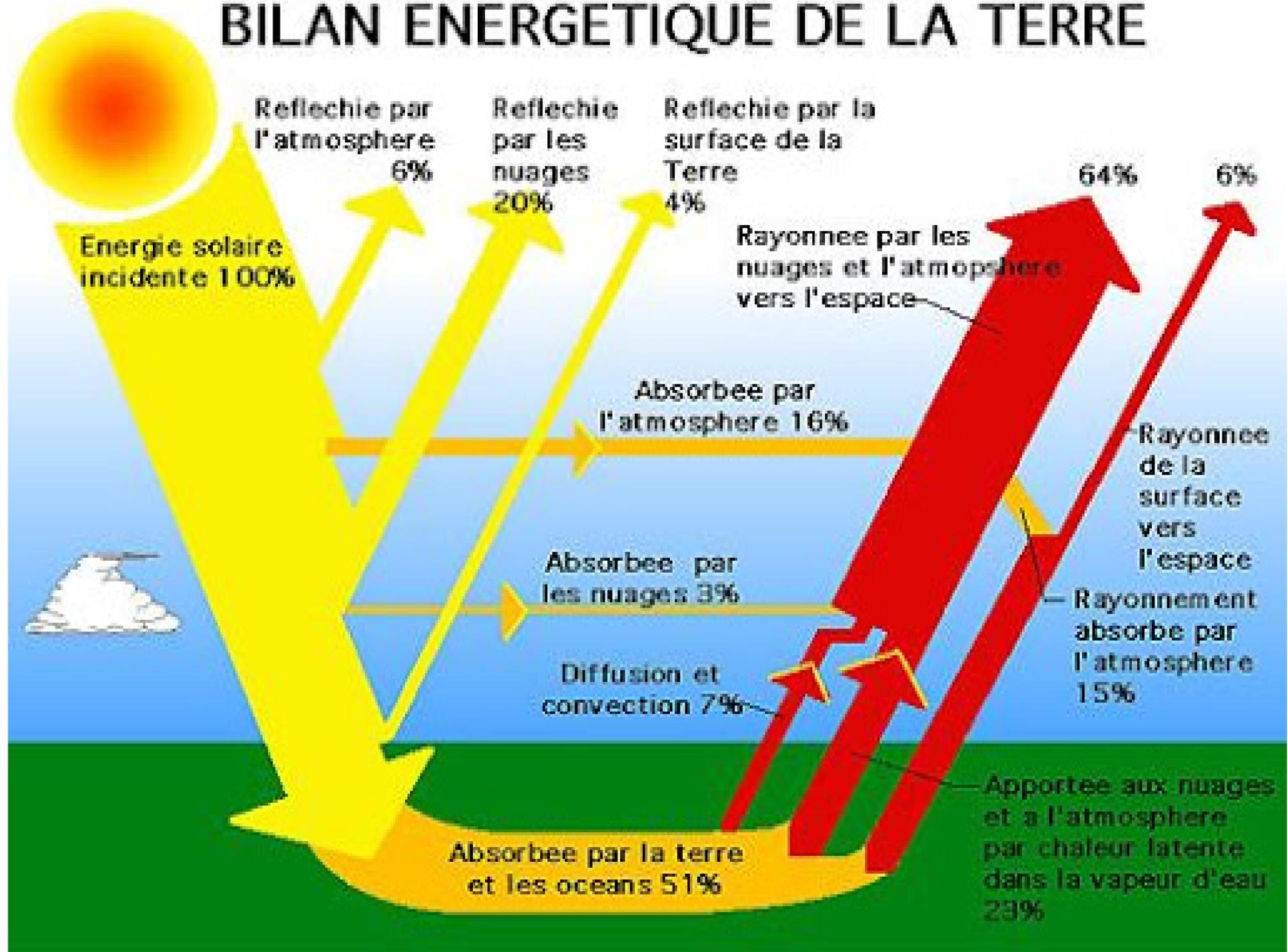


Chapitre III : Transfert d'énergie et de matière

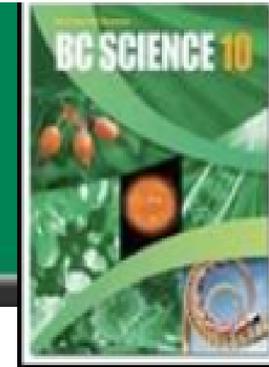
FLUX D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

Comment l'énergie se Transfert-elle ?

BILAN ENERGETIQUE DE LA TERRE



Le transfert d'énergie dans les écosystèmes



- La biomasse est la masse totale de tous les êtres vivants dans un secteur donné.
 - ♦ La biomasse peut aussi se référer à la masse d'un type particulier de matière, comme des matières organiques pour produire des biocarburants.
 - ♦ La biomasse est généralement mesurée dans g/m² ou kg/m².
- Dans la niche d'un organisme, l'organisme agit réciproquement avec l'écosystème par :
 1. Obtention d'alimentation de l'écosystème
 2. Contribuant énergie à l'écosystème

Les abeilles sont des consommateurs



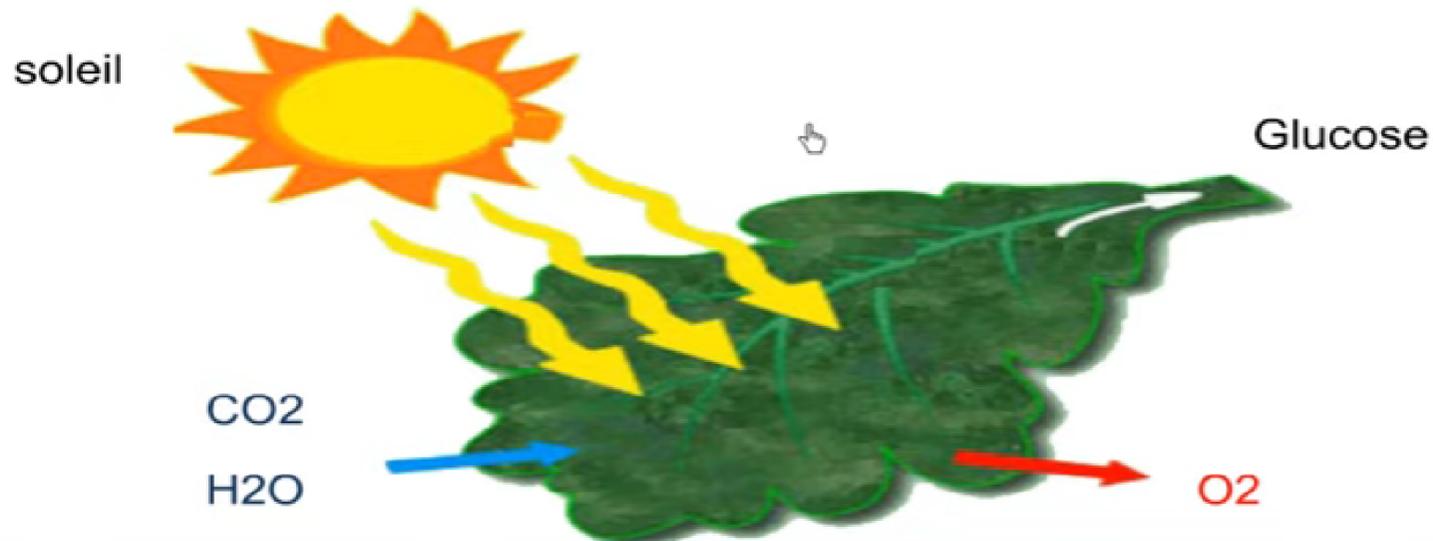


- ♦ Les plantes sont appelées des producteurs parce qu'elles produisent des glucides du dioxyde de carbone, l'eau et l'énergie du Soleil.

**** La Photosynthèse ****

- ♦ Les consommateurs obtiennent leur énergie en se nourrissant de producteurs ou d'autres consommateurs.
- ♦ La décomposition: la répartition de déchets et des organismes morts par des organismes appelés décomposeurs par le processus de la biodégradation.

La photosynthèse



Les chaînes alimentaires

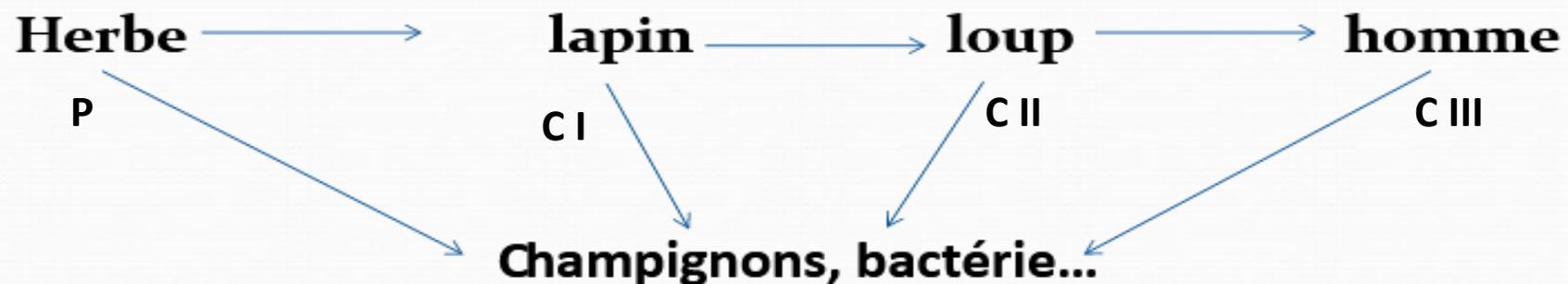
- Commence avec le soleil ou un producteur et finisse par un consommateur.
- Une représentation qui montre comment l'énergie et les éléments nutritifs circulent d'un organisme à un autre dans un écosystème.
- Les flèches montrent la direction de l'énergie et la circulation des éléments nutritifs
- Varie en complexité (2 composantes ou plusieurs)



Les chaînes alimentaires

- Les chaînes alimentaires sont **linéaires** et représentent mal le mouvement de l'énergie dans les écosystèmes.

Exemple de chaîne alimentaire :



⇒ la flèche signifie « est mangé par »

La chaîne alimentaire de la forêt boréale

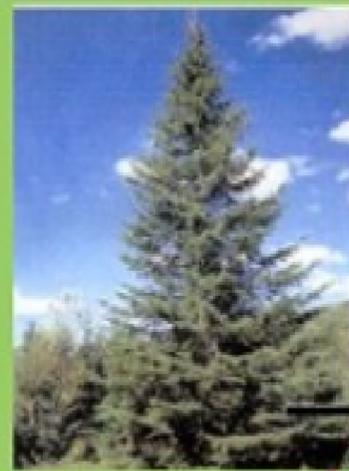
Vers de terre, bactéries, mycètes

Sapin baumier

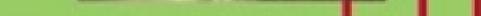
Lièvre d'Amérique

Lynx du Canada

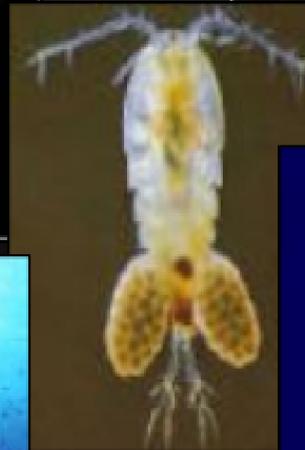
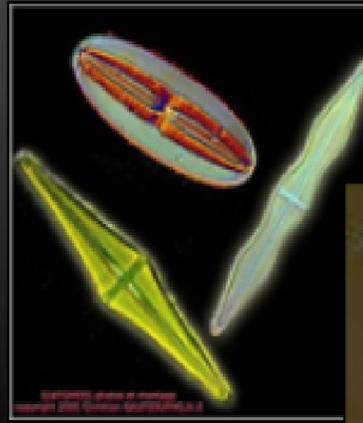
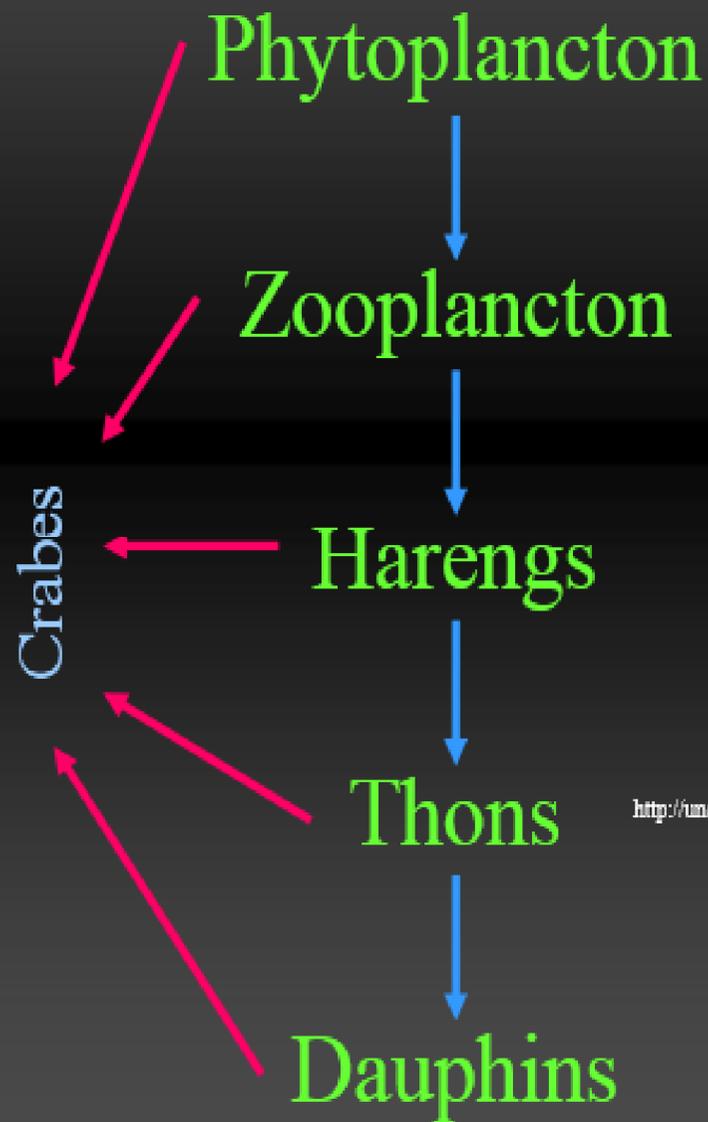
Loup



DÉTRIVORES



Chaîne alimentaire marine



http://underwaterworld.free.fr/falca/bancs_poissons_contre_jour.jpg



<http://membres.lycos.fr/chiorboli/hobbies.html>



<http://www.ac-toulouse.fr/meteo/ventset/dauphin.jpg>

b/ Plusieurs types de chaînes trophiques

- Les chaînes de prédateurs :

Elles partent d'un végétal et passent par des organismes de plus en plus gros.

Végétal (producteur) → Herbivore (C I) → mésoprédateur (C II) → superprédateur (C III)

➤ superprédateur :

prédateur situé à l'extrémité de la chaîne alimentaire, qui n'est la proie d'aucune autre espèce animale (l'homme, prédateur ultime n'est pas pris en compte)

➤ mésoprédateur : prédateur intermédiaire

En milieu terrestre, ces chaînes présentent en général 3 ou 4 maillons.
En milieu aquatique, elles sont plus longues.

- Les chaînes de parasites :

A l'inverse, ici la taille des organismes diminue le long de la chaîne

Maïs → pyrale du maïs (lépidoptères) → trichogramme (hyménoptères),
hyperparasite utilisé en lutte bio

- Les chaînes saprophytiques :

La chaîne débute par de la matière organique morte.

Les consommateurs primaires sont qualifiés de. saprophages ou de détritivores

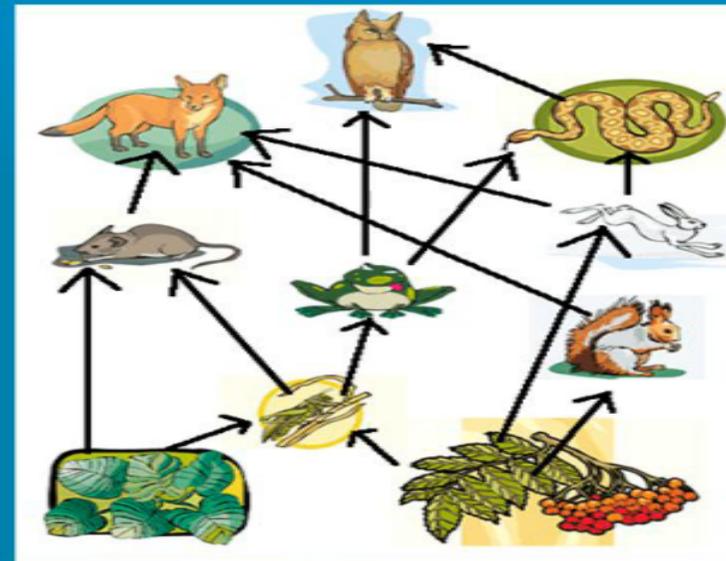
- saprophage : qui se nourrit de matière organique en cours de décomposition
- détritivore : qui se nourrit de cadavres ou d'excréments

Chaîne ou Réseau?

- Dans tous les écosystèmes, les producteurs et les consommateurs sont une partie de plusieurs chaînes alimentaires.
- Ils mangent plus qu'une chose alors de satisfaire leurs conditions d'énergie.
- En vérité, toutes les chaînes sont une partie d'un grand réseau alimentaire!



- Un réseau alimentaire est une représentation des relations qui existent entre les organismes dans un écosystème.

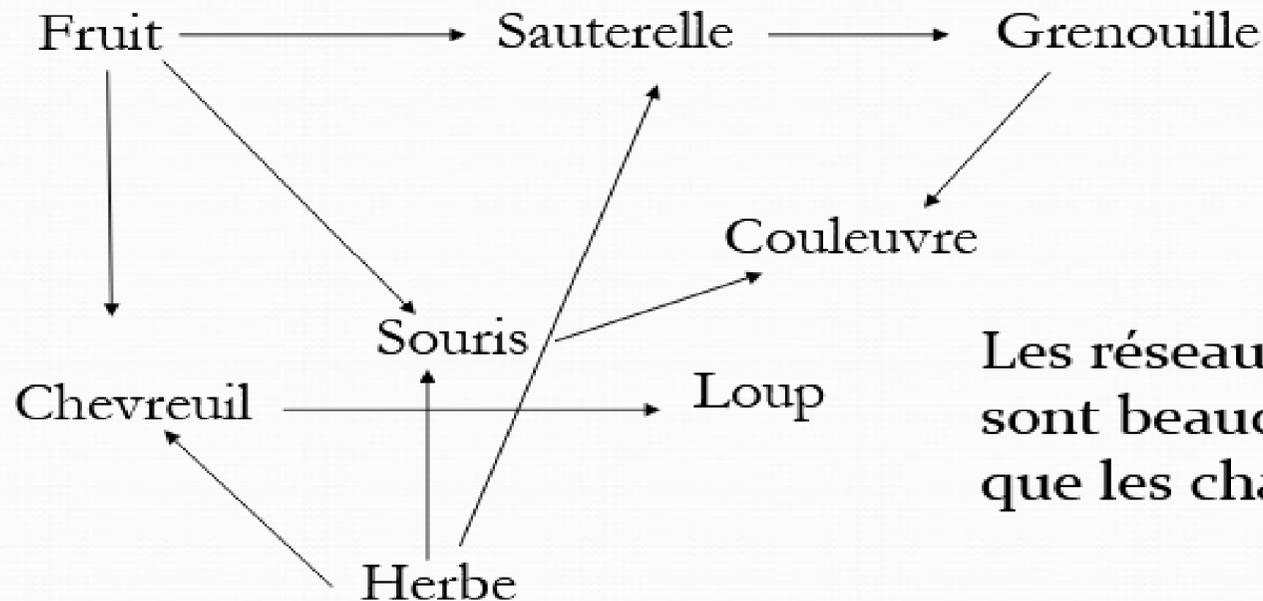


Les réseaux alimentaires

- En réalité, les producteurs sont mangés par plusieurs consommateurs et ils sont mangés par plusieurs prédateurs.
- Graines, noix, fruits ← Écureuil ← renard (souris, sauterelles) ou raton laveur (grenouilles, œufs d'oiseaux, plantes)
- Commence avec les producteurs, puis montrent les différents chaines alimentaires interreliées

Réseau alimentaire

Représentation non-linéaire des interactions alimentaires dans un écosystème.



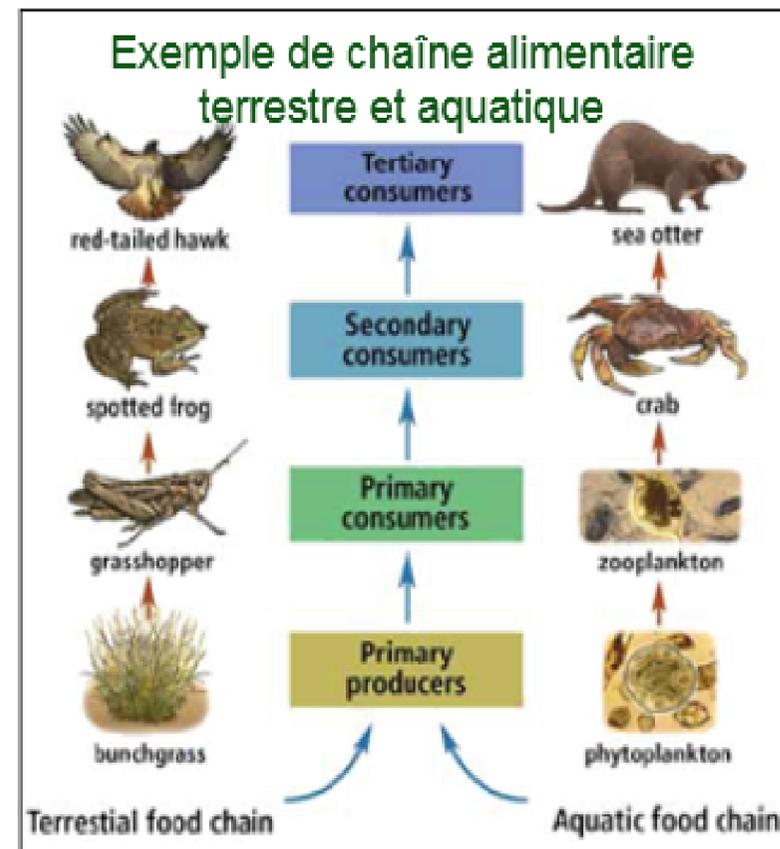
Les réseaux alimentaires sont beaucoup plus stables que les chaînes.

 RÉSEAU ALIMENTAIRE – une série de **chaînes alimentaires** reliées

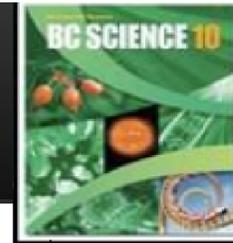
Les chaînes alimentaires dans les réseaux trophiques



- Les scientifiques utilisent des méthodes différentes pour représenter le transfert de l'énergie dans les écosystèmes.
 - ◆ Chaînes alimentaire
 - ◆ Réseau trophique
 - ◆ Pyramides alimentaire
- Les chaînes alimentaire montrent le transfert de l'énergie dans un écosystème.



Niveau trophique



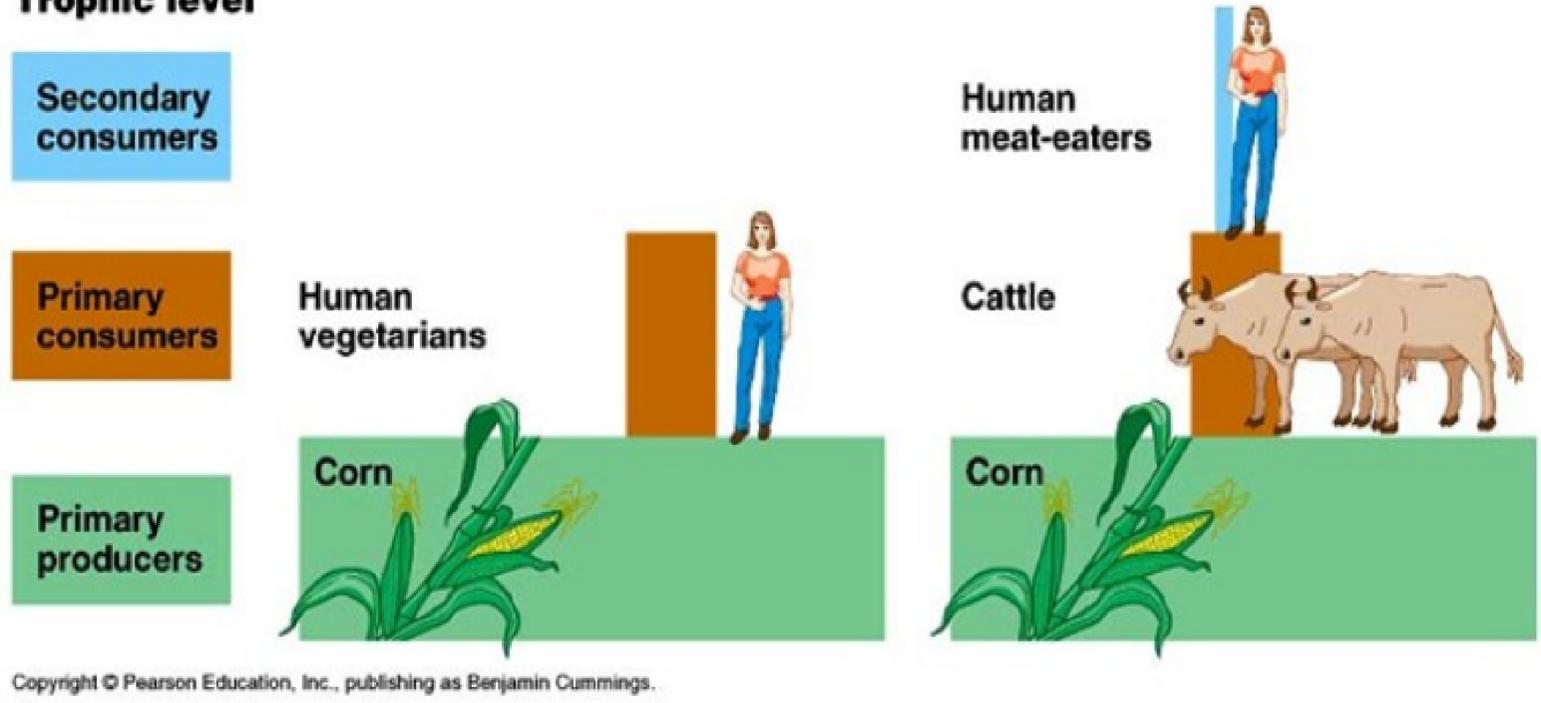
- Chaque étape d'une chaîne alimentaire est un niveau trophique
 - ◆ Les producteurs = 1e niveau trophique
 - ◆ Consommateurs primaires = 2e niveau trophique
 - ◆ Consommateurs secondaires = 3e niveau trophique
 - ◆ Consommateurs tertiaires = 4e niveau trophique

niveau trophique

⇒ Ensemble des organismes de l'écosystème qui obtiennent leur énergie à partir du *même étage alimentaire.*

Les niveaux trophiques d'un écosystème

Trophic level



Les Producteurs :



Je suis un producteur je me fabrique à partir de matière non organique !

- organismes vivants (Végétaux, algues, phytoplanctons)
- organismes autotrophes (convertir la matière inorganique en matière organique avec l'aide de la photosynthèse).
- Transfération aux consommateurs et aux décomposeurs.

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

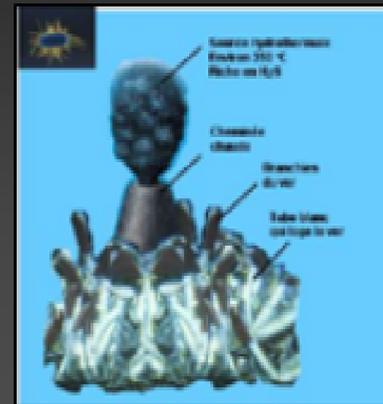
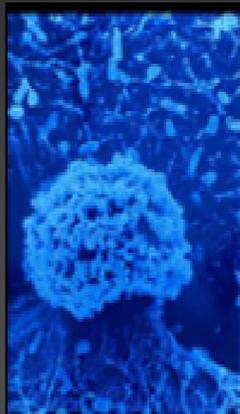
→ *Matière minérale* → *Matière organique*

2 types de producteurs

1. Les *photosynthétiseurs*



2. Les *chimiosynthétiseurs*



1. Les photosynthétiseurs

→ Utilisent la *lumière* comme source première d'énergie.

- Végétaux, Protistes, certains Monères
(cyanobactéries et les bactéries photosynthétiques)



2. Les chimiosynthétiseurs

→ Oxydent certaines *substances minérales* pour obtenir l'énergie nécessaire à la fabrication de leurs molécules organiques.

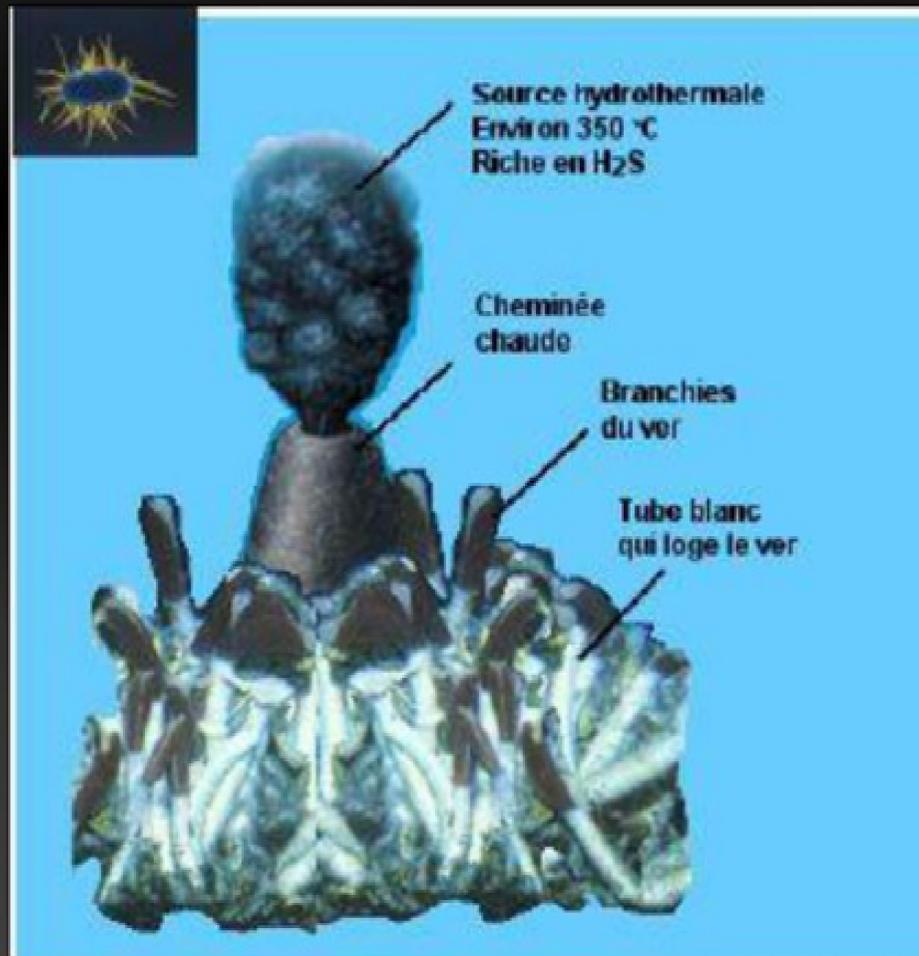
- Monères

→ Souvent des organismes qui n'ont pas accès aux rayons lumineux.

→ On les retrouve dans le sol et dans les profondeurs océaniques.

2. Les chimiosynthétiseurs

Ex: Les cheminées chaudes



Bactéries qui utilisent le sulfure d'hydrogène comme source d'énergie.

Ils habitent dans les vers tubicoles aux abords de la cheminée.

Les consommateurs :

- organismes vivants qui se nourrissent d'autres organismes vivants.
- trois sortes de consommateurs; les consommateurs primaires, les consommateurs secondaires et les consommateurs tertiaires.

1 Les consommateurs primaires.



- herbivores
- consomment que des plantes terrestres ou aquatiques
- Exemple : les moutons ou les vaches

Les consommateurs secondaires

- carnivores
- Exemple : Les loups, les lions



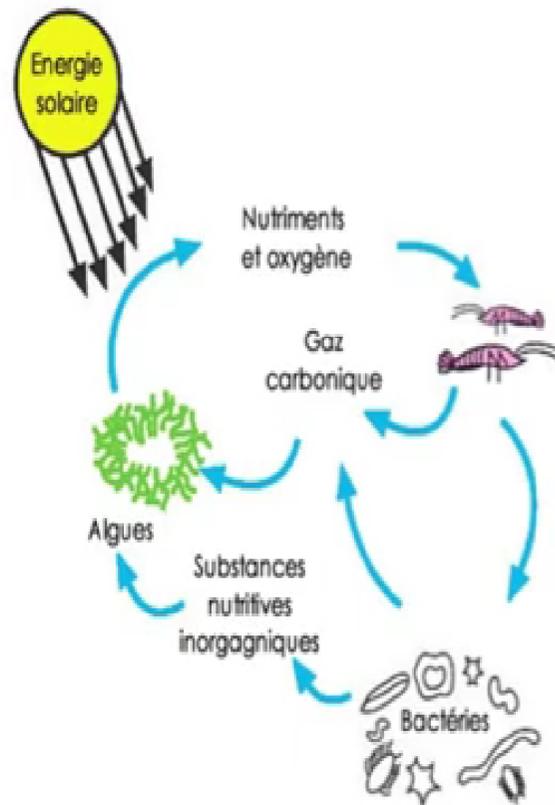
Les consommateurs tertiaires



Consommateur tertiaire

sont les êtres vivants omnivores qui se nourrissent de producteurs, de consommateurs primaires et de consommateurs secondaires.

Les décomposeurs



- êtres vivants qui dégradent les matières organiques
- Ils transforment la matière organique en matière inorganique

- deux types de décomposeurs :

Détritivores : exemple : le crabe, le vautour, et le ver de terre

Transformateurs : exemple : les champignons, les bactéries du sol ou des fonds marins).

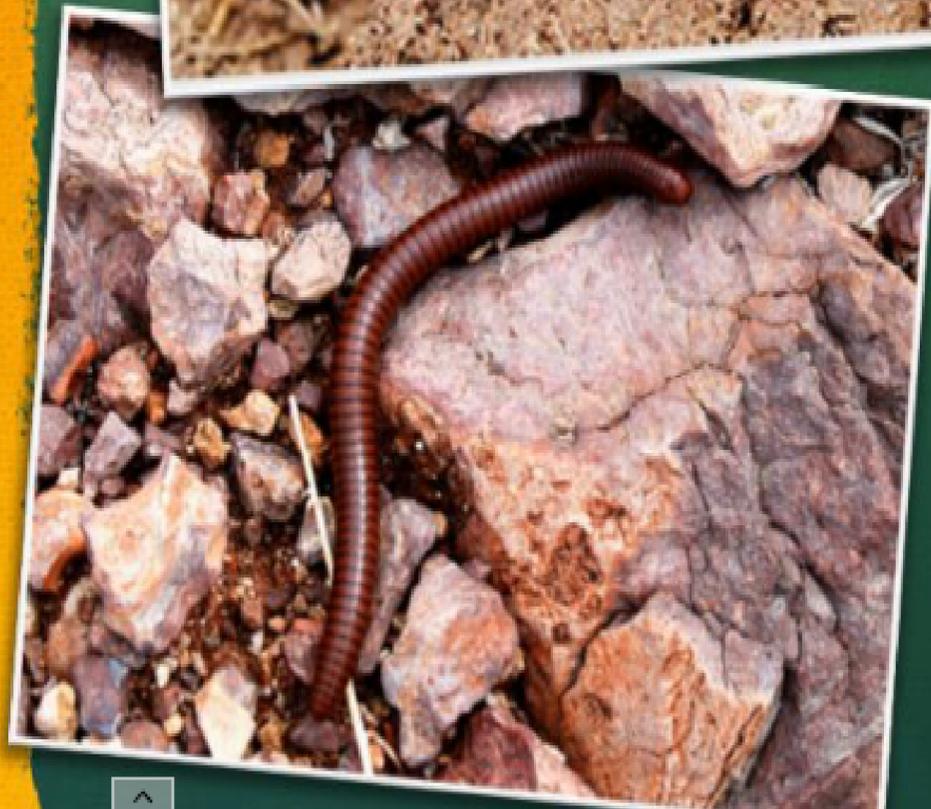


Les Décomposeurs

- Les décomposeurs utilisent l'oxygène produite par les plantes pour décomposer la matière organique morte et la transformer en minéraux. Les minéraux sont utilisés par les plantes!
- Les détrivores brisent les grosses particules en pièces plus petites pour les décomposeurs.

→ *Matière organique* → *Produits minéraux*

Les détrivores
Fragmentent la
matière en
morceaux plus
petits



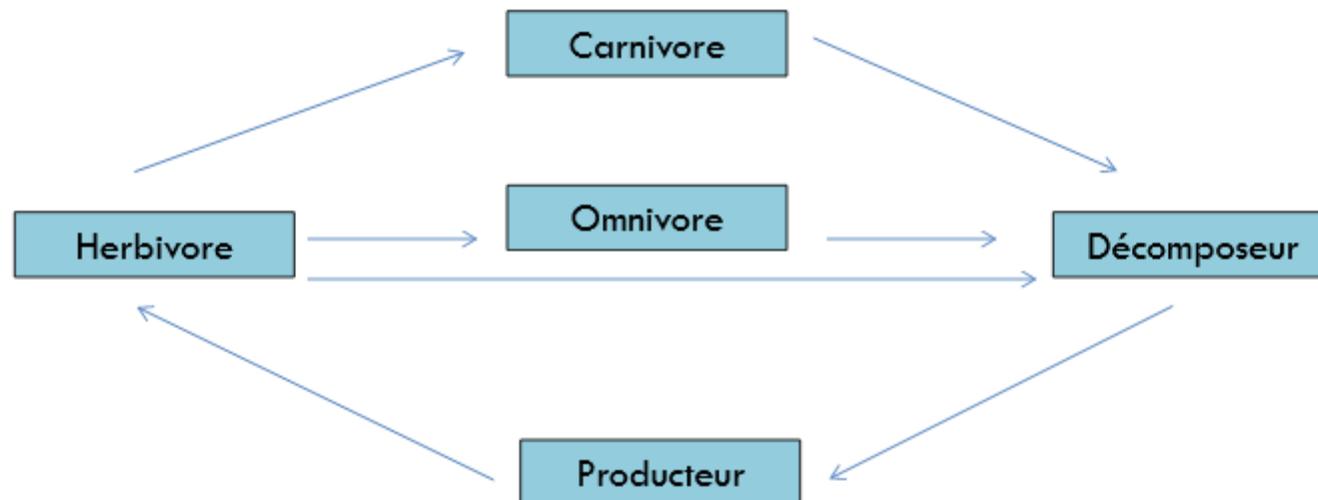
Les décomposeurs

Décomposent la
matière restante,
libérant les
éléments nutritifs
qui retournent
dans l'écosystème.

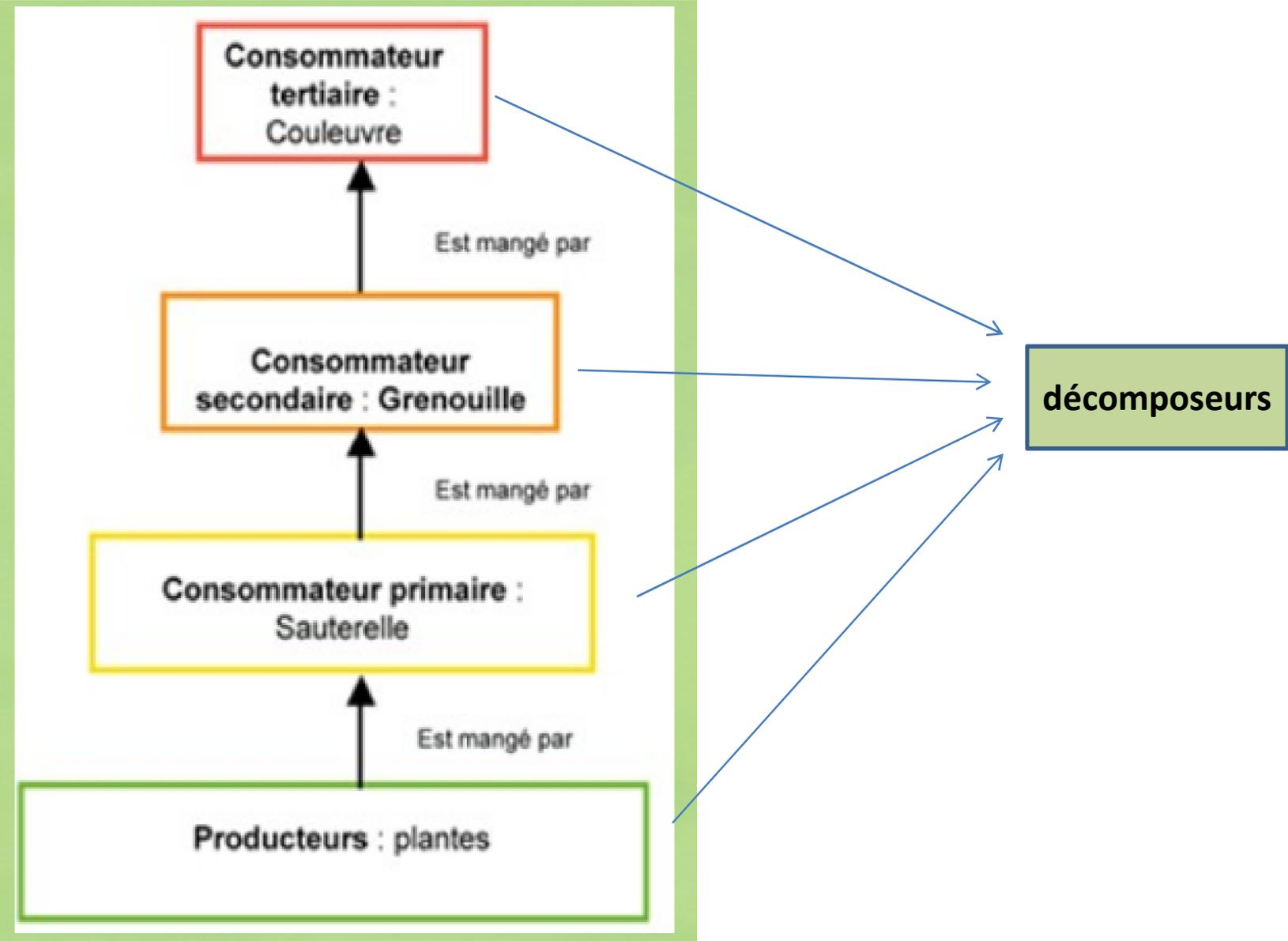


Les *omnivores* et les *consommateurs détritivores* font partie de plusieurs niveaux trophiques à la fois.

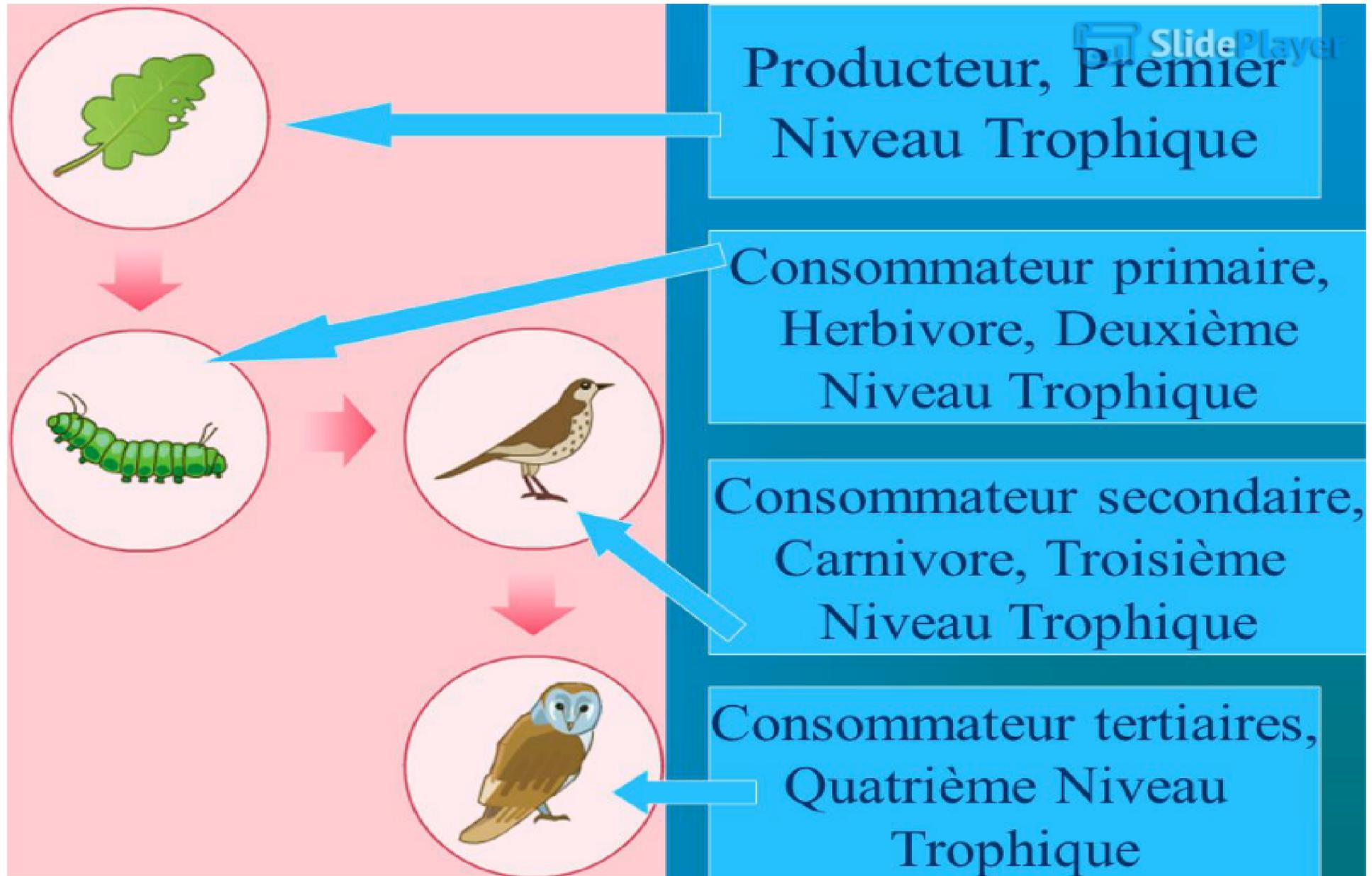
Ils se nourrissent à divers étages alimentaires.



exemple



Niveau trophique (exemples)



Le soleil

énergie lumineuse 100%

Les plantes: PRODUCTEURS

90%

Herbivore: CONSOMMATEUR PRIMAIRE

10%

Carnivore/Omnivore: CONSOMMATEUR SECONDAIRE

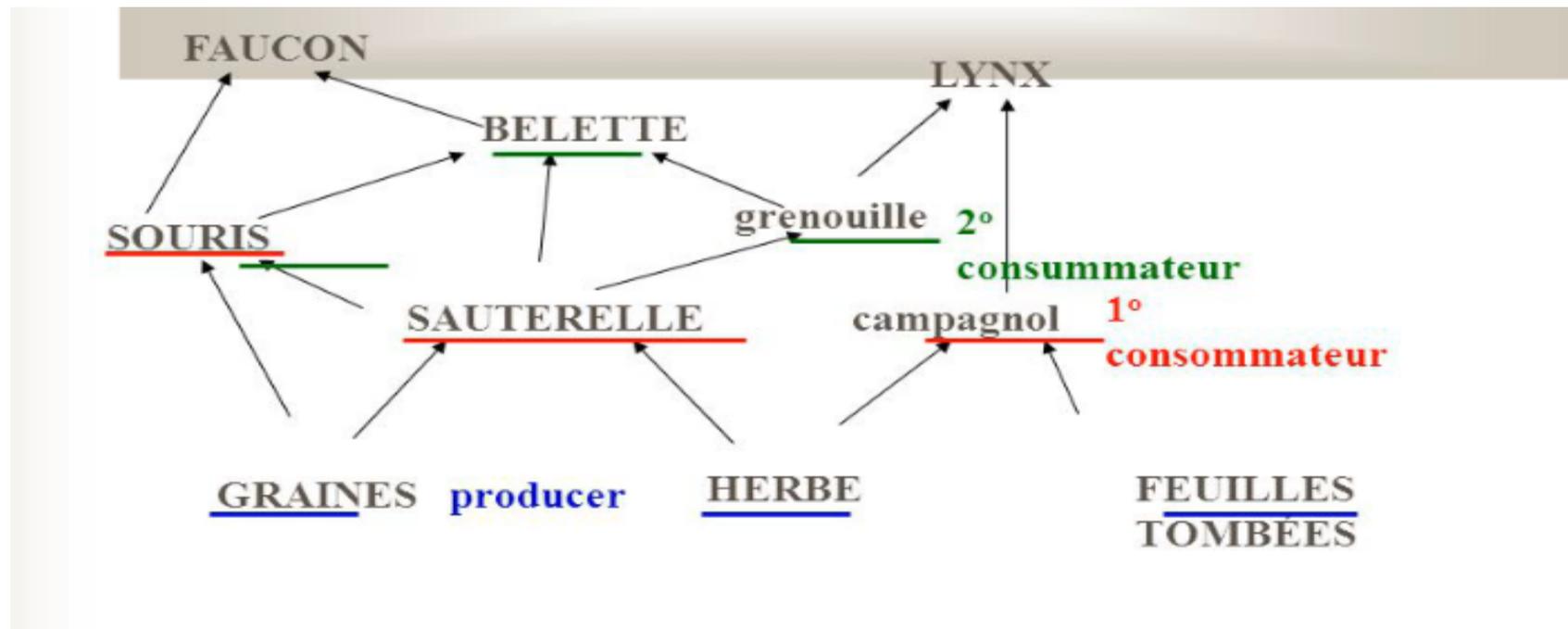
1%

Carnivore: CONSOMMATEUR TERTIAIRE

0,1%

2. Les niveaux alimentaires

Premier niveau trophique	deuxième niveau trophique	troisième niveau trophique	quatrième niveau trophique
producteurs	Consommateurs primaires	Consommateurs secondaires	Consommateurs tertiaires
plantes	herbivores	carnivores	Carnivores de dernier ordre



un autotroph Produit sa propre alimentation

un consommateur Mange un producteur

un consommateur secondaire

Un carnivore qui mangent les autres herbivores

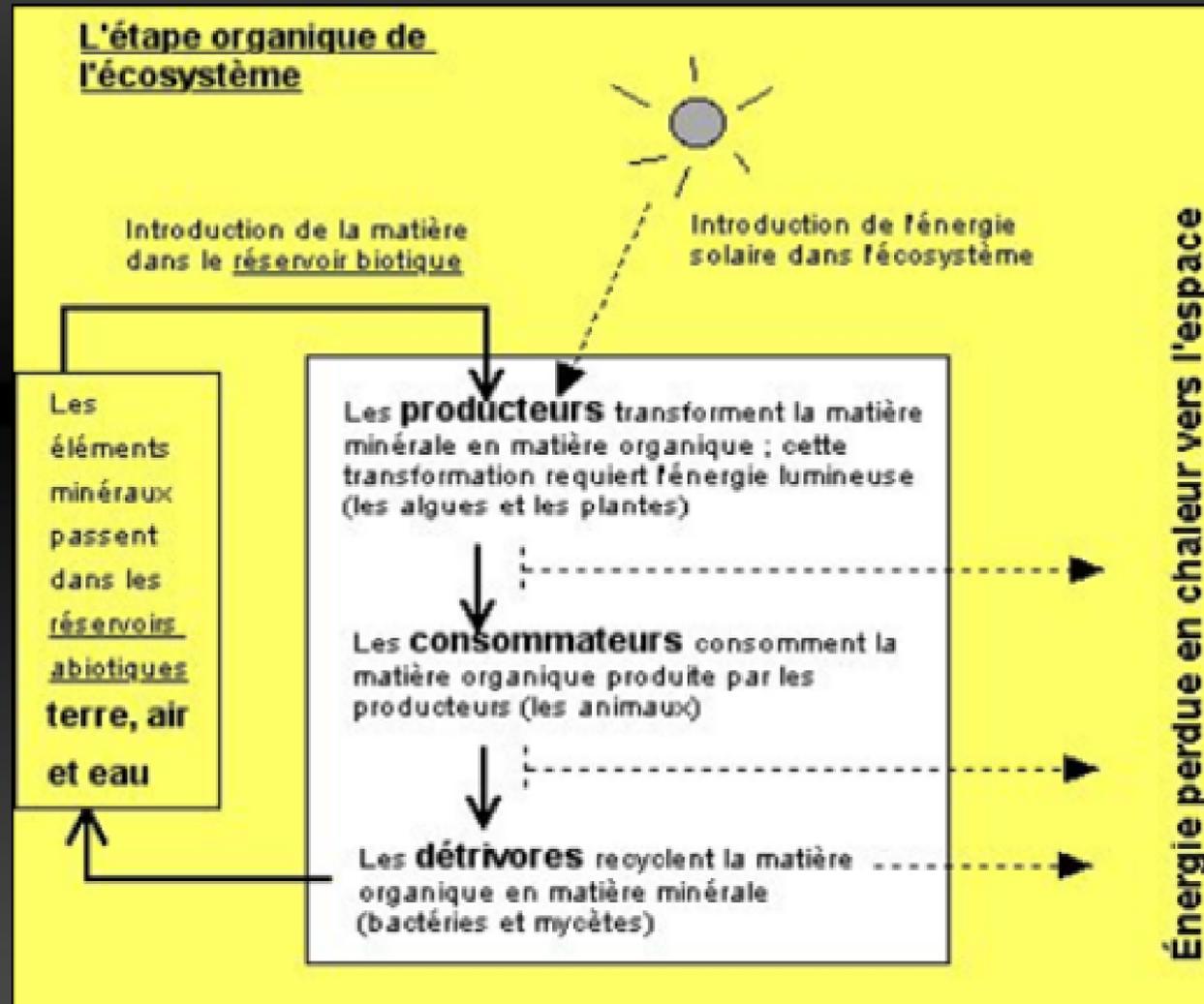
Les modifications

- Lorsqu'une espèce est éliminée d'un réseau alimentaire les autres espèces sentent les effets.
- Si une espèce disparaît d'une chaîne, les organismes doivent manger d'autres espèces.
- Le réseau alimentaire est modifié, toute la circulation d'énergie dans le réseau est perturbée

Transfert de l'énergie

- L'énergie solaire est absorbée par les plantes vertes dans une réaction appelée **photosynthèse**.
- L'énergie solaire sera convertie en sucre (glucose) que la plante va entreposer.
- Par la suite le consommateur primaire qui se nourrit de la plante va absorber le glucose.

L'étape organique d'un écosystème



→ L'étape organique est donc le **moteur** qui actionne la circulation de la matière et de l'énergie dans les 4 réservoirs de l'écosystème.

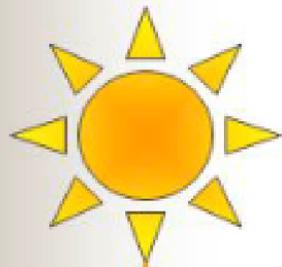
Le transfert d'énergie dans un écosystème

- Les besoins énergétiques varient selon les organismes.
- Dépend de la fonction pour laquelle l'énergie est utilisée.

L'utilisation de l'énergie dans un organisme

- 30% d'énergie - les fonctions vitales (chaleur)
- 10% d'énergie - sa croissance et réparation de corps
- 60% d'énergie est inutilisable et est éliminé sous forme de déchets
- A chaque niveau d'un réseau alimentaire la quantité d'énergie disponible est beaucoup plus petite qu'au niveau inférieur.
- Pas plus que 4 niveaux dans une chaîne ou réseau

ÉNERGIE dans LES CHAÎNES ALIMENTAIRES



énergie passé aux consommateurs



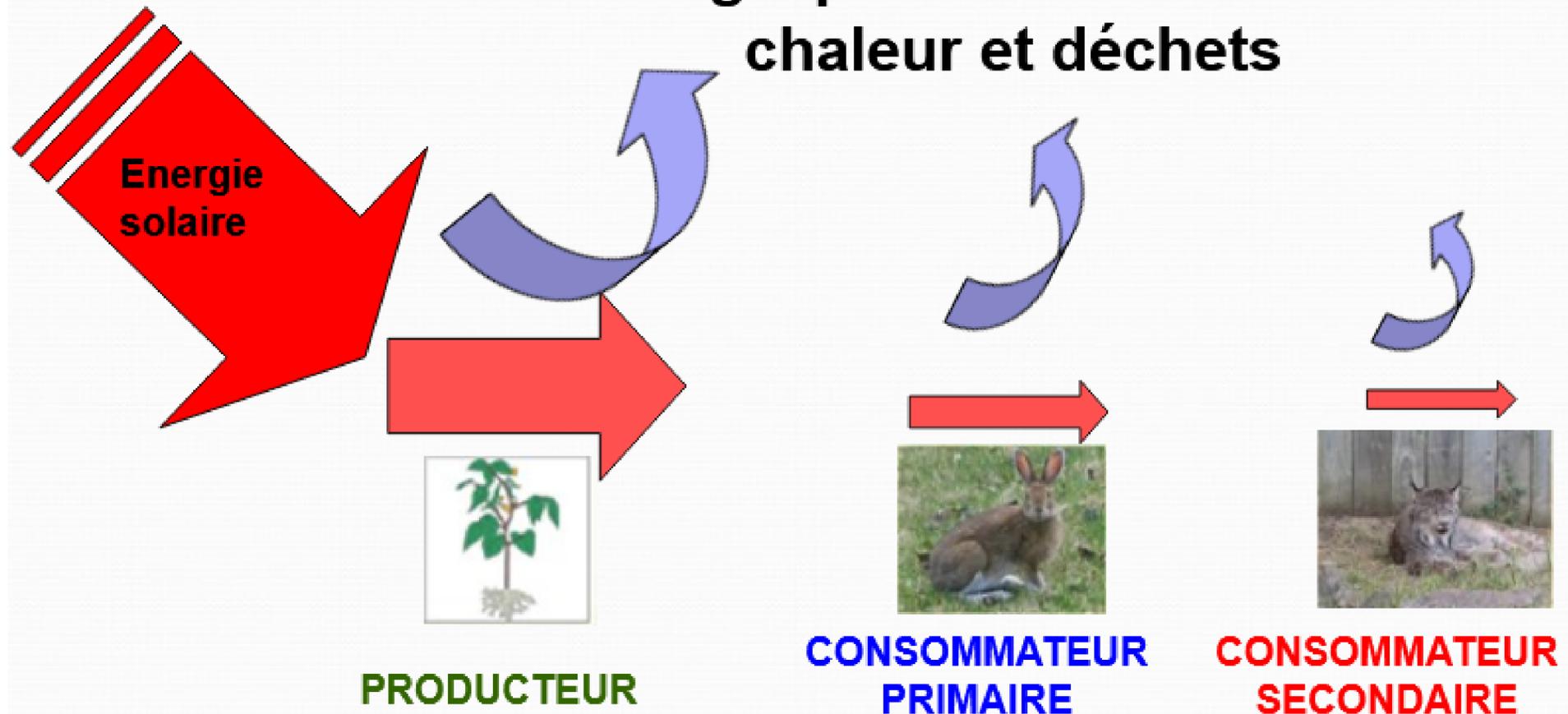
Energie utilisée pour vivre

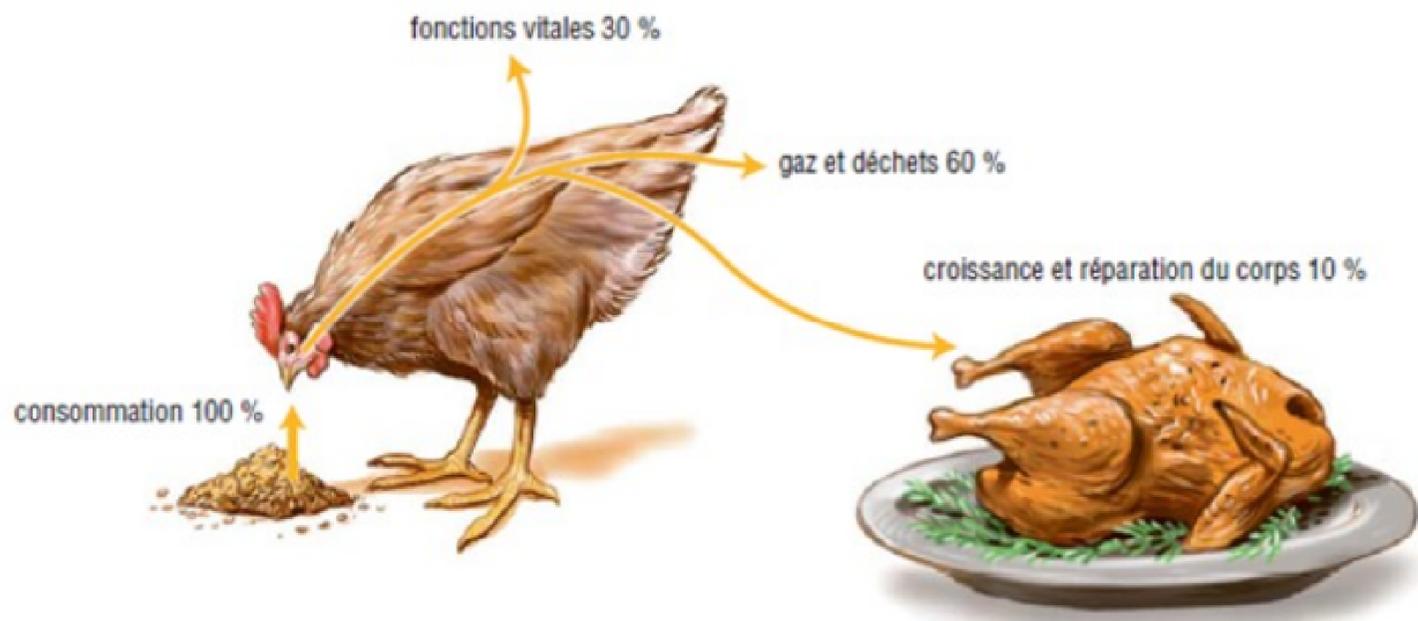
Règle de 10%:

seulement 10% de l'énergie dans un organisme est gardé et passé au prochain niveau trophique-- – 90% de l'énergie est utilisée pour vivre.

Transfert d'énergie dans un écosystème

Énergie perdue sous forme de chaleur et déchets

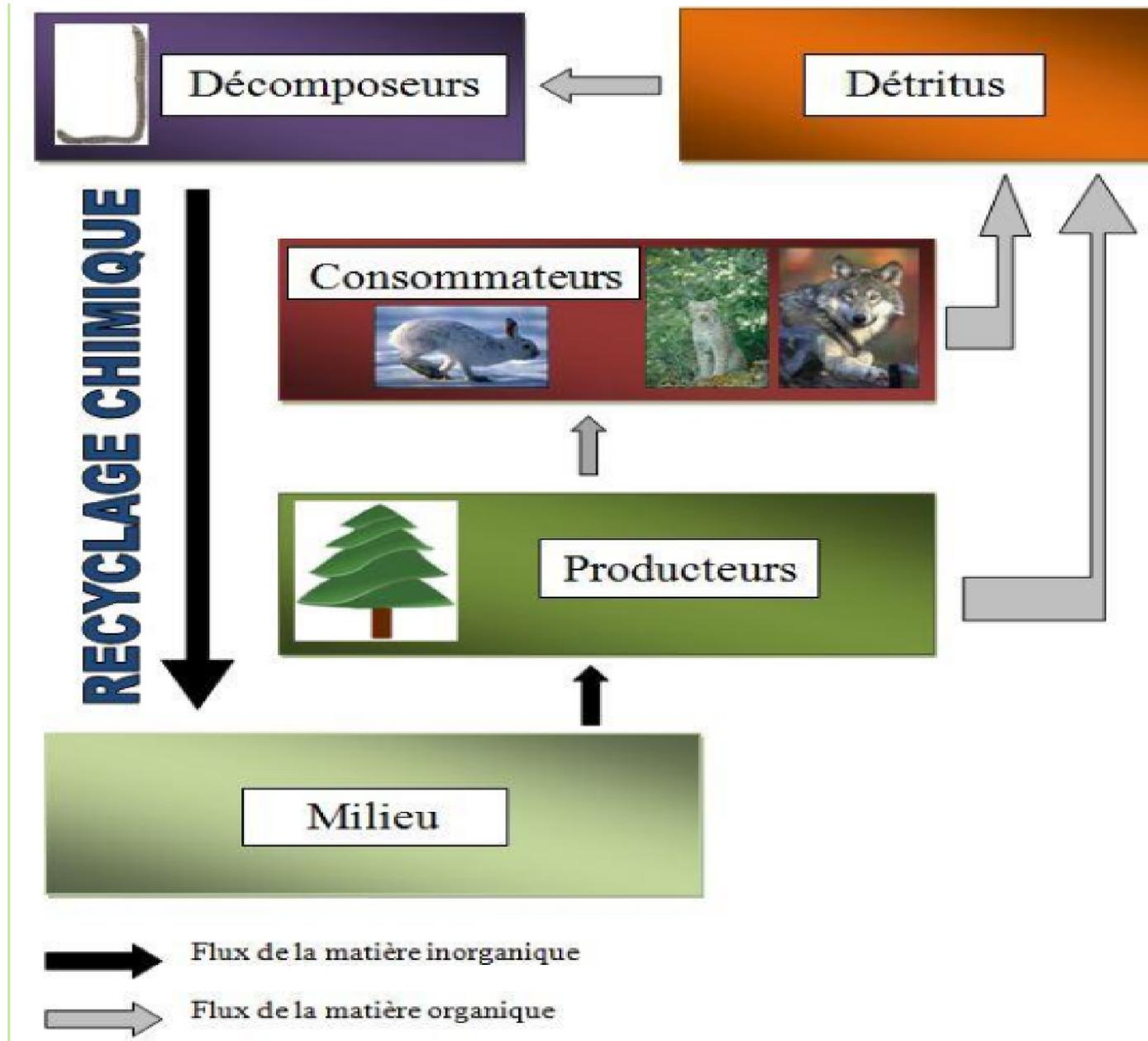




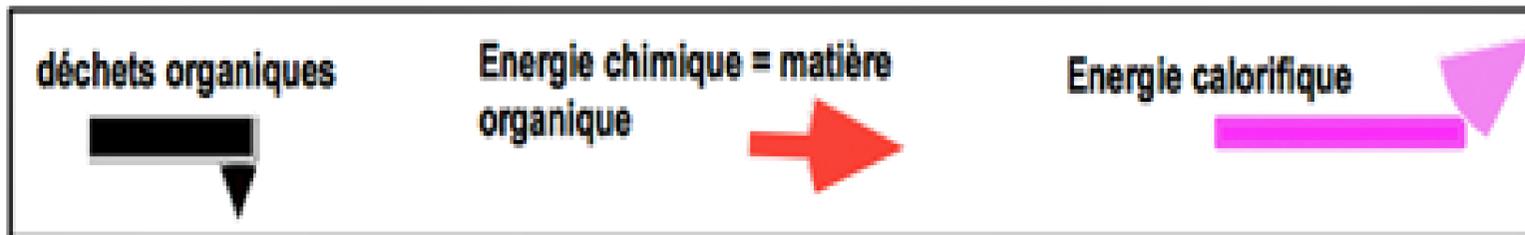
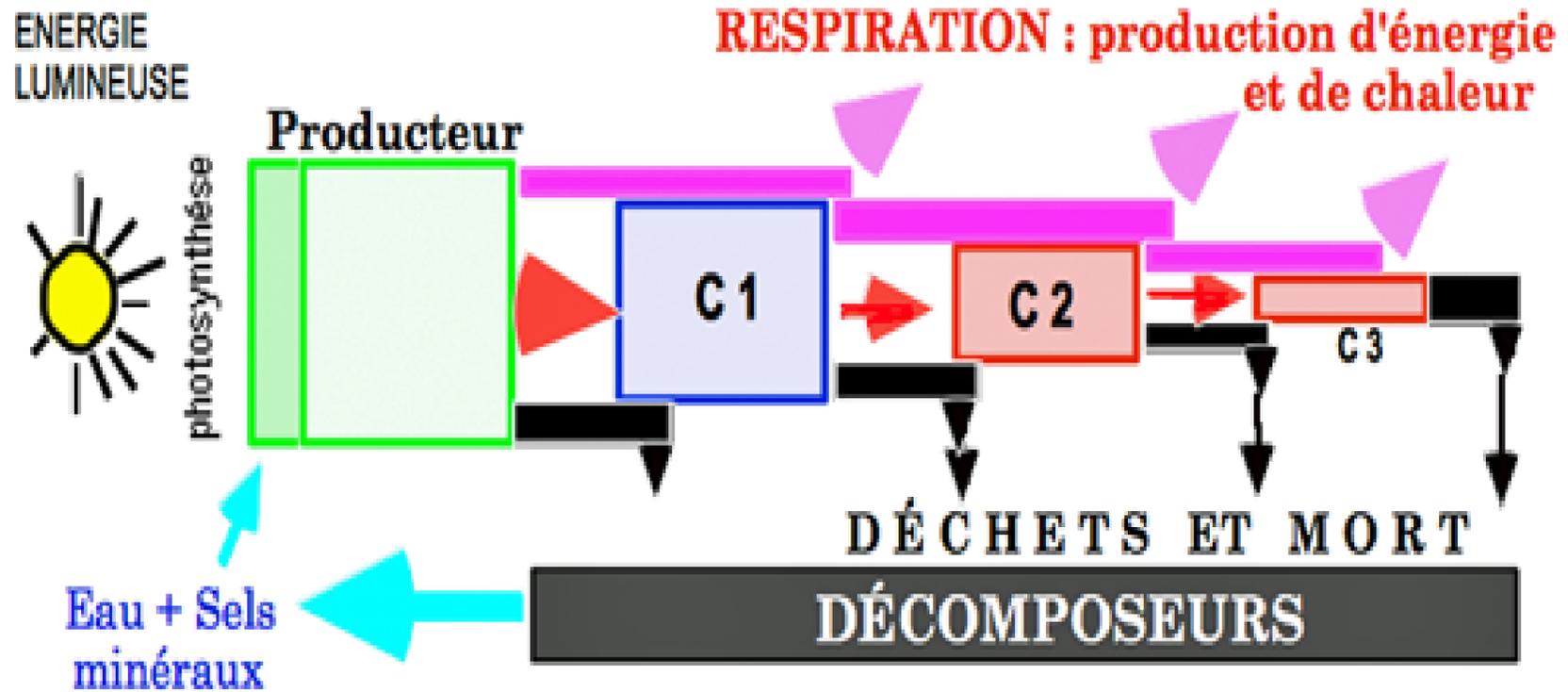
Seulement une petite portion de l'énergie obtenue par le poulet lorsqu'il mange du grain parvient jusqu'à notre assiette (10%).

Transfert d'énergie dans un écosystème

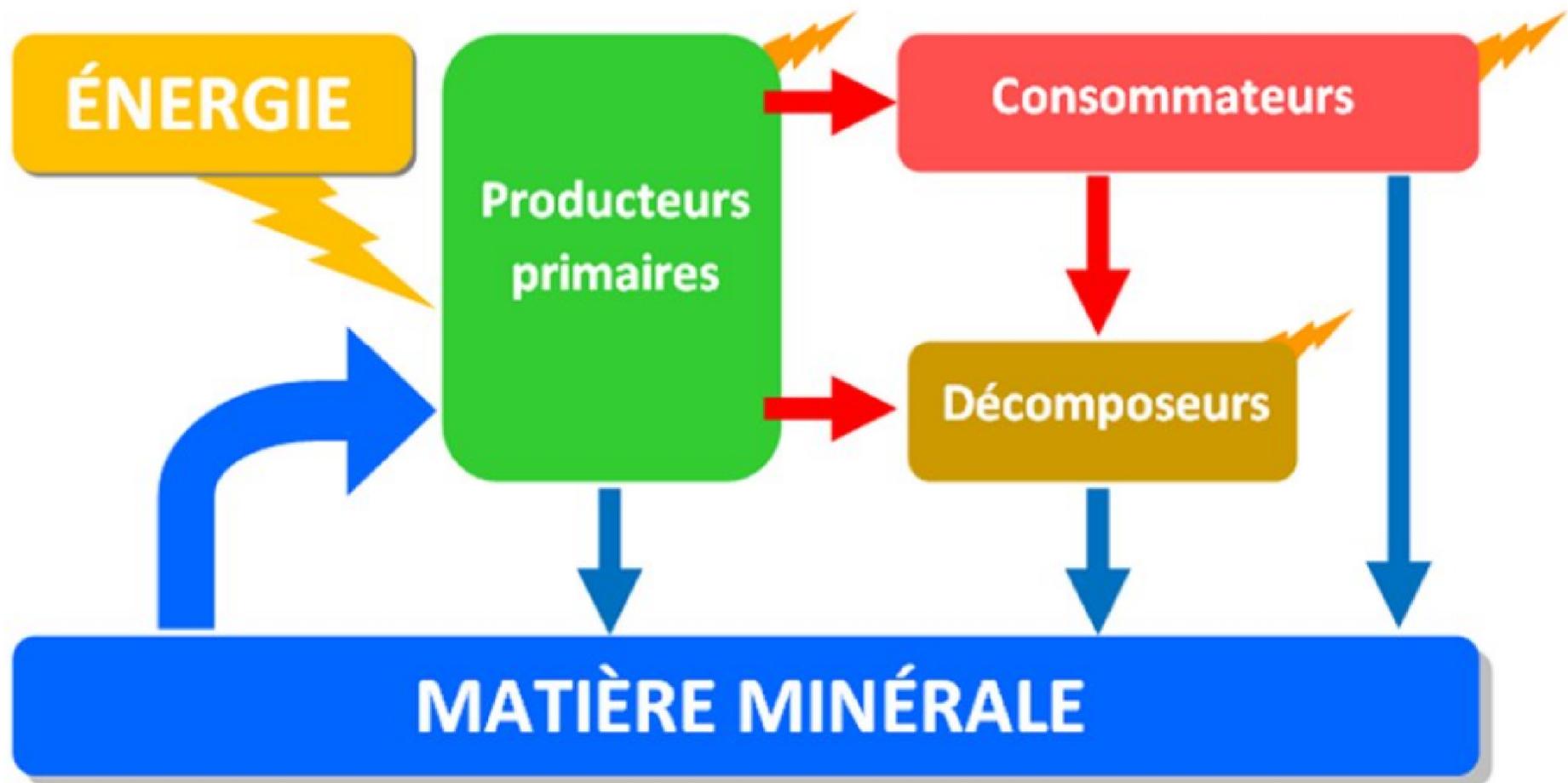
- La première source d'énergie est le soleil.
- Les producteurs (végétaux) tirent leur énergie du soleil par le processus de photosynthèse.
- Seul une faible partie de l'énergie du soleil est captée par le végétal et est utilisée pour se nourrir.
- Il y a un transfert d'énergie de deuxième niveau lorsqu'un herbivore mange un végétal et un transfert de troisième niveau lorsqu'un carnivore mange un herbivore.
- Un transfert d'énergie se produit lorsque l'énergie passe d'un niveau à un autre.
- Toutefois, plus on monte, moins il y a d'énergie disponible.



SCHEMATISATION DU FLUX D'ENERGIE ET DE MATIERE



Flux de matière et d'énergie dans la biosphère



Pyramides écologiques

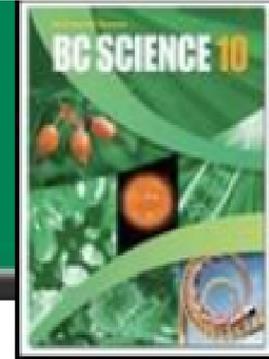
- Diagrammes qui représentent la productivité de chaque niveau trophique d'un écosystème



3 types de pyramides:

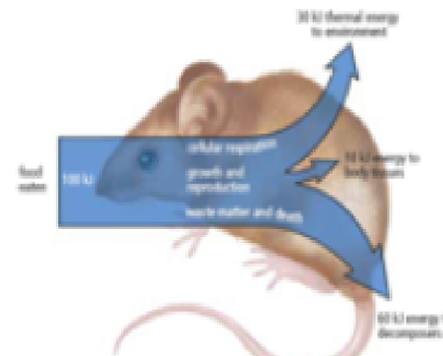
1. Pyramide d'énergie
2. Pyramide de nombres
3. Pyramide de biomasse

Les pyramides alimentaires



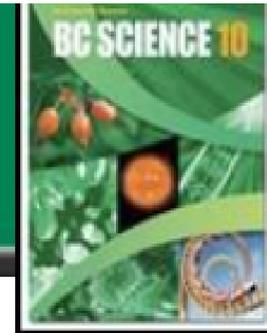
- Les pyramides alimentaires montrent les changements de l'énergie disponible d'un niveau trophique à un autre dans une chaîne alimentaire.
 - ◆ L'énergie entre au premier niveau trophique (aux producteurs), il y a une grande quantité de biomasse et donc beaucoup d'énergie.
 - ◆ Des grandes quantités d'organismes dans un niveau trophique sont nécessaires pour rencontrer les besoins d'énergie du niveau trophique suivant.

90% de l'énergie alimentaire est utilisée pour maintenir la vie.





- Chaque niveau utilise des grandes quantités d' énergie afin de maintenir la vie.
- 80 - 90 pour cent de l'énergie prise par les consommateurs est utilisé dans des réactions chimiques dans le corps(l'organisme) et est perdu comme l'énergie thermique.
- Il y a très peu d'énergie de surplus pour la croissance de la biomasse.



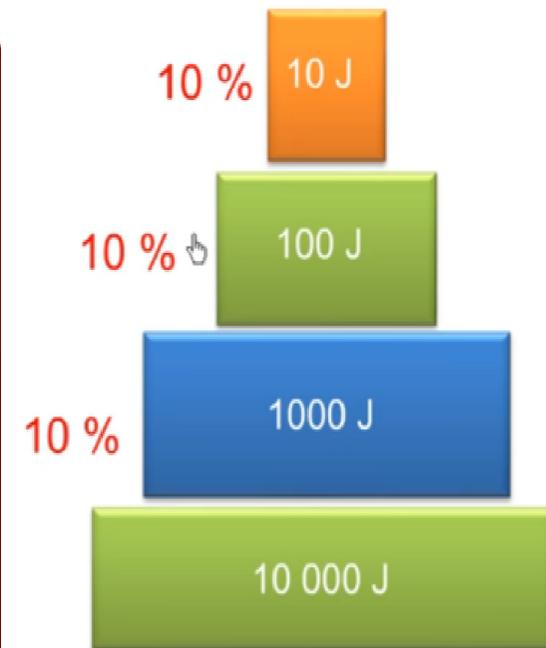
- ◆ **Chaque niveau dans la pyramide d'énergie = une perte de 90 pour cent d'énergie totale disponible.**
 - **les niveaux trophiques inférieurs ont beaucoup de plus grandes populations que les niveaux supérieurs.**
 - **Cela montre l'importance de maintenir la biodiversité des grandes populations, aux niveaux inférieurs de la pyramide alimentaire.**

Pyramide d'Énergie

- Une façon de représenter les interactions entre les niveaux
- Quand tu montes un chaîne alimentaire, le montant d'énergie à chaque niveau trophique devient plus petit.
- L'unité pour l'énergie est kJ

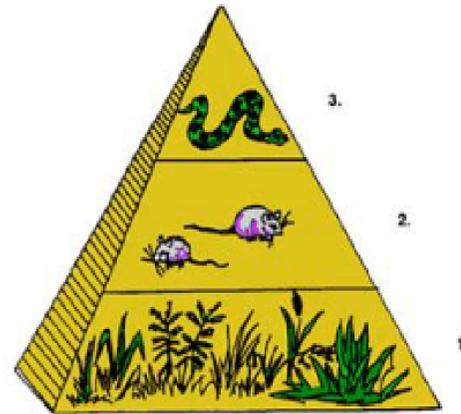


pyramide des énergies



Exemple

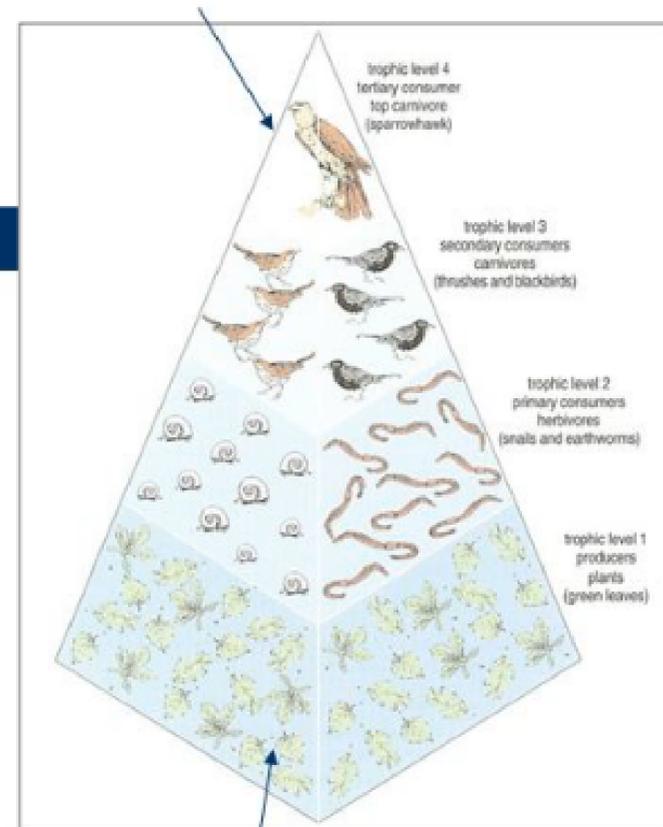
- Quand un souris mange un plante, il utilise la majorité de l'énergie:
 - Pour grandir
 - Pour bouger
 - Pour les réactions chimiques
 - Un peu est perdu en chaleur
- Seulement ~ 10% de l'énergie déménage au prochaine niveau trophique (serpent).



Grandeur de Chaînes

- La majorité des chaînes alimentaires ont seulement 4 ou 5 niveaux.
- Il n'y a pas assez d'énergie d'avoir plus de niveaux
- En générale, il y a plus d'organismes dans les niveaux bas et moins d'organismes dans les niveaux haut dans le chaîne.

Peu de faucons



Beaucoup de plantes

Pyramide des nombres

- Illustre que le nombre d'organismes diminue quand on va vers le haut de la chaîne alimentaire.



1 balbuzard

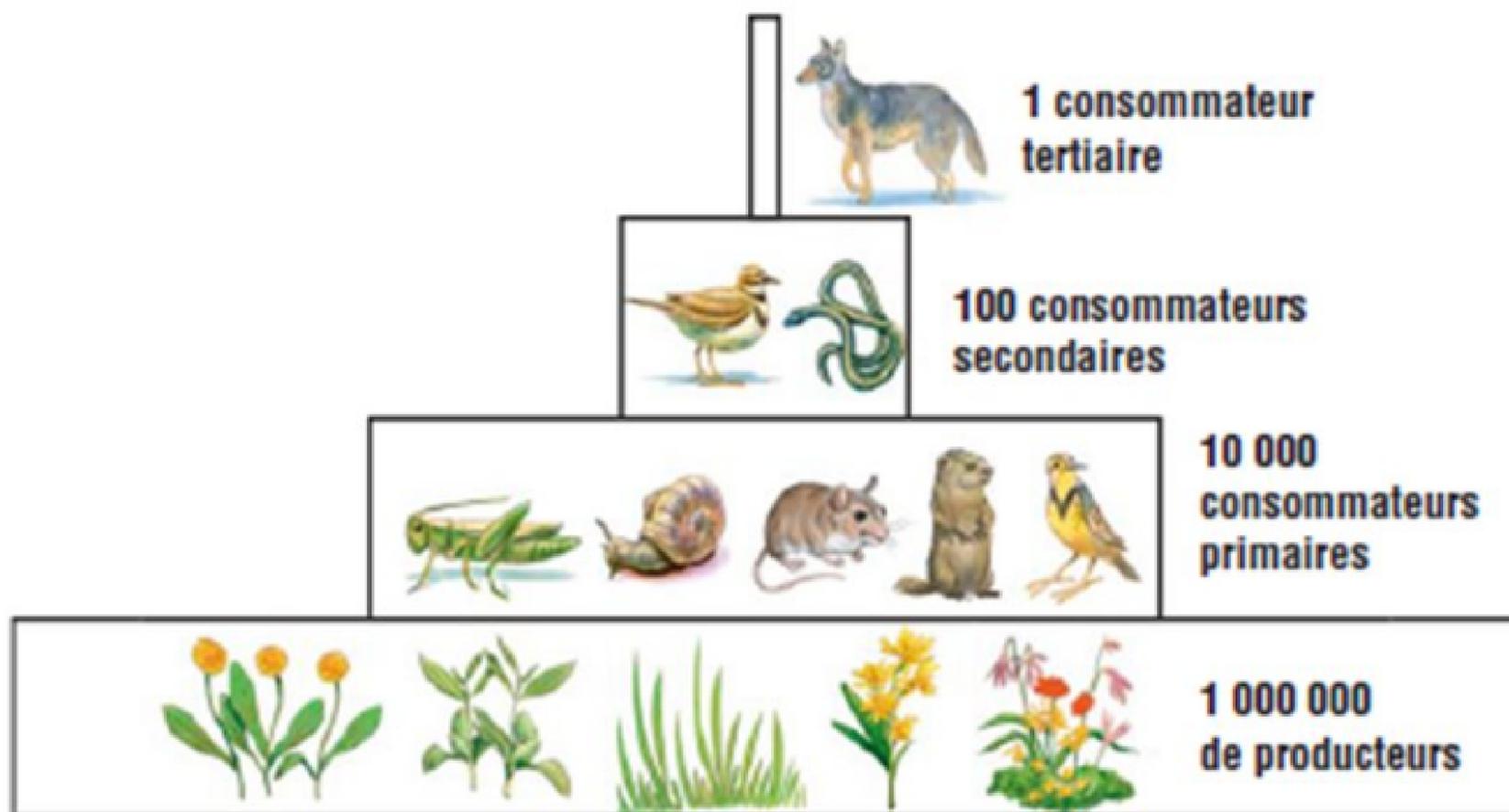
10 brochet

100 perches

1000 ablettes

10 000 crevettes

Cette pyramide des nombres représente le réseau alimentaire d'une prairie.



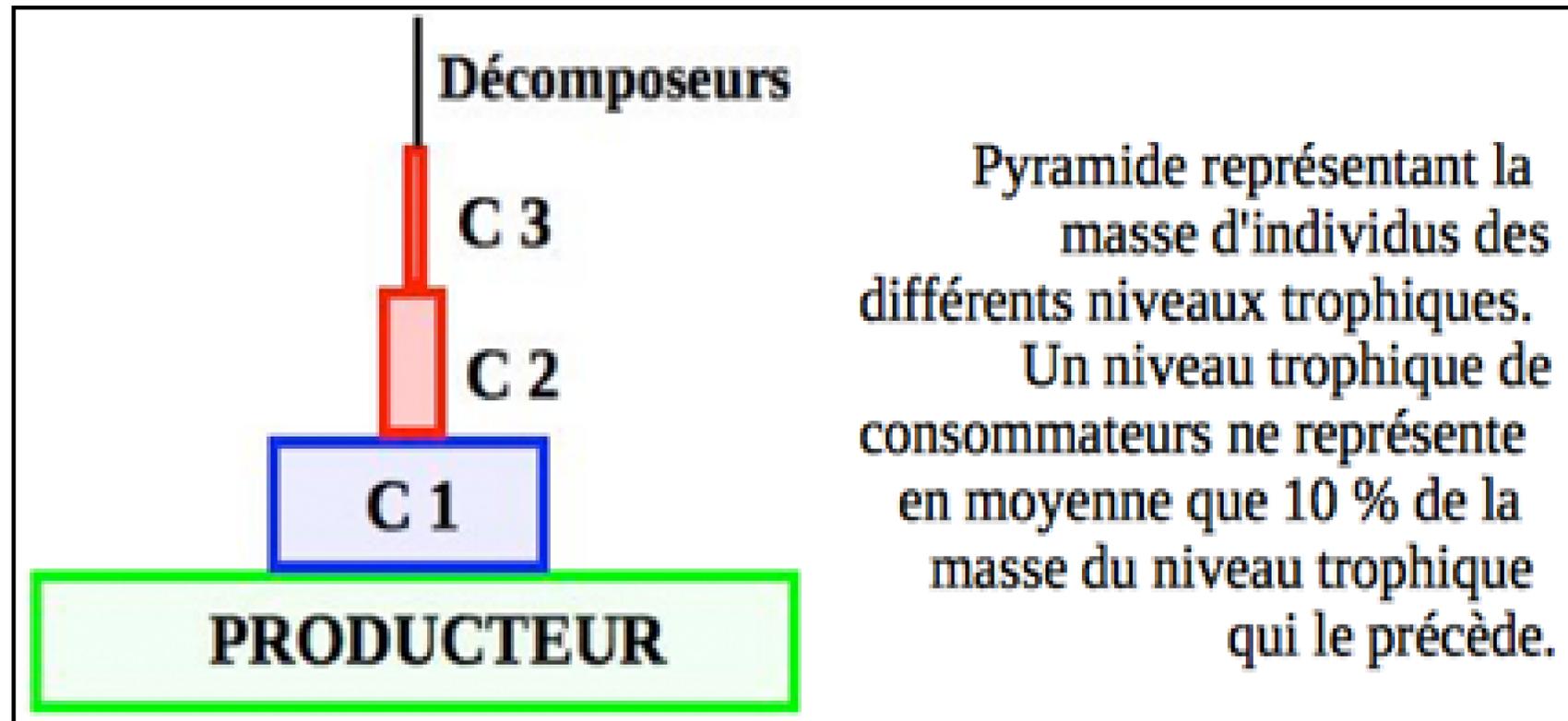
PYRAMIDE ALIMENTAIRE D'UNE PRAIRIE

Producteurs - Les végétaux chlorophylliens de la prairie.

Conso. 1 - Les phytophages (escargots, sauterelles, oiseaux, lapins)

Conso. 2 - Les zoophages 1 (oiseaux, hérisson, serpents, renard, belette)

Conso. 3 - Les zoophages 2 (renard, belette)

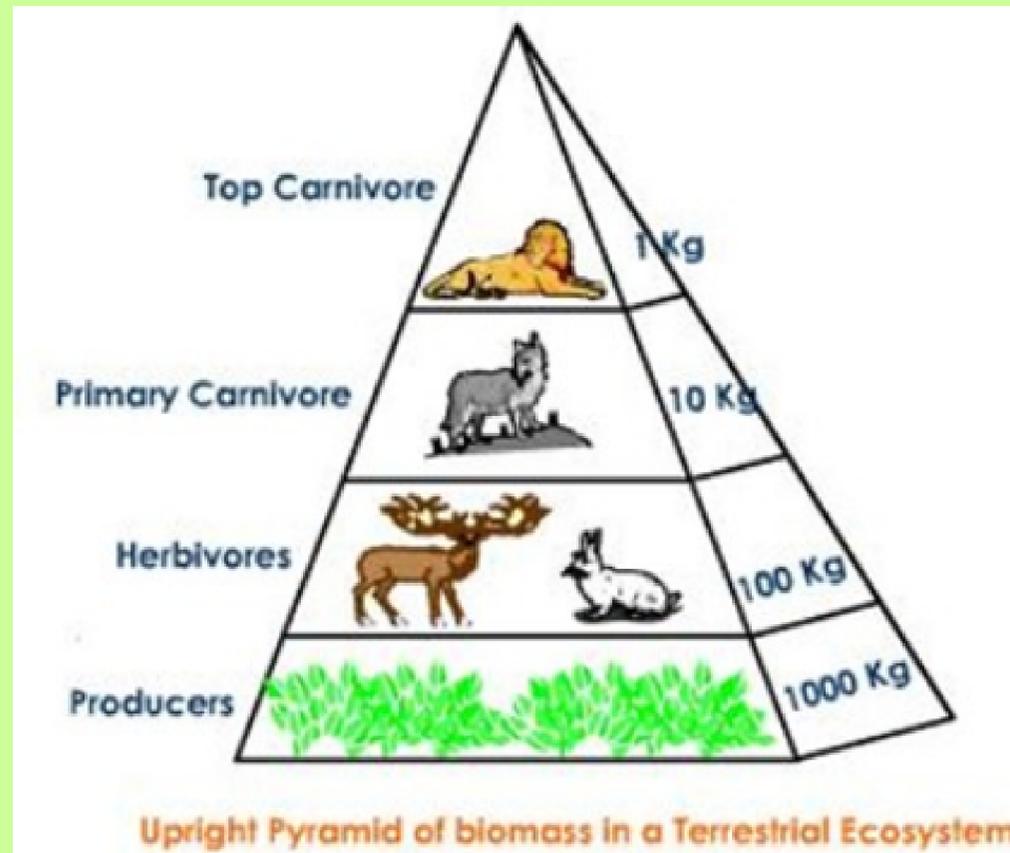


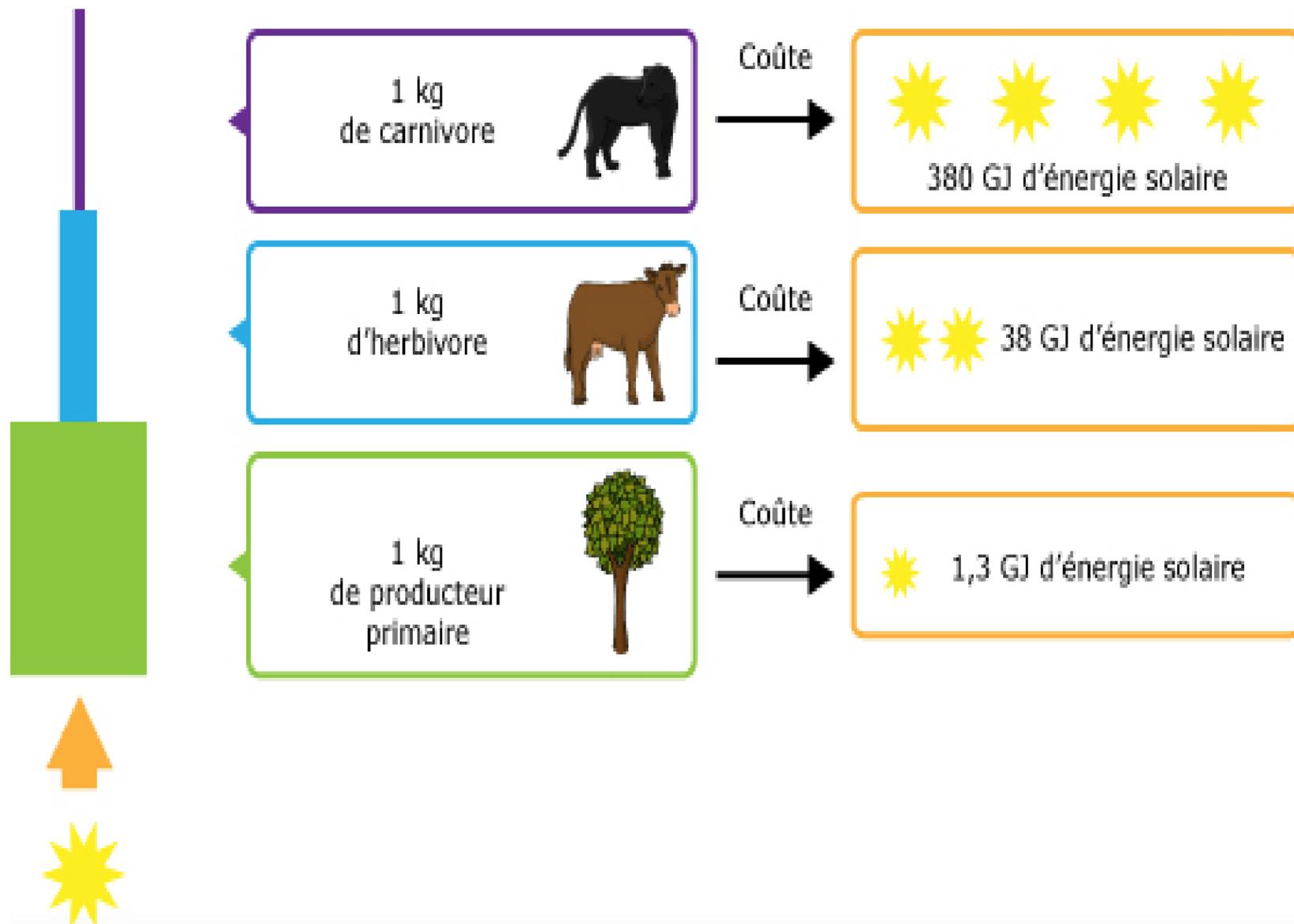
La pyramide des nombres

- Montre les effets des pertes d'énergie (visuellement) à chaque niveau d'une chaîne alimentaire.
- Les écologistes utilisent la comparaison de la masse totale de tous les organismes de chaque niveau.
- Montre le nombre total d'organismes à chaque niveau de la chaîne ou réseau alimentaire
- Plus de producteurs que consommateurs – forme un pyramide

Pyramide de biomasse

- Illustre que la masse vivante de tous les organismes à chaque niveau trophique diminue vers le haut de la chaîne alimentaire





Conversion de la lumière en énergie chimique par les plantes

Les plantes reçoivent de l'énergie sous forme de **rayonnement électromagnétique** de courte longueur d'onde (**lumière**).

La photosynthèse convertit une partie de cette énergie en **énergie chimique**, c'est-à-dire en énergie de liaison entre atomes dans la molécule de **glucose**.

Cette quantité d'énergie fixée par l'écosystème est la production **primaire brute (PB1)**.

Une partie de cette production brute est brûlée par la respiration des plantes (**R1**), qui libère de la chaleur.

La partie qui n'est pas respirée est la production **primaire nette (PN1)**.
On a donc : **PN1 = PB1 - R1**
PN1 est utilisée pour la croissance des plantes (incrément **T1**), la production de litières de feuilles mortes (**L1**) et l'alimentation des herbivores (**C1**). On a donc : **PN1 = T1 + L1 + C1**

2. Transferts d'énergie dans les chaînes trophiques

Les animaux herbivores consomment une partie **C1** de **PN1**.

Cette énergie se partage en quatre postes :

- ☐ accroissement de la taille et du nombre d'individus de la communauté d'herbivores (**T2**),
- ☐ respiration des herbivores (**R2**),
- ☐ prédation par les carnivores (**C2**),
- ☐ cadavres et déchets (**L2**).

Le même raisonnement s'applique aux carnivores (postes **T3**, **R3**, **C3**, **L3**).

Il n'y a pas de poste **C3** si les carnivores ne sont pas mangés par des prédateurs.

Les déchets et cadavres produits par chaque niveau trophique (**L1 + L2 + L3**) alimentent les organismes du sol, principalement des bactéries et des champignons.

Cette énergie se partage en trois postes :

- ☐ accroissement de masse des organismes du sol (**incrément T4**),
- ☐ accroissement de la quantité de matière organique morte dans le sol (**humus : DH**),
- ☐ respiration des organismes du sol (**R4**).

3. Bilan d'énergie de l'écosystème

Voyons la répartition finale de l'énergie entrée dans l'écosystème sous forme de production brute **PB**.

$$R = R1 + R2 + R3 + R4$$

Une autre partie peut rester stockée dans l'écosystème sous forme d'accroissement des populations d'organismes vivants (**T = T1 + T2 + T3 + T4**) ou d'accumulation de matière organique morte dans le sol (humus : **DH**).

On a donc :

$$PB = R + T + DH$$

Dans un écosystème à l'équilibre, toute l'énergie entrant dans l'écosystème est transformée en chaleur.

Dans ces écosystèmes, les populations vivantes et la matière organique morte sur le sol ne grandissent plus (**T = 0 et DH = 0**).

La forêt vierge équatoriale est un exemple d'écosystème proche de l'équilibre. Les agroécosystèmes sont maintenus par l'homme loin de l'équilibre : ils produisent chaque année un excédent de matière organique qui est récolté par l'homme (production végétale ou production animale).

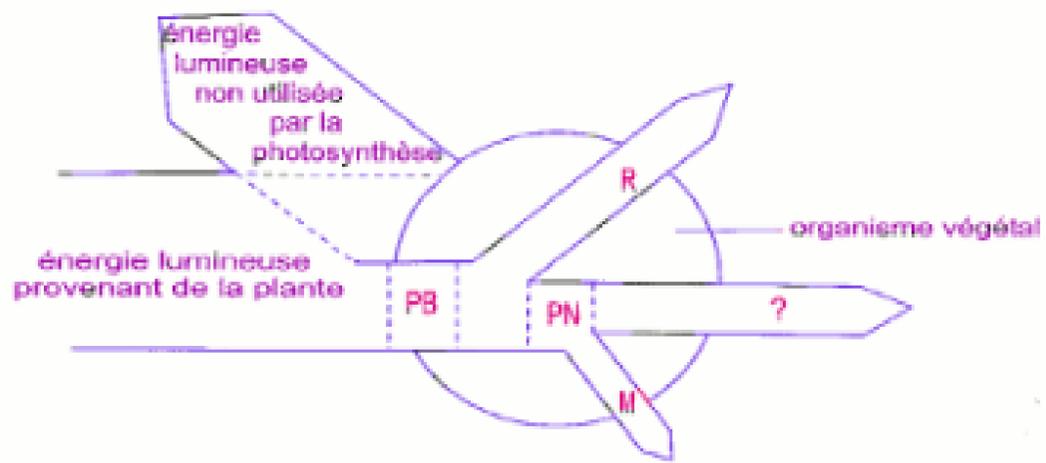
Faible efficacité de la capture d'énergie par les écosystèmes

L'efficacité des plantes dans la capture d'énergie solaire se mesure par le rapport entre **PB** et la quantité totale d'énergie lumineuse reçue.

Cette efficacité de la photosynthèse est très faible : moins de 5 %.

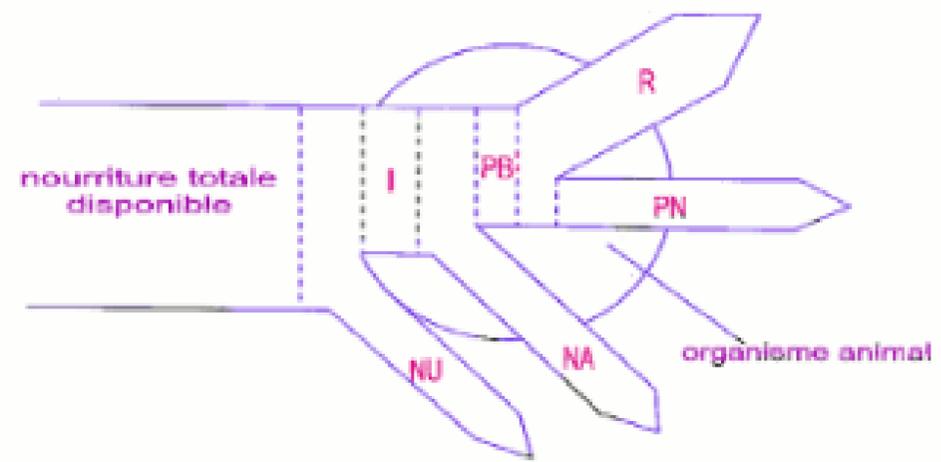
On peut attribuer ce manque d'efficacité notamment aux facteurs suivants :

1. Les plantes ne peuvent utiliser que la lumière bleue et la lumière rouge ; les autres longueurs d'onde sont mal utilisées (notamment le vert : les plantes nous apparaissent vertes parce qu'elles n'absorbent pas cette couleur !).
2. Une grande partie de la lumière entrant dans une feuille est absorbée par l'eau, les parois cellulaires et d'autres constituants de la feuille avant d'avoir pu être utilisée par la chlorophylle.
3. Les conditions de température, d'humidité, d'alimentation minérale, etc. sont rarement optimales et limitent la vitesse de la photosynthèse.



PB = Production brute,
 PN = Production nette,
 R = Respiration.
 M = Matière organique
 morte ou qui se détache.

Flux d'énergie au niveau d'un végétal chlorophyllien.
Document 1



I = Ingéré,
 NU = Non utilisé,
 NA = Non assimilé,
 PB = Production brute,
 PN = Production nette,
 R = Respiration.

Flux d'énergie au niveau d'un organisme animal.
Document 2

www.les-mathematiques.net - Forum de mathématiques - Forum de physique - Forum de chimie - Forum de biologie - Forum de géologie - Forum de philosophie - Forum de littérature - Forum de sport - Forum de musique - Forum de cinéma - Forum de télévision - Forum de jeux vidéo - Forum de programmation - Forum de développement web - Forum de design - Forum de marketing - Forum de gestion - Forum de droit - Forum de médecine - Forum de psychologie - Forum de sociologie - Forum de politique - Forum de religion - Forum de spiritualité - Forum de santé - Forum de beauté - Forum de mode - Forum de cuisine - Forum de jardinage - Forum de voyage - Forum de culture - Forum de sport - Forum de musique - Forum de cinéma - Forum de télévision - Forum de jeux vidéo - Forum de programmation - Forum de développement web - Forum de design - Forum de marketing - Forum de gestion - Forum de droit - Forum de médecine - Forum de psychologie - Forum de sociologie - Forum de politique - Forum de religion - Forum de spiritualité - Forum de santé - Forum de beauté - Forum de mode - Forum de cuisine - Forum de jardinage - Forum de voyage - Forum de culture