

THÈME : la production de la matière organique et son utilisation.

LEÇON 10 : LA PRODUCTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

1. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Les élèves d'une classe de Première D de ton établissement organisent une sortie dans un jardin botanique en compagnie de leur professeur de SVT. Au cours de la sortie, ils observent à l'ombre des gros arbres, de jeunes plantes chétives. Par contre dans la clairière les jeunes plantes de la même espèce sont robustes avec de larges feuilles de couleur vert sombre et des fruits. Les élèves interrogent le professeur sur leur observation. Ce dernier leur explique que les plantes de la clairière se développent mieux car elles produisent plus de matières organiques. Pour mieux comprendre la production de la matière organique par la plante, les élèves décident de déterminer les conditions pour la production de la matière organique et d'expliquer le mécanisme de la photosynthèse pour en dégager l'importance dans la biosphère.

2. CONTENU DU COURS

COMMENT LA PLANTE VERTE PRODUIT-ELLE LA MATIÈRE ORGANIQUE ?

Les observations faites au cours d'une sortie dans un jardin botanique ont permis de constater que les plantes de la clairière produisent plus de matières organiques que celles qui sont à l'ombre des grands arbres. On peut alors supposer que :

- La plante verte produit la matière organique sous l'influence de certains facteurs.
- La plante verte produit la matière organique grâce à la chlorophylle.
- La plante verte produit la matière organique selon un mécanisme.

I- LA PLANTE VERTE PRODUIT-ELLE LA MATIÈRE ORGANIQUE SOUS L'INFLUENCE DE CERTAINS FACTEURS ?

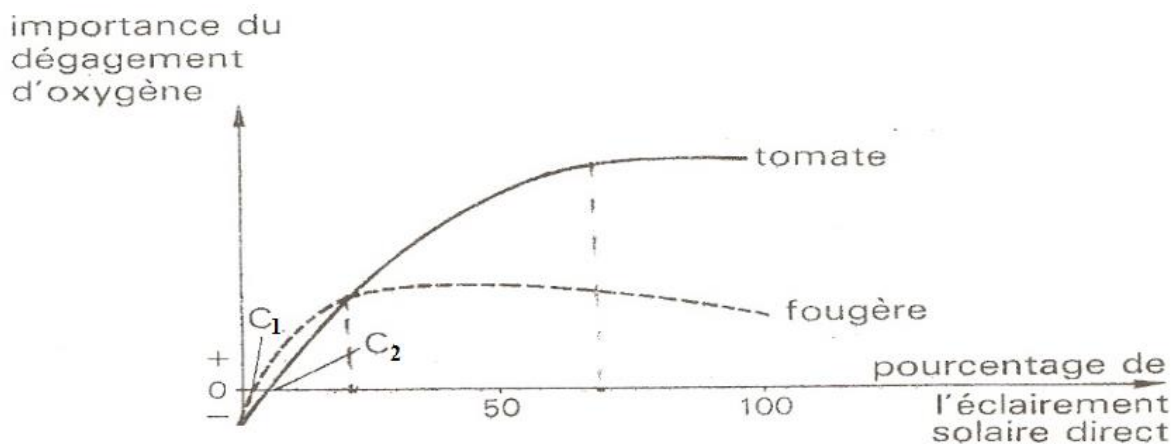
1- Exploitation de l'expérience relative à l'influence de la lumière

1.1 Présentation de l'expérience

L'expérience consiste à mettre en évidence l'influence de la lumière sur l'intensité de l'activité photosynthétique de deux plantes.

On place un plant de tomate et un plant de fougère à des éclairagements solaires de plus en plus intenses. La température et la teneur en dioxyde de carbone du milieu restent constantes. On mesure le dégagement de dioxygène de ces plantes (intensité photosynthétique). À partir des valeurs obtenues, on trace les courbes ci-dessous.

1.2 Résultats



COURBES DE L'INFLUENCE DE L'INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE SUR L'INTENSITÉ DE LA PHOTOSYNTÈSE CHEZ DEUX PLANTES

1.3 Analyse

En absence d'éclairage et pour de faibles intensités lumineuses (2,5 à 5% d'éclairage), l'intensité de la photosynthèse (dégagement d'oxygène) est négative ou nulle. À partir de 2,5 ou 5% d'éclairage, l'intensité photosynthétique augmente progressivement pour atteindre son maximum à 20% d'éclairage pour la fougère et 70% d'éclairage pour la tomate. Au-delà de 20% d'éclairage pour la fougère et 70% d'éclairage pour la tomate, l'intensité de la photosynthèse reste constante pour la tomate et baisse légèrement pour la fougère.

1.4 Interprétation

En absence d'éclairage et pour de faibles intensités lumineuses (2,5 à 5% d'éclairage), l'intensité de la photosynthèse (dégagement d'oxygène) est négative car il y a consommation de dioxygène due à la respiration de la plante. Elle est nulle quand la quantité de dioxygène produite pendant la photosynthèse est égale à la quantité de dioxygène consommée pendant la respiration : c'est le point de compensation lumineux. À partir de 2,5 ou 5% d'éclairage, l'intensité photosynthétique augmente progressivement pour atteindre son maximum à 20% d'éclairage pour la fougère et 70% d'éclairage pour la tomate parce que la lumière stimule la photosynthèse. Au-delà de 20% d'éclairage pour la fougère et 70% d'éclairage pour la tomate, l'intensité de la photosynthèse reste constante pour la tomate et baisse légèrement pour la fougère parce que les activités photosynthétiques ont atteint leur maximum. Ce maximum est atteint à un éclairage plus faible chez la fougère parce que c'est une plante d'ombre ou plante sciaphile. Il est atteint à un éclairage plus important chez la tomate parce que c'est une plante de lumière ou plante héliophile.

Chez les plantes sciaphiles l'intensité photosynthétique baisse après le maximum parce que les structures responsables de la photosynthèse se détériorent.

1.5 Conclusion partielle

L'intensité de la lumière influence l'activité photosynthétique. Cette influence n'est pas la même chez les plantes sciaphiles et chez les plantes héliophiles.

2. Exploitation de l'expérience relative à l'influence du dioxyde de carbone

2.1 Présentation de l'expérience

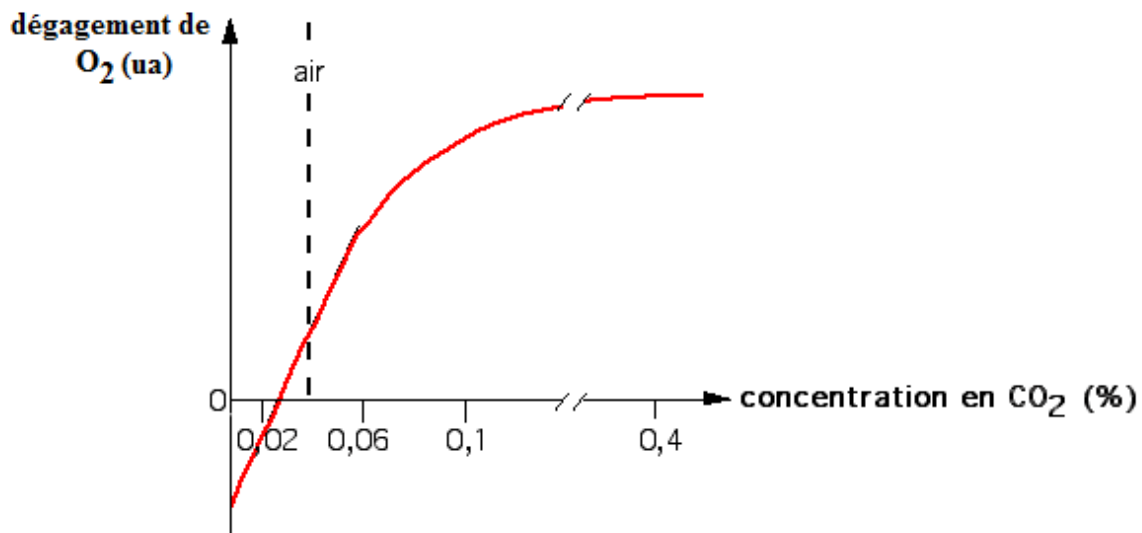
L'expérience consiste à mettre en évidence l'influence du dioxyde de carbone sur l'intensité photosynthétique.

On place un plant dans un milieu où on fait varier la teneur en dioxyde de carbone. La température et l'éclairement du milieu restent constants.

On mesure le dégagement de dioxygène par cette plante (intensité photosynthétique).

À partir des valeurs obtenues, on trace la courbe ci-dessous.

2.2 Résultats



COURBE DE L'INFLUENCE DE LA TENEUR EN DIOXYDE DE CARBONE SUR L'INTENSITÉ DE LA PHOTOSYNTÈSE CHEZ UNE PLANTE

2.3 Analyse

- Pour des concentrations en CO₂ allant de 0 à 0,025%, le dégagement de dioxygène passe de valeurs négatives à 0 ua.
- De 0,025% à 0,4% de CO₂, le dégagement de dioxygène croît rapidement puis ralentit et atteint un maximum à 0,4% de CO₂.
- Au-delà 0,4% de CO₂, le dégagement de dioxygène reste constant.

2.4 Interprétation

En absence de CO₂ et pour de faibles concentrations en dioxyde de carbone (0 à 0,025%), l'intensité de la photosynthèse est négative car il y a consommation de dioxygène due à la respiration de la plante. Elle est nulle car on est au point de compensation : la quantité de dioxygène produite pendant la photosynthèse est égale à la quantité de dioxygène consommée pendant la respiration.

De 0,025% à 0,4% de CO₂, le dégagement de dioxygène croît rapidement parce que ces teneurs favorisent de plus en plus l'activité photosynthétique. Le ralentissement du dégagement de dioxygène observé est dû à une saturation des structures responsables de la photosynthèse.

La teneur en CO₂ de l'air est d'environ 0,003%, pris avec les autres facteurs, il devient un facteur limitant pour l'activité photosynthétique.

2.5 Conclusion partielle

La teneur en CO₂ influence l'activité photosynthétique.

3. Exploitation de l'expérience relative à l'influence de la température

3.1 Présentation de l'expérience

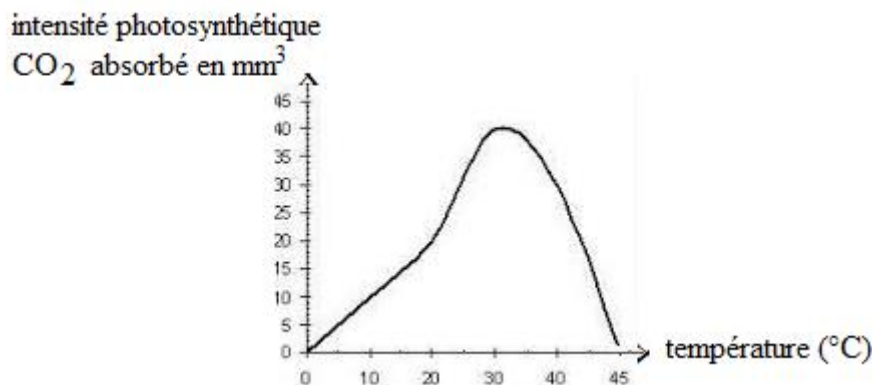
L'expérience consiste à mettre en évidence l'influence de la température sur l'intensité de l'activité photosynthétique.

On place un plant dans un milieu où on fait varier la température. La teneur du dioxyde de carbone et l'éclairement du milieu restent constants.

On mesure l'absorption du dioxyde de carbone par cette plante (intensité photosynthétique).

À partir des valeurs obtenues, on trace la courbe ci-dessous.

3.2 Résultats



COURBE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR L'INTENSITÉ DE LA PHOTOSYNTÈSE CHEZ UNE PLANTE

3.3 Analyse

- À 0°C l'intensité photosynthétique est nulle.
- de 0°C à 30°C l'intensité photosynthétique croît pour atteindre un maximum de 40 mm³ de CO₂ absorbé à 30°C.
- Au-delà de 30°C, l'intensité photosynthétique diminue jusqu'à s'annuler autour de 45°C.

3.4 Interprétation

L'intensité photosynthétique est nulle à 0°C car à cette température, les enzymes permettant la photosynthèse sont inhibées.

De 0°C à 30°C l'intensité photosynthétique croît parce que les enzymes permettant la photosynthèse sont de plus en plus stimulées.

L'intensité photosynthétique diminue jusqu'à s'annuler autour de 45°C car les enzymes sont dénaturées par la chaleur.

3.5 Conclusion partielle

La température influence l'activité photosynthétique.

4- Conclusion

La plante verte produit la matière organique sous l'influence de la lumière, le teneur en CO₂ et de la température.

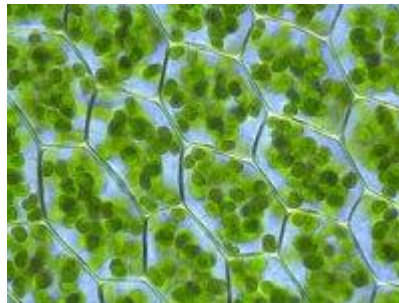
II - LA PLANTE VERTE PRODUIT-ELLE LA MATIÈRE ORGANIQUE GRÂCE À DES STRUCTURES PARTICULIÈRES?

1- Localisation des structures

1.1 Observation

On observe l'épiderme d'une feuille verte au microscope optique et au microscope électronique.

1.2 Résultats



**EPIDERME DE FEUILLE VERTE
OBSERVÉ AU MICROSCOPE OPTIQUE**

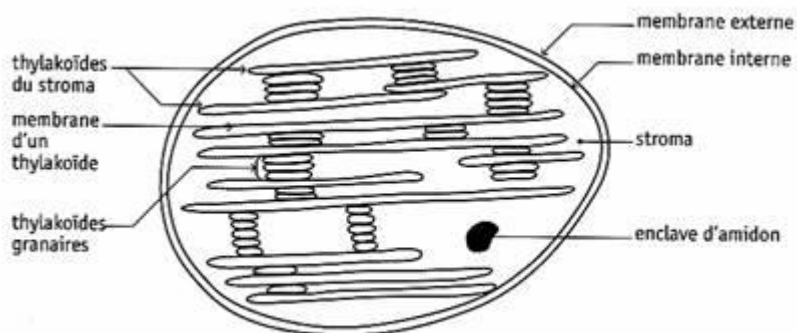


SCHÉMA DE L'ULTRASTRUCTURE DU CHLOROPLASTE

1.3 Analyse

L'observation l'épiderme d'une feuille verte au microscope optique montre la présence dans les cellules de structures de forme arrondie colorées en vert par la chlorophylle.

Le microscope électronique permet d'observer le détail de ces structures (voir schéma).

1.4 Conclusion partielle

Les feuilles vertes contiennent des structures appelées chloroplastes, renfermant la chlorophylle au niveau de ses thylakoïdes.

2 Extraction de la chlorophylle

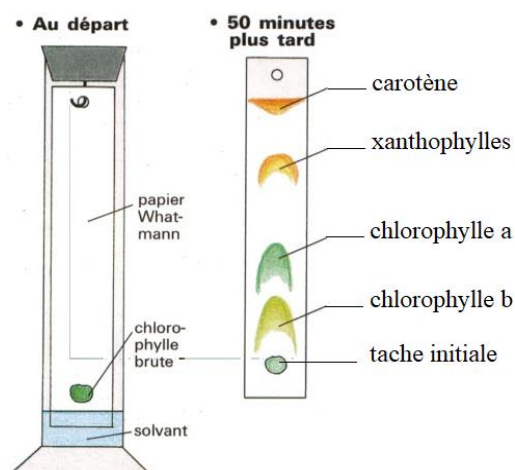
2.1 Manipulation

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.

Une fois extraits, les pigments bruts peuvent être séparés par chromatographie.

Pour ce faire, sur une ligne située à 1 cm du bas d'une bande de papier à chromatographie, on fait une tache de chlorophylle brute. La bande de papier est placée dans une cuve contenant un mélange de solvants organiques. Le montage est gardé à l'abri de la lumière. Le solvant monte par capillarité dans la bande de papier et entraîne les différents pigments solubles dans les solvants organiques. Ils se séparent progressivement en fonction de leur vitesse de migration qui dépend de leur solubilité différentielle dans le solvant (phase mobile) et de leur affinité pour le support de chromatographie (phase stationnaire).

2.2. Résultats



SÉPARATION DES PIGMENTS CHLOROHYLLIENS PAR CHROMATOGRAPHIE

2.3 Analyse

La chromatographie permet de séparer les différents pigments de la chlorophylle brute qui la chlorophylle a et la chlorophylle b de couleur verte, les xanthophylles de couleur jaune et le carotène de couleur jaune orangé.

2.4. Conclusion

La chlorophylle contenue dans les chloroplastes est un ensemble de pigments.

3. Exploitation d'une expérience

3.1 Présentation de l'expérience

Cette expérience consiste à mettre en évidence l'influence de la chlorophylle sur la production de matière organique.

Une plante à feuilles panachées est éclairée en présence de CO₂ pendant une journée. On fait bouillir les feuilles puis on les dépose dans l'alcool bouillant pour les décolorer. Enfin on teste la présence ou l'absence de l'amidon avec l'eau iodée.



Feuille panachée

3.2 Résultats



3.3 Analyse

La partie verte de la feuille se colore en bleu violacé alors que la partie non verte ne se colore pas en bleu violacé.

3.4 Interprétation :

La chlorophylle présente dans partie verte de la feuille capte la lumière et permet la production de l'amidon qui est une matière organique.

3.5. Conclusion partielle

La plante produit de la matière organique grâce à la chlorophylle.

III- LA PLANTE VERTE PRODUIT- ELLE LA MATIÈRE ORGANIQUE SELON UN MÉCANISME ?

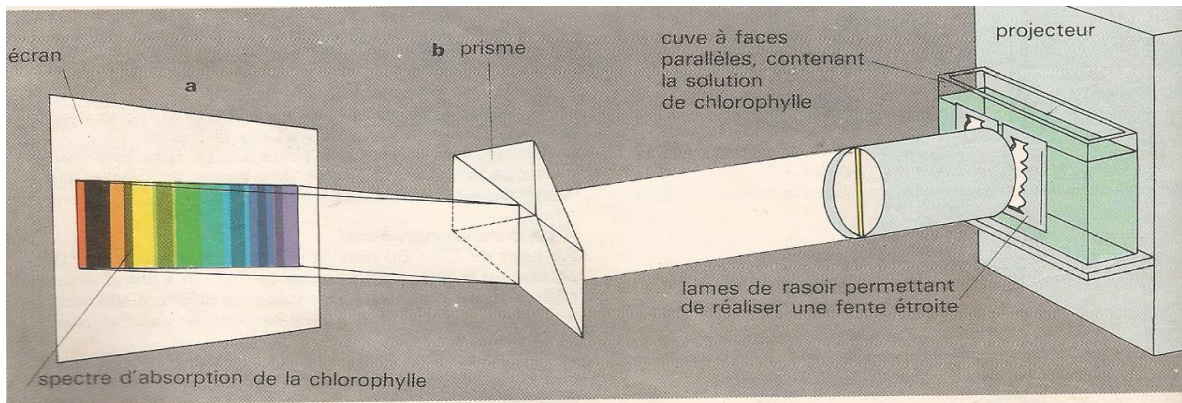
1- Propriété de la chlorophylle

1.1 Présentation d'expériences

On veut déterminer la propriété de la chlorophylle dans le déroulement de la photosynthèse. Pour ce faire, on réalise les expériences ci-dessous.

Dans une 1^{ère} expérience, on intercale un prisme entre un écran et une source lumineuse.

Dans une 2^{ème} expérience, on dispose une solution de chlorophylle brute devant la source lumineuse.



DISPOSITIF EXPERIMENTAL

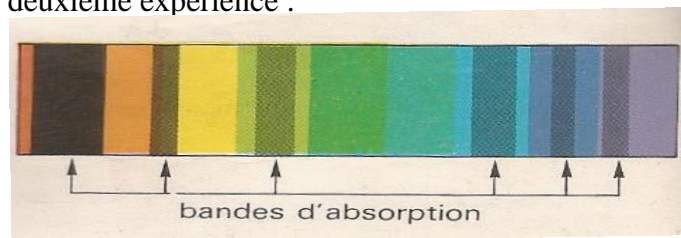
1.2 - Résultats

- résultat de la première expérience :



SPECTRE D'EMISSION DE LA LUMIERE BLANCHE

- Résultat de la deuxième expérience :



SPECTRE D'ABSORPTION DE LA CHLOROPHYLLE

1.3 - Analyse

Dans la première expérience, on observe un ensemble de 7 couleurs disposées en bandes sur l'écran. Ce sont : le rouge, l'orange, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo, le violet. Tandis que la deuxième expérience montre que certaines parties des bandes colorées sont remplacées par des bandes sombres sauf au niveau des bandes vertes.

1.4 Interprétation

Les différentes bandes de couleurs qui constituent la lumière blanche sont des *radiations* qui proviennent de la décomposition de la lumière blanche par le prisme. L'ensemble de ces radiations est appelé **le spectre d'émission de la lumière blanche**. Les radiations ont des longueurs d'ondes différentes, allant de 400 nm (nanomètres) environ pour le violet à 700 nm pour le rouge. Ces radiations sont porteuses d'énergie.

La présence de bandes sombres dans le cas de la deuxième expérience, signifie que ces radiations ont été absorbées par la chlorophylle. L'ensemble des radiations absorbées par la chlorophylle est **le spectre d'absorption de la chlorophylle brute**.

L'absence de bandes sombres dans le vert signifie que les radiations vertes n'ont pas été absorbées par la chlorophylle brute.

En absorbant certaines radiations, la chlorophylle absorbe l'énergie lumineuse contenue dans ces radiations qu'elle convertit en énergie chimique utilisée dans la production de la matière organique.

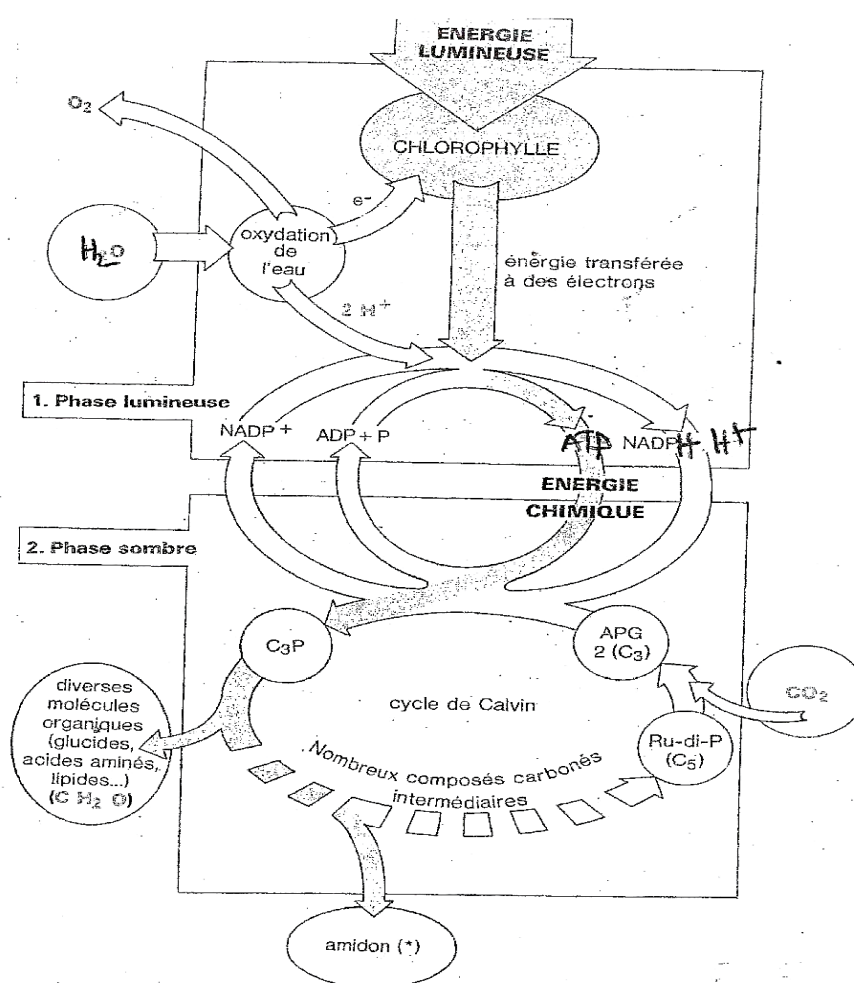
1.5 Conclusion

Les plantes produisent la matière organique grâce à la chlorophylle qui capte l'énergie lumineuse.

2. Déroulement de la photosynthèse

2.1 Observation d'un document

On observe le document ci-dessous relatif au mécanisme de la production de la matière organique par la plante verte.



2.2 Résultats

La production de la matière organique se fait en deux phases :

- une phase lumineuse ;
- une phase sombre.

2.3 Analyse

La phase lumineuse ou phase claire se déroule à la lumière. Elle commence par la capture de l'énergie lumineuse par la chlorophylle et aboutit à la production d'énergie chimique avec libération de dioxygène. La phase sombre ne nécessite pas de lumière mais la présence de CO₂. Elle utilise l'énergie chimique pour produire la matière organique grâce au cycle de Calvin.

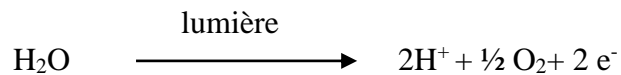
2.4 Interprétation des résultats

➤ **Phase lumineuse**

- **étape 1**

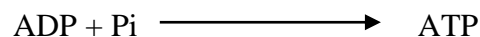
Elle se déroule dans les membranes des thylakoïdes.

En présence d'énergie lumineuse, la chlorophylle est excitée. A la suite de l'excitation de la chlorophylle, on obtient de la chlorophylle oxydée et des électrons. Les électrons libérés sont pris en charge dans la chaîne photosynthétique qui est une chaîne d'oxydoréduction. La chlorophylle oxydée capte des électrons provenant de la décomposition de l'eau ou photolyse pour devenir la chlorophylle réduite. Au cours de la photolyse de l'eau, il y a libération d'oxygène.



- **étape 2**

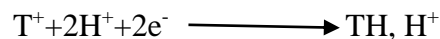
La chaîne photosynthétique transporte les électrons jusqu'à la sphère pédonculée où il y a transformation de l'ADP en ATP et sortie des protons H⁺ dans le stroma



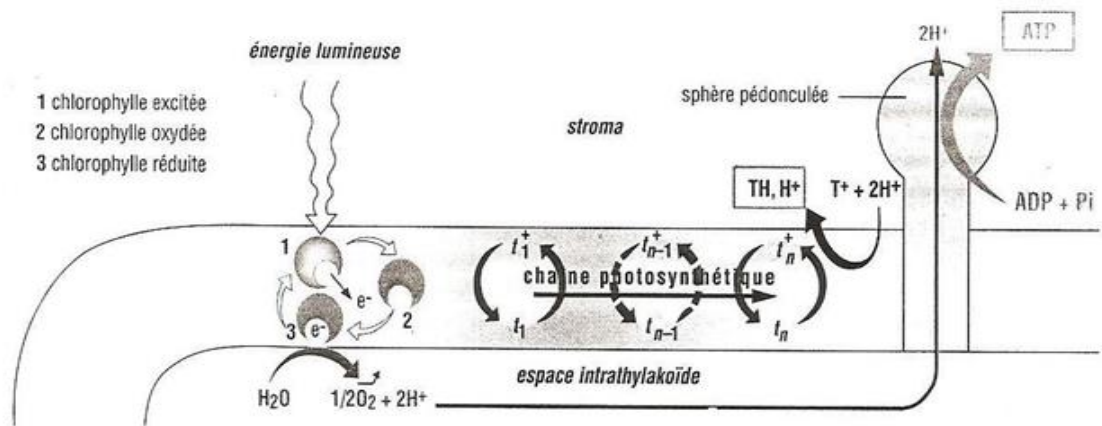
Cette étape au cours de laquelle, il y a production d'ATP correspond à l'étape 2 de la phase lumineuse.

- **étape 3**

Les électrons transférés par la chaîne photosynthétique et les protons issus de la photolyse de l'eau réduisent les molécules d'un transporteur final T⁺.



Cette autre étape au cours de laquelle il y a réduction du transporteur final T⁺ en TH₂ correspond à l'étape 3 de la phase lumineuse.

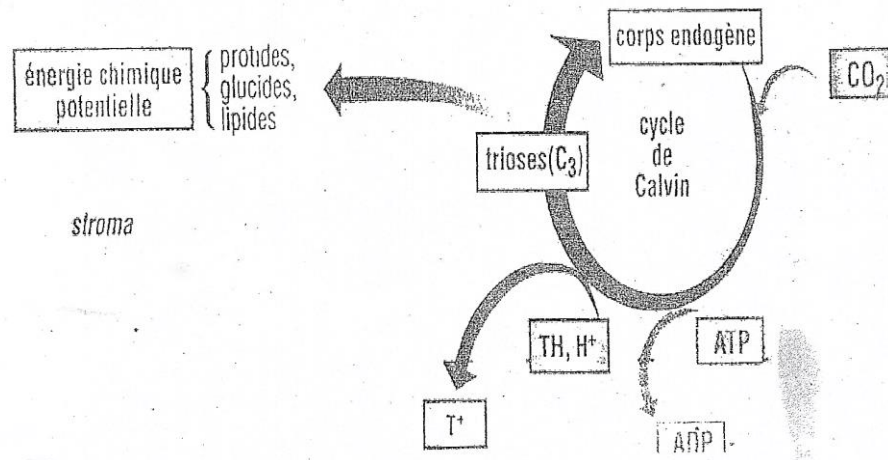


PHASE LUMINEUSE DE LA PHOTOSYNTÈSE

➤ Phase sombre

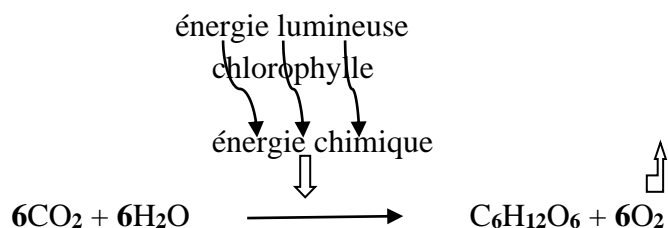
Le CO_2 absorbé en arrivant au niveau du stroma se fixe sur un corps endogène qui est un sucre en C_5 , le ribulose diphosphate (Rudip) grâce à une enzyme appelée carboxylase pour donner un sucre en C_6 ; celui-ci très instable est rapidement hydrolysé pour donner deux molécules de trioses, sucres en C_3 : **l'acide phosphoglycérique (APG)**. Par la suite, les molécules de trioses formées servent d'une part, à régénérer le ribulose diphosphate (Rudip) et d'autre part, à la fabrication des glucides, lipides et protides. Pour cela, la phase sombre ou obscure est aussi appelée phase d'assimilation.

L'ensemble de toutes les réactions qui se déroulent pendant la phase sombre constitue le cycle de Calvin.



PHASE OBSCURE DE LA PHOTOSYNTÈSE

La photosynthèse se fait selon l'équation globale suivante :



2.5 Conclusion

La production de la matière organique par la plante verte se fait selon un mécanisme qui se déroule en deux phases dont l'une dépend de la lumière et l'autre est indépendante de la lumière.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les plantes produisent de la matière organique sous certaines conditions et avec certains éléments de la biosphère grâce à la chlorophylle. Cette production de la matière organique se fait selon le mécanisme de la photosynthèse. La photosynthèse est très importante pour la biosphère car la matière organique produite sert de nourriture aux êtres vivants, l'oxygène dégagé sert à la respiration des êtres vivants et l'absorption du CO₂ par les plantes vertes purifie l'air.

Activité d'application

Parmi les mots ou groupe de mots suivants, soulignez ceux qui sont des facteurs qui influencent la photosynthèse :

Air – dioxyde de carbone – Azote – Lumière – Température – dioxygène – Matière organique.

Situation d'évaluation

Un élève de première D décide de réaliser une expérience relative à l'influence de la lumière dans la production de la matière organique ; pour cela, il utilise une feuille de haricot qu'il expose à la lumière pendant plusieurs heures. Plongée dans l'eau bouillante, puis dans l'alcool bouillant et après rinçage dans l'eau pure, elle est mise en contact avec de l'eau iodée. Elle se colore en bleu-violacé.

Tu es sollicité pour expliquer les résultats de cette expérience.

- 1- Nomme le phénomène de production de la matière organique par la plante.
- 2- Interprète la coloration bleu violacé de la feuille.
- 3- Schématise l'ultrastructure de l'organite à l'origine de la substance colorée en bleu violacé dans la feuille.

EXERCICES

Activités d'application

Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont en rapport avec la chlorophylle:

- 1- Les thylakoïdes sont des pigments chlorophylliens.
- 2- La chlorophylle est localisée dans le chloroplaste.
- 3- On distingue 5 pigments chlorophylliens.
- 4- La chlorophylle absorbe toutes les radiations de la lumière blanche sauf le rouge.

Répondez par vrai ou faux aux affirmations.

Exercice 2