

TP 11 : le
métabolisme
photosynthétique
chez les végétaux
verts

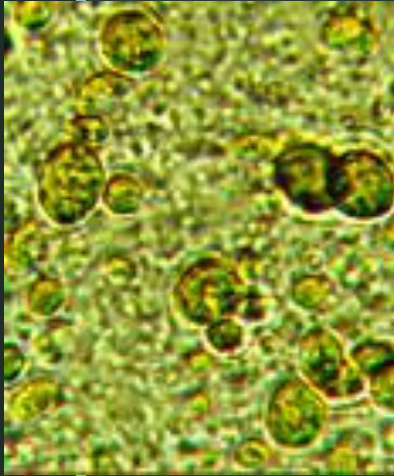


Conception d'un protocole

« La lumière solaire permet, dans les parties chlorophylliennes des végétaux, la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone. »

- **Concevez** un protocole expérimental qui démontre les notions proposées dans le B.O

Matériel biologique proposé



Chlorelles vues au microscope électronique (X 2 000)

ou



Elodée du Canada
(*Elodea canadensis*)

ou

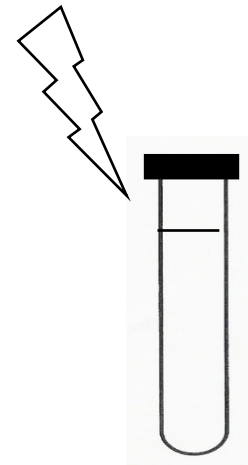
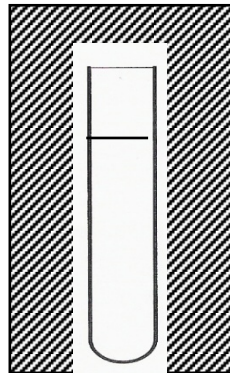
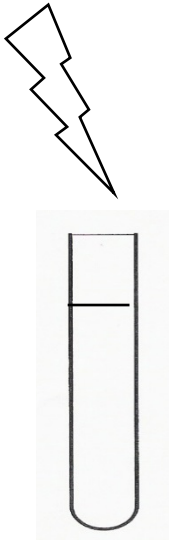


Pélargonium

Groupe d'élèves n°1 :

A J=0 on place des chlorelles (algues unicellulaires vertes donc autotrophes) dans trois tubes à essai.

A J=7, on compte le nombre d'organismes dans chaque tube. On en déduit si la lumière, et les ions minéraux sont indispensables chez ces algues vertes.

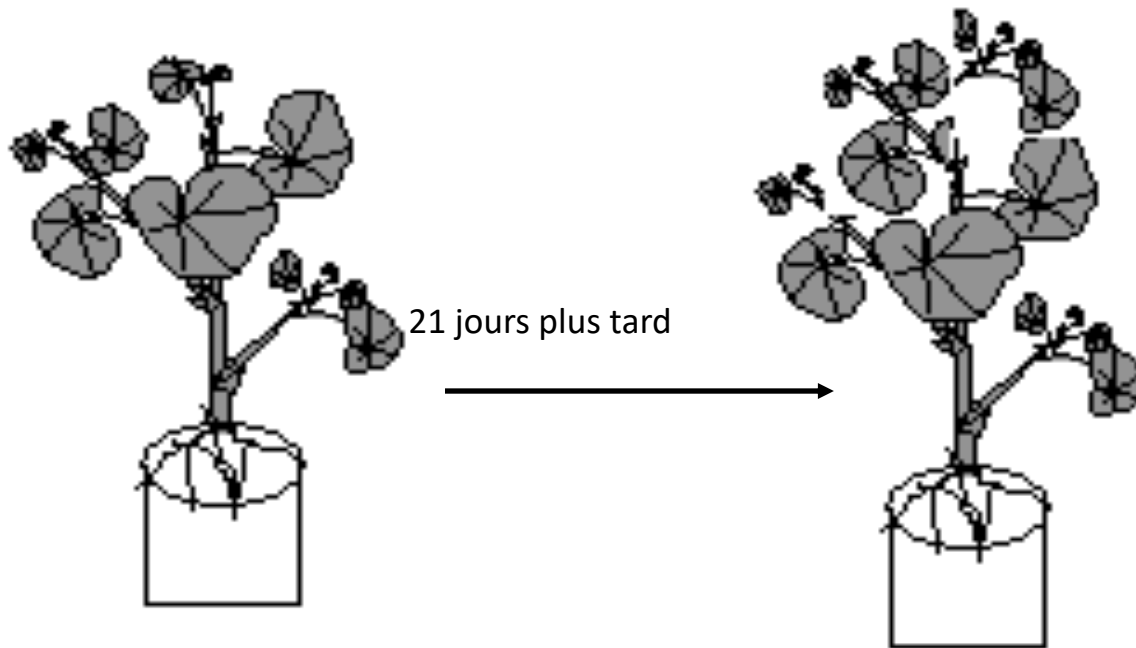


Groupe d'élèves n°2 :

On veut tester l'importance de la terre, apportant de la matière organique pour la croissance d'un géranium.

A J=0 on place un géranium, dont on compte le nombre de feuilles, dans un vase rempli d'eau et quelques ions minéraux (solution riche en N, P, K vendue en grande surface).

A J=21, on compte le nombre de feuilles. Elles sont plus nombreuses ! On en déduit donc que la terre n'est pas indispensable à la croissance des organismes autotrophes.



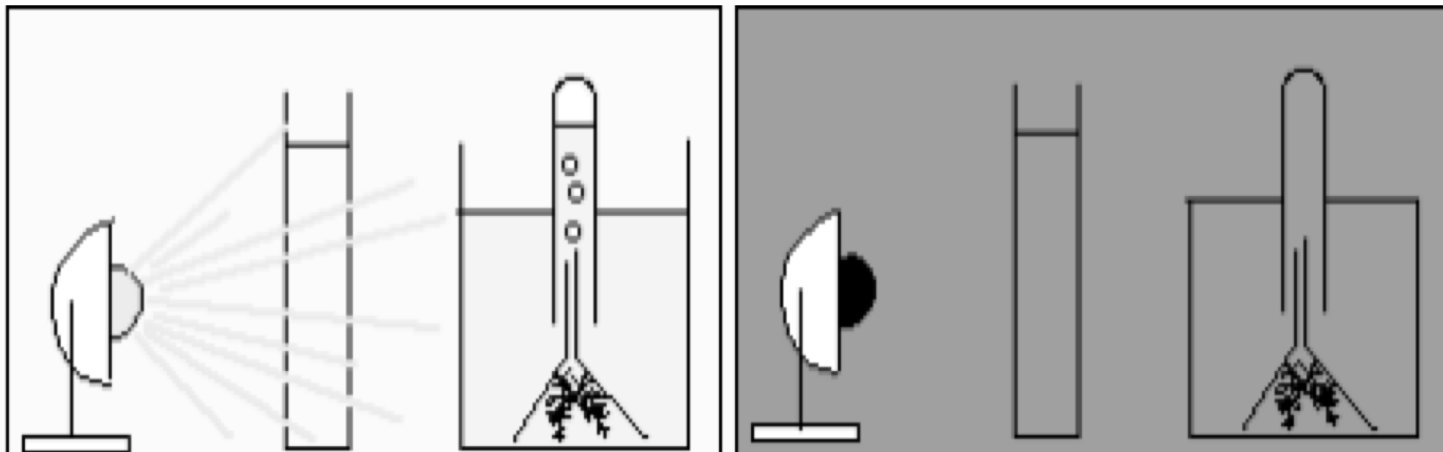
Groupe d'élèves n°3 :


On cherche à mettre en évidence la nécessité de la lumière chez les autotrophes.

On réalise les deux montages suivants avec des Elodées (dans les deux cas on prend deux branches d'Elodée, de même taille, et on met de l'eau du robinet enrichie en hydrogénocarbonate HCO_3^- (= CO_2 dissous)).

Après deux heures on constate un dégagement gazeux dans le tube A et pas dans le tube B.

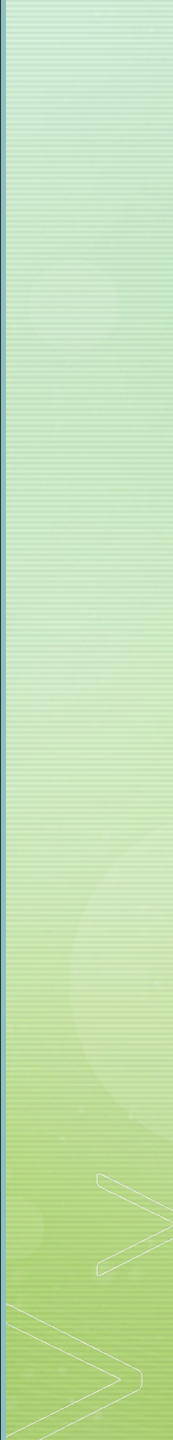
On en déduit que la lumière est responsable du dégagement gazeux. Ce gaz est du dioxygène, il provient de la réaction de l'eau avec le CO_2 en présence de lumière.





Divers protocoles expérimentaux ont permis de mettre en évidence les conditions nécessaires à la photosynthèse chez les organismes chlorophylliens:

de l'eau, du dioxyde de carbone, de la lumière (et des sels minéraux participant indirectement aux réactions métaboliques).



Les feuilles panachées de certains végétaux

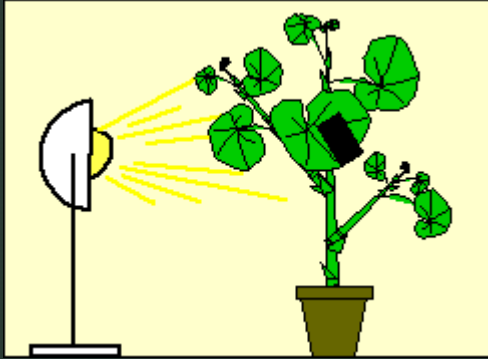


Variété de *Pélargonium*




Variété de *Coleus*

1^{ère} expérience de mise en évidence du rôle des chloroplastes dans la photosynthèse



Un pot de Pélargonium à feuilles panachées est mis au soleil direct pendant 4 heures. La partie blanche des feuilles ne contient pas de chlorophylle.



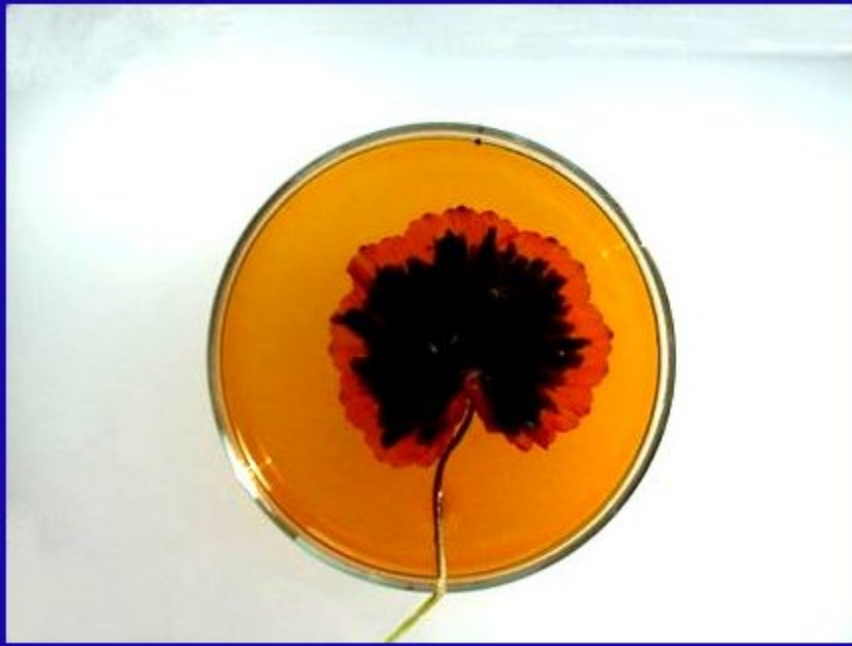
Les 4 heures de lumière ont permis à la photosynthèse de se dérouler (cf TP 1 et conditions nécessaires à la photosynthèse).



Ac-reims.fr

On place la feuille prélevée dans l'alcool bouillant. Elle en ressort décolorée après 3 minutes.

Intérêt: l'alcool va détruire l'ensemble des pigments. Ainsi, lors de l'ajout de l'eau iodée (jaune) la coloration due (noire si présence d'amidon) à ce réactif sera nettement visible.



La feuille subit le test de l'eau iodée (2-3 min) pour détecter la présence d'amidon (coloration noire).



Pour terminer, la feuille est rincée à l'eau.



L'eau iodée est le réactif spécifique de l'amidon. De couleur jaune, il devient noir en présence d'amidon.

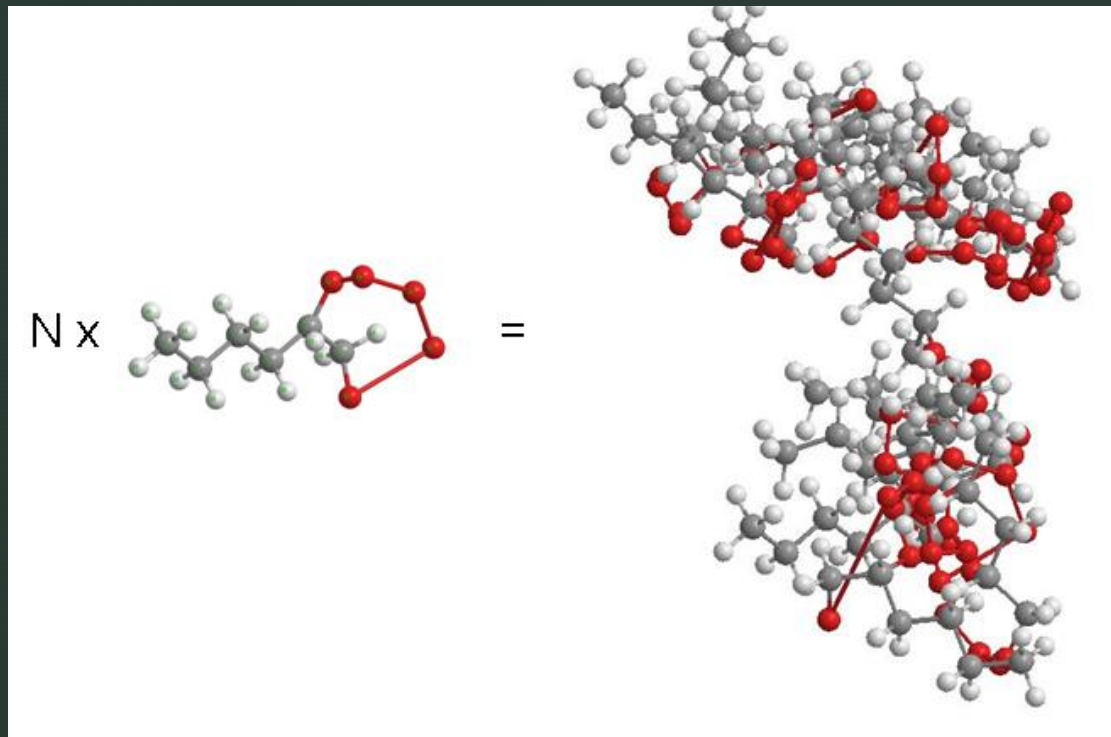
Analyse des résultats de l'expérience 1

- On constate après décoloration à l'alcool bouillant puis ajout d'eau iodée: une coloration noire dans la partie anciennement verte et une absence de coloration dans la partie anciennement blanche.
- Or on sait que l'eau iodée est un réactif spécifique de l'amidon et que la partie verte contenait de la chlorophylle exposée 4h à la lumière.
- On en déduit que la chlorophylle est nécessaire à la synthèse d'amidon en présence de lumière (et d'eau et de CO₂).

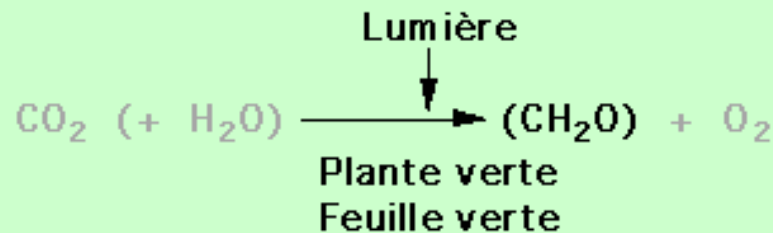


Même expérience réalisée sur une feuille panachée. A gauche, une feuille de coleus, la partie extérieure est verte (chlorophylles), la partie intérieure est rouge (anthocyanes), la zone intermédiaire est brune ; à droite, après exposition à la lumière, décoloration à l'éthanol bouillant puis coloration par le lugol, les régions vertes et brunes sont colorées en bleu-noir, elles ont donc synthétisé de l'amidon. La couleur brune est due à l'association de deux pigments photosynthétiques (anthocyanes et chlorophylles).

Schéma d'une molécule d'amidon ($C_6 H_{10} O_5$)_N



- On constate la répétition (polymère) d'une unité (monomère) comportant C, H et O. Il s'agit donc d'une molécule organique, plus précisément d'un glucide.
- Ainsi la photosynthèse est une réaction chimique, qui se produit grâce à l'énergie lumineuse et qui permet de synthétiser une molécule organique à partir de molécules minérales.



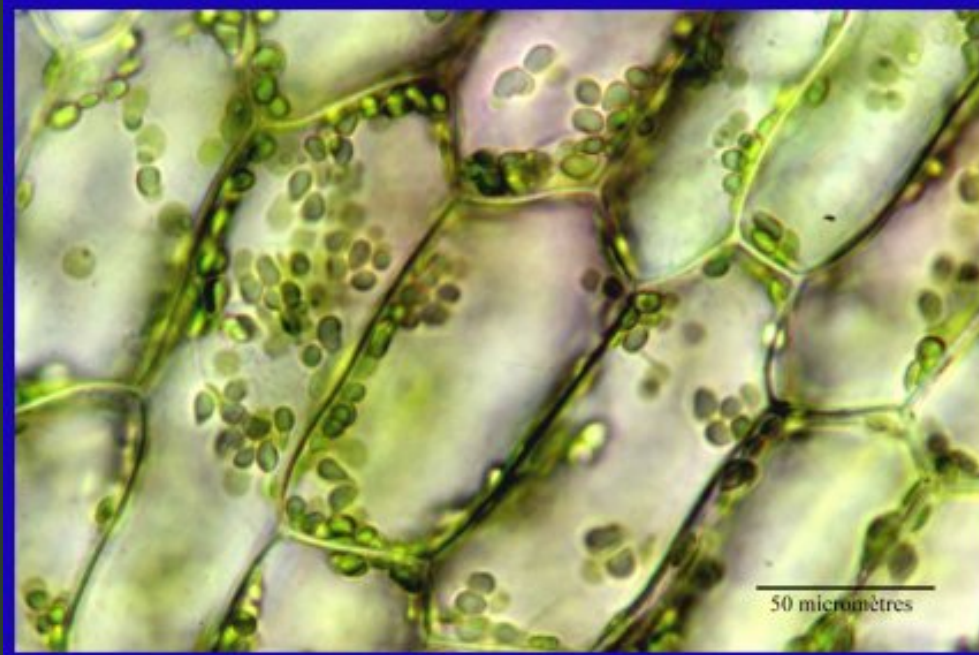
2^{ème} expérience de mise en évidence du rôle des chloroplastes dans la photosynthèse



Ac-reims.fr

L'élodée est une plante aquatique. L'espèce *Elodea canadensis*, naturalisée en Europe, vit dans les eaux claires des ruisseaux. Dans les magasins spécialisés, on trouve une autre espèce (photographie) destinée à oxygéner les aquariums.

Observation au MO de cellules d'Elodée



Ac-reims.fr

Les feuilles de l'élodée, contrairement à celles des plantes terrestres, ne sont constituées que de deux couches de cellules. Leur observation est donc plus aisée.

On observe dans les cellules, de nombreux chloroplastes colorés en vert par la chlorophylle.



Observation au MO de cellules d'Elodée après ajout d'eau iodée

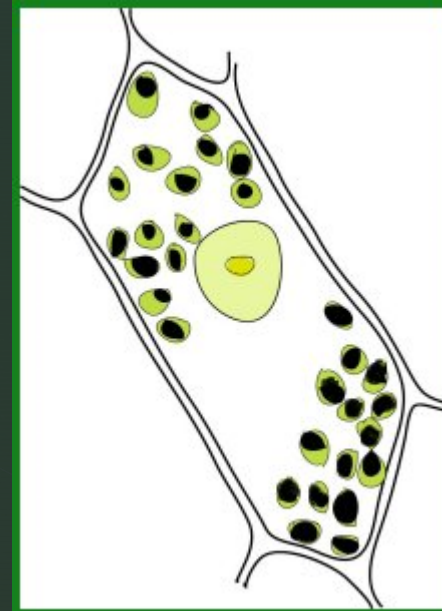
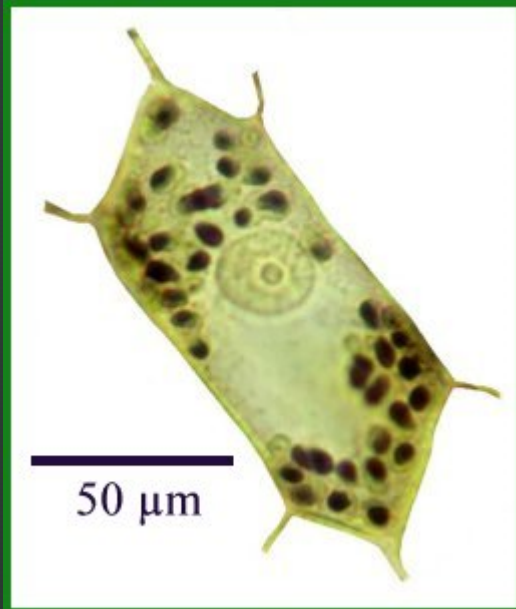


Ac-reims.fr

On constate que l'eau iodée s'est fixée uniquement dans les chloroplastes. Et on sait (expérience 1) que la chlorophylle est nécessaire à la photosynthèse.

On en déduit que ce sont les chloroplaste, organites cytoplasmiques, qui contiennent la chlorophylle nécessaire à la photosynthèse. Elle aboutit à la synthèse d'amidon qui se retrouve donc dans les chloroplastes.



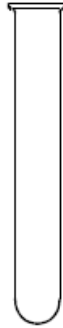


Schéma d'observation d'une cellule chlorophyllienne après coloration à l'eau iodée.



Représentation de résultats expérimentaux

Principe de l'expérience

Le rouge de crésol est un réactif qui a la propriété de changer de coloration lorsque la concentration en dioxyde de carbone varie.

	Tube n°1	Tube n°2	Tube n°3	Tube n°4	Tube n°5
Manipulation réalisée	Tube à l'air libre	Souffler dans le tube à l'aide d'une pipette	Ajouter une pastille de KOH	<i>Elodée à la lumière</i>	<i>Champignon à la lumière</i>
Effet sur la variable	[CO ₂] = air ambiant	[CO ₂] = élevée	[CO ₂] = faible	-----	-----
Résultats Observés (indiquer les Couleurs Observées dans chacun des tubes)					

C. Le métabolisme photosynthétique

La photosynthèse est une réaction métabolique permettant de synthétiser de la matière organique (glucose) ou biomasse à partir de matières minérales (CO₂ atmosphérique et H₂O à l'état liquide).

La réaction chimique s'écrit : Energie lumineuse



Or cette réaction ne peut se faire que grâce à l'énergie lumineuse captée par des pigments chlorophylliens présents dans les chloroplastes (organites) des cellules végétales.

Le glucose est stocké sous forme d'amidon, dans les chloroplastes.


D. La photosynthèse : un exemple d'autotrophie au carbone

Ainsi, les cellules vertes des plantes, ie présentant des chloroplastes, sont capables de fabriquer leur propre matière organique, le glucose, grâce à l'énergie lumineuse/

Or cette molécule de glucose, va pouvoir être utilisée par les cellules de la plante au cours de la respiration libérant ainsi de l'énergie nécessaire aux travaux cellulaires.

Ainsi, la plante verte en fabriquant « seule » sa propre matière organique qu'elle consomme ensuite par la respiration, est qualifiée d'organisme autotrophe au carbone.

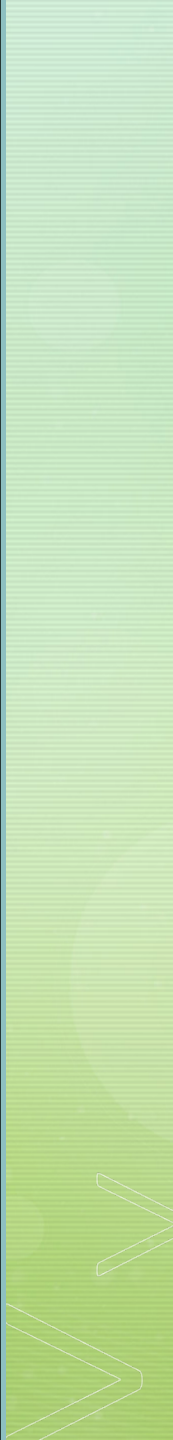
En effet, dans une cellule chlorophyllienne, on observe des chloroplastes et aussi des mitochondries. Ainsi, les deux métabolismes sont interconnectés au sein d'une cellule chlorophyllienne. A l'échelle de la plante entière, les racines non chlorophylliennes, réalisent la respiration à partir du glucose synthétisé dans les feuilles via la photosynthèse et acheminé par la sève. Il existe donc une coopération entre les organes végétaux, de sorte qu'on peut dire qu'à l'échelle de l'organisme, la plante verte est autotrophe au carbone.



E. L'hétérotrophie des animaux et des champignons vis-à-vis du carbone

Au TP10, on a vu que la respiration basée sur l'oxydation du glucose, apporte l'énergie nécessaire aux travaux de toutes les cellules (animale comme végétale). Ainsi, les organismes non chlorophylliens doivent nécessairement trouver dans leur milieu, des molécules de glucose, qu'ils ne savent pas fabriquer eux-mêmes. On qualifie ces organismes d'hétérotrophes.

Conclusion : L'étude de quelques réactions du métabolisme, dont la photosynthèse, révèle que les êtres vivants échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement (milieu, autre organisme). Les voies métaboliques sont interconnectées par les molécules intermédiaires des métabolismes. Ce métabolisme dépend de l'équipement spécialisé de chaque cellule (organites, macromolécules dont les enzymes).



La photosynthèse à différentes échelles d'observation



Figure 1 - Schéma simplifié de la chaîne de réactions constituant la photosynthèse.

