

CHAPITRE IV : FLUX DE MATIÈRE ET D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

Dans tous les écosystèmes, les espèces sont liées par des relations alimentaires.

Ainsi elles sont organisées en chaînes ou en réseaux trophiques.

La source initiale de l'énergie dans tout écosystème est l'énergie du soleil. Elle est utilisée par les plantes chlorophylliennes dans le cadre de la photosynthèse. Grâce à la photosynthèse, les plantes chlorophylliennes synthétisent de la matière organique à partir des substances minérales ; à savoir l'eau, le dioxyde de carbone et les sels minéraux.

La photosynthèse ne peut avoir lieu qu'en présence de l'énergie lumineuse. Cette énergie se transforme en énergie chimique potentielle contenue dans les molécules organiques (sucre, lipides, etc.).

A travers les réseaux trophiques on assiste à un flux de matière et d'énergie dans les écosystèmes.

Les écosystèmes sont caractérisés aussi par une évolution dans l'espace et au fil du temps.



- Quelles sont les caractéristiques des chaînes alimentaires et des réseaux trophiques ?
- Comment on représente le flux de la matière et de l'énergie dans les écosystèmes ?
- Quelles sont les caractéristiques dynamiques d'un écosystème ?

UNITÉ 1 : TRANSFERT DE LA MATIÈRE À TRAVERS LES CHAINES ALIMENTAIRES

Pour situer la place d'une espèce au sein du réseau trophique, on procède à la détermination de son régime alimentaire.

- Comment on détermine le régime alimentaire d'une espèce donnée ?
- Comment peut-on représenter une chaîne alimentaire ?

A – Déterminer le régime alimentaire d'une espèce. Exemple de la chouette effraie.



Une chenille qui se nourrit des feuilles d'une plante.



Une coccinelle se nourrissant d'un puceron.



Une chouette effraie tenant un campagnol dans son bec.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer le régime alimentaire d'une espèce animale. Ainsi on peut procéder à l'observation directe du comportement de l'animal ; ou à la détection de son déplacement grâce à des appareils sophistiqués.

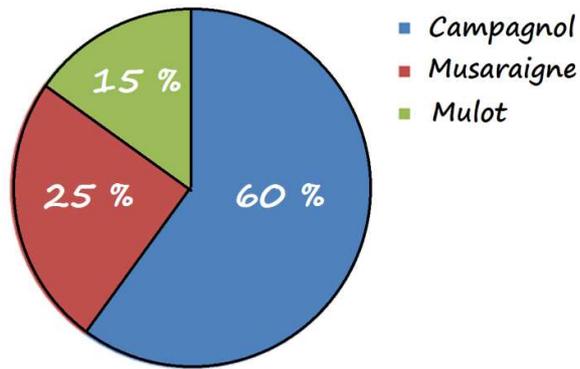
L'étude du déplacement permet de localiser les zones de chasse, et ainsi déterminer la nature des proies.

On peut aussi procéder à la détermination du contenu de l'estomac (dissection) ; ou à l'analyse des pelotes de réjection chez certains rapace par exemple.

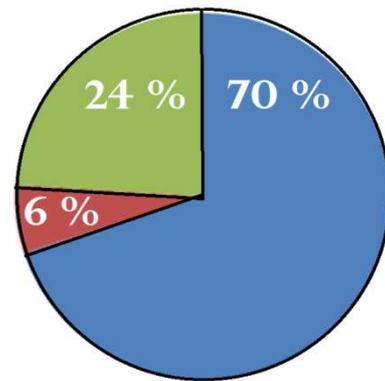


Pelote de réjection d'une chouette effraie, et os contenus dans cette pelote.

Document 1 : A la recherche des régimes alimentaires des espèces



Régime alimentaire de la chouette effraie durant l'hiver.



Régime alimentaire de la chouette effraie durant le printemps.

Doc 2 : Variation du régime alimentaire de la chouette effraie selon les saisons.

Espèces	Éléments de la nutrition
Campagnol (rongeur)	Racines ; bulbe ; tiges souterraines.
Chouette (oiseau)	Campagnols ; Musaraignes ; oiseaux ; insectes
Buse (oiseau)	Petits rongeurs ; Petits oiseaux
Hérisson	Vers de terre ; Insectes ; <i>Vitaceae</i>
Hêtre (arbre)	Eau ; CO ₂ ; sels minéraux ;
Renard	Petits rongeurs ; oiseaux ; <i>Vitaceae</i> ...
Scolytus (insecte)	Bois ; Racines d'arbres.
Picidés (oiseau)	Insectes ; <i>Vitaceae</i> ; Graines.

Doc 3 : Quelques éléments de la nutrition de certaines espèces vivant en milieu forestier. (*Vitaceae* : famille de la Vigne).

Activités :

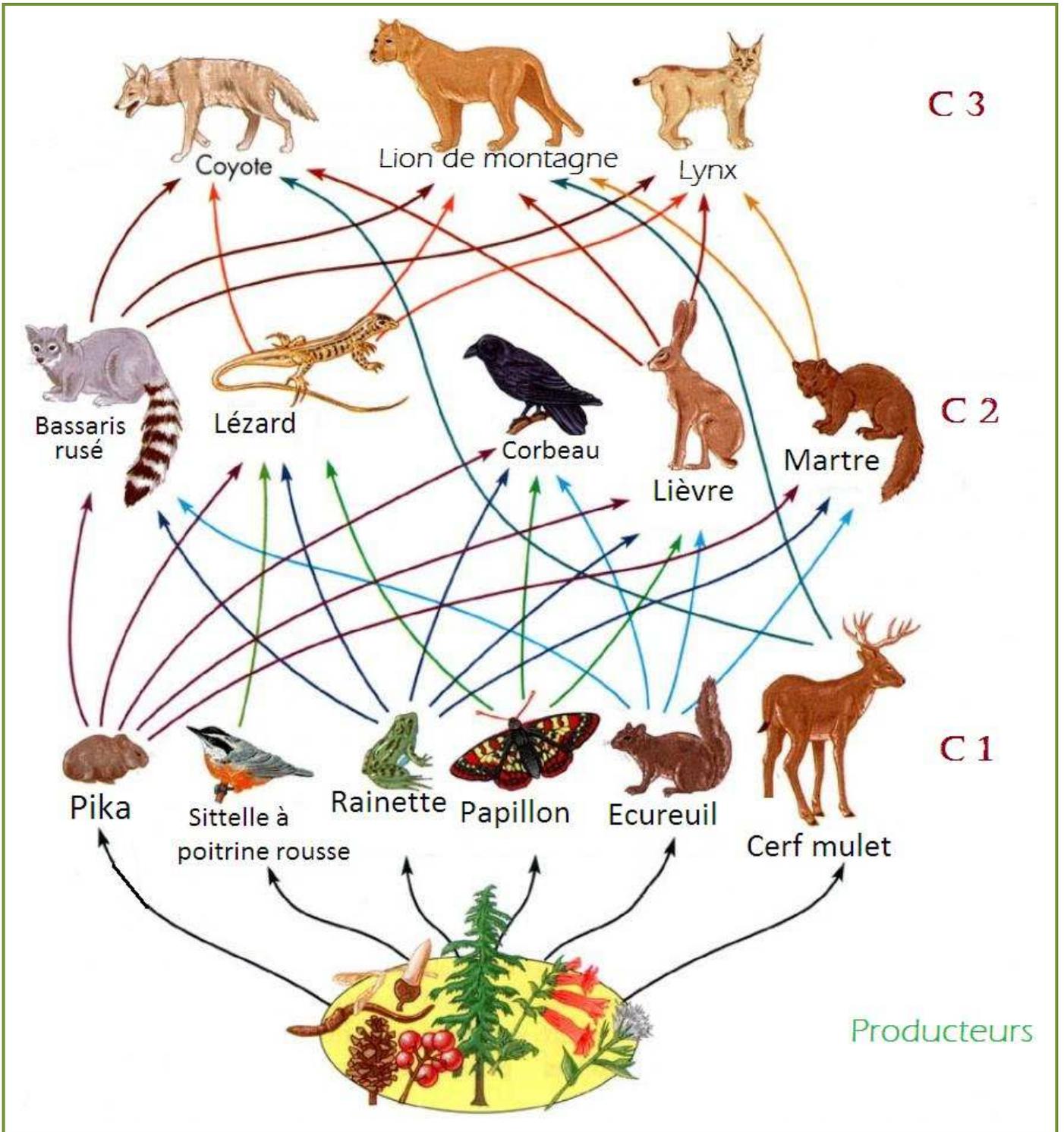
- 1- Déterminer les régimes alimentaires respectifs de la chenille, de la coccinelle, et de la chouette effraie.
- 2- Quel est l'intérêt de l'analyse de la pelote de réjection de la chouette par exemple ?
- 3- Que peut-on déduire du Doc 2 ?
- 4- À partir du Doc 3, représentez une chaîne alimentaire simple.

UNITÉ 2 : DIVERSITÉ DES CHAINES ALIMENTAIRES ET DES RÉSEAUX TROPHIQUES.

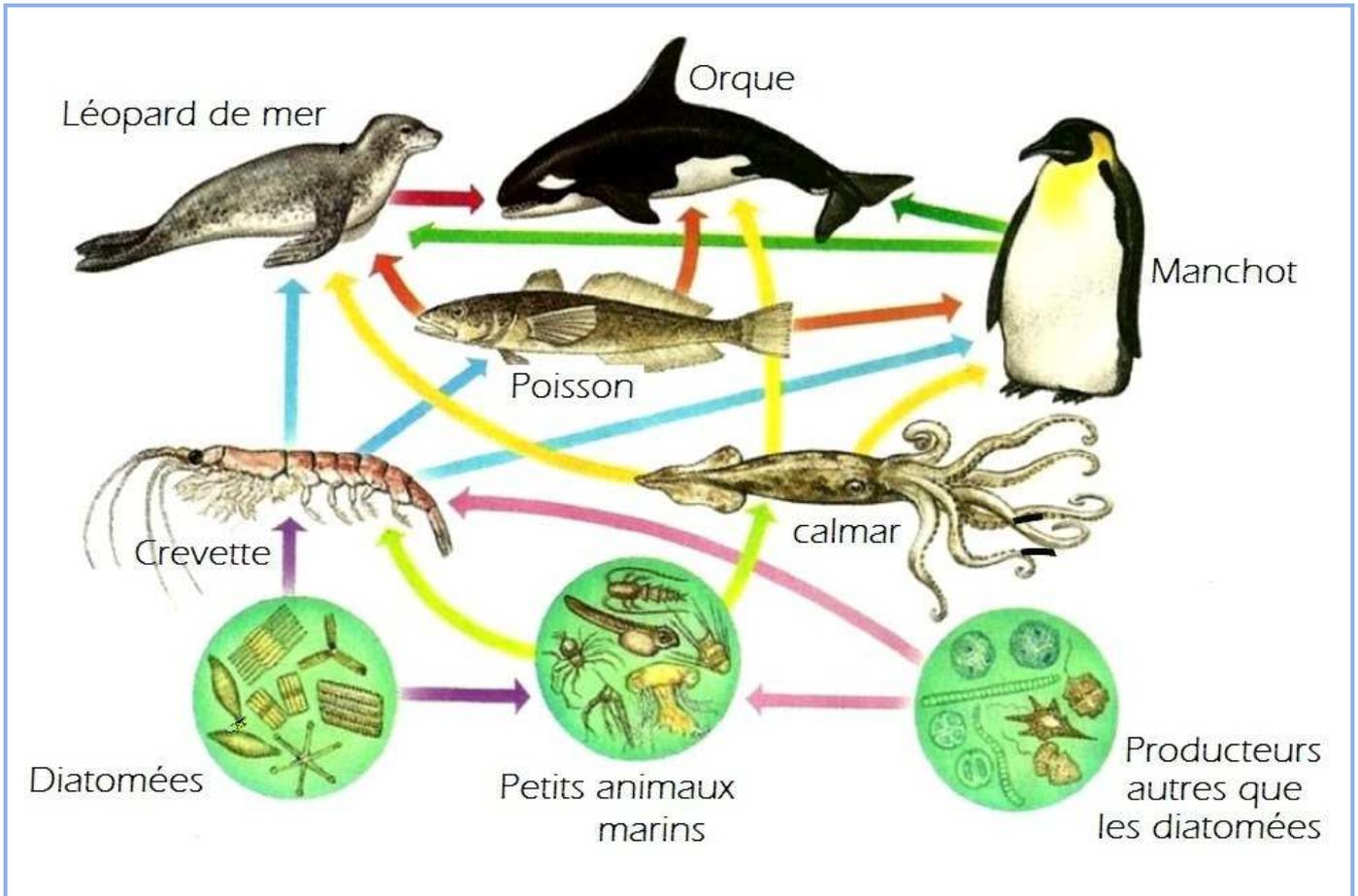
Les relations alimentaires dans la plupart des milieux ne constituent pas uniquement de simples chaînes alimentaires, mais des relations généralement plus complexes appelées réseaux trophiques.

- Quelles sont les caractéristiques des réseaux trophiques que l'on retrouve dans tous les systèmes écologiques ?

.A –Un réseau trophique en milieu forestier.



Doc 1 : Un réseau trophique dans une forêt tropicale.

.B –Un réseau trophique en milieu marin.**Doc 2 : Exemple d'un réseau trophique en milieu marin**

Beaucoup de réseaux trophiques sont constitués de **producteurs** (P) et de **consommateurs** de différents niveaux : C1 ; C2 ; C3 ; ...

Les producteurs sont les plantes chlorophylliennes **autotrophes**. Elles sont capables de synthétiser la matière organique, à partir des substances minérales, en utilisant l'énergie lumineuse du soleil (Photosynthèse).

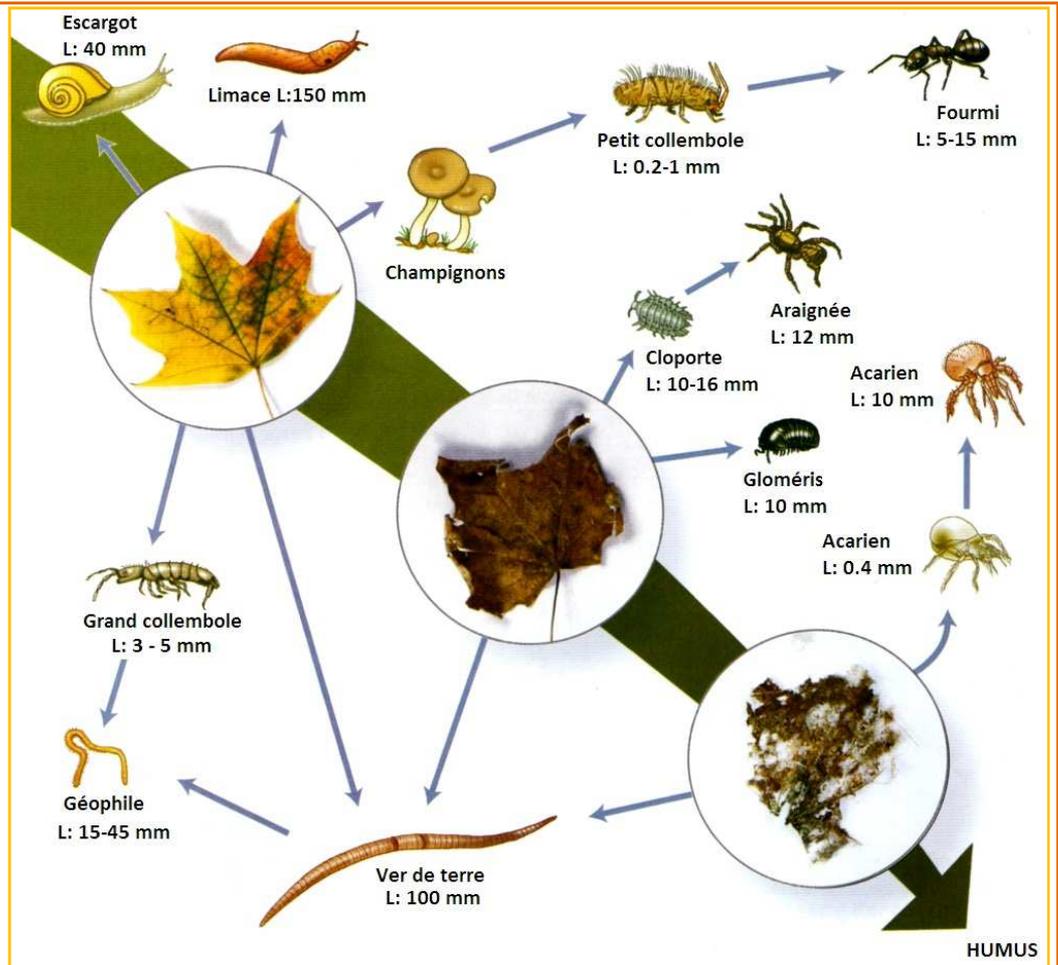
Les consommateurs du premier ordre (C1) sont les animaux herbivores. Ils se nourrissent directement des producteurs. Les consommateurs du 2^e ordre (C2) sont les animaux carnivores qui se nourrissent de C1. Les consommateurs du 3^e ordre sont les animaux carnivores qui se nourrissent de C2. Généralement les relations alimentaires sont plus complexes.

Doc 3 : Quelques définitions

.C –Un réseau trophique des décomposeurs.

Le réseau trophique des décomposeurs est axé sur la matière organique en décomposition.

Les décomposeurs assurent la décomposition de la matière organique et la restitution du CO₂ atmosphérique et des sels minéraux. Ainsi on peut remarquer que les décomposeurs sont



indispensables pour fermer le cycle de la matière. Dans le réseau trophique des décomposeurs, on trouve surtout les détritivores. Ce sont essentiellement des bactéries, champignons et invertébrés, qui se nourrissent de débris animaux, végétaux ou fongiques (excréments, matière organique morte ...).

Doc 4 : Les décomposeurs et le cycle de la matière**Activités :**

- 1- Que signifient les flèches représentées sur les schémas des réseaux trophiques ?
- 2- Quelles sont les caractéristiques communes au réseau trophique forestier et au réseau trophique marin ?
- 3- Comparer les réseaux trophiques des « producteurs / consommateurs » et les réseaux trophiques des décomposeurs.
- 4- Représenter le cycle de la matière dans un écosystème en précisant la nature des organismes qui interviennent dans chaque phase du cycle.
- 5- Bilan

UNITÉ 3 : LA PRODUCTION PRIMAIRE ET LA PRODUCTION SECONDAIRE.

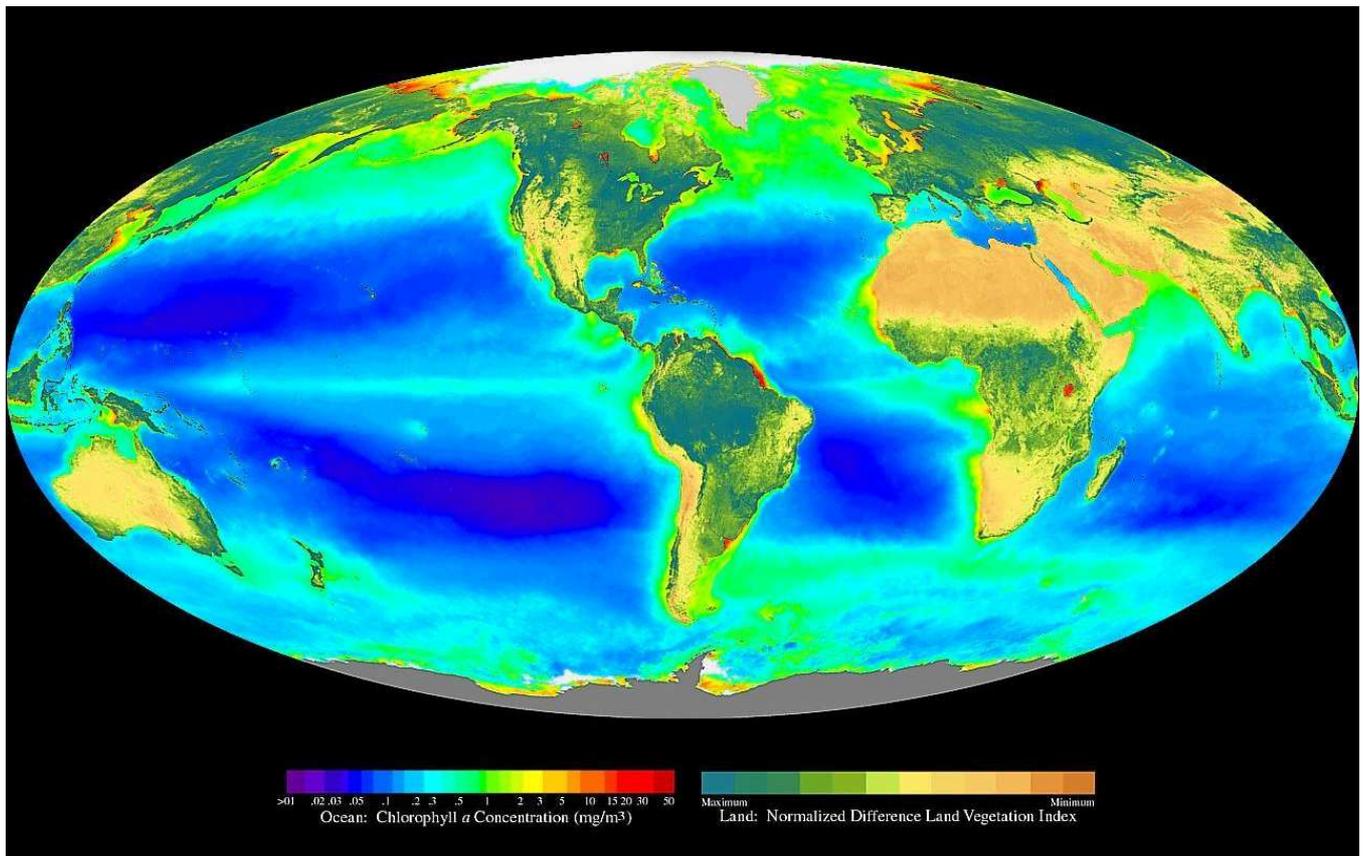
Dans les écosystèmes, la matière organique est synthétisée par les plantes chlorophylliennes qui sont des organismes autotrophes. Cette matière organique traverse les différents niveaux trophiques. Ce flux de matière est accompagné d'un flux d'énergie.

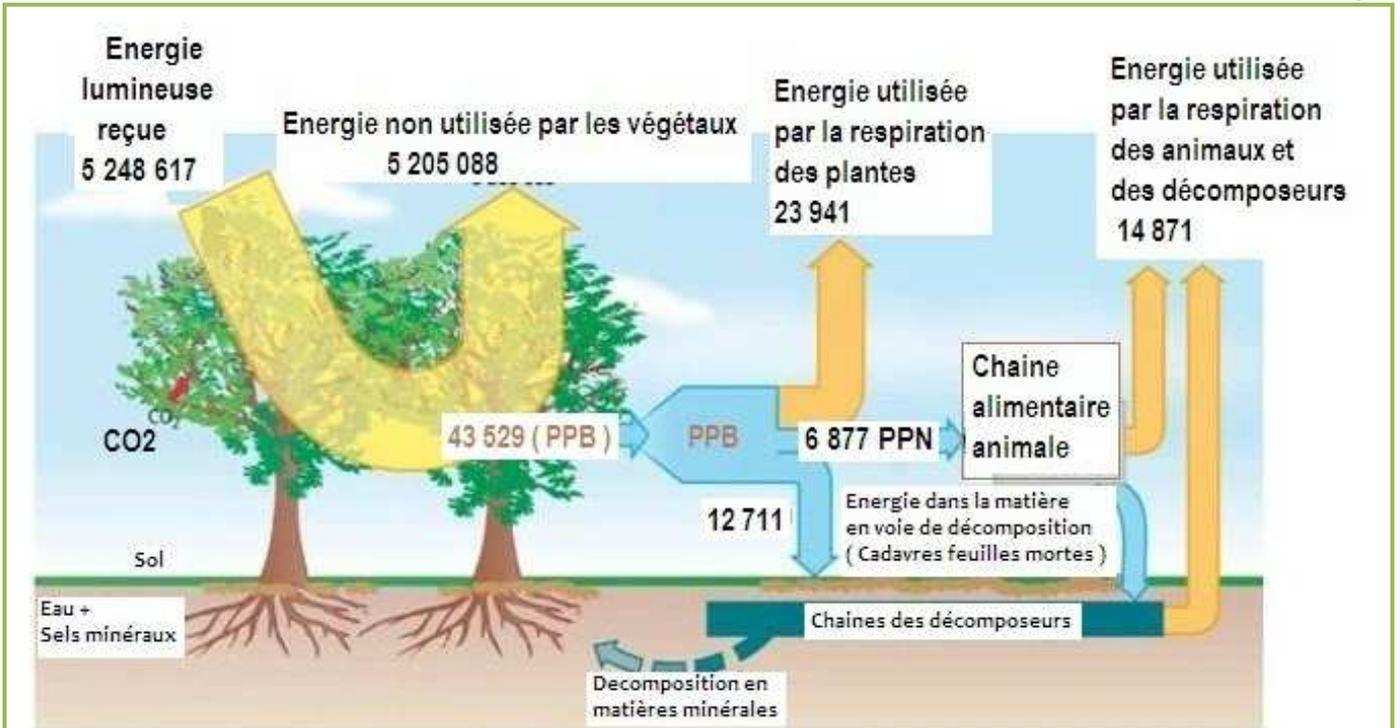
- Comment s'effectue le flux de la matière et de l'énergie à travers les écosystèmes ?
- Comment peut-on expliquer la diminution de la quantité de matière et la quantité d'énergie dans un écosystème lorsque l'on passe d'un niveau trophique à un autre ?

.A –Notion de production primaire.

Le dioxyde de carbone est la source de carbone utilisée par les plantes chlorophylliennes (autotrophes) lors de la synthèse de la matière organique. Cette synthèse de la matière organique s'appelle **production primaire**. La production primaire nette de la matière organique peut atteindre 200 grammes de carbone par mètre carré par an dans le milieu marin ; et 800 g/m²/an dans le milieu continental.

La carte ci-dessus représente la répartition de la concentration de la chlorophylle à la surface du globe.

**Doc 1 : La production primaire à l'échelle planétaire.**



La **Production Primaire Brute** : énergie totale assimilée par les producteurs primaires (plantes, algues...) par le biais de la photosynthèse ;

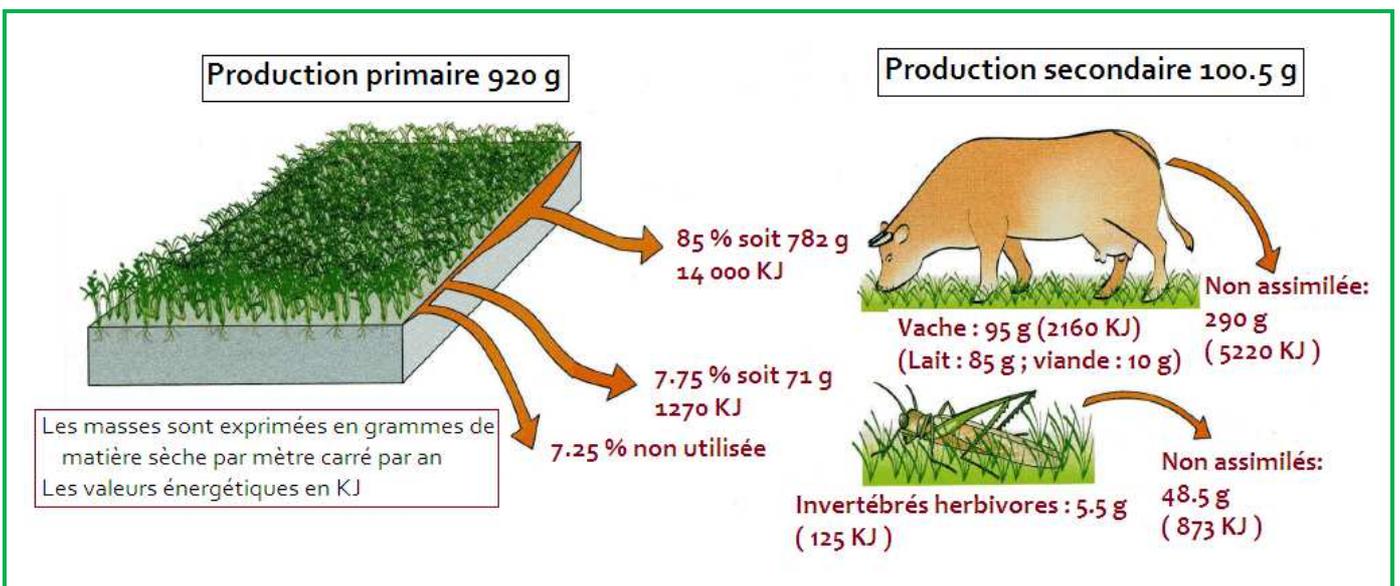
La **Production Primaire Nette** : quantité d'énergie accumulée dans la **biomasse** de la plante (croissance et reproduction).

La Production Primaire Nette (**PPN**) correspond donc à l'énergie accumulée par la plante par le biais de la photosynthèse moins l'énergie utilisée par la plante pour la respiration (**R**). En d'autres termes, la différence entre la Production Primaire Brute (**PPB**) et la Production Primaire Nette (**PPN**) correspond à l'énergie utilisée lors de la respiration cellulaire.

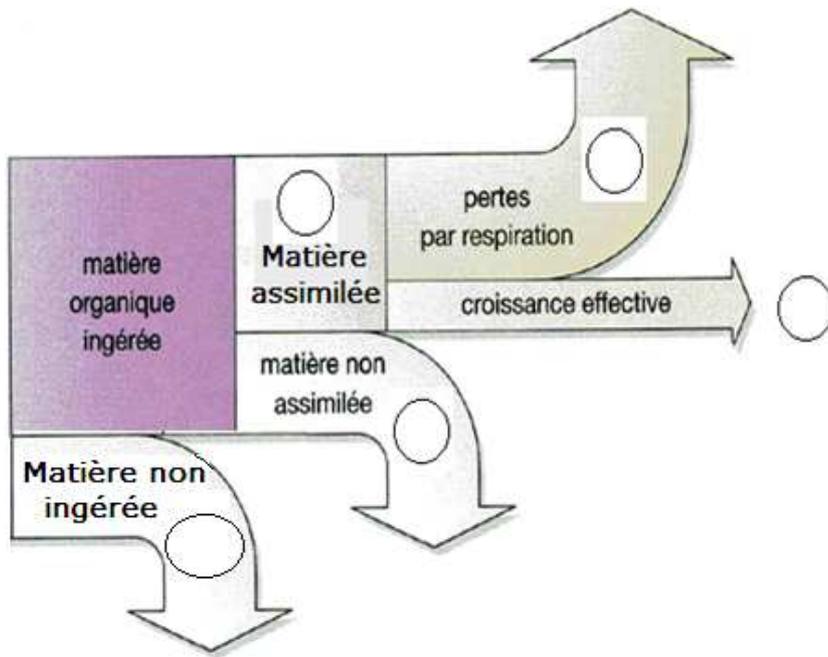
$$PPN = PPB - R$$

Doc 2 : La production primaire brute (PPB) et La production primaire nette (PPN).

.B – De la production primaire à la production secondaire.



Doc 3 : La production secondaire et la perte d'énergie et de matière.



La production secondaire

désigne la quantité de biomasse produite par les consommateurs (herbivores, carnivores) à partir de leur nourriture.

Au sein d'une chaîne alimentaire, la productivité décline fortement à chaque transfert d'énergie entre les différents niveaux de la hiérarchie trophique.

Doc 4 : Une diminution de la production à travers les niveaux trophiques.

Activités :

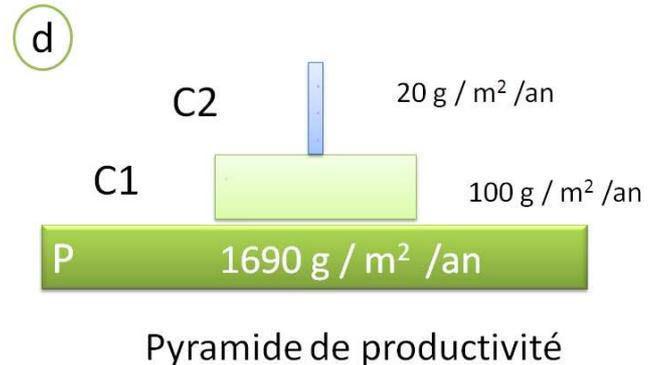
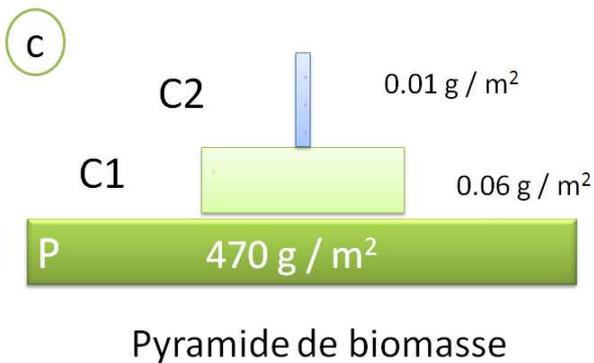
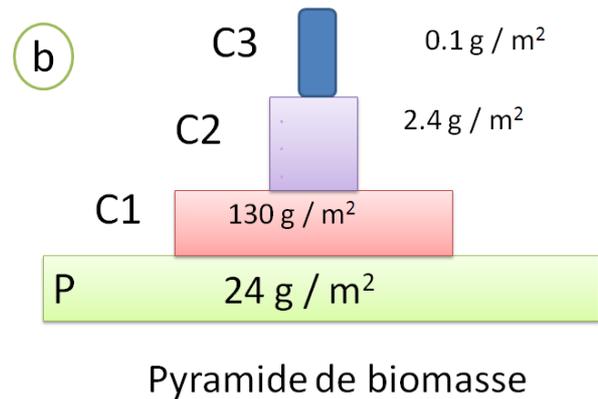
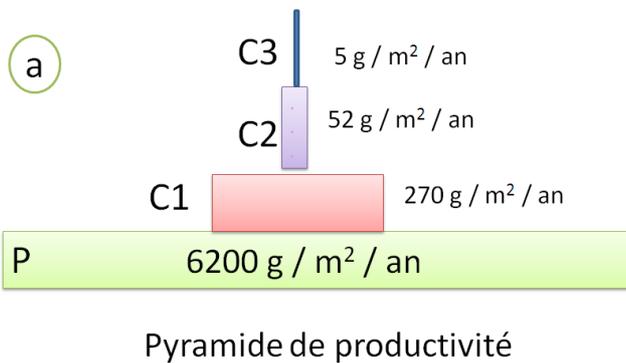
- 1- A partir du Doc1, précisez les régions marines et continentales pour lesquelles la production primaire est la plus faible. Quels sont les facteurs limitants probables de cette production.
- 2- Précisez à partir des documents 2 et 3 quels sont les facteurs responsables de la déclinaison de la production de matière organique, et du flux de l'énergie, lorsqu'on passe d'un niveau trophique à l'autre.
- 3- A partir du Doc 3, Complétez le schéma du document 4, en précisant les pourcentages de la biomasse et de l'énergie par rapport à la production primaire.
- 4- BILAN

UNITÉ 4 : PYRAMIDES ÉCOLOGIQUES : UN TRANSFERT DE MATIÈRE ET UN FLUX D'ÉNERGIE

Les pyramides écologiques constituent un outil intéressant pour l'étude du flux de la matière et de l'énergie dans les écosystèmes.

- Que révèlent ces pyramides écologiques ?
- Comment peut-on calculer le rendement en énergie et en biomasse à partir d'une pyramide écologique ?

.A – Pyramides de biomasse et de productivité.



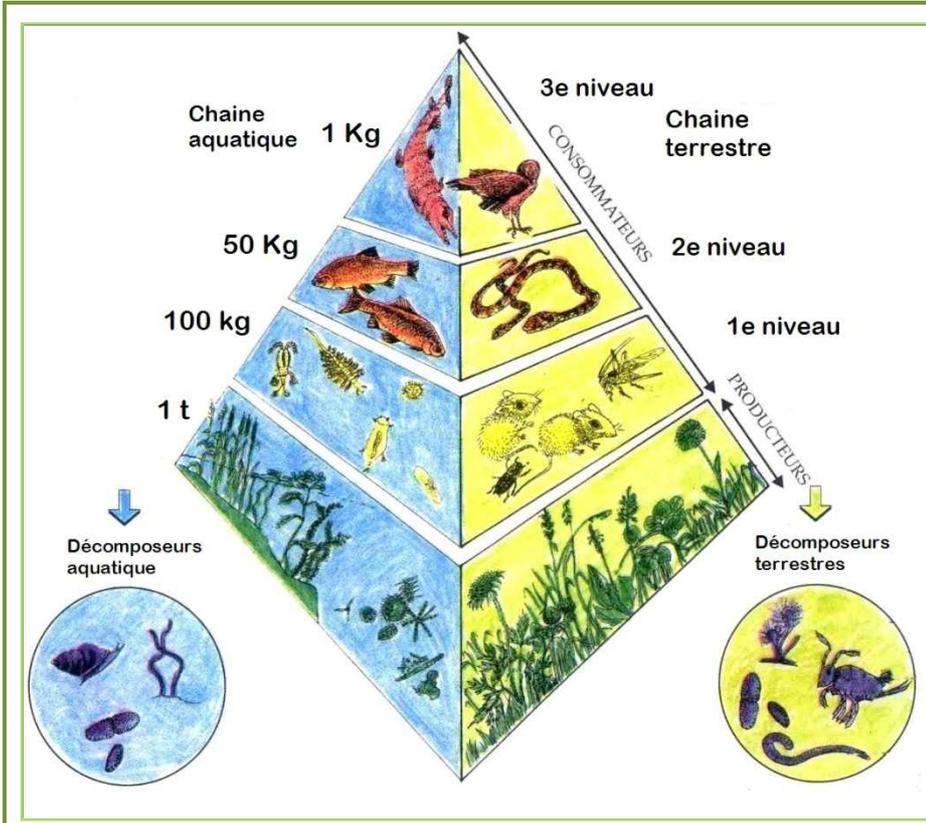
Doc 1 :

- (a) et (b) : Pyramide de productivité et pyramide de biomasse dans un milieu aquatique.
 - (c) et (d) : Pyramide de biomasse et pyramide de productivité dans un milieu continental (une prairie).
- Les pyramides de biomasse et les pyramides de productivité sont des représentations graphiques qui représentent le flux de la matière et de l'énergie dans l'écosystème. Chaque niveau trophique est représenté avec un rectangle dont la hauteur est constante, et la largeur est proportionnelle à la grandeur représentée.

Activités :

.1- À partir du document 1, précisez comment varie la biomasse et la productivité d'un niveau trophique à l'autre. Quelles sont les causes de cette variation ?

.2- Précisez la signification des concepts « transfert de matière » et « flux d'énergie ».

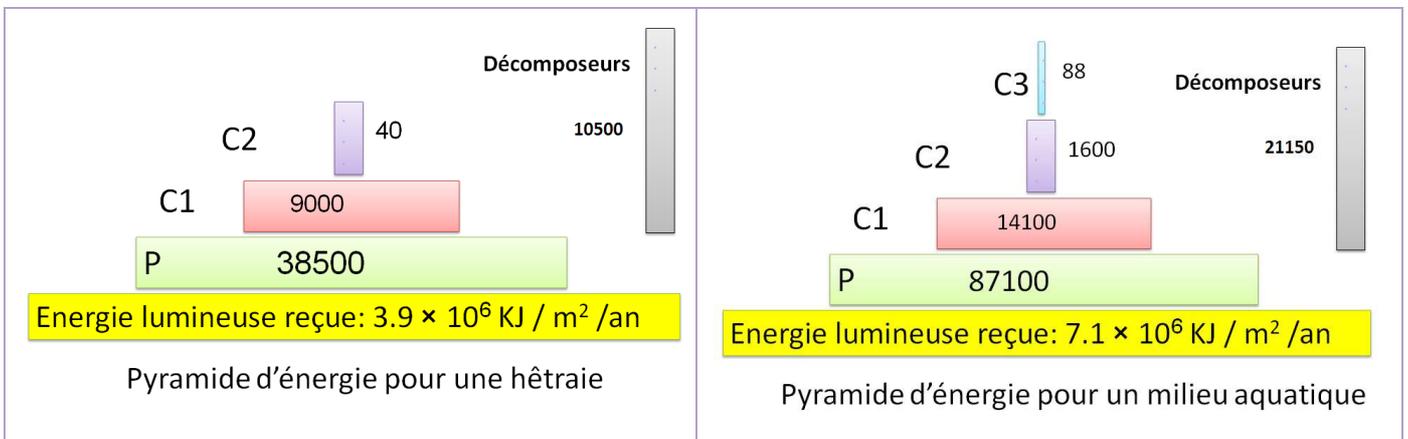


Que ce soit en milieu aquatique ou terrestre, on retrouve une organisation similaire des niveaux trophiques dans un écosystème.

D'un niveau trophique à l'autre, il y a toujours de considérables pertes d'énergie. Ce qui se traduit par une réduction progressive de la biomasse.

Doc 2 : Le transfert de la biomasse à travers les niveaux trophiques.

.B – Pyramides d'énergie.



Doc 3 : Pyramides d'énergie dans un milieu terrestre et un milieu aquatique.

Activités :

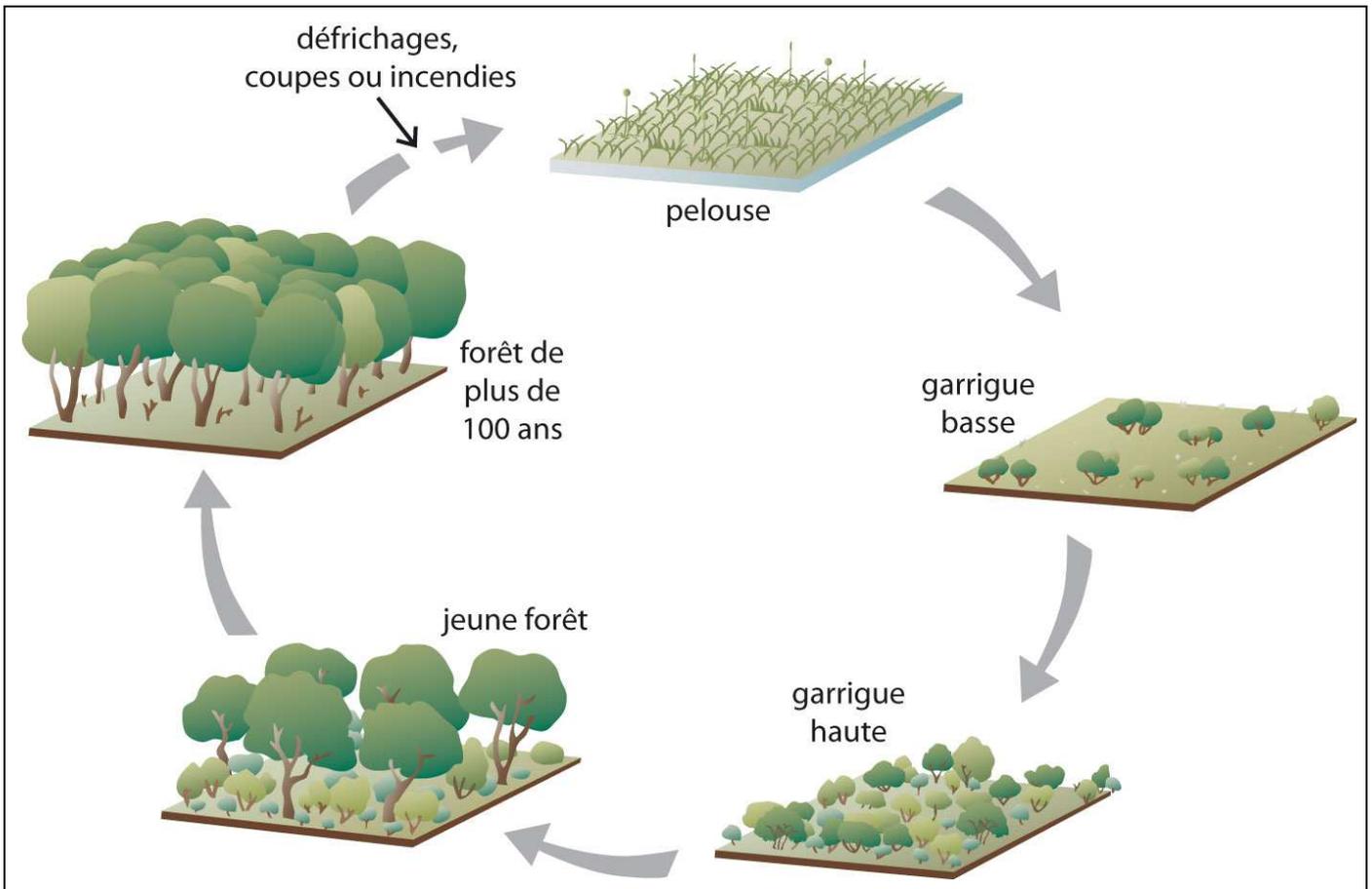
3- À partir du document 3, calculez le rendement énergétique de chaque niveau trophique par rapport au niveau précédent d'une part ; et par rapport à l'énergie lumineuse reçue d'autre part.

4- Bilan.

UNITÉ 5 : ASPECTS DYNAMIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME

Un écosystème est loin d'être un système figé. En effet, il peut subir plus ou moins lentement des variations qui peuvent aller dans le sens d'une dégradation ; ou dans le sens d'une évolution vers un état de stabilité, d'équilibre et de complexité.

- Quels sont les aspects dynamiques d'un écosystème ?
- Quels sont les facteurs responsables de cette dynamique ?



La dynamique d'un écosystème peut-être étudié sous l'angle de la dynamique de la végétation. Cette dynamique se caractérise par la succession de plusieurs associations de végétaux dans un même endroit et au cours du temps. Cette succession dépend du climat, de la nature de la roche mère et de la végétation elle-même. Durant cette évolution il y a une interaction réciproque entre la les végétaux et le sol.

La succession des végétaux se caractérise par plusieurs stades.

Le stade pionnier.

Les pionniers sont les végétaux qui sont les premiers à s'installer directement sur la roche mère. Ils n'ont pas besoin de sol. Ce sont surtout les lichens, les mousses et les cyanobactéries. Ils peuvent être accompagnés de fougères.

Le stade pelouse.

Dès lors que les végétaux pionniers ont préparé le terrain, c'est-à-dire, formé un petit peu de sol (quelques centimètres suffisent !) sur les rochers, apparaît le **stade herbacé**, ou **stade pelouse**. Comme son nom l'indique, il est essentiellement formé d'herbes, de toutes les sortes possibles, mais, essentiellement, des graminées.

Les graminées, ainsi que les autres herbes, enrichissent le sol en humus. Ce qui favorise l'installation de nouvelles espèces et la biodiversité est de plus en plus manifeste.

Les stades ligneux.

Après la pelouse, composée de plantes herbacées, apparaissent les premières plantes ligneuses. Ce sont surtout les arbustes (garrigue).

Les stades forestiers.

Alors seulement, les arbres peuvent faire leur apparition. Ils poussent dans le sol, désormais suffisamment épais, et, en grandissant, font de l'ombre aux plantes qui sont là, et qui finissent par disparaître. Cela fait plus de place au sol pour de nouveaux arbres, et nouvelles plantes basses apparaissent, qui sont adaptées à la pénombre des forêts : ce sont les plantes de sous-bois, comme les fougères.

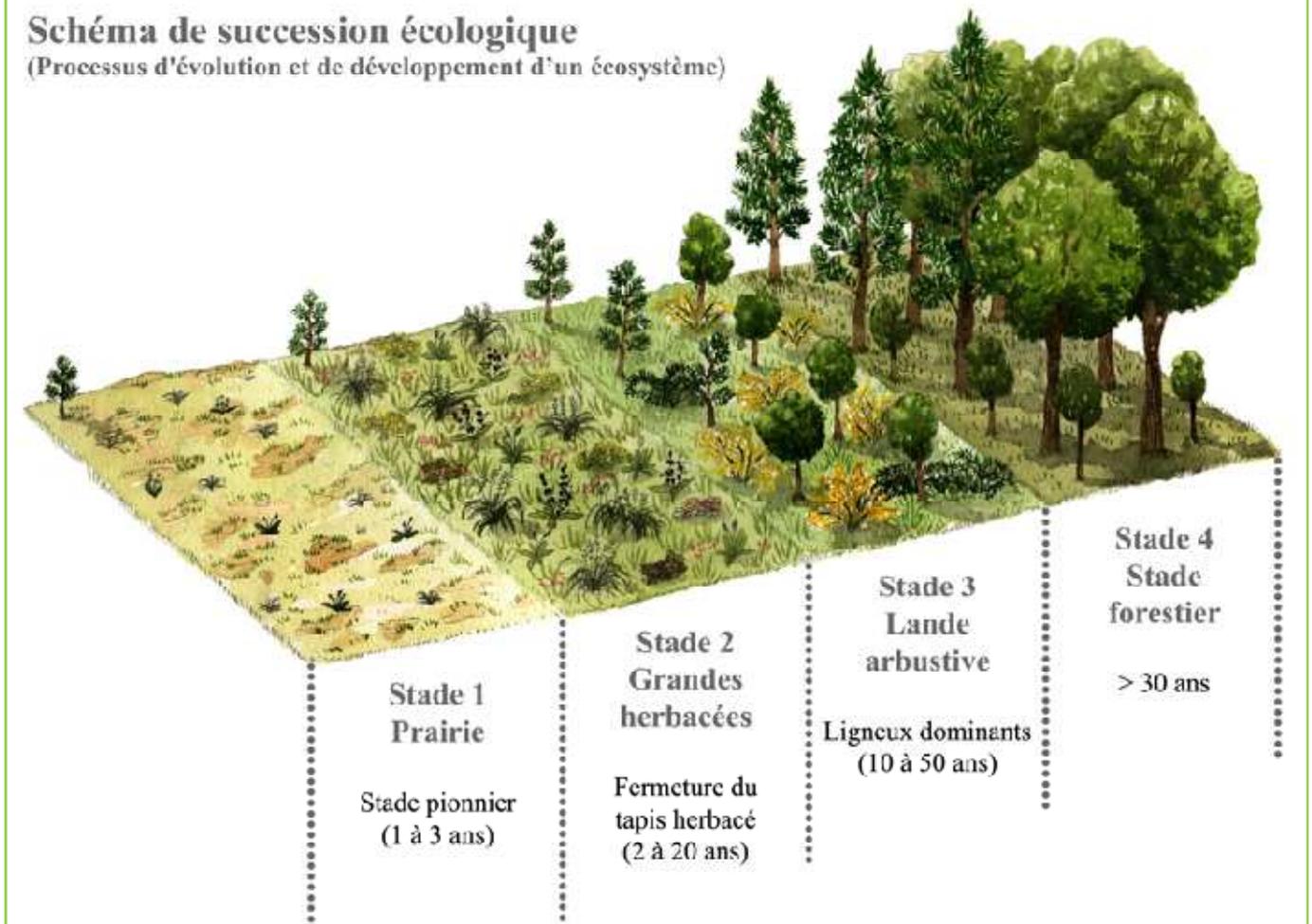
Le stade forestier continue son évolution pour atteindre le stade final d'une forêt qui est appelé **climax**. Le climax est la dernière végétation (souvent une forêt, mais ce peut être une pelouse, ou même des mousses et des lichens) qui poussera à un endroit, et qui, à cet endroit, ne serait remplacé par aucune autre.

Les catastrophes naturelles et l'action de l'homme.

Pourtant, les forêts ne sont pas éternelles. Les catastrophes naturelles, l'Homme, les incendies détruisent également les forêts. Les étapes décrites précédemment font marche arrière. C'est l'évolution régressive de l'écosystème.

Schéma de succession écologique

(Processus d'évolution et de développement d'un écosystème)



Activités :

- 1- Résumez en quelques lignes la succession des végétaux en milieu forestier.
- 2- Quels sont les facteurs qui orientent la succession des végétaux ?
- 3- Comment pourrait évoluer la succession des organismes animaux, en relation avec la succession des végétaux ? Justifiez votre réponse.
- 4- Par quoi se caractérise le stade climax ?