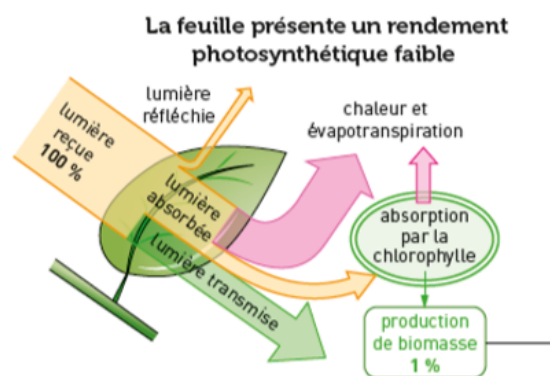


Enseignement scientifique – 1^{ère}A-B

Partie 2- Chapitre 3 - Corrigé

Exercice 4 page 123

a- La lumière reçue par la feuille est en partie perdue par réflexion (environ 10 %) et en partie par transmission (environ 20 %). Une partie de l'énergie lumineuse absorbée provoque un échauffement à l'origine de l'évapotranspiration de l'eau contenue dans la feuille. Enfin, la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique par la photosynthèse est aussi à l'origine de pertes sous forme de chaleur. Au final, 1 % seulement de l'énergie reçue est réellement convertie en énergie chimique.



b. Dans une cellule, le glucose peut subir le processus de respiration et être entièrement dégradé en CO₂ et H₂O, ce qui fournit de l'ATP. Ce processus a lieu principalement dans les mitochondries. Il peut aussi subir une fermentation dans le cytoplasme et être à l'origine de la formation d'alcool et d'une faible quantité d'ATP. Enfin, la molécule de glucose peut aussi servir de précurseur à la fabrication des autres molécules biologiques.

c. Au sein des écosystèmes, la biomasse peut être consommée par la respiration et assurer ainsi les besoins énergétiques des êtres vivants. Pour les êtres vivants hétérotrophes, cela suppose une consommation de la biomasse d'un autre être vivant. Il y a donc des transferts de matière et d'énergie d'un maillon à l'autre d'une chaîne alimentaire. Au final, la biomasse morte (excréments, cadavres, débris végétaux) sera décomposée en matière minérale.

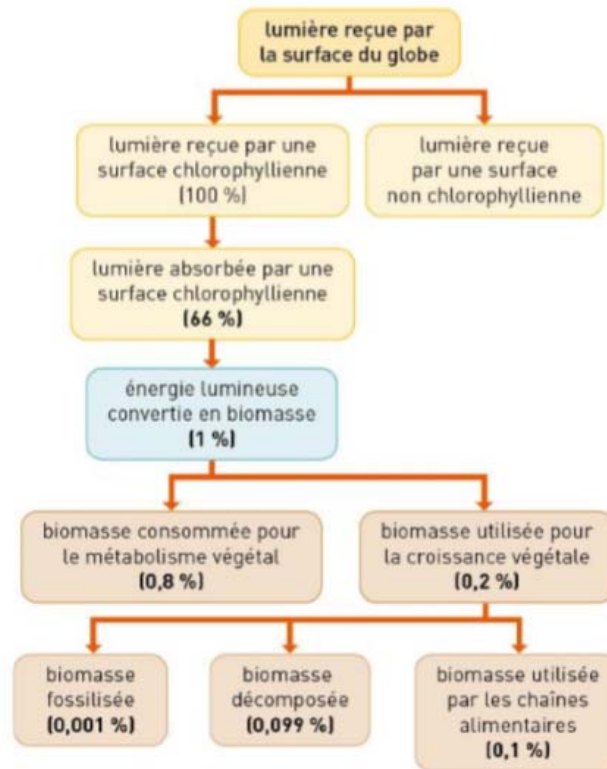
d. Le pétrole et le gaz naturel se forment par fossilisation d'une importante biomasse d'origine océanique dans des sédiments pauvres en O₂. On obtient alors un kérogène qui, par enfouissement, subira une augmentation de pression et de température d'où un appauvrissement des molécules en dioxygène et en azote. Au final, des hydrocarbures se forment (revoir doc 3 de l'activité 5).

Exercice 5 page 123

On voit que la productivité primaire nette (PPN) est inégalement répartie au niveau des continents, mais aussi des océans. Au niveau continental, la PPN est maximale au niveau des régions équatoriales et faible dans les régions désertiques. Dans les régions équatoriales, les conditions climatiques sont en effet très favorables au développement des végétaux (forte humidité, température élevée, pas d'hiver). On remarque que certaines zones ne présentent pas de mesures, mais on peut supposer qu'elle y est inexistante du fait des conditions climatiques défavorables (zones arctiques et antarctiques, Sahara, etc.). Au niveau océanique, la PPN est plus forte dans certaines zones côtières (le phytoplancton profite ainsi des apports minéraux des continents), mais presque nulle au cœur des océans. Elle est globalement inférieure à celle des continents.

Exercice 6 page 123

Ce schéma explique le devenir final de l'énergie initialement reçue par des végétaux chlorophylliens.



Exercice 8 page 124

On observe que les forêts tropicales et les déserts arides ont des surfaces équivalentes (respectivement 3,3 et 3,5 % de la surface terrestre), or leur productivité est très différente (respectivement 187 Gt · an⁻¹ et 24 Gt · an⁻¹). On voit que la concentration en chlorophylle des forêts tropicales est très supérieure (160 mg · m⁻²) à celle des déserts (4,2 mg · m⁻²). Or, on sait que la chlorophylle permet de réaliser la photosynthèse. On peut donc dire que la concentration en chlorophylle est l'un des facteurs favorables à la productivité primaire brute (PPB). On remarque que les zones océaniques produisent davantage que les forêts tropicales alors que leur concentration en chlorophylle est plus de 1 200 fois inférieure. Mais, on voit aussi que leur surface est 20 fois supérieure. On en déduit que le second facteur favorisant une forte PPB est la surface de l'écosystème. Pour conclure, la contribution d'un écosystème à la PPB planétaire sera plus importante si cet écosystème dispose d'une forte concentration en chlorophylle et s'il couvre une grande surface.

Exercice 9 page 125

• **Quelle part de l'énergie lumineuse est utilisée par les organismes chlorophylliens pour la photosynthèse ?**

Si on étudie le cas des végétaux continentaux, on peut montrer que leurs feuilles n'absorbent qu'environ deux tiers de la lumière reçue, le reste étant soit réfléchi soit transmis. Sur ces deux tiers de lumière absorbée, la majeure partie est perdue sous forme de chaleur à l'origine de l'évapo-transpiration de l'eau contenue dans la feuille. Enfin, une très faible fraction de l'énergie lumineuse utilisée pour la photosynthèse est réellement convertie sous forme d'énergie chimique au sein des molécules de glucose du fait des pertes de chaleur liées aux différentes réactions métaboliques. Au final, 1 % seulement de l'énergie reçue par la feuille est convertie en énergie chimique.

• Que devient la matière produite par ces organismes ?

La matière produite par les végétaux chlorophylliens peut :

- être respirée par le végétal lui-même afin de lui permettre de produire l'ATP dont il a besoin pour fonctionner ;
- être utilisée pour assurer la croissance du végétal ;
- être consommée par des organismes non chlorophylliens pour produire leur propre énergie (respiration et/ou fermentation) et leur propre biomasse (croissance). Les végétaux chlorophylliens sont ainsi à la base du fonctionnement des écosystèmes ;
- être fossilisée sous forme de combustibles fossiles, tels que le charbon, le pétrole ou le gaz naturel.

Exercice 10 page 125

1. La consommation annuelle de combustibles fossiles pour la période allant de 1860 à 1998 est de :

- 0,83 Gtep pour le pétrole ;
- 1,04 Gtep pour le charbon ;
- 0,41 Gtep pour le gaz naturel.

Exemple de calcul pour le pétrole : $123\ 1998 - 1860 = 123\ 138 = 0,83$.

2. Les valeurs trouvées pour la période allant de 1860 à 1998 sont toutes nettement inférieures à celle de l'année 2017.

Par exemple, la consommation de gaz naturel sur l'année 2017 est 7,7 fois supérieure à celle d'une année de la période allant de 1860 à 1998.

3. Ce constat s'explique par l'augmentation de la consommation annuelle de ces combustibles. Cela peut être dû à l'augmentation démographique de la population humaine, l'accès de certaines populations en voie de développement à des technologies énergivores, l'augmentation des besoins en énergie des sociétés occidentales et des pays émergents.

4. Le nombre d'années restantes de consommation est de :

- 47,2 ans pour le pétrole ;
- 194 ans pour le charbon ;
- 52,5 ans pour le gaz naturel.

Exemple de calcul pour le pétrole : $218\ 4,62 = 47,2$.

5. Parmi les facteurs pouvant retarder l'épuisement des réserves mondiales, on peut penser à :

- la mise en place de politiques d'économies d'énergie par réduction de la consommation ;
- une augmentation de la valeur de ces ressources les rendant inaccessibles pour les populations les plus pauvres ;
- l'augmentation de la proportion d'énergie produite à partir d'autres ressources, comme les énergies renouvelables ou l'énergie nucléaire ;
- la découverte de sources d'énergie encore inconnues aujourd'hui ;
- la découverte et l'exploitation de nouveaux gisements.

Parmi les facteurs pouvant accélérer l'épuisement des réserves mondiales, outre l'absence des facteurs cités précédemment, on peut penser à :

- la poursuite et l'accentuation des modes de consommation actuels des sociétés occidentales et des pays émergents ;
- l'accélération de l'augmentation de la population mondiale.

Exercice 11 page 125

1. La fermentation alcoolique est réalisée à partir du glucose par des levures, dans un milieu pauvre en dioxygène. Elle est à l'origine de la production d'éthanol et de dioxyde de carbone. La fermentation acétique produit un acide, l'acide acétique, et non un alcool. Elle se réalise en présence de dioxygène grâce à des bactéries qui consomment l'éthanol, et non le glucose.

2. La production industrielle de vinaigre est plus rapide, car le dioxygène nécessaire à la fermentation acétique est insufflé dans le vin, qui est ainsi soumis à une forte agitation permettant aux bactéries de mieux se développer, contrairement à la production artisanale, où l'oxygène de l'air n'est pas mélangé au vin, ralentissant son utilisation par les bactéries. Ces dernières ne se développent donc qu'à l'interface air/vin, et mettent plus de temps à métaboliser l'ensemble de l'alcool présent.

Exercice 12 page 126

Les biocarburants, ou agrocaburants, sont une source d'énergie alternative aux hydrocarbures pour alimenter nos moyens de transports à moteur thermique. Dans tous les cas en effet, ces biocarburants sont produits à partir de la transformation d'une biomasse d'origine végétale. Industriels et scientifiques ont développé différentes techniques de production basées sur des sources de biomasse différentes.

Quels sont les avantages et inconvénients de ces techniques ?

Dans le document 1, on peut voir que la production de biocarburants est basée sur l'utilisation d'une biomasse cultivée de colza, tournesol, betterave, canne à sucre, blé, maïs et pomme de terre. Ce procédé a donc pour avantage de mettre à disposition des quantités importantes de biomasse, et donc de produire beaucoup de biocarburants. Selon la culture, on peut produire soit du biodiesel pour les moteurs diesel, soit du bioéthanol pour les moteurs essence. L'inconvénient de cette méthode est le détournement de ces productions agricoles d'objectifs alimentaires. On sait également que ces cultures sont de grosses consommatrices d'eau et d'intrants, comme les pesticides et les engrais, lesquels sont à l'origine de pollutions. Une autre technique de production de biocarburants est, d'après le document 2, la culture du miscanthus, une graminée. Comme précédemment, on note que cette culture mobilise une surface agricole qui ne peut plus être exploitée pour une production alimentaire, mais, au contraire des cultures précédentes, celle du miscanthus ne nécessite pas d'apports en engrais et pesticides. D'autre part, on remarque que son rendement énergétique annuel par hectare, qui est de $91,5 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$, est bien supérieur à ceux du colza ou du blé, qui sont respectivement de $41,8 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ et $73,6 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$. Ces différences proviennent d'une plus grande productivité : 3 tonnes de bioéthanol par hectare et par an contre 2,55 pour le blé. Son principal inconvénient réside dans le fait qu'il n'autorise que la production de bioéthanol. Enfin, le document 3 présente une production industrielle et hors sol de biocarburants basée sur la culture d'algues unicellulaires, comme les chlorelles. Leur productivité est 3,5 fois supérieure à celle du miscanthus en terme de biomasse, et 8,22 fois en terme d'énergie récupérée ! Cela est lié à leur rendement photosynthétique bien supérieur à celui des plantes, du fait de leur forte teneur en chlorophylle, le pigment photosynthétique. Si la production semble se limiter à du bioéthanol, ici encore, cette technique présente l'avantage de ne pas mobiliser d'importantes surfaces agricoles, d'autant plus que ces usines peuvent être installées dans des zones peu ou pas cultivées, comme des zones arides ou des jachères industrielles, et de limiter les dépenses en eau et pesticides. Il doit cependant exister une dépense énergétique liée à l'éclairage des algues, ainsi qu'une utilisation d'engrais, bien que probablement minime par rapport à celle des cultures dites « conventionnelles ». On peut également supposer que les produits utilisés restent dans un environnement de culture confiné, et ne sont pas à l'origine de pollutions extérieures. Pour conclure, de nombreux progrès ont été réalisés en matière de production de biocarburants. On peut aussi constater que leur production à partir d'algues présente de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes, notamment au niveau de la limitation de l'utilisation de surfaces de terres agricoles et de rejets polluants moindres, mais aussi du fait de leur forte productivité.