

La photosynthèse et l'énergie du vivant

Photosynthèse, chaînes alimentaires, énergie des aliments et équilibre alimentaire : à la fin, tu sais **dire d'où viennent la matière et l'énergie d'une plante, faire le bilan d'énergie d'une journée et relier l'alimentation à la santé.**



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours clair, repères à retenir, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On part d'un saule que van Helmont a pesé pendant cinq ans, on termine sur les données de santé du monde entier et deux sujets complets.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les confusions à éviter dans le chapitre, en X / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les quatre savoir-faire exigibles du chapitre, cités dans les termes du programme. **Tu sais toujours à quelle capacité répond l'exercice que tu travailles.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des dix-huit repères, chacun étiqueté selon ce qu'il faut en faire, et la page qui donne le plan de réponse de chaque question type du chapitre.

4

parties
progressives

13

exercices corrigés
pas à pas

18

repères
à retenir

10

méthodes
pas à pas

Conforme au programme d'**enseignement scientifique de première générale** - B.O. n° 25 du 22 juin 2023, thème 2 « Le Soleil, notre source d'énergie », partie **2.3 « De la conversion biologique de l'énergie solaire par la photosynthèse à l'énergie nécessaire à tous les êtres vivants »**. Un test de positionnement en page 4 t'indique par quelle partie commencer.

« La photosynthèse stocke moins de 0,1 % de l'énergie solaire reçue par la Terre.
Presque tous les êtres vivants vivent de cette part. »

Génies des Sciences
Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions sur les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer**.

01 La matière d'un arbre vient surtout :

- a** de la terre du sol **b** du dioxyde de carbone de l'air
c de la lumière

02 Le dioxyde de carbone (CO₂) contient du carbone. C'est de la matière :

- a** organique **b** minérale

03 Au cours de la photosynthèse, l'énergie de la lumière est convertie en :

- a** énergie chimique **b** matière **c** énergie électrique

04 À l'échelle de la Terre, la photosynthèse stocke environ quelle part de l'énergie solaire reçue ?

- a** 0,1 % **b** 10 % **c** 50 %

05 Dans la chaîne « herbe → lapin → renard », chaque flèche signifie :

- a** « mange » **b** « est mangé par »

06 Les champignons qui se nourrissent des feuilles mortes sont :

- a** des producteurs **b** des décomposeurs
c des organismes chlorophylliens

07 Un renard stocke dans sa matière presque toute l'énergie contenue dans les lapins qu'il mange.

VRAI **FAUX**

08 Près de la moitié de la production de matière organique par photosynthèse a lieu dans les océans.

VRAI **FAUX**

09 Dans nos cellules, l'énergie des aliments est libérée par :

- a** la photosynthèse **b** la respiration **c** la transpiration

10 Une kilocalorie (1 kcal) vaut environ :

- a** 4,18 kJ **b** 0,24 kJ **c** 1 000 kJ

11 Un biscuit apporte 2 000 kJ pour 100 g. Une portion de 25 g apporte :

- a** 80 kJ **b** 500 kJ **c** 2 000 kJ

12 Pendant le sommeil, le corps ne dépense presque pas d'énergie.

VRAI **FAUX**

13 Deux repas qui apportent la même énergie ont la même valeur pour la santé.

VRAI **FAUX**

14 Le scorbut des marins d'autrefois venait d'un manque de :

- a** vitamine C **b** sucres **c** lipides

15 La prévalence de l'obésité dans un pays est :

- a** le nombre de nouveaux cas dans l'année
b la proportion de la population atteinte
c la masse moyenne des habitants

16 Le diabète de type 1 est provoqué par une alimentation trop sucrée.

VRAI **FAUX**

QUESTIONS PARTIE SI TU EN RATES UNE...

1 à 4	1	la matière et l'énergie de la photosynthèse
5 à 8	2	les chaînes alimentaires et les transferts d'énergie
9 à 12	3	l'énergie des aliments et le bilan d'énergie
13 à 16	4	l'équilibre alimentaire et la santé

✓ Où sont les réponses

Elles ne sont pas sur cette page, pour que tu répondes sans les voir : tu les trouveras **en tête des corrigés**, page 33.

★ Comment lire ton résultat

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre.

9 à 13 : commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre. Le pack est construit pour ce parcours complet.

? D'où viennent ces questions

Chaque question correspond à une **capacité exigible** du programme ou à une notion du cours qui la prépare.





Équation : $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ (6 C, 12 H et 18 O de chaque côté). L'énergie lumineuse devient de l'énergie chimique, stockée dans le glucose ; la matière vient du CO_2 et de l'eau.

4 Une infime partie de l'énergie solaire

COURS

Le **rendement de conversion** mesure la part de l'énergie lumineuse reçue qui se retrouve stockée dans la matière organique : c'est une proportion, souvent exprimée en pourcentage. À l'échelle de la Terre entière, la photosynthèse stocke **moins de 0,1 %** de l'énergie solaire reçue (exercice 7) ; un champ cultivé, sur une année, de l'ordre de 0,5 % à 1 % de la lumière qu'il reçoit (exercice 4). Même dans les meilleures conditions, ce rendement ne dépasse pas quelques pour cent.

Pourquoi si peu ? Près de la moitié du rayonnement solaire (l'infrarouge surtout) n'est pas utilisable par la chlorophylle ; une grande partie de la lumière n'atteint aucune feuille (déserts, sols nus, hiver, océans pauvres en phytoplancton) ; la chlorophylle absorbe mal le vert ; la conversion elle-même dissipe de l'énergie sous forme de chaleur ; et la plante consomme une partie de ses propres sucres pour respirer. C'est pourtant cette part infime qui alimente presque tous les êtres vivants (partie 2).

R4 LE RENDEMENT DE CONVERSION

À RETROUVER

$$\text{rendement} = \frac{\text{énergie stockée dans la matière organique}}{\text{énergie lumineuse reçue}}$$

C'est une proportion : la partie divisée par le tout, les deux énergies dans la même unité ($\times 100$ pour un pourcentage). Ordres de grandeur : moins de 0,1 % pour la Terre entière, de l'ordre de 1 % au plus pour un champ cultivé.

5 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Classer une substance : minérale ou organique

1 Je lis la formule

ou la description de la substance.

2 Je cherche du carbone lié à de l'hydrogène

dans une molécule fabriquée par un être vivant.

3 Je conclus en citant le critère

puis je dis ce que la plante fait de cette substance.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Le saccharose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), sucre fabriqué par la betterave, contient des atomes de carbone liés à des atomes d'hydrogène : c'est de la matière **organique**.
Le calcaire (CaCO_3) contient du carbone, mais lié seulement à de l'oxygène, et pas d'hydrogène : c'est de la matière **minérale**.

2 Vérifier une équation de réaction

1 Je compte les atomes de chaque élément à gauche

en multipliant par le nombre écrit devant chaque formule.

2 Je compte les mêmes atomes à droite

de la même façon.

3 Je conclus

que l'équation est équilibrée si chaque élément compte autant d'atomes des deux côtés.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ



À gauche : C = $6 \times 1 = 6$; H = $6 \times 2 = 12$; O = $6 \times 2 + 6 \times 1 = 18$.

À droite : C = 6 ; H = 12 ; O = $6 + 6 \times 2 = 18$.

Mêmes nombres d'atomes des deux côtés : l'équation est **équilibrée**.



Exercice 1 Minéral ou organique ?



DOCUMENT - NEUF SUBSTANCES QU'ON TROUVE DANS UNE PLANTE OU AUTOUR D'ELLE

SUBSTANCE	FORMULE OU DESCRIPTION	SUBSTANCE	FORMULE OU DESCRIPTION
eau	H ₂ O	dioxygène	O ₂
dioxyde de carbone	CO ₂	ion phosphate	PO ₄ ³⁻
ion nitrate	NO ₃ ⁻	cellulose	longue chaîne de molécules de glucose
glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	alanine (un acide aminé)	C ₃ H ₇ NO ₂
amidon	longue chaîne de molécules de glucose		

1. Classer ces neuf substances en matière minérale et matière organique, en citant le critère utilisé.
2. Lesquelles la plante prélève-t-elle dans son environnement ? Lesquelles fabrique-t-elle ? Laquelle la photosynthèse rejette-t-elle ?
3. La betterave fabrique du saccharose selon l'équation $12 \text{ CO}_2 + 11 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 12 \text{ O}_2$. Vérifier que cette équation est équilibrée.
4. L'alanine contient un atome d'azote (N). D'où vient cet azote ? Pourquoi l'ion nitrate est-il indispensable à la plante, alors qu'il n'apparaît pas dans l'équation de la photosynthèse ?

Le conseil du prof

Dans l'exercice 2 comme sur toute copie, écris la matière et l'énergie en deux phrases : « La matière organique est fabriquée à partir du dioxyde de carbone de l'air et de l'eau. L'énergie nécessaire vient de la lumière. » Une phrase comme « la plante transforme la lumière en matière » est un contresens, même si elle sonne bien.



Exercice 2 Le saule de van Helmont



Jan Baptist van Helmont (1580-1644), médecin et chimiste flamand, a voulu savoir d'où vient la matière d'un arbre. Son récit est publié en 1648, après sa mort.

DOCUMENT 1 - LE RÉCIT DE VAN HELMONT (TRADUCTION LIBRE ET RÉSUMÉE)

« J'ai pris un vase de terre, dans lequel j'ai mis deux cents livres de terre séchée au four. Je l'ai humectée d'eau de pluie et j'y ai planté un tronc de saule pesant cinq livres. Au bout de cinq ans, l'arbre pesait cent soixante-neuf livres et environ trois onces. Le vase n'a reçu que de l'eau de pluie ; il était couvert d'une plaque de fer percée de trous, pour que la poussière n'y tombe pas. Je n'ai pas compté les feuilles tombées pendant quatre automnes. J'ai de nouveau séché la terre du vase : j'y ai retrouvé les mêmes deux cents livres, moins environ deux onces. Le bois, l'écorce et les racines du saule sont donc venus de la seule eau. »



La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Lis-les seulement après avoir cherché : c'est l'effort de recherche qui fixe la méthode.

✓ **Les réponses du test de positionnement**

1. b - 2. b (carbone lié seulement à l'oxygène) - 3. a - 4. a - 5. b - 6. b - 7. Faux (de l'ordre de 10 %) - 8. Vrai - 9. b - 10. a - 11. b (2 000 kJ × 25 g / 100 g = 500 kJ) - 12. Faux - 13. Faux - 14. a - 15. b - 16. Faux



Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée relevée dans le document, le raisonnement en phrases, la relation, le calcul avec l'unité à chaque ligne, puis une phrase qui répond à la question. Cette dernière phrase n'est pas du remplissage : c'est elle qui montre que le calcul a été interprété.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent : c'est ce point qu'il faut reprendre, pas l'exercice entier. La page 42 donne, pour chaque type de question, le plan attendu.

Exercice 1 ★ **Minéral ou organique ?**

1. Critère (R2) : une molécule organique contient des atomes de carbone liés à des atomes d'hydrogène. Le glucose ($C_6H_{12}O_6$), l'amidon et la cellulose (chaînes de glucose) et l'alanine ($C_3H_7NO_2$) en contiennent : **matière organique**. L'eau et les ions nitrate et phosphate n'ont pas de carbone ; le dioxygène non plus ; dans le dioxyde de carbone, le carbone n'est lié qu'à de l'oxygène : **matière minérale**.
2. La plante **prélève** de la matière minérale : l'eau, le dioxyde de carbone, les ions nitrate et phosphate. Elle **fabrique** la matière organique : le glucose, puis l'amidon, la cellulose et l'alanine. La photosynthèse **rejette** le dioxygène.
3. À gauche : $C = 12 \times 1 = 12$; $H = 11 \times 2 = 22$; $O = 12 \times 2 + 11 \times 1 = 35$. À droite : $C = 12$; $H = 22$; $O = 11 + 12 \times 2 = 35$. Chaque élément compte le même nombre d'atomes des deux côtés : l'équation est **équilibrée**.
4. L'azote vient des **ions nitrate** puisés dans le sol par les racines. La photosynthèse ne fournit que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène (glucose) ; pour fabriquer des acides aminés, donc ses protéines, la plante doit associer au glucose l'azote des nitrates. Sans nitrate, pas de protéines : c'est pourquoi le programme range les ions dans la matière minérale utilisée.

Le critère, pas l'intuition

« Il y a du carbone » ne suffit pas (CO_2), « c'est dans une plante » non plus (eau) : c'est la liaison carbone-hydrogène qui décide. C'est aussi pour l'azote que les agriculteurs apportent des engrais.

Exercice 2 ★★ **Le saule de van Helmont**

1. Masse gagnée : 169 livres - 5 livres = **164 livres**. En kilogrammes : 164 livres × 0,45 kg par livre = 73,8 kg, soit **environ 74 kg**.
2. Masse perdue par la terre : 2 onces = $\frac{2 \text{ onces}}{16 \text{ onces par livre}} = 0,125 \text{ livre}$. Pourcentage : $\frac{0,125 \text{ livre}}{164 \text{ livres}} = 7,6 \times 10^{-4}$, soit **environ 0,08 %** : la terre a perdu moins d'un millième de la masse gagnée par l'arbre.
3. Van Helmont conclut que le bois, l'écorce et les racines sont venus « de la seule eau ». Les feuilles tombées, non pesées, s'ajoutent à la matière produite par l'arbre : le gain réel est encore plus grand, alors que la terre n'a presque rien perdu. Elles **renforcent** donc l'idée que la masse du saule ne vient pas de la terre.

Une expérience juste, une conclusion fausse

Les mesures de van Helmont sont soigneuses ; il ignorait qu'une plante absorbe un gaz de l'air. Ce rôle du dioxyde de carbone n'a été établi qu'entre la fin du XVIII^e et le début du XIX^e siècle.

