

La nutrition carbonée

La nutrition carbonée

1. Objectifs :

■ Objectifs de savoir:

- Mettre en évidence la présence de matière organique dans les organes de réserve de la plante et au niveau des feuilles.
- Déduire, dans le cas de la plante éclairée le bilan des échanges gazeux respiratoires et chlorophylliens.
- Déduire, à partir de résultats expérimentaux, l'origine de l'oxygène dégagé par la plante éclairée lors de la photosynthèse.
- Localiser et extraire la chlorophylle;
- Expliquer le rôle de la lumière : la photolyse de l'eau.
- Exploiter des résultats expérimentaux et d'autres données pour établir, de façon simplifiée, les réactions et le bilan de la photosynthèse.
- S'informer sur les techniques d'amélioration des cultures

■ Objectifs de savoir faire:

- Développer les habiletés manipulatoires et le maniement des instruments d'observation;
- Emettre des hypothèses et les vérifier expérimentalement;
- Comparer, à partir d'observations au spectroscope, le spectre de la lumière blanche et le spectre d'absorption de la chlorophylle et en déduire la nature des radiations lumineuses absorbées;
- Faire le rapport entre la variation de l'intensité photosynthétique et la variation de certains facteurs de l'environnement de la plante (teneur en dioxyde de carbone de l'air ou de l'eau, lumière, température...); en déduire les conditions optimales de la photosynthèse.

■ Objectifs de savoir être:

- Etre conscient de l'importance de la production végétale pour la nutrition de l'homme;
- Être capable d'adopter des attitudes et des comportements positifs pour préserver les ressources alimentaires;

■ Être sensibilisé aux techniques modernes de l'amélioration de la production végétale.

2. Introduction : l'eau et les sels minéraux pénètrent dans la plante par les poils absorbants des racines et circulent dans les vaisseaux du xylème sous forme de sève brute qui sert à fabriquer la matière organique (protides, lipides et glucides). Les parties vertes de la plante synthétisent des substances organiques en présence de lumière et de dioxyde de carbone: c'est la photosynthèse. Elle est conditionnée par de nombreux facteurs liés à l'environnement et par des facteurs internes. Pour augmenter la productivité agricole et subvenir aux besoins sans cesse croissants de l'Homme, il faut connaître les conditions optimales de la photosynthèse.

1. Comment mettre en évidence les substances organiques dans les organes de la plante ?
2. Quelle est l'origine du carbone de la matière organique synthétisée par la plante verte et quelle est l'origine du dioxygène dégagé ?
3. Quel est le rôle de la lumière et de la chlorophylle au cours de la photosynthèse ?
4. Quelles sont les conditions optimales de la photosynthèse ?
5. Comment peut-on agir sur les conditions de la photosynthèse pour améliorer la production végétale ?

3. Activités envisageables :

■ **Activité1 : mise en évidence de la matière organique dans la plante verte.**

Réalisez les expériences suivantes et complétez le tableau :








Aliments mis en évidence		Expériences	Résultats	Conclusions
G L U C I D E S	Amidon	Tranche de pomme de terre + Eau iodée		
	Glucose	Jus d'orange + Liqueur de Fehling à chaud		
PROTIDES		Graines d'haricot + sulfate de cuivre + soude		
LIPIDES		Frottez une olive sur du papier blanc		

■ **Activité2 : rappel sur les conditions de la photosynthèse.**

On prélève 6 feuilles de pélagonium (plante verte), après une journée ensoleillée :

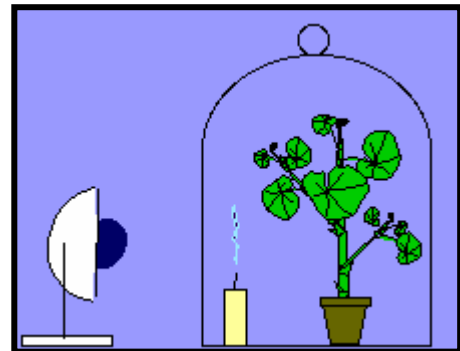
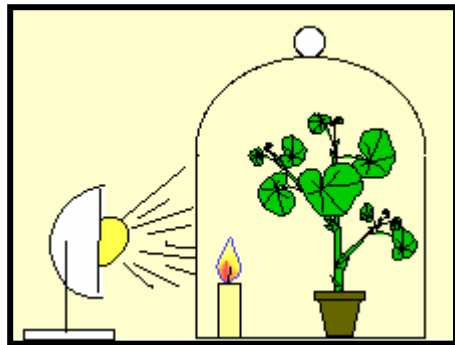
- Feuille 1 (F₁) : entièrement verte et exposée à la lumière;
- Feuille 2 (F₂) : partiellement couverte d'un cache noir;
- Feuille 3 (F₃) : totalement couverte d'un cache noir;
- Feuille 4 (F₄) : feuille panachée (composée d'un mélange de couleurs);
- Feuille 5 (F₅) : feuille recouverte d'un sac en plastique où circule de l'air;
- Feuille 6 (F₆) : feuille recouverte d'un sac en plastique où circule de l'air privé de CO₂. Chaque feuille est décolorée dans l'alcool bouillant, rincé à l'eau, puis traité à l'eau iodée.

Complétez le tableau suivant puis déduisez les conditions de la photosynthèse :

Condition	Feuilles	Résultats	Conclusions
	(F ₁) 		
	(F ₂) 		
	(F ₃) 		
	(F ₁) 		
	(F ₄) 		
	(F ₅) 		
	(F ₆) 		

■ **Activité3: bilan des échanges gazeux respiratoires et chlorophylliens.**

Afin de connaître les échanges gazeux effectués par la plante à la lumière et à l'obscurité, on réalise les expériences suivantes :



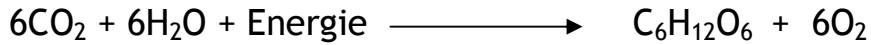
1. Emettez des hypothèses sur la nature du gaz dégagé par la plante. Comment les vérifier?
2. Si on éteint la lampe et on réalise l'expérience à l'obscurité, la bougie s'éteint. Expliquez ce résultat.
3. Faites un bilan des échanges gazeux de la plante avec son milieu, à la lumière et à l'obscurité.

■ **Activité4: origine du dioxygène dégagé au cours de la photosynthèse.**

En présence de la lumière, la plante verte absorbe le dioxyde de carbone (CO_2) et l'eau pour faire la synthèse des glucides (amidon, glucose, etc..) tout en dégageant le dioxygène (O_2). Pour connaître l'origine du dioxygène dégagé, on réalise une série d'expériences résumée dans le tableau suivant :

Expériences	Résultats	Conclusions
On fournit à des plantes vertes du CO_2 dont l'oxygène est radioactif, en présence de la lumière	Le dioxygène rejeté n'est pas radioactif mais les glucides synthétisés contiennent du dioxygène radioactif	
On fournit à des plantes de l'eau dont le dioxygène est radioactif, en présence de la lumière	Le dioxygène rejeté par les plantes est radioactif	
On fournit à des plantes vertes du CO_2 dont le carbone est radioactif, en présence de la lumière	Les glucides formés sont radioactifs	
On fournit à des plantes de l'eau dont l'hydrogène est radioactif, en présence de la lumière	Les glucides formés contiennent de l'hydrogène radioactif	

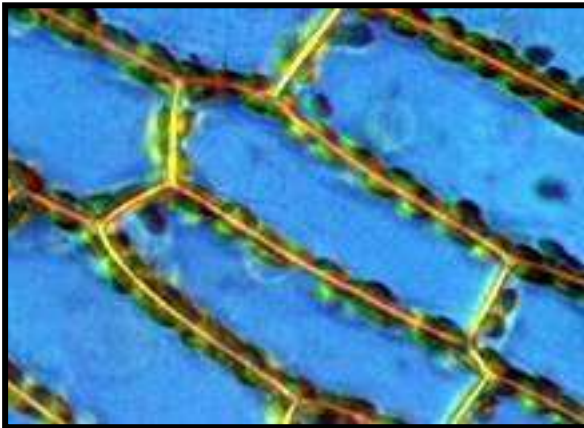
1. Complétez le tableau : tirez des conclusions à partir des résultats expérimentaux;
2. A partir de l'équation globale de la photosynthèse :



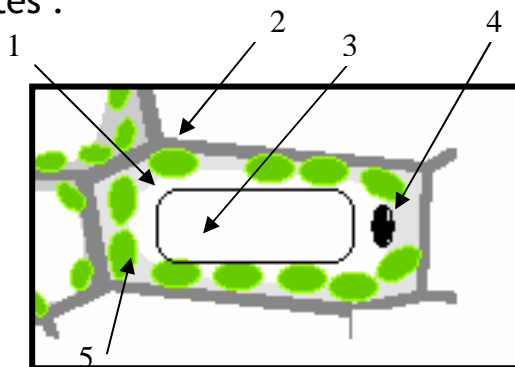
Symbolisez la radioactivité de chaque expérience par un Astérisx coloré (*).

■ **Activité4: localisation de la chlorophylle.**

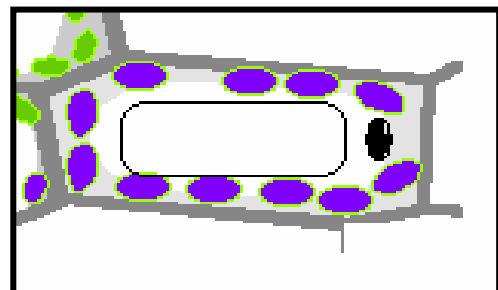
Expérience : prélevez un fragment de feuille d'élodée (ou d'algue filamenteuse ou de Mousse) et déposez-le dans une goutte d'eau, entre lame et lamelle puis observez la préparation au microscope et schématisez une cellule chlorophyllienne.



1. Donnez une définition à la chlorophylle;
2. Indiquez la localisation de la chlorophylle au niveau cellulaire.
3. Deux fragments de feuilles d'élodée sont observés au microscope, l'un à été prélevé le matin (fragment 1), l'autre après 14H de journée ensoleillée (fragment 2). Ils ont été montés entre lame et lamelle dans une goutte d'eau iodée, pendant plusieurs minutes. Les résultats sont présentés par les figures suivantes :



Fragment 1



Fragment 2

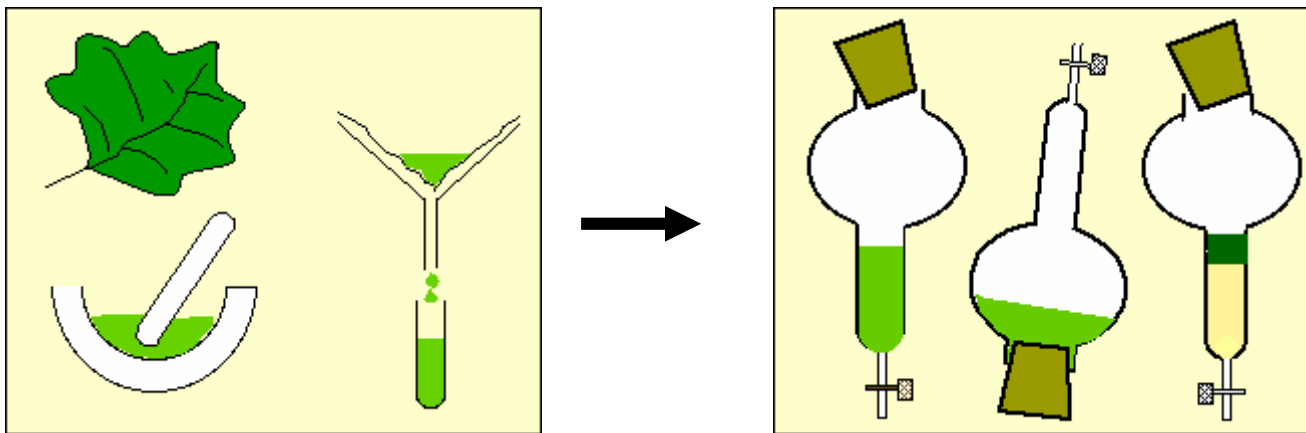
- a. Légendez le fragment 1;
- b. Comparez les 2 schémas et concluez quand au siège de la photosynthèse.
- c. Emettez une hypothèse sur le rôle de la chlorophylle.

■ **Résumé:** en présence de la lumière, la plante verte fabrique des substances organiques (glucides, protides, lipides), à partir de l'eau des sels minéraux et le dioxyde de carbone de l'air absorbé au niveau des feuilles par les stomates : c'est la **photosynthèse**. Elle se déroule dans des structures cellulaires appelées **chloroplastes**, situés dans le cytoplasme des cellules chlorophylliennes. Le dégagement du dioxygène et l'absorption du dioxyde de carbone sont des manifestations externes des échanges gazeux effectués par les cellules chlorophylliennes avec l'environnement.

■ **Activité 5 : extraction de la chlorophylle.**

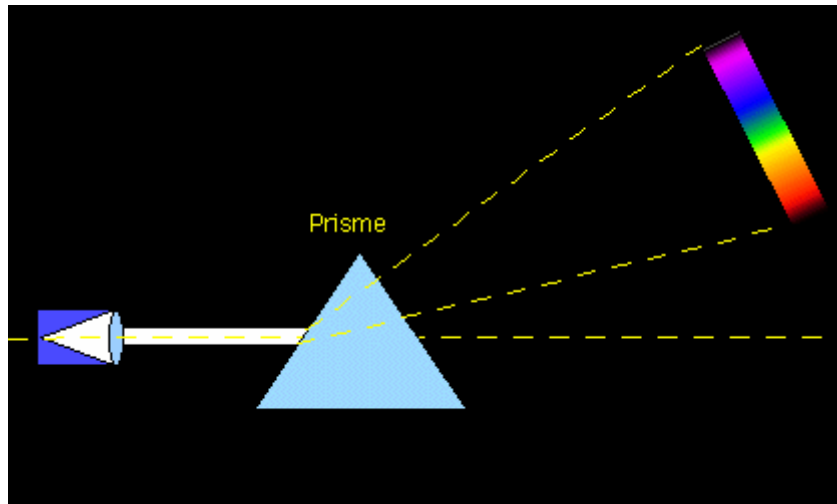
Pour connaître le rôle de la chlorophylle dans la photosynthèse, on a besoin d'une solution de chlorophylle brute d'où il est nécessaire de l'extraire.

Expérience : On broie des feuilles d'une plante bien verte dans de l'acétone (ou de l'alcool à 95°) en présence de sulfate de sodium anhydre (déshydratation) et de carbonate de calcium (neutralisation des acides organiques) jusqu'à l'obtention d'une solution bien verte puis on filtre. On verse 1 volume de cette solution dans une ampoule à décanter et on ajoute 1/5 de volume d'éther de pétrole, on agite très doucement. La solution se sépare en 2 phases : La **phase étherée, verte**, contient la plupart des pigments et la **phase hydro-alcoolique** (ou hydro-acétonique), jaune, une partie des xanthophylles seulement. Réalisez l'expérience.

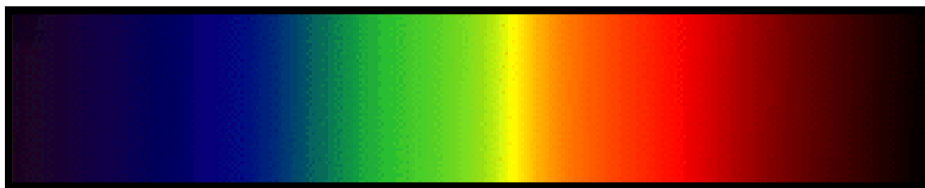


■ **Activité 6 : rôle de la chlorophylle.**

1. On peut disperser un faisceau de lumière blanche à l'aide d'un prisme en verre (ou un spectroscope) :

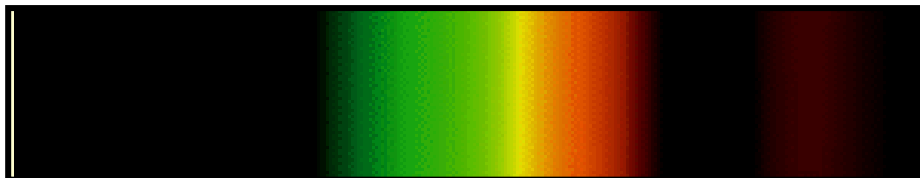


On obtient une série de 7 couleurs, qui forme le spectre continu de la lumière blanche :

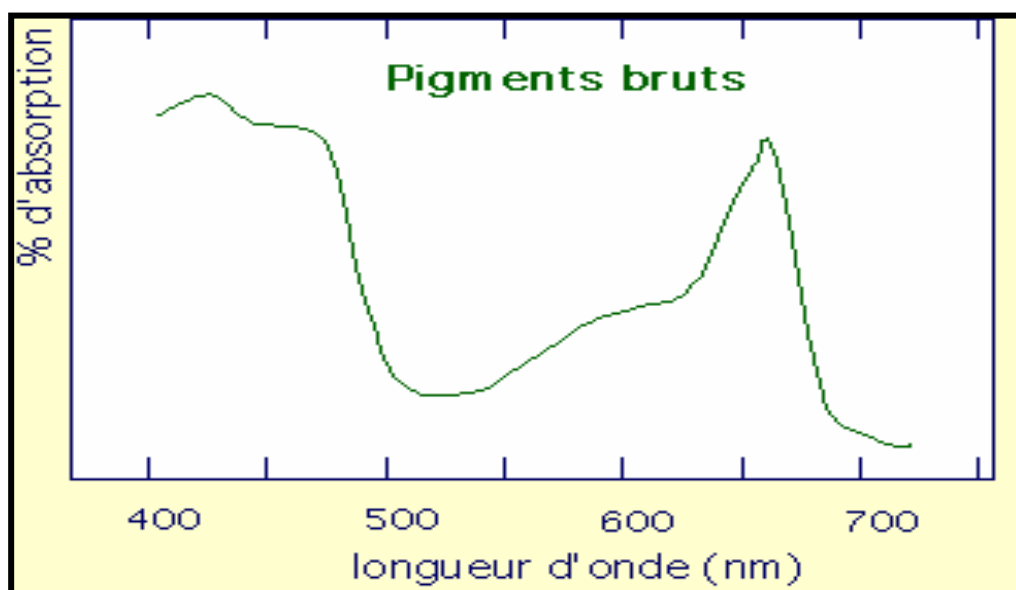


Spectre de la lumière blanche

- Expérience : placez la solution de chlorophylle entre la source de lumière et le prisme en verre (ou dans le spectroscopie). Comparez le spectre obtenu avec le spectre de la lumière blanche. En déduire les radiations absorbées par la chlorophylle.

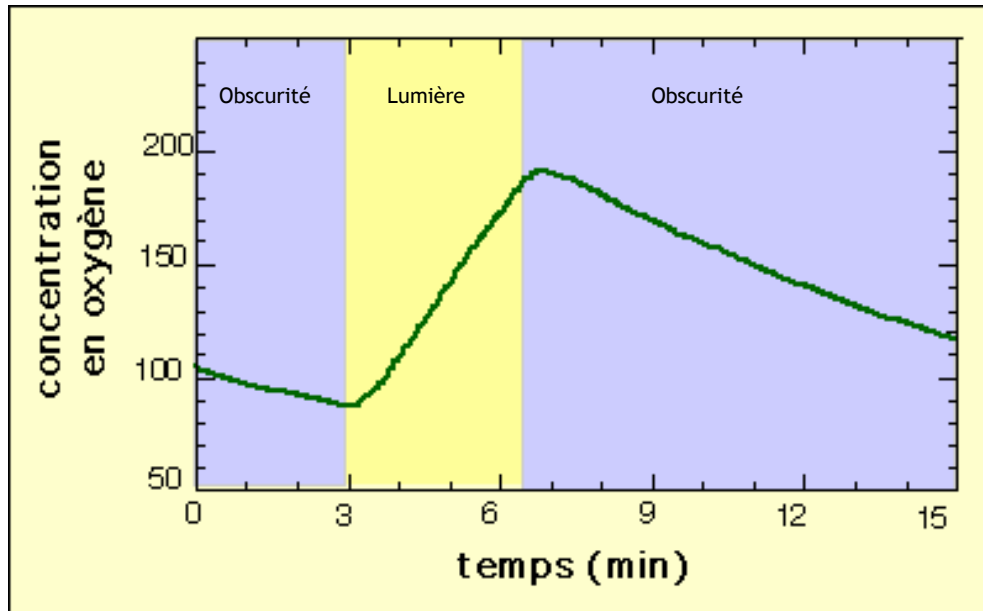


Spectre d'absorption de la chlorophylle



■ **Activité 7: rôle de la lumière.**

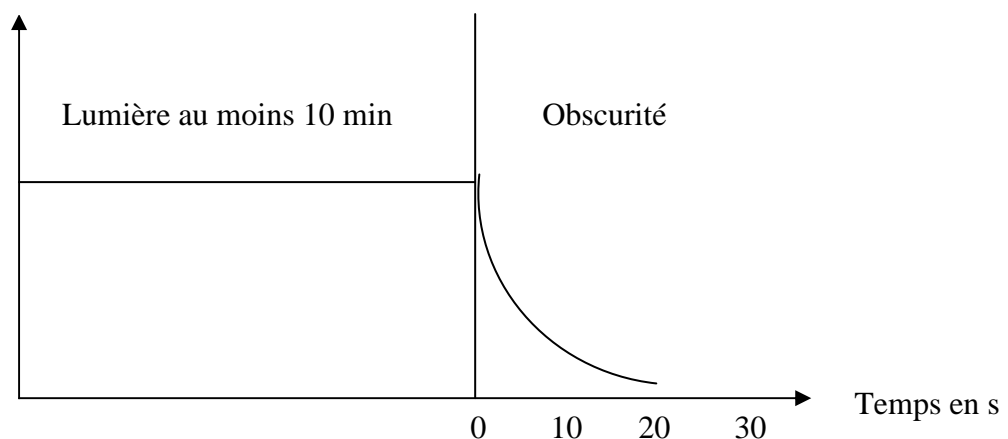
Expérience 1 : des chlorelles, ou des fragments de feuilles d'élodée sont placés dans une cuve, en présence d'hydrogénocarbonate de sodium (source de carbone). On effectue une séquence obscurité / lumière / obscurité et on mesure la concentration du milieu en dioxygène. Les résultats sont donnés par le graphe suivant :



1. Pendant les périodes obscures, la concentration en dioxygène diminue. A quoi est due cette consommation en dioxygène ?
2. Pendant la période lumineuse, la concentration en dioxygène augmente. A quoi est due cette production de dioxygène ?
3. Emettez une hypothèse sur le rôle de la lumière sachant que la chlorophylle est capable d'absorber certaines radiations lumineuses pour réaliser des réactions aboutissant à la formation d'énergie chimique.

Expérience 2 : expérience de Gaffron et ses collaborateurs. On mesure la quantité de dioxyde de carbone absorbée par des algues vertes exposées durant 10 min à une forte lumière. On remarque que dès que ces algues sont placées à l'obscurité, **elles continuent à absorber le dioxyde de carbone pendant 18 secondes.**

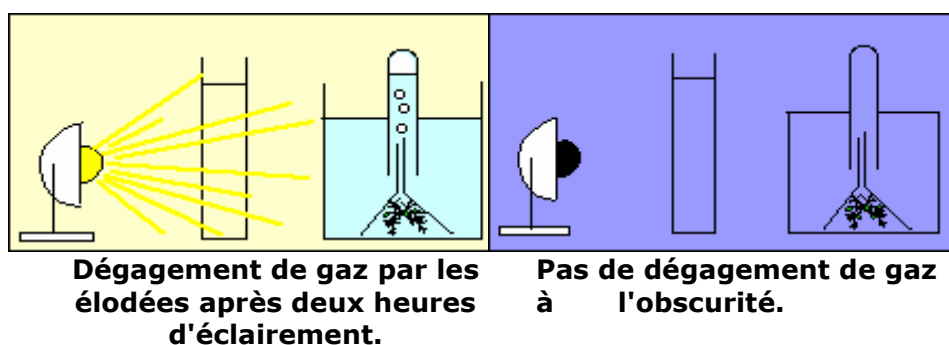
CO₂ incorporé par unité de temps



1. En se basant sur le document ci-dessus, identifiez les phases de la photosynthèse;
2. La première partie du graphe est appelée phase photochimique. Justifiez cette appellation. Ecrivez alors, la réaction chimique de la photolyse de l'eau (dissociation de l'eau);
3. Expliquez comment l'expérience de Gaffron met-elle en évidence la présence de la phase obscure.

■ **Activité 8: rôle du dioxyde de carbone:**

Expérience : des plantes aquatiques (élodées) sont placées dans de l'eau du robinet et recouvertes par un entonnoir et un tube à essai remplis d'eau. La cuve d'eau froide entre la lampe et le bac d'élodées permet d'éviter une élévation de température.

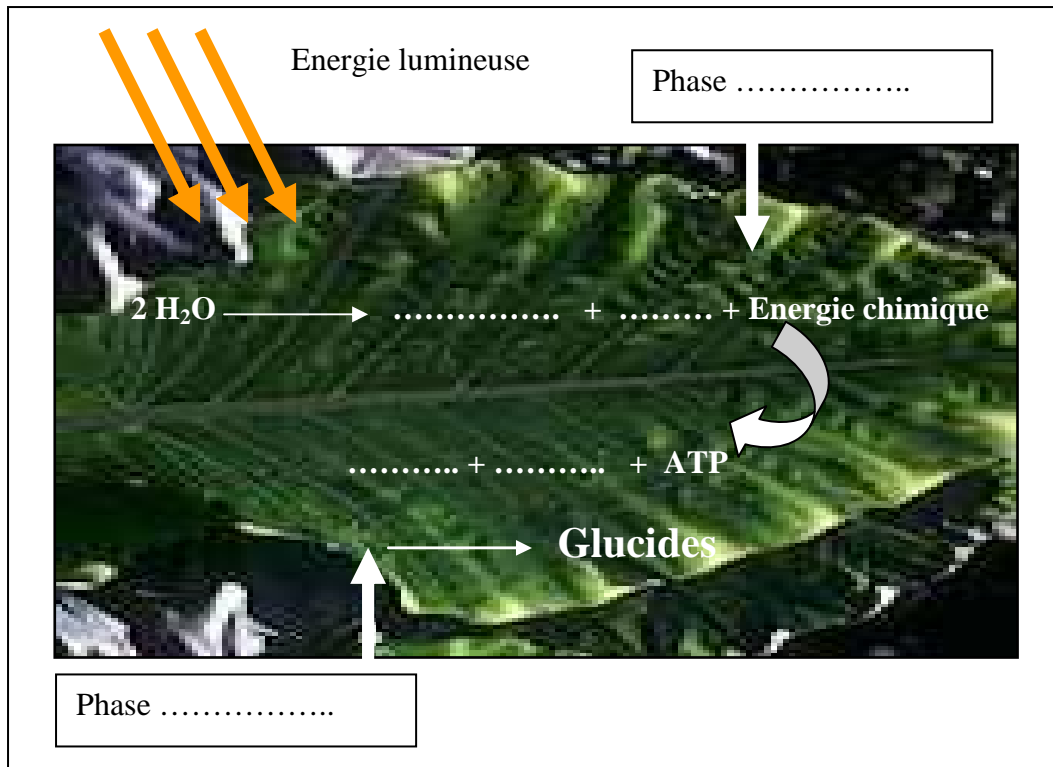


La même expérience est réalisée en présence d'eau distillée , d'eau du robinet et d'une solution de dihydrogencarbonate de sodium (source de carbone).

1. Prévoyez le résultat de cette expérience dans les trois cas ci-dessus;
2. Proposez une méthode pour identifier le gaz dégagé;
3. Justifiez l'absence de dégagement de gaz à l'obscurité;
4. La synthèse de matière organique se réalise uniquement en présence de dioxyde de carbone. Complétez la réaction suivante :



5. Complétez le schéma suivant :



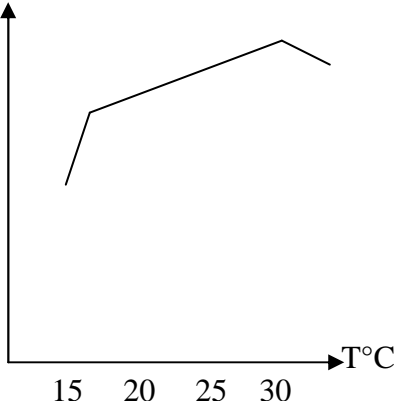
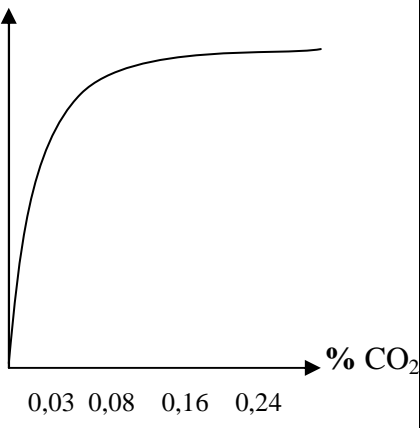
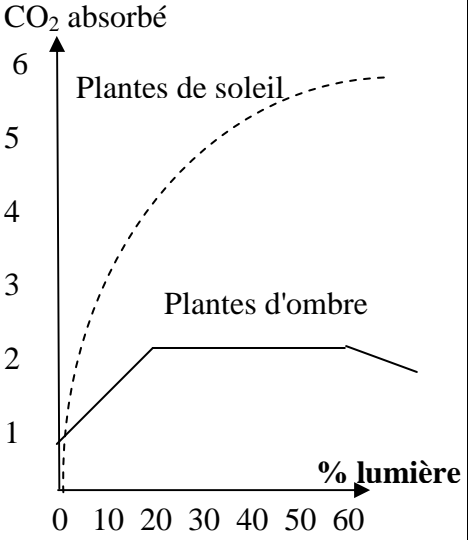
■ **Activité 9: influence de certains facteurs sur la photosynthèse.**

Les échanges gazeux photosynthétiques peuvent être mesurés par une intensité appelée intensité photosynthétique ou IP dont la formule est la suivante :

$$IP = \frac{\text{Volume de CO}_2 \text{ absorbé ou d'O}_2 \text{ dégagé (l)}}{\text{Temps (h) x masse sèche du végétal (Kg)}} \quad \text{en l / hxKg}$$

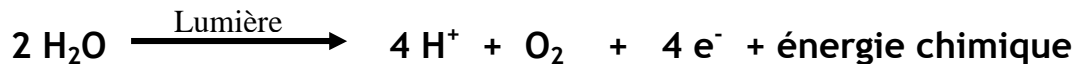
Cette intensité varie selon certains facteurs. Le tableau de la page suivante indique quelques facteurs de variation de intensité photosynthétique :

1. Complétez le tableau;
2. Déduisez les conditions optimales de la photosynthèse;
3. Proposez des méthodes permettant d'améliorer la production végétale.

Facteurs	Courbes	Analyses et conclusions
.....	<p>IP (culture de luzerne)</p>  <p>T°C</p> <p>15 20 25 30</p>	
.....	<p>IP (culture de blé)</p>  <p>% CO₂</p> <p>0,03 0,08 0,16 0,24</p>	
.....	<p>CO₂ absorbé</p>  <p>Plantes de soleil</p> <p>Plantes d'ombre</p> <p>% lumière</p> <p>0 10 20 30 40 50 60</p>	

Résumé: la chlorophylle, localisée dans les chloroplastes, absorbe certaines radiations lumineuses (surtout dans le rouge et dans le bleu). Au niveau des chloroplastes il y a conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique qui sert à la synthèse de matière organique : c'est la photosynthèse qui se déroule en deux phases :

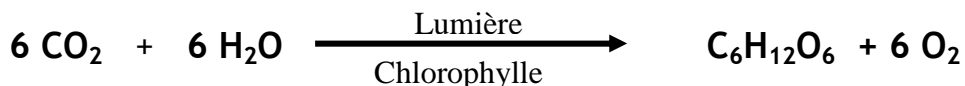
❖ Phase photochimique ou phase claire ou phase lumineuse : se déroule à la lumière. Au cours de cette phase il y a photolyse (dissociation) de l'eau et stockage de l'énergie chimique :



❖ Phase sombre ou phase obscure: se déroule en présence ou en absence de lumière et au cours de laquelle il y a incorporation du CO_2 et synthèse de substances organiques, par utilisation de l'énergie chimique stockée au cours de la phase lumineuse :



L'équation globale de la photosynthèse peut s'écrire :



4. Evaluation :

■ **Exercice n°1 :** Repérer les affirmations exactes (répondre par vrai ou faux)

1. Les animaux n'ont besoin pour se nourrir que de matière minérale.
2. L'eau est un aliment indispensable à la vie d'une plante.
3. Les racines d'un chêne puisent dans le sol de la forêt tous les aliments nécessaires à la croissance de cet arbre.
4. Le dioxyde de carbone est un poison pour les plantes vertes.
5. Les plantes vertes ont besoin de dioxyde de carbone.
6. Les plantes vertes trouvent leur alimentation dans le sol.

■ **Exercice n°2 :** définir les mots ou expressions suivantes :

1. Matière organique ; 2. Chlorophylle ; 3. Chloroplastes ; 4. Intensité photosynthétique

■ **Exercice n°3 :** trouvez l'intrus :

1. Végétaux verts, Chlorophylle, Cailloux, Photosynthèse.
2. Energie lumineuse; Energie chimique; Chloroplastes; Champignons.
3. CO_2 absorbé ; Respiration; O_2 dégagé; Intensité photosynthétique;

■ **Exercice n°4 :**

1. Reliez par une flèche la substance organique mise en évidence (liste A), avec le réactif utilisé (liste B) :

Liste A	Liste B
Protides Glucides Amidon	Eau iodée Liquueur de Fehling à chaud Soude + sulfate de cuivre

2. Indiquez pour chaque substance le résultat obtenu.

■ **Exercice n°6 :**

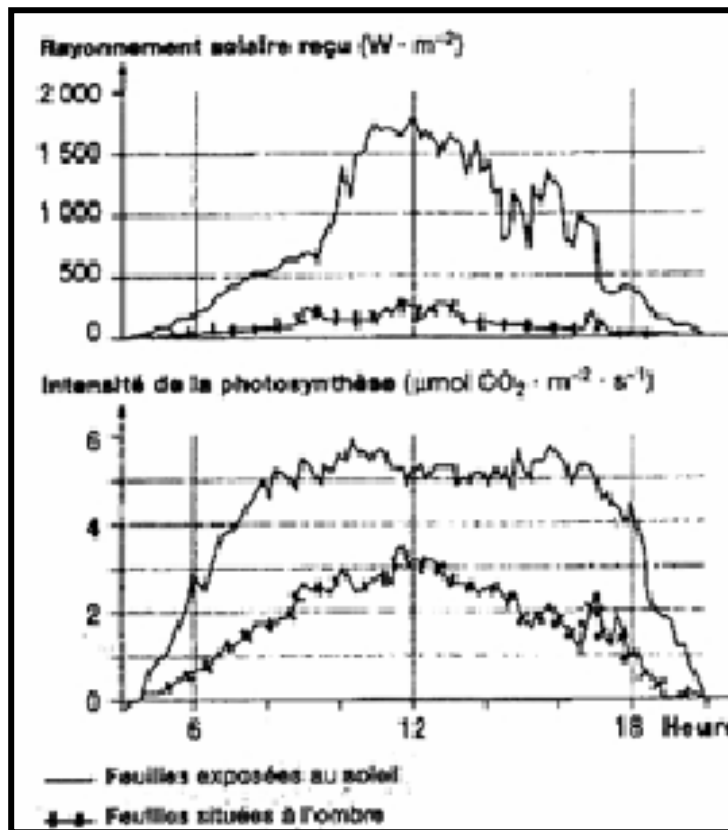
Mettre une croix devant l'affirmation exacte:

- 1) La photosynthèse:
 - a. Est une synthèse de matière organique qui s'accompagne d'une libération d'oxygène
 - b. Se réalise chez les végétaux verts même à l'obscurité.
 - c. Permet la fabrication de matière minérale.
- 2) Au cours de la phase photochimique de la photosynthèse, il y a:
 - a. Transformation de l'énergie lumineuse en énergie chimique et dégagement d'oxygène
 - b. Transformation de l'énergie chimique en énergie lumineuse.
 - c. Formation de matière organique.
- 3) Le spectre d'absorption correspond:
 - a. A la décomposition de la lumière blanche
 - b. Aux radiations restantes après absorption
 - c. A la radiation verte.

■ Exercice n°7:

On a mesuré la quantité de lumière reçue et la photosynthèse réalisée au cours d'une journée par des feuilles de hêtre exposées à la lumière et par des feuilles de hêtre exposées à l'ombre. Les mesures sont exprimées par m^2 de surface foliaire.

Document. Rayonnement solaire et intensité de la photosynthèse



Les feuilles de hêtre présentent une morphologie différente selon leur emplacement dans l'arbre : la surface moyenne d'une feuille exposée au soleil est de $28,8 \text{ cm}^2$, alors que celle d'une feuille située à l'ombre est de $48,9 \text{ cm}^2$.

Proposez une explication à la différence de morphologie des feuilles de hêtre.