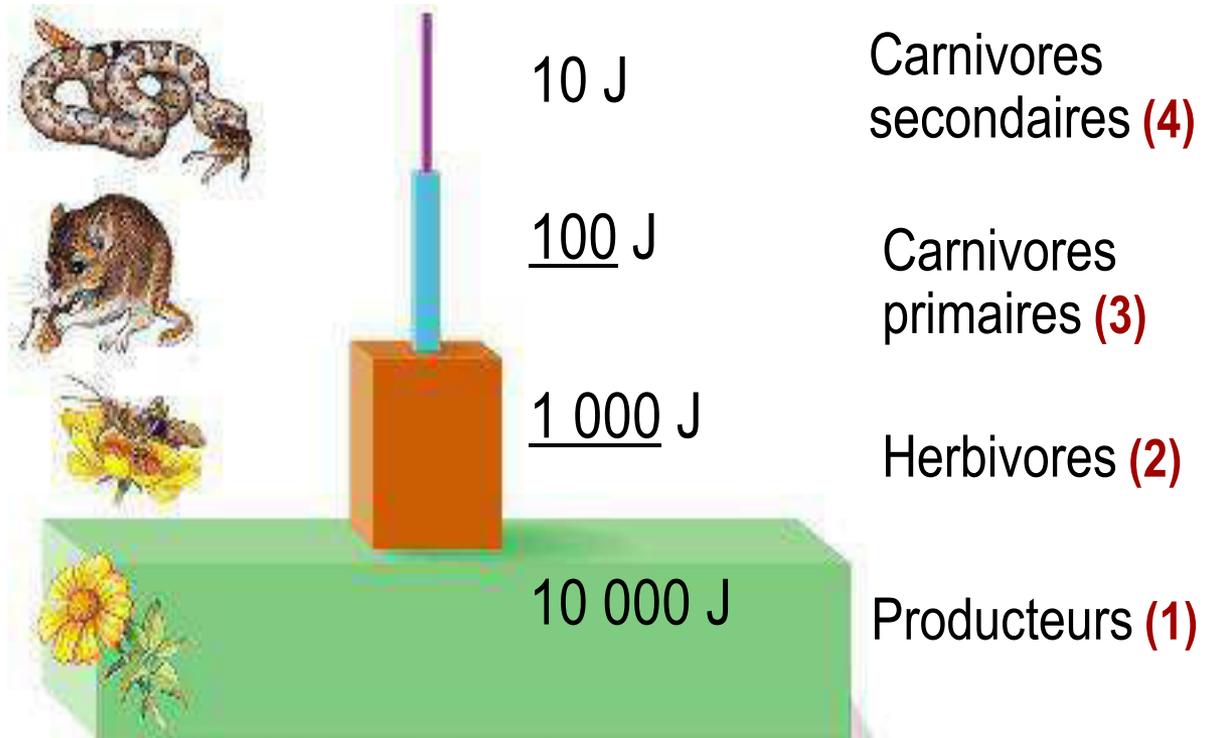
Productivité nette d'un niveau trophique
Productivité nette d'un niveau trophique inférieur

Niveau trophique



ÉE du troisième niveau

$$\frac{100 \text{ J}}{1\ 000 \text{ J}} = 0,10 = 10\%$$

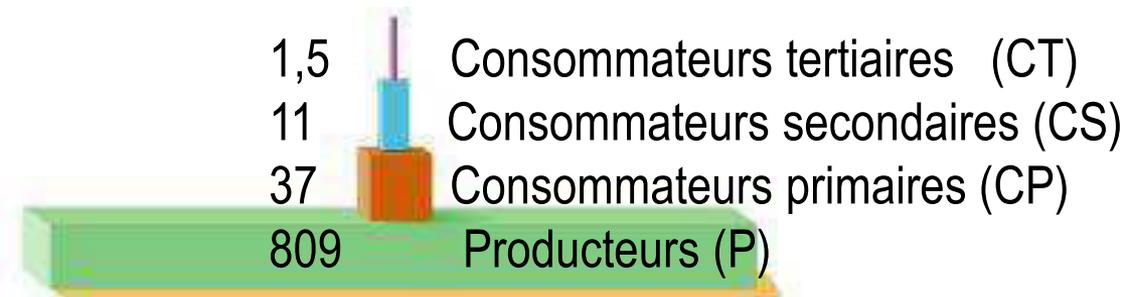


1 000 000 J d'énergie solaire x 1 % =

D- Une **pyramide écologique** est un diagramme qui représente la productivité nette de chaque niveau trophique d'un écosystème.

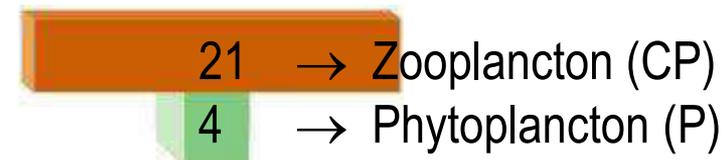
- Série de blocs empilés correspondant aux niveaux trophiques
- La taille de chaque bloc est proportionnelle à la productivité du niveau
- Son utilité : visualiser les pertes d'énergie d'un niveau à l'autre
- Types de pyramides écologiques : de masse, de nombre et d'énergie

➔ Pyramides de masse (*en g de masse sèche / m²*)



Tourbière de la Floride

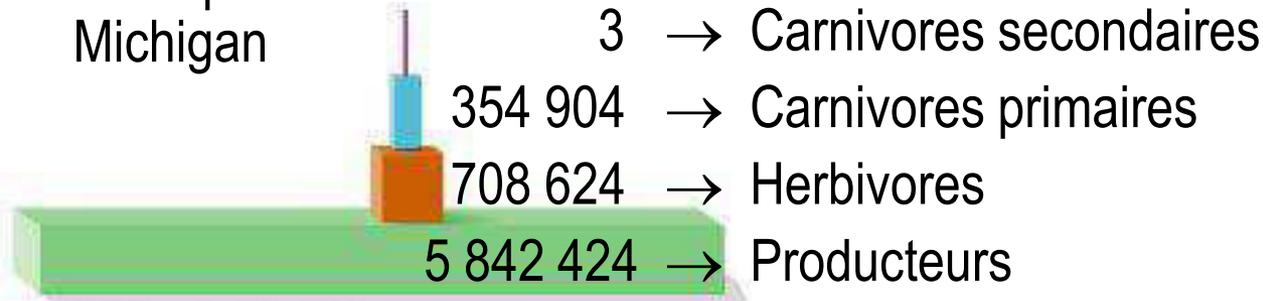
Canal de la Manche



Les producteurs, dans l'écosystème aquatique du Canal de la Manche, ont une biomasse plus faible que celle des consommateurs parce qu'ils sont rapidement dévorés. Cependant, ils se reproduisent si rapidement qu'ils comblent les besoins énergétiques du niveau des consommateurs.

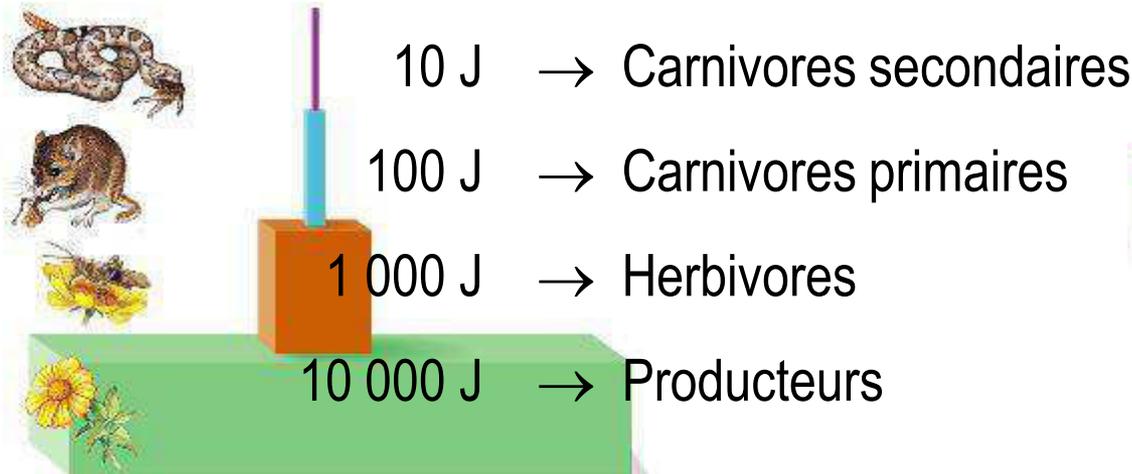
→ Pyramide de nombre (*en nombre d'organismes*)

Champ du Michigan



En général, le nombre d'organismes décroît avec les niveaux trophiques mais il peut croître si la masse des producteurs est très grande par rapport à celle des consommateurs : par exemple, un gros arbre dévoré par de nombreux petits insectes.

→ Pyramide d'énergie (*en joules*)



Quel type d'alimentation permet de nourrir le plus d'humains sur la terre ?

CHAPITRE 3 : La circulation de la matière dans l'écosystème

- Les paramètres du flux de la matière dans l'écosystème
- Le **flux de matière** est le mouvement des éléments au travers du réservoir biotique des organismes, sous forme de matière organique et des réservoirs abiotiques de l'environnement sous forme de matière minérale.
- La matière circule alternativement entre les mondes biotique et abiotique d'où l'expression **cycle biogéochimique**.

Il y a deux types de cycles biogéochimiques :

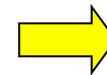
Les **cycles mondiaux** ont une composante atmosphérique : carbone, azote, oxygène, eau, soufre...

Les **cycles locaux** n'ont pas de composante atmosphérique : phosphore, potassium, calcium...

- La terre contient un stock de matière en quantité «finie». Les éléments chimiques ont été créés au début des temps et il n'y a plus d'apparition de matière actuellement sur la Terre (mise à part les poussières cosmiques). **La matière est donc « non renouvelable » contrairement à l'énergie.**
- Les éléments de la matière se combinent sous différents aspects : organiques gazeuses ions solubles dans l'hydrosphère Sels cristallisés dans les sédiments
- Une quantité considérable de matière minérale pénètre dans les écosystèmes par le biais des producteurs qui la transforme en matière organique.
- La matière organique circule des producteurs aux détritivores puis retourne dans les réservoirs abiotiques, sous forme minérale
- La décomposition est complète dans les sols bien aérés mais incomplète dans les milieux peu ou non oxygénés comme les boues et les eaux stagnantes.



Là où il y a de l'oxygène, la respiration cellulaire décompose complètement les molécules en leurs éléments minéraux.



CO₂ et eau



Là où il n'y a pas d'oxygène, la fermentation décompose partiellement les molécules en d'autres encore relativement complexes.



Lactate ou éthanol

Les résidus incomplètement brûlés s'accumulent dans le milieu en lui conférant des odeurs comme au voisinage des marécages. La matière organique de ces sols très riches est peu à peu incorporée aux sédiments en formant l'humus, la tourbe, le charbon, le gaz naturel ou le pétrole.

- Plus les conditions abiotiques sont favorables plus la décomposition est rapide. C'est pourquoi le sol des forêts tropicales contient peu d'humus car la matière organique y est rapidement dégradée et réinjectée dans la chaîne alimentaire.
- Les éléments minéraux quittant la phase organique peuvent être directement réinjectés dans la chaîne alimentaire (disponibles) ou **s'incorporer aux sédiments. Ils ne sont alors plus disponibles aux producteurs** mais peuvent le redevenir lorsqu'ils sont libérés par l'érosion des roches puis solubilisés dans l'eau de ruissellement.
- Les cycles biogéochimiques du carbone, de l'azote et du phosphore

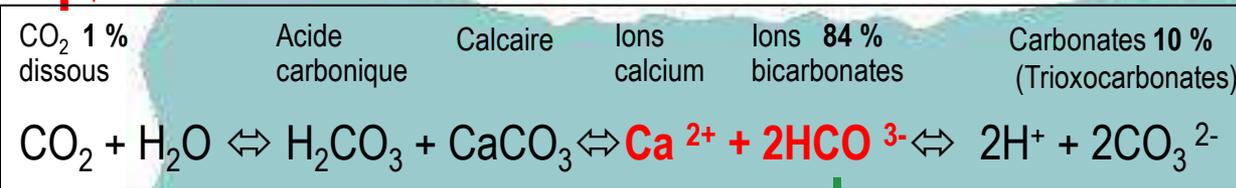
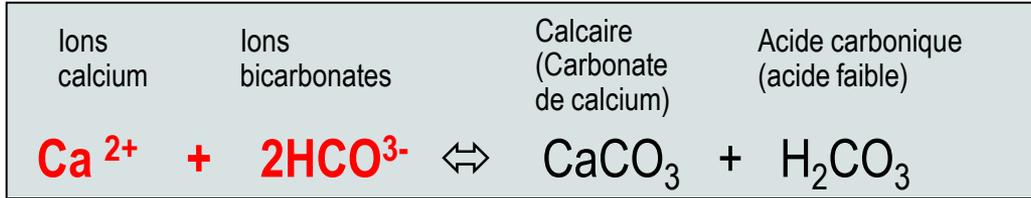


Cycle du carbone

1. Forme utilisable par les organismes
Les producteurs terrestres absorbent le carbone sous forme de CO_2 atmosphérique et les producteurs aquatiques l'absorbent sous forme d'ions bicarbonates HCO_3^- (aussi du CO_2 dissous et des ions carbonates CO_3^{2-}).
2. Principaux réservoirs
Les roches calcaires et les combustibles fossiles sont les principaux réservoirs du carbone.
3. Entrée dans la partie biotique du cycle et, sortie
Introduction. Par photosynthèse
Perte. Par respiration cellulaire, par dépôt dans les roches calcaires et dans les matières partiellement décomposées.

CO₂ atmosphérique (réservoir mineur de carbone)

L'eau de pluie réagit avec le CO₂ de l'atmosphère en formant de l'acide carbonique (H₂CO₃), un acide faible. Ces pluies, légèrement acides, dissolvent les roches calcaires du continent en formant des ions calcium et bicarbonates transportés vers le compartiment aquatique par l'eau de ruissellement.



Photosynthèse

Respiration
(Végétaux
Animaux
Dans le sol)

Roches calcaires
CaCO₃

Décomposition totale
Combustion pétrole/forêts
Volcanisme

Remontée des roches par mouvements tectoniques

Décomposition partielle

Le principal réservoir de carbone est le CO₂ de la lithosphère (roches calcaires et combustibles fossiles).

Respiration

Photosynthèse

Producteurs

Consommateurs

Détritivores

CaCO₃

Le réservoir aquatique du carbone contient 50 fois plus de carbone que l'atmosphère.

Une petite part d'ions calcium et bicarbonates précipite en roche calcaire au fond de l'océan. (Le calcaire est insoluble.)

La plus grande part des ions calcium et bicarbonates est utilisée par les organismes marins pour sécréter leur squelette et ou leur coquille. À leur mort, ils sédimentent en roches calcaires.



Cycle de l'azote

1. Importance biologique

Les atomes d'azote sont nécessaires à l'élaboration des protéines et des acides nucléiques.

2. Forme utilisable par les organismes

Les producteurs absorbent l'azote sous forme d'ions ammonium NH_4^+ (milieu acide) et de nitrates NO_3^- (milieu basique).

3. Principal réservoir de l'azote

Le principal réservoir de l'azote est l'atmosphère.

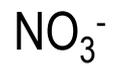
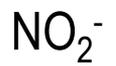
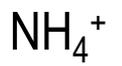
4. Entrée dans la partie biotique du cycle et, sortie

Introduction. Par les bactéries fixatrices d'azote des nodules des légumineuses et du sol, les cyanobactéries des lacs, les dépôts atmosphériques, la fixation par les orages électriques et les engrais.

Recyclage local. La majeure partie de l'azote de l'écosystème provient de la circulation locale (décomposition des déchets organiques puis réintroduction au niveau des racines des producteurs).

Perte. L'azote quitte l'écosystème via la vaporisation, la dénitrification et le lessivage des sols vers les cours d'eau (contribue à leur eutrophisation ou enrichissement en éléments minéraux).

L'azote, un élément nutritif limitant, fait partie des engrais.



FIXATION DE L'AZOTE

Conversion de N_2 atmosphérique en formes assimilables par l'écosystème.

En nitrates (NO_3^-) par les industries (engrais).

En ammoniac (NH_3) : Par les bactéries fixatrices d'azote dans les nodosités des racines des légumineuses du sol et par les cyanobactéries des écosystèmes aquatiques

DÉPÔTS ATMOSPHÉRIQUES

Fixation de l'azote atmosphérique en nitrates (NO_3^-) et en ammonium (NH_4^+) (orages électriques, rayons UV du soleil et infrarouges du sol), puis, déposition dans les écosystèmes par dissolution dans les eaux de pluie et sédimentation de poussières. (5 à 10 %)

VAPORISATION

L'ammoniac est un gaz qui peut retourner dans l'atmosphère depuis les sols dont le pH est proche de 7. Ce NH_3 perdu par les sols peut alors devenir du NH_4^+ dans l'atmosphère et retomber aux sols dans précipitations.

Volcanisme et combustion

DÉNITRIFICATION

Réduction des nitrates en azote par les bactéries anaérobies dans les boues sans oxygène.

AMMONIAC

Non assimilable par les végétaux. Capte un proton et devient de l'ammonium.

AMMONIUM

Absorbable directement par les plantes mais la majeure partie sert de source d'énergie aux bactéries aérobies.

NO_2^- NITRITES

Les ions ammonium sont oxydés en nitrites. (Bactéries nitrifiantes)

NO_3^- NITRATES

Les nitrites sont oxydés en nitrates (Bactéries nitrifiantes)

AMMONIFICATION (95%)

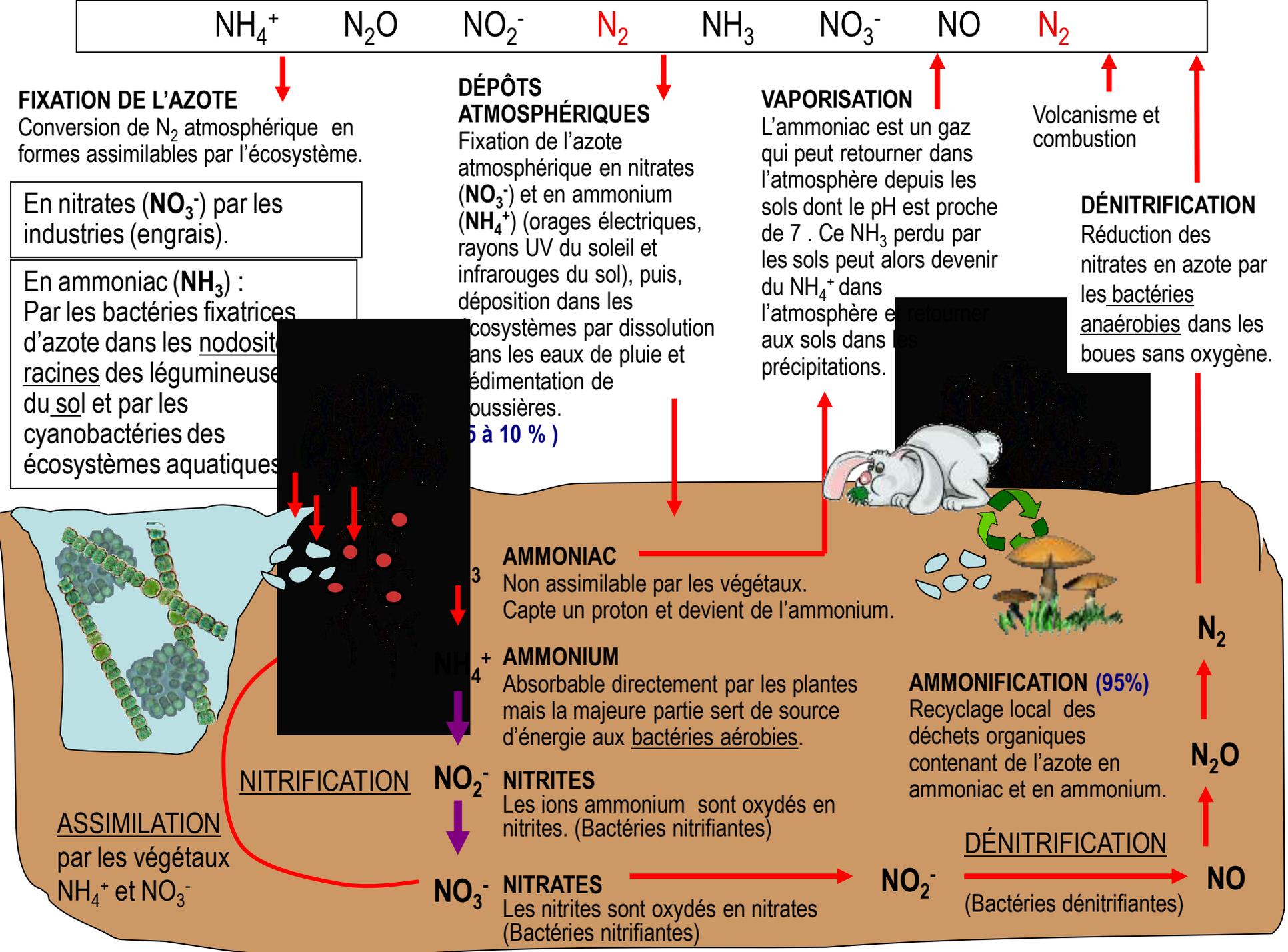
Recyclage local des déchets organiques contenant de l'azote en ammoniac et en ammonium.

DÉNITRIFICATION

(Bactéries dénitrifiantes)

ASSIMILATION par les végétaux NH_4^+ et NO_3^-

NITRIFICATION





Cycle du phosphore

Cycle local, pas de phase gazeuse !

1. Importance biologique

Les organismes ont besoin de phosphore pour fabriquer leur matériel génétique, leurs membranes cellulaires, leurs os et leurs dents.

2. Forme utilisable par les organismes

Les producteurs absorbent le phosphore sous forme d'ions phosphates (PO_4^{3-}).

3. Principal réservoir

Les roches sont le principal réservoir de phosphates.

4. Entrée dans la partie biotique du cycle et, sortie

Introduction. Par érosion des roches contenant du phosphate.

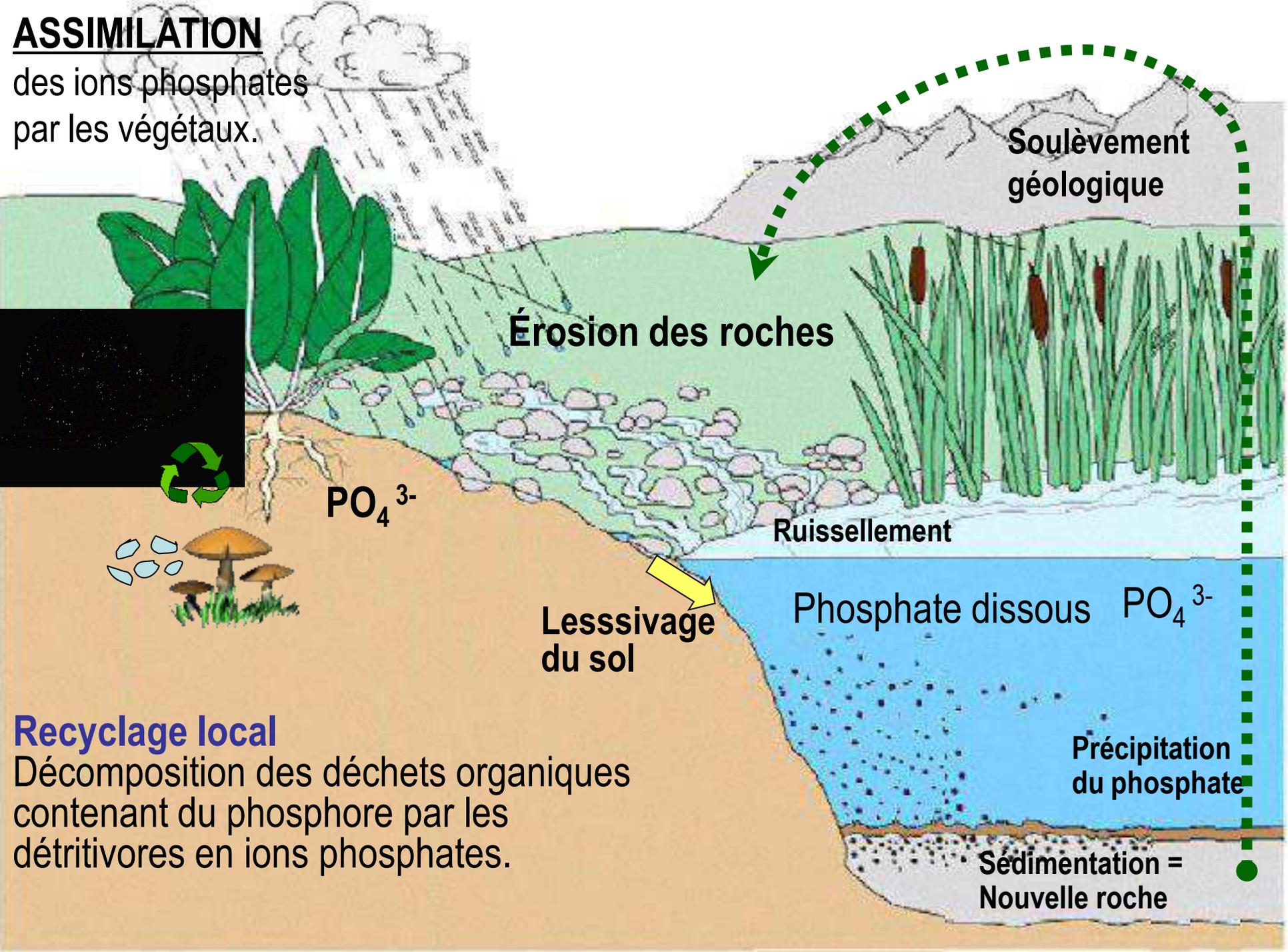
Recyclage local. La majeure partie du phosphore de l'écosystème provient de la circulation locale (décomposition des déchets organiques puis réintroduction au niveau des racines des producteurs).

Perte. Le phosphore quitte l'écosystème via le lessivage des sols vers les cours d'eau (contribue à leur eutrophisation ou enrichissement en éléments minéraux) et via la sédimentation des phosphates dissous dans les cours d'eaux.

Le phosphore, un élément nutritif limitant, fait partie des engrais.

ASSIMILATION

des ions phosphates
par les végétaux.



Érosion des roches

Soulèvement
géologique

Ruissellement

PO₄³⁻

Lessivage
du sol

Phosphate dissous PO₄³⁻

Précipitation
du phosphate

Sédimentation =
Nouvelle roche

Recyclage local

Décomposition des déchets organiques
contenant du phosphore par les
détritivores en ions phosphates.

- La population humaine perturbe les cycles biogéochimiques de toute la biosphère
- La déforestation met les sols à nus : leurs minéraux sont alors «lessivés» par la pluie puis entraînés par le ruissellement vers les écosystèmes aquatiques en causant leur eutrophisation (enrichissement en minéraux)
- L'enrichissement en nutriments, des pelouses et des terres agricoles, finit par contaminer les écosystèmes aquatiques et y accélère leur eutrophisation
"L'eutrophisation est un processus naturel (en centaines ou milliers d'années) qui transforme lentement les lacs en marais, puis en prairie et finalement en forêt. Elle est causée par le ruissellement des territoires avoisinants qui entraîne des minéraux et d'autres déchets organiques dans le lac".
- Les précipitations acides acidifient les sols et détruisent les végétaux : La combustion du bois, du charbon et d'autres combustibles fossiles libère des oxydes de soufre et des oxydes d'azote qui réagissent avec l'eau de l'atmosphère pour donner respectivement de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. Les écosystèmes qui ont un faible pouvoir tampon sont vulnérables. C'est le cas de la plupart des lacs du Québec car ils contiennent, en général, peu de carbonates dans leurs sols.
- Des produits toxiques, peu concentrés dans l'environnement, peuvent se concentrer fortement dans les organismes du fait de leur solubilité dans les graisses (bioaccumulation)

- La déforestation met les sols à nus : leurs minéraux sont alors «lessivés» par la pluie puis entraînés par le ruissellement vers les écosystèmes aquatiques en causant leur eutrophisation (enrichissement en minéraux)
- L'enrichissement en nutriments, des pelouses et des terres agricoles, finit par contaminer les écosystèmes aquatiques et y accélère leur eutrophisation
"L'**eutrophisation** est un processus naturel (en centaines ou milliers d'années) qui transforme lentement les lacs en marais, puis en prairie et finalement en forêt. Elle **est causée** par le ruissellement des territoires avoisinants qui entraîne des minéraux et d'autres déchets organiques dans le lac".
- Les précipitations acides acidifient les sols et détruisent les végétaux : La combustion du bois, du charbon et d'autres combustibles fossiles libère des oxydes de soufre et des oxydes d'azote qui réagissent avec l'eau de l'atmosphère pour donner respectivement de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. Les écosystèmes qui ont un faible pouvoir tampon sont vulnérables. C'est le cas de la plupart des lacs du Québec car ils contiennent, en général, peu de carbonates dans leurs sols.
- Des produits toxiques, peu concentrés dans l'environnement, peuvent se concentrer fortement dans les organismes du fait de leur solubilité dans les graisses (bioaccumulation)

CHAPITRE 4 : Les services écosystémiques

Qu'est-ce que les services écosystémiques

« Bénéfices que les humains peuvent tirer des écosystèmes » Millenium Ecosystem Assessment (2005)

« Processus biologiques, ressources naturelles et attributs des écosystèmes dont l'homme peut tirer profit, favorables au maintien des activités humaines » basée sur la définition du Muséum d'Histoire Naturelle



Les services rendus à l'homme par la nature

Types de services écosystémiques :

1. Services d'approvisionnement

2. Services de régulation

3. services de soutien

4. services culturels

1- Services d'approvisionnement : Biens produits par les écosystèmes et prélevés par les hommes. **Exemple:** Pêche professionnelle, fourniture d'eau à usage domestique, transport maritime, plantes médicinales...

2- Services de régulation : processus de régulation de phénomènes naturels ayant un impact positif sur le bien-être humain. **Exemple:** la protection contre les catastrophes naturelles, l'atténuation des pollutions de l'eau et de l'air

3- Services culturels: Bénéfices immatériels que l'être humain tire de la nature en termes de santé, de liberté, d'identité, de connaissances, de plaisir esthétique et de loisirs. **Exemple:** pêche de loisir, paysage, source et support d'inspiration artistique...

4- Les services de soutien

sont nécessaires pour la production de tous les autres services écosystémiques; il s'agit par exemple de donner des espaces de vie aux végétaux et aux animaux, de permettre la diversité des espèces et de préserver la diversité génétique

L'identification et l'évaluation des services écosystémiques sur un milieu donné permet de:

- Justifier les sommes investies pour la protection des écosystèmes et/ou restauration.
- Relativiser les coûts liés à des aménagements, pratiques et usages qui dégradent les écosystèmes.
- Démontrer les liens entre services écosystémiques et états des écosystèmes.

CHAPITRE 5: Les principaux écosystèmes du monde (exposé)

CHAPITRE 6 : Interactions entre populations

1- Les relations intraspécifiques (même espèce)

A- Compétition intraspécifique

L'interaction des organismes vivants, pour l'accaparement des ressources limitées d'un milieu donné, et qui entraîne, le plus souvent, la domination d'un individu ou d'un groupe d'individus.

- Deux moineaux qui convoitent le même nid.
- Des plantules qui cherchent à s'accaparer les minéraux du sol ainsi que l'espace.



Mésange à tête noire

B- Coopération

Entraide. Des manchots qui confient leurs petits aux célibataires et vont se nourrir.



C- Effet de groupe (effet Allee)

Effet positif sur la reproduction

- Les éléphants doivent être au moins (25) pour se reproduire et survivre.
- Les oiseaux de mer ont besoin d'une stimulation sociale pour se reproduire.
- La survie d'un troupeau de rennes ayant moins de 350 individus est sérieusement compromise. [t](#)



D- Syndrome intrinsèque de stress (effet de masse)

Effet négatif sur la reproduction

«Il peut se traduire par une diminution de la fécondité, des troubles physiologiques, des comportements aberrants comme le cannibalisme à l'égard des oeufs ou des jeunes. Les causes sont le plus souvent la limitation de la quantité de nourriture disponible ou le manque d'espace.»



Dans les colonies de goélands argentés à forte densité, il se produit des phénomènes de cannibalisme à l'égard des nichées.

Cas de la Souris à pattes blanches



2. Les relations interspécifiques (relations des espèces différentes)

- Prédation (versus herbivorisme) +/-



Recherche active d'une proie animale ou végétale pour se nourrir.



[Doryphores sur des plantes de pomme de terre](#)

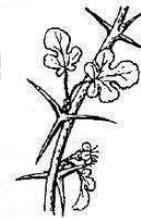
- Défenses des végétaux contre les prédateurs herbivores

Moyens mécaniques

Épines (épines des rosiers)

Crochets (crochets des graines de chardon)

Piquants (piquants de l'aubépine)



[Fleur de chardon](#)

Moyens chimiques

Morphine (pavot)

Nicotine (tabac)

Mescaline (cactus)

[Lophophora williamsii](#)



- Défenses passives des animaux contre les prédateurs

Homochromie
Camouflage sur un
arrière-plan



Défense
mécanique
Une structure
dissuasive ...



Coloration
de diversion
Distraire
l'éventuel
prédateur
pour se
sauver.



Défense chimique — des neurotoxines

Le coléoptère asperge ses prédateurs.



La salamandre éjecte une neurotoxine.



Défense chimique acquise de façon passive — manger des produits toxiques pour les autres

Le papillon Monarque devient toxique (et impropre à manger) en mangeant de l'asclépias (une plante) qui produit une toxine.



Coloration d'avertissement — aposématique

Annoncer qu'on est toxique par sa couleur.



- Défense active des animaux contre les prédateurs

Fuir ou lutter



- La compétition interspécifique

Recherche par les membres de plusieurs espèces pour les mêmes ressources. **La compétition pour une ressource résulte en une réduction de la densité d'une espèce ou des deux espèces.**



Quand le troupeau d'éléphants arrive au point d'eau, les zèbres laissent la place.



Dans les forêts nordiques de l'Alaska et du Canada, les Lynx et les Renards convoitent tous deux, le lièvre d'Amérique.

Dans les Prairies canadiennes, les Sauterelles et les Bisons convoitent tous deux, l'herbe.



- Parasitisme (+ / -)

Le parasite se nourrit aux dépens de son hôte (vivant) et lui porte préjudice mais ne le fait pas mourir (à priori).



Taenia saginata (un ver plat) est un **endoparasite** de l'intestin de l'homme après que celui-ci ait mangé du bœuf parasité et mal cuit.
Voir le cycle de vie du Taenia

Le moustique est un **ectoparasite** au même titre que les puces, pous, tiques et morpions.



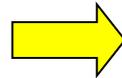
Les agents pathogènes qui causent des maladies sont comparables aux parasites sauf qu'ils sont microscopiques et causent souvent la mort de l'hôte.

- Commensalisme (+ / o)

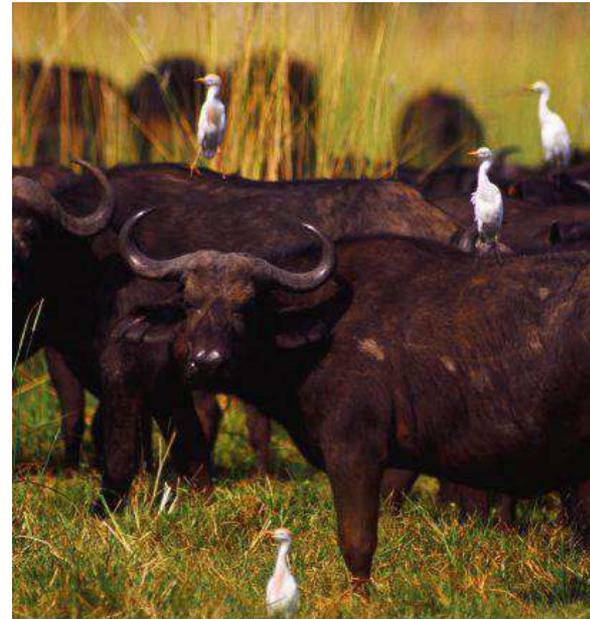
Avantageuse pour l'un et sans effet pour l'autre.

Certaines personnes considèrent comme commensales, les espèces qui se fixent sur d'autres comme les algues qui croissent sur les carapaces et les balanes qui se fixent aux baleines.

Les hérons garde-boeufs se nourrissent des insectes que les gros animaux font sortir de la végétation et ceux-ci n'en souffrent pas.



Les oiseaux mangent également les ectoparasites qui vivent sur eux. Cette association relève donc plutôt du mutualisme, à mon avis !



Bubulcus ibis

- Mutualisme (+ / +)

Avantageuse pour les deux.

Association fourmis / acacia

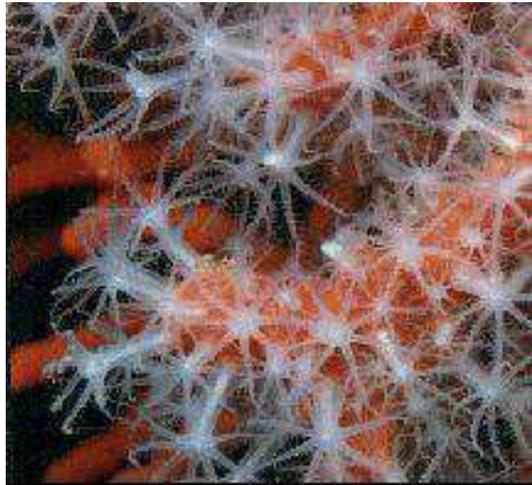
Les **fourmis** protègent l'arbre (coupure des lianes, enlèvement des spores de champignons, élimination des insectes ...)

L'**acacia** fournit des protéines aux fourmis (structures oranges sur l'image) .



Association algue / cnidaire
(coraux)

L'**algue** fournit des sucres par photosynthèse.
Le **cnidaire** (animal) fournit des sous-produits organiques du métabolisme aux algues.



Corail rose avec ses

Association algue / champignon (**lichen**)

L'**algue** (A) fournit des sucres par photosynthèse.
Le **champignon** (C) fournit de l'humidité et des éléments minéraux aux algues.

