****

**DP2 BIOLOGIE NS**

**SEANCE 56**

**THEME IV : L’ECOLOGIE**

**Unité 2 : Le flux d’énergie**

**Compétences :**

* Concevoir les représentations quantitatives d’énergie en utilisant les pyramides d’énergie.

**1- Idées essentielles ou concepts clés**

→ La plupart des écosystèmes dépendent d'un approvisionnement en énergie solaire.

→ L'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique dans les composés carbonés par photosynthèse.

→ L'énergie chimique contenue dans les composés carbonés circule dans les chaînes alimentaires par le biais de l'alimentation.

→ L'énergie libérée par la respiration est utilisée dans les organismes vivants et convertie en chaleur.

→ Les organismes vivants ne peuvent convertir la chaleur en d'autres formes d'énergie.

→La chaleur est perdue par les écosystèmes.

→ Les pertes d'énergie entre les niveaux trophiques limitent la longueur des chaînes alimentaires et la biomasse des niveaux trophiques supérieurs.

**2 – Nature de la science**

**-**→Utiliser les théories pour expliquer les phénomènes naturels : le concept du flux d’énergie explique la limite de la longueur de la chaîne alimentaire.

**3 – Théorie de la connaissance**

Les êtres vivants seraient-ils une réserve d’énergie de ce bas monde ?

**4- Notions clés**

**4.1 - Lumière du soleil et écosystèmes**

. Pour la plupart des communautés biologiques, la source d'énergie initiale est la lumière du soleil. Les organismes vivants peuvent récolter cette énergie par photosynthèse. Trois groupes d'autotrophes réalisent la photosynthèse : les végétaux, les algues eucaryotes dont les algues qui poussent sur les rivages rocheux, et les cyanobactéries. Ces organismes sont souvent mentionnés par les écologistes comme producteurs.

Les hétérotrophes n'utilisent pas directement l'énergie lumineuse, mais ils en dépendent indirectement. Il existe plusieurs groupes d'hétérotrophes dans les consommateurs de l'écosystème, les saprotrophes et les détritivores. Tous utilisent des composés carbonés dans leur alimentation comme source d'énergie. Dans la plupart des écosystèmes, toute ou presque toute l'énergie contenue dans les composés carbonés aura à l'origine été récoltée par photosynthèse chez les producteurs.

La quantité d'énergie fournie aux écosystèmes par la lumière du soleil varie dans le monde. Le pourcentage de cette énergie qui est récoltée par les producteurs et donc disponible pour d'autres organismes varie également.

 Dans le désert du Sahara, par exemple, l'intensité de la lumière solaire est très élevée mais elle devient peu disponible pour les organismes car il y a très peu de producteurs. Dans les forêts de séquoias de Californie, l'intensité de la lumière du soleil est inférieure à celle du Sahara, mais beaucoup plus d'énergie devient disponible pour les organismes.

**Conclusion : La plupart des écosystèmes dépendent d'un approvisionnement en énergie provenant de la lumière du soleil**

**4.2 - Conversion de l'énergie**

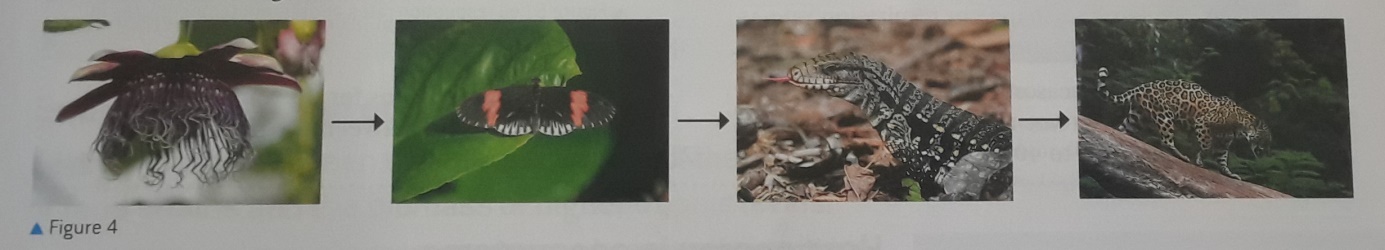
Les producteurs absorbent la lumière du soleil à l'aide de chlorophylle et d'autres pigments photosynthétiques. Cela convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique, qui est utilisée pour fabriquer des glucides, des lipides et tous les autres composés carbonés dans les producteurs.

Les producteurs peuvent libérer l'énergie de leurs composés carbonés par la respiration cellulaire, puis l'utiliser pour les activités cellulaires. L'énergie libérée de cette manière est finalement perdue dans l'environnement sous forme de chaleur perdue. Cependant, seuls certains des composés carbonés des producteurs sont utilisés de cette manière et la plus grande partie reste dans les cellules et les tissus des producteurs. L'énergie de ces composés carbonés est disponible pour les hétérotrophes.

**Conclusion : L'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique dans les composés carbonés par photosynthèse.**

**4.3 - L'énergie dans les chaînes alimentaires.**

Une chaîne alimentaire est une séquence d'organismes dont chacun se nourrit du précédent. Il y a généralement entre deux et cinq organismes dans une chaîne alimentaire. Il est rare qu'il y ait plus d'organismes dans la chaîne. Comme ils ne se nourrissent pas d'autres organismes, les producteurs sont toujours les premiers organismes d'une chaîne alimentaire. Les organismes suivants sont des consommateurs. Les consommateurs primaires se nourrissent des producteurs;  les consommateurs secondaires se nourrissent des consommateurs primaires ; les consommateurs tertiaires se nourrissent des consommateurs secondaires, etc. Aucun consommateur ne se nourrit du dernier organisme d'une chaîne alimentaire. Les consommateurs tirent leur énergie des composés carbonés des organismes dont ils se nourrissent. Les flèches d'une chaîne alimentaire indiquent donc la direction du flux d'énergie.



La figure 4 est un exemple de chaîne alimentaire des forêts autour des chutes d'Iguazu dans le nord de l'Argentine.

**Conclusion : L'énergie chimique contenue dans les composés carbonés circule dans les chaînes alimentaires par le biais de l'alimentation.**

**4.3 - Respiration et libération d'énergie**

L'énergie libérée par la respiration est utilisée dans les organismes vivants et convertie en chaleur. Les organismes vivants ont besoin d'énergie pour les activités cellulaires telles que celles-ci : Synthétiser de grosses molécules comme l'ADN, l'ARN et les protéines.

Pompage de molécules ou d'ions à travers les membranes par transport actif.

Déplacer des éléments à l'intérieur de la cellule, comme les chromosomes ou les vésicules, ou dans les cellules musculaires les fibres protéiques qui provoquent la contraction musculaire.

L'ATP fournit de l'énergie pour ces activités. Chaque cellule produit sa propre réserve d'ATP Toutes les cellules peuvent produire de l'ATP par respiration cellulaire. Dans ce processus, les composés carbonés tels que les glucides et les lipides sont oxydés. Ces réactions d'oxydation sont exothermiques et l'énergie libérée est utilisée dans des réactions endothermiques pour fabriquer de l'ATP. Ainsi, la respiration cellulaire transfère l'énergie chimique du glucose et d'autres composés carbonés à l'ATP. La raison en est que l'énergie chimique des composés carbonés tels que le glucose n'est pas immédiatement utilisable par la cellule, mais l'énergie chimique de l'ATP peut être utilisée directement pour de nombreuses activités différentes. La deuxième loi de la thermodynamique stipule que les transformations d'énergie ne sont jamais efficaces à 100 %. Toute l'énergie provenant de l'oxydation des composés carbonés dans la respiration cellulaire n'est pas transférée à l'ATP. Le reste est transformé en chaleur. De la chaleur est également produite lorsque l'ATP est utilisé dans les activités cellulaires. Les muscles s'échauffent lorsqu'ils se contractent par exemple. L'énergie de l'ATP peut résider pendant un certain temps dans de grosses molécules lorsqu'elles ont été synthétisées, telles que l'ADN et les protéines, mais lorsque ces molécules sont éventuellement digérées, l'énergie est fabriquée sous forme de chaleur.

**4.4 – L’énergie thermique dans les écosystèmes**

:Les organismes vivants peuvent convertir la chaleur en d'autres formes d'énergie**.**

+ Énergie lumineuse à énergie chimique dans la photosynthèse.

+ L'énergie chimique à l'énergie cinétique dans la contraction musculaire.

+ L'énergie chimique à l'énergie électrique dans les cellules nerveuses.

+ Énergie chimique pour chauffer l'énergie dans le tissu adipeux générateur de chaleur

Ils ne peuvent convertir l'énergie thermique en aucune autre forme d'énergie.

**Conclusion : Les organismes vivants peuvent effectuer diverses conversions énergétiques.**

**4.5 – Perte de chaleur des écosystèmes**

.

La chaleur résultant de la respiration cellulaire rend les organismes vivants plus chauds. Cette chaleur peut être utile pour rendre les animaux à sang froid plus actifs. Les oiseaux et les mammifères augmentent leur taux de génération de chaleur si nécessaire pour maintenir leur température corporelle constante. Selon les lois de la thermodynamique en physique, la chaleur passe des corps les plus chauds aux plus froids, de sorte que la chaleur produite dans les organismes vivants est finalement perdue dans l'environnement abiotique. La chaleur peut rester dans l'écosystème pendant un certain temps, mais finit par être perdue, par exemple lorsque la chaleur est rayonnée dans l'atmosphère. Les écologistes supposent que toute l'énergie libérée par la respiration pour être utilisée dans les activités cellulaires sera finalement perdue d'un écosystème.

**Conclusion : La chaleur est perdue des écosystèmes**

**4.7 – Perte énergétique et écosystèmes**

La biomasse est la masse totale d'un groupe d'organismes. Il se compose des cellules et des tissus de ces organismes, y compris les glucides et autres composés carbonés qu'ils contiennent. Parce que les composés de carbone ont de l'énergie chimique, la biomasse a de l'énergie. Les écologistes peuvent mesurer la quantité d'énergie ajoutée chaque année par des groupes d'organismes à leur biomasse. Les résultats sont calculés par mètre carré d'écosystème afin de pouvoir comparer différents niveaux trophiques. Lorsque cela est fait, on retrouve toujours la même tendance : l'énergie ajoutée à la biomasse par chaque niveau trophique successif est moindre. Chez les consommateurs secondaires, par exemple, la quantité d'énergie est toujours inférieure par an et par mètre carré d'écosystème que chez les consommateurs primaires. La raison de cette tendance est la perte d'énergie entre les niveaux trophiques. La majeure partie de l'énergie contenue dans les aliments qui est digérée et absorbée par les organismes à un niveau trophique est libérée par eux dans la respiration pour dans les activités cellulaires. Elle est donc égale à la chaleur perdue. La seule énergie disponible pour les organismes du niveau trophique suivant est l'énergie chimique des carbohydrates et d'autres composés carbonés qui n'ont pas été utilisés pour la respiration cellulaire.

Les organismes d'un niveau trophique ne sont généralement pas entièrement consommés par les organismes au niveau suivant. Par exemple, les criquets  consomment  toutes les plantes dans une zone, mais plus généralement, seules certaines plantes sont consommées.  Les prédateurs peuvent ne pas manger de matériel provenant du corps de leurs proies, tels que des os ou des cheveux. L'énergie non consommée passe aux saprotrophes ou aux détritivores plutôt que de passer le prochain niveau trophique. Toutes les parties de la nourriture ingérées par les organismes à un niveau trophique ne sont pas toutes digérées et absorbées. Certaines matières sont indigestes et sont excrétées dans les matières fécales. L'énergie dans les matières fécales ne passe pas le long de la chaîne alimentaire et passe plutôt aux saprotrophes ou aux détritivores. En raison de ces amours, seule une petite proportion de l'énergie de la biomasse des organismes d'un niveau trophique fera partie de la biomasse des organismes du niveau trophique suivant. Le chiffre de 10% est souvent cité, mais le niveau d'énergie moindre entre les niveaux trophiques est variable. Comme les pertes se produisent à chaque étape d'une chaîne alimentaire, il y a de moins en moins d'énergie disponible à chaque niveau trophique successif. Après seulement quelques étapes dans une chaîne alimentaire, la quantité d'énergie restante ne serait pas suffisante pour supporter un autre niveau trophique. Pour cette raison, le nombre de niveaux trophiques dans les chaînes alimentaires est limité. La Biomasse, mesurée en grammes diminue également le long des chaînes alimentaires, en raison de la perte de dioxyde de carbone et d'eau par la respiration et de la perte par la nourriture, de malaises ou de parties non digérées d'organismes. Les niveaux trophiques de la biomasse sont donc généralement inférieurs à ceux des niveaux inférieurs. Il y a généralement une biomasse plus élevée de producteurs, le niveau trophique le plus bas de tous que de tout autre niveau trophique

**Conclusions : Les pertes d'énergie entre les niveaux trophiques limitent la longueur des chaînes alimentaires et la biomasse des niveaux trophiques supérieurs**

**5 – Applications**

Représentations quantitatives des flux d'énergie à l'aide de pyramides d'énergie.

La quantité d'énergie convertie en nouvelle biomasse par chaque niveau trophique dans une communauté écologique peut être représentée par une pyramide d'énergie. Il s'agit d'un type de graphique à barres avec une barre horizontale pour chaque niveau trophique. Les quantités d'énergie doivent être exprimées par unité de surface et par an. Souvent, les unités sont des kilojoules par mètre carré par an (kJ m-2 an-1). La pyramide doit être étagée, et non triangulaire, en commençant par les producteurs de la barre la plus basse. Les barres doivent être étiquetées producteur, premier consommateur, deuxième consommateur et ainsi de suite. Si une échelle appropriée est choisie, la longueur de chaque barre peut être proportionnelle à la quantité d'énergie qu'elle affiche. La figure 8 montre un exemple de pyramide d'énergie pour un écosystème aquatique. Pour être plus précis, les barres doivent être dessinées avec des largeurs relatives qui correspondent au contenu énergétique relatif à chaque niveau trophique. La figure9 montre une pyramide d'énergie pour les prairies

**Exercice sur les pyramides d’énergie ou de biomasse**

L'énergie solaire totale reçue par une prairie est de 5 x 105 kJ m-2 an-1. La production nette de la prairie est de 5 x 102 kJ m-2 an-1et sa production brute est de 6 x 102 kJ m-2 an-1 L'énergie totale transmise aux consommateurs primaires est de 60 kJ m-2 an-1. Seulement

10 % de cette énergie est transmise aux consommateurs secondaires.

a) Calculez l'énergie perdue par la respiration des plantes.

b) Construis une pyramide d'énergie pour cette prairie.