

La photosynthèse – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Indiquer la ou les réponses correctes :

1 - Pour la recherche de l'amidon on utilise :

- a- Le sulfate de cuivre
- b- L'eau iodée
- c- La liqueur de Fehling.

2 - Pendant la nuit la plante verte réalise

- a- Les échanges gazeux respiratoires
- b- Les échanges gazeux photosynthétiques
- c- Les échanges gazeux respiratoires et photosynthétiques

3 - un chloroplaste

- a- est un globule de sève
- b- est le lieu où se déroule la photosynthèse
- c- contient de la chlorophylle

4- Le spectre d'absorption correspond:

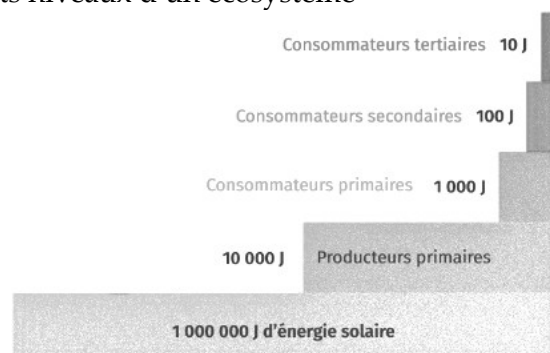
- a- A la décomposition de la lumière blanche
- b- Aux radiations restantes après absorption
- c- A la radiation verte.

5- le dioxygène dégagé par la plante au cours de la photosynthèse

- a- Provient de l'oxygène de dioxyde de carbone absorbé
- b- Provient de l'oxygène de l'eau
- c- Prend son origine de la photolyse de l'eau

Exercice 2 corrigé disponible

Une pyramide de production nette montre les transformations d'énergie au sein des différents niveaux d'un écosystème



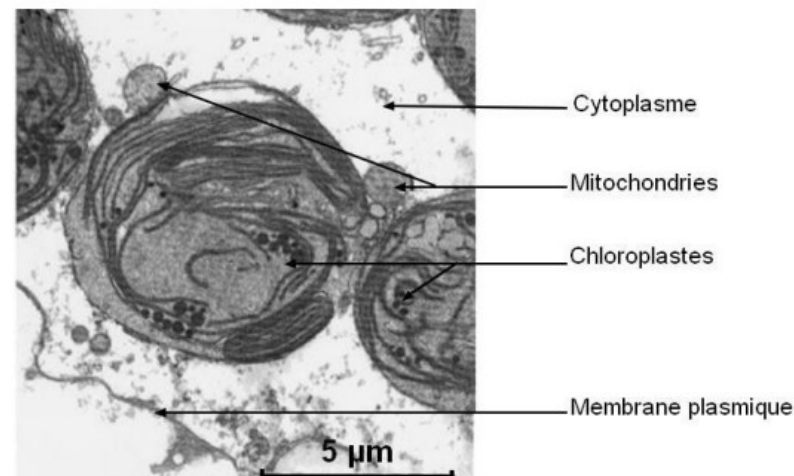
- Calculer le rendement écologique des producteurs primaires
- Calculer le rendement écologique de chaque consommateur
- Conclure sur le devenir de l'énergie d'origine solaire le long de la chaîne alimentaire
- Expliquer comment la photosynthèse représente un mécanisme de la biosphère

Exercice 3 corrigé disponible

Elysia chlorotica est un mollusque vivant le long de la côte atlantique nord-américaine. Dénudé de coquille, son corps arbore une couleur verte identique à celle des algues parmi lesquelles il se camoufle.

À partir de l'exploitation des documents et de la mise en relation avec les connaissances, expliquer le fait que cet animal ne prenne qu'un seul repas en quelques mois.

Document 1 : électronographie d'une portion de cellule intestinale d'*Elysia chlorotica*



Document 2 : échanges de dioxygène d'*Elysia* adulte en fonction de l'intensité lumineuse

Les chercheurs ont quantifié les échanges de dioxygène des individus adultes (âge : 6 à 7 mois) avec leur environnement, en fonction de l'intensité lumineuse à laquelle ont été soumis les animaux. Le tableau indique les résultats obtenus :

Intensité lumineuse (en % de l'intensité maximale)	100%	50%	25%	10%	0%
Intensité des échanges d'O ₂ (en microlitres d'O ₂ par mg de chlorophylle et par heure) « + » = dégagement de dioxygène « - » = absorption de dioxygène	+17	+12	+6	+0,5	-7

Document 3 : le cycle de vie d'*Elysia*

A leur naissance, les jeunes limaces sont brunes. Puis elles consomment l'algue *Vaucheria litorea*, et leur corps change de couleur, virant progressivement au vert, couleur qu'elles garderont toute leur vie. Parallèlement, un phénomène accompagne cette transformation : une fois ce repas terminé, elles peuvent rester plusieurs semaines, voire plusieurs mois, sans manger de nouveau.

Exercice 4 corrigé disponible

Répondez par « vrai » ou « faux » et corrigez les phrases fausses.

-La photosynthèse est un phénomène qui permet la synthèse des substances minérales et organiques.

.....

- les premières substances fabriquées au niveau des feuilles vertes sont les protides et les lipides.

.....

- au cours de la phase photochimique de la photosynthèse, il y a transformation de l'énergie lumineuse en Energie chimique et dégagement d'oxygène.

.....

- le glucose est une substance minérale de formule chimique $C_{10}H_{12}O_5$

Exercice 5 corrigé disponible

Indiquer la ou les réponses correctes :

1 – Le chloroplaste est :

- a- un organite
- b- l'organite clé de la respiration
- c- localisé uniquement dans les cellules chlorophyllienne
- d- capable de stocker de la matière organique sous forme d'amidon

2 – Le dioxygène :

- a- provient du CO_2 consommé
- b- est libéré lors de la photosynthèse
- c- provient de la photolyse de l'eau

3 – Le CO_2

- a- est un produit de la photosynthèse
- b- donne le carbone que l'on retrouve dans la matière organique produite lors de la photosynthèse
- c- est absorbé lors de la photosynthèse

4 – La chlorophylle a :

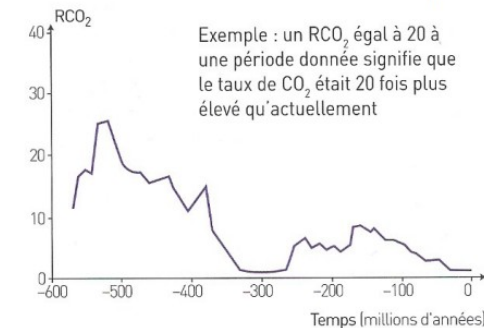
- a- est le seul pigment photosynthétique présent chez les végétaux verts
- b- permet la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique
- c- est un pigment accessoire

Exercice 6 corrigé disponible

A partir de l'analyse des paléosols et de feuilles fossiles, des scientifiques ont reconstitué les variations du CO_2 atmosphérique durant les 600 derniers millions d'années de l'histoire de la Terre.

Les premiers grands gisements de charbon sont datés du Carbonifère, ce qui a permis une reconstitution de l'environnement de cette période : une forêt exubérante (= très abondante).

Document. Évolution du RCO_2 de l'atmosphère.



Questions.

1. Décrire l'évolution du RCO_2 au cours du Carbonifère (-360 à -300 millions d'années).
2. Justifier l'hypothèse d'une forte teneur en CO_2 en lien avec le développement de la forêt houillère et d'une diminution de la teneur en CO_2 en lien avec la formation du charbon.

Exercice 7 corrigé disponible

Il est possible de produire de l'électricité en installant des électrodes dans un sol gorgé d'eau où poussent des plantes telles que le riz. Cette technologie permet de convertir l'énergie chimique issue de la photosynthèse en énergie électrique. Le rendement de ce dispositif reste pour le moment faible mais cela pourrait à terme transformer les rizières en unités de production électrique. On cherche ici à déterminer si cette technologie peut réellement constituer une solution d'avenir.



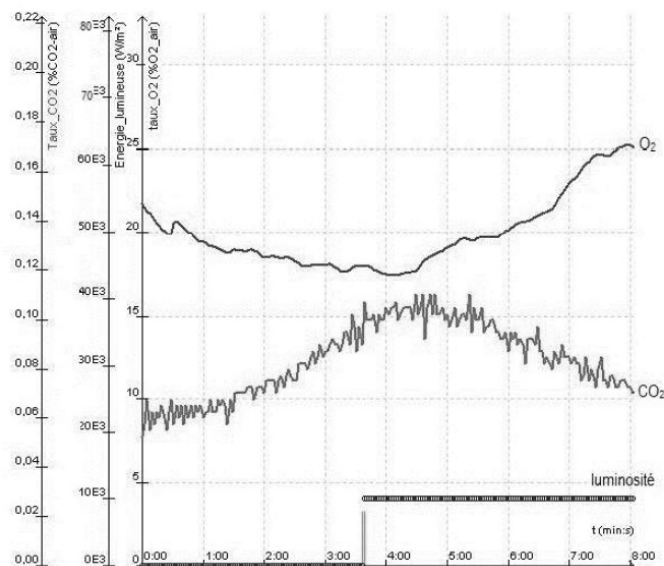
Les deux parties peuvent être traitées indépendamment.

Partie 1. La photosynthèse et ses caractéristiques

Document 1 : étude expérimentale des échanges gazeux d'une plante chlorophyllienne

On mesure trois paramètres environnementaux d'une enceinte fermée hermétiquement et contenant un végétal chlorophyllien :

- la teneur en dioxygène (O_2) – courbe du haut
- la teneur en dioxyde de carbone (CO_2) – courbe du bas-
- la luminosité reçue par l'enceinte.



1- Indiquer sur votre copie si chacune des trois propositions est juste (réponse « oui ») ou fausse (réponse « non »). Justifier à l'aide de données chiffrées.

- a- À la lumière, la teneur en O_2 augmente dans l'enceinte ☐ oui ☐ non
b- À la lumière, la teneur en CO_2 augmente dans l'enceinte ☐ oui ☐ non
c- La luminosité a un effet sur l'échange gazeux réalisé par le végétal ☐ oui ☐ non

Partie 2. La conversion de l'énergie chimique en énergie électrique

Cette partie présente le principe de fonctionnement de la « pile végétale » étudiée et ses applications potentielles.

La plante utilise la photosynthèse pour produire de la matière organique. Autour des racines vivent de très nombreux microorganismes qui se nourrissent de la matière organique issue du végétal. La réaction chimique correspondante peut être exploitée au sein d'une pile comportant deux électrodes dont l'une est positionnée près de la racine de la plante et l'autre en est plus éloignée. Cette pile peut délivrer un courant électrique qui transporte de l'énergie. On admet que la puissance électrique fournie par une « pile végétale » de cette sorte est proportionnelle à la surface que les plantes exposées au soleil et qui se trouvent au voisinage des électrodes occupent sur le sol.

2- L'énergie solaire moyenne reçue en une année par unité de surface est égale à 10^7 J et on peut estimer en moyenne qu'une plante doit recevoir 20×10^6 J d'énergie solaire pour produire 1 kg de matière organique.

Montrer que 1 m^2 de surface végétale peut produire théoriquement 0,5 kg de matière organique au cours d'une année.

3- On peut estimer qu'une « pile végétale » de 1 m^2 de surface fournit une puissance de 3 W et que l'énergie moyenne nécessaire à la recharge d'un smartphone est de 10 Wh.

Indication : le Watt-heure (Wh) est l'énergie correspondant à une puissance d'un Watt fournie pendant une durée d'une heure.

3-a- Calculer la durée de recharge d'un smartphone avec 1 m^2 de surface de « pile végétale ».

3-b- L'énergie moyenne consommée par une famille pendant une année est 3000 kWh.

Calculer la surface nécessaire en m^2 de surface de « pile végétale » pour fournir l'énergie annuelle à une famille. (on supposera que le végétal est éclairé en moyenne 1/3 de la journée)

4- À partir des arguments issus de l'étude des deux parties de l'exercice et de vos connaissances, indiquer un intérêt et une limite au procédé de la « pile végétale ».

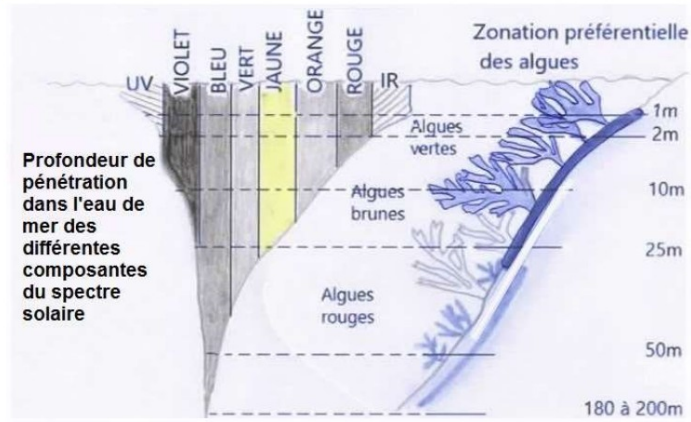
Exercice 8 corrigé disponible

Dans les zones côtières, les grands groupes d'algues ont une répartition préférentielle selon la profondeur. On se propose d'expliquer cette répartition des algues en lien avec leur utilisation de l'énergie solaire.

4- À partir de l'exploitation des documents 2 et 3 et de vos connaissances, expliquer la capacité des algues rouges à vivre à une plus grande profondeur.

Votre réponse structurée ne dépassera pas une page.

Document 2. Répartition des différentes algues et devenir du spectre solaire dans l'eau en fonction de la profondeur.

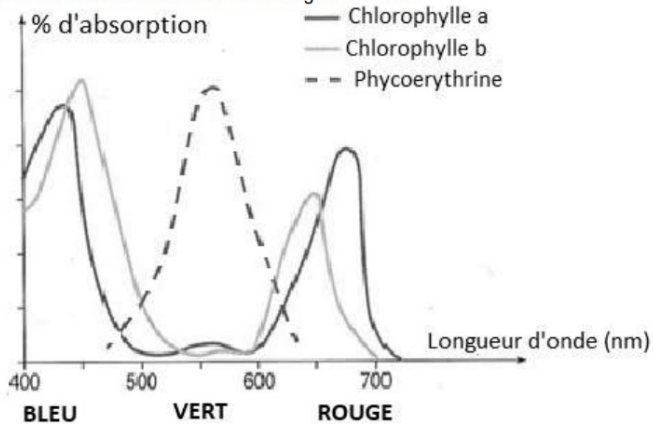


Document 3. Pigments photosynthétiques des algues vertes et des algues rouges et spectres d'absorption correspondants

Il existe chez les végétaux différents pigments photosynthétiques.

- Les algues vertes possèdent dans leurs cellules de la chlorophylle *a* et de la chlorophylle *b*.
- Les algues rouges possèdent de la chlorophylle *a* et beaucoup de pigments rouges appelés phycoérythrine.

Le graphique suivant présente les spectres d'absorption des différents pigments photosynthétiques, à savoir le pourcentage de lumière absorbée en fonction de la longueur d'onde.

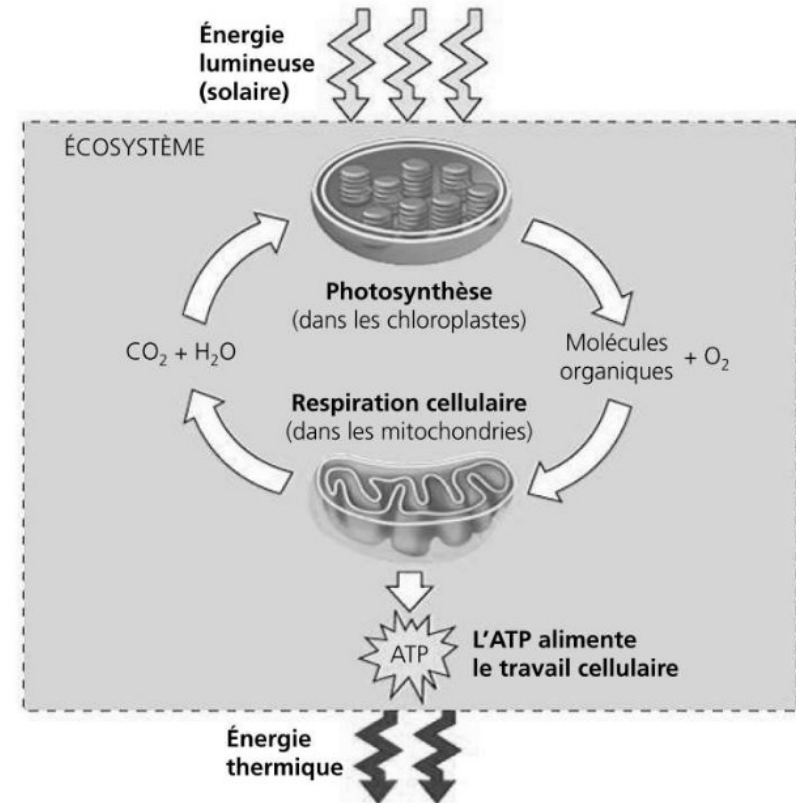


Exercice 9 corrigé disponible

4- L'énergie nécessaire à la production de biomasse par les animaux provient indirectement du Soleil. Justifier cette affirmation en s'appuyant sur des informations extraites des documents 2 et 3 ainsi que de vos connaissances.

La réponse ne doit pas excéder une page.

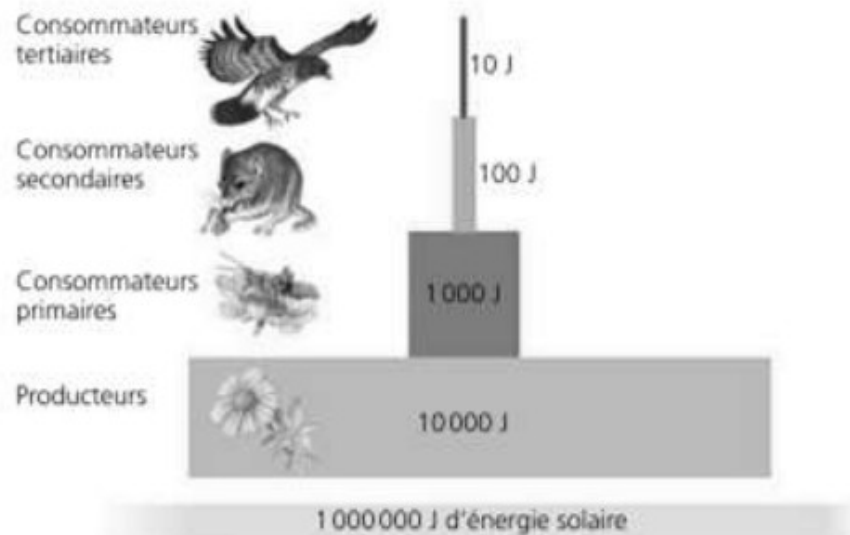
Document 2. Photosynthèse, respiration et fonctionnement d'une plante



La photosynthèse est un métabolisme qui se déroule dans les cellules chlorophylliennes. La respiration cellulaire est un métabolisme se déroulant dans toutes les cellules et qui produit un type de molécule permettant des transferts d'énergie et ainsi le fonctionnement cellulaire : l'ATP (adénosine tri-phosphate).

Source : d'après *Biologie*, Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky, Jackson et Campbell ; 4^{ème} édition.

Document 3. Représentation schématisque des flux d'énergie et de matière organique (biomasse) dans un écosystème.



Exercice 10 corrigé disponible

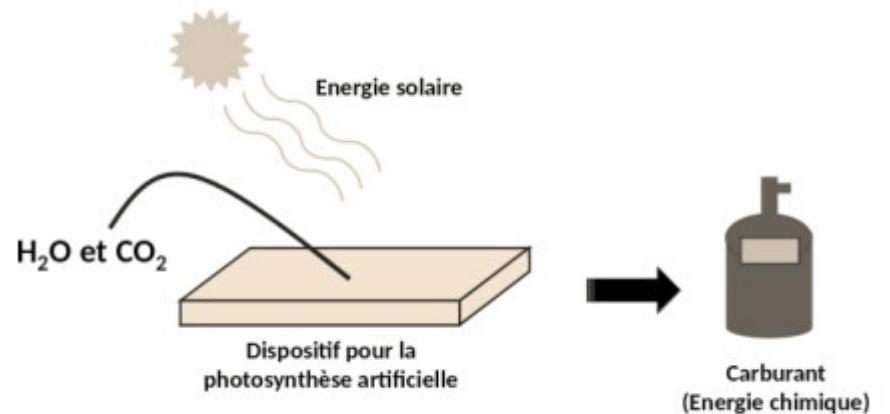
1. Donner une définition de la productivité primaire brute (PPB)
2. Indiquer la formule permettant de calculer la productivité primaire nette (PPN)
3. Quelle est l'équation de la photosynthèse ?
La PPN totale océanique et continentale représente 172 Gt/an
4. Sachant que 1,0kg de biomasse sèche contient environ $18 \cdot 10^6$ J et que la Terre reçoit chaque année $5,47 \cdot 10^{24}$ J d'énergie solaire, calculer le pourcentage d'énergie solaire permettant l'accroissement de la biomasse végétale en 1 an
5. Montrer que la photosynthèse est un phénomène majeur de la biosphère pour différentes raisons

Exercice 11 corrigé disponible

La photosynthèse est une réaction biochimique qui se produit chez les végétaux et certains micro-organismes. Depuis la fin des années 1980, des laboratoires cherchent à mettre au point des technologies de photosynthèse dite « artificielle » qui s'inspirent du processus naturel dans le but de produire de la matière organique pouvant constituer une ressource d'énergie verte pour produire de l'électricité. L'objectif de ce sujet est d'expliquer l'intérêt de la photosynthèse artificielle et d'étudier la possibilité d'utiliser des dispositifs de photosynthèse artificielle pour alimenter un foyer en électricité.

Partie 1 – La conversion de l'énergie solaire en énergie chimique par les photosynthèses

Les dispositifs de photosynthèse artificielle sont conçus avec des matériaux spéciaux qui sont capables de capter et convertir l'énergie solaire en énergie chimique stockée dans les carburants formés (produits carbonés et/ou dihydrogène).



Principe de la photosynthèse artificielle

Cette énergie chimique pourra ensuite être convertie en électricité. La photosynthèse artificielle s'appuie sur le principe de la photosynthèse naturelle qui nécessite de l'énergie lumineuse.

Document 1 – Expérience réalisée sur une feuille de Pelargonium

Une expérience est réalisée en laboratoire avec une feuille de Pelargonium, recouverte partiellement d'un cache, éclairée pendant 12 heures. Le dispositif expérimental est présenté dans la figure A ci-dessous. Le cache est ensuite enlevé et la feuille est décolorée dans de l'éthanol bouillant sous hotte en présence d'un dispositif réfrigérant. La feuille est ensuite colorée à l'aide de l'eau iodée. L'eau iodée adopte une coloration noir-violet en présence d'amidon (glucide). Elle reste jaune en l'absence d'amidon. Les résultats obtenus sur la feuille sont présentés sur la photographie de la figure B.



Figure A : dispositif expérimental présentant le cache posé sur la feuille de *Pelargonium*.



Figure B : résultats obtenus suite à la coloration à l'eau iodée.

1- Expliquer en quoi les photosynthèses naturelle et artificielle sont considérées comme des modes de conversion d'une énergie solaire en une énergie chimique à partir des données tirées du document 1 et de vos connaissances. Identifier les substrats (aussi appelés réactifs) et les produits de la photosynthèse.

Partie 2 – Efficacité énergétique de la photosynthèse artificielle

L'efficacité énergétique (rapport entre l'énergie chimique reçue et l'énergie solaire utilisée) de la photosynthèse naturelle ne dépasse pas les 1 % chez les végétaux. À l'heure actuelle, l'efficacité énergétique de la photosynthèse artificielle est également faible.

2- La puissance surfacique solaire moyenne reçue au sol est de 350 W.m^{-2} . La surface d'un dispositif de photosynthèse artificielle est de 10 cm^2 . Montrer que la puissance solaire reçue par le dispositif est égale à 0,35 W.

3- Calculer l'énergie solaire reçue par le dispositif pour une durée d'ensoleillement de 6 h par jour.

L'énergie reçue et stockée chimiquement par le dispositif pour une durée d'ensoleillement de 6 h par jour est égale à $1,8 \times 10^2 \text{ J}$.

4- Calculer l'efficacité énergétique du dispositif. Comparer cette valeur avec celle de la photosynthèse naturelle.

Pour la question suivante, on admettra que toute l'énergie stockée chimiquement par le dispositif peut être convertie en électricité pouvant alimenter un foyer et que la durée quotidienne d'ensoleillement est de 6 h. La consommation quotidienne d'électricité par personne par foyer en France est de 6 kWh.

5- Déterminer le nombre nécessaire de dispositifs pour fournir quotidiennement en électricité un foyer composé de 5 personnes.

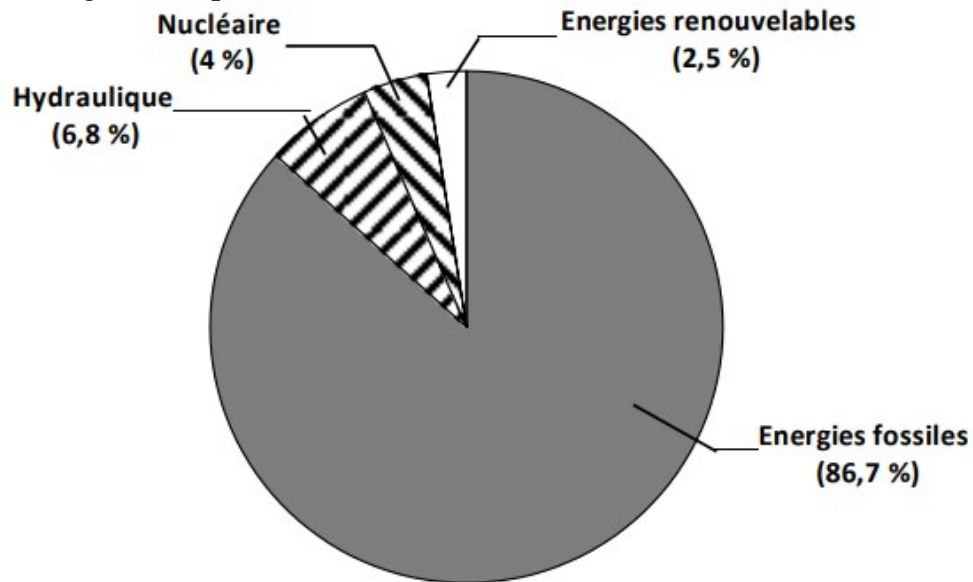
6- Calculer la surface totale occupée par l'ensemble des dispositifs. Conclure sur la possibilité d'utilisation des dispositifs de photosynthèse artificielle pour alimenter quotidiennement un foyer en électricité.

Document 2 – Les besoins d'énergie dans le futur

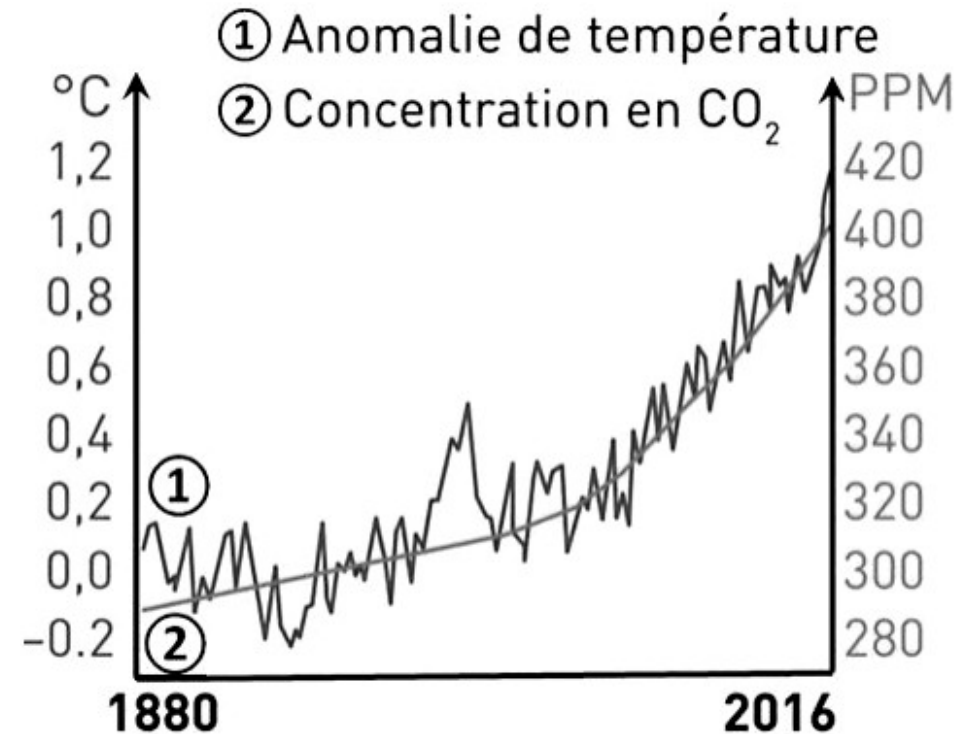
La population mondiale estimée à 7,7 milliards d'habitants en 2019 ne cessera de croître pour atteindre 9,8 milliards d'habitants en 2050. En poursuivant le rythme actuel de consommation d'énergie, celle-ci passerait d'environ 17 térawatts en 2019 à 30 térawatts en 2050.

(Note : 1 térawatt = 10^{12} watts)

Document 3 – Proportion de l'utilisation des différentes sources d'énergie sur la planète



Document 4 – Évolution de l'anomalie de température moyenne globale de la Terre (en °C) et de la concentration des émissions de dioxyde de carbone (en parties par millions : ppm) de 1880 à 2016



Partie 3 – L'intérêt de la photosynthèse artificielle

7- À l'aide des documents 2 à 4 ainsi que des connaissances, discuter de l'intérêt de la photosynthèse artificielle en lien avec les défis auxquels l'humanité est confrontée.

Exercice 12 corrigé disponible

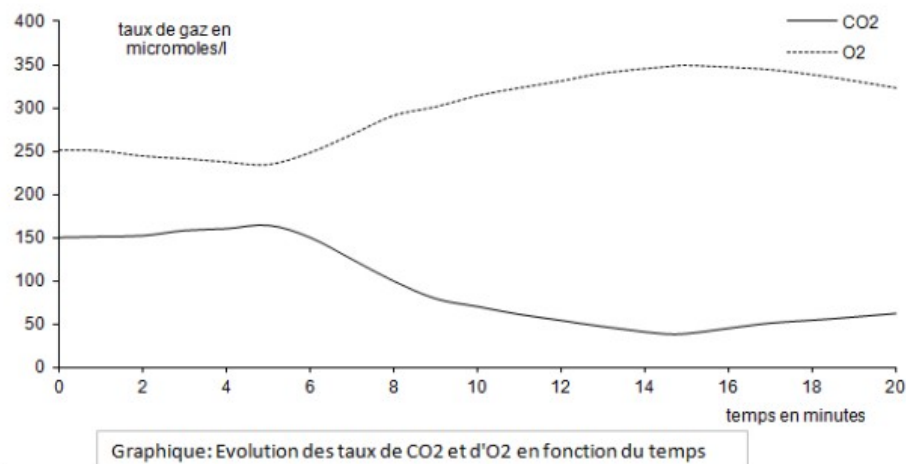
Le littoral ivoirien est sous l'influence de remontées d'eau froide périodiques qui favorisent le développement du phytoplancton. Ce milieu est favorable au développement de populations de poissons, parmi lesquels dominent les sardines, notamment l'espèce Sardinelle aurita qui se nourrit de plancton

Parmi les affirmations suivantes, choisissez celles qui sont vraies.

1. La photosynthèse:

- a. est réalisée par tous les êtres vivants,
- b. est réalisée par les végétaux chlorophylliens,
- c. permet la synthèse de dioxyde de carbone,
- d. permet la synthèse de matière organique.

2. En soumettant des euglènes (organismes chlorophylliens) à des périodes d'obscurité et d'éclairement, dans un milieu fermé dans lequel on enregistre la teneur en CO_2 et en O_2 , on obtient les courbes suivantes.



En étudiant ce graphique, on peut déduire que:

- a. les euglènes ont été éclairées de 0 à 5 minutes,
- b. les euglènes ont été placées à l'obscurité entre 5 et 15 minutes,
- c. les euglènes n'ont été placées à l'obscurité qu'à partir de 15 minutes,
- d. les euglènes ont été éclairées entre 5 et 15 minutes

3. A l'échelle de la plante, la photosynthèse permet la production de:

- a. sels minéraux,
- b. matière organique
- c. dioxyde de carbone,
- d. lumière.

4. Des cultures végétales sont réalisées pendant 2 mois dans différentes conditions d'apport minéral. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous

Sels minéraux ajoutés	aucun	Nitrate (apport d'azote)	Phosphate (apport de phosphore)	Nitrate + Phosphate
Biomasse produite après 2 mois en kg.m^2	75	150	72	220

Mesure de la biomasse végétale produite dans différentes conditions expérimentales.

Ces résultats permettent de déduire que :

- a. les plantes se développent aussi bien avec ou sans apport de sels minéraux,
- b. les nitrates sont des sels minéraux qui accélèrent le développement de la plante,
- c. les phosphates ajoutés seuls accélèrent la croissance,
- d. l'apport de plusieurs sels minéraux permet une croissance optimale (maximale).

5. Des cultures végétales sont réalisées pendant 2 mois dans différentes conditions d'apport minéral. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous

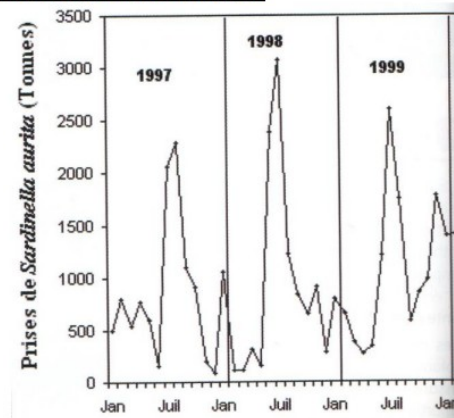
Document 1 a : Variation de la productivité primaire sur le littoral ivoirien entre 1997 et 1999.

Date	Janvier 1997	Juillet 1997
Productivité primaire (unité arbitraire)	2.0	6.5

Date	Janvier 1998	Juillet 1998
Productivité primaire (unité arbitraire)	1.8	8.2

Date	Janvier 1999	Juillet 1999
Productivité primaire (unité arbitraire)	2.1	7.7

Document 1 b : Variation des prises de sardines sur le littoral ivoirien entre 1997 et 1999



7. Pour effectuer la photosynthèse, un organisme :

- a. consomme du CO_2 et des sels minéraux.
- b. consomme de la matière organique.
- c. a besoin d'énergie lumineuse.
- d. a besoin d'énergie chimique.

8. Sur le littoral ivoirien, la productivité primaire varie selon les saisons car elle dépend :

- a. de la quantité de sels minéraux disponibles dans l'eau.
- b. de l'ensoleillement.
- c. des prises de sardines.
- d. de la quantité d'eau.

Sur le littoral ivoirien, la productivité primaire :

- a. correspond à la masse totale de matière organique présente dans un écosystème.
- b. correspond à la masse de matière organique produite par les organismes chlorophylliens en un lieu donné pendant un an.
- c. est assurée par les sardines.
- d. est exprimée en tonne.

6. Dans un écosystème, les producteurs primaires sont :

- a. à la base de la chaîne alimentaire.
- b. au sommet de la chaîne alimentaire.
- c. capables de convertir de l'énergie chimique en énergie lumineuse.
- d. responsables de l'entrée de matière et d'énergie dans le monde vivant.