

## Diversité et complémentarité des métabolismes.

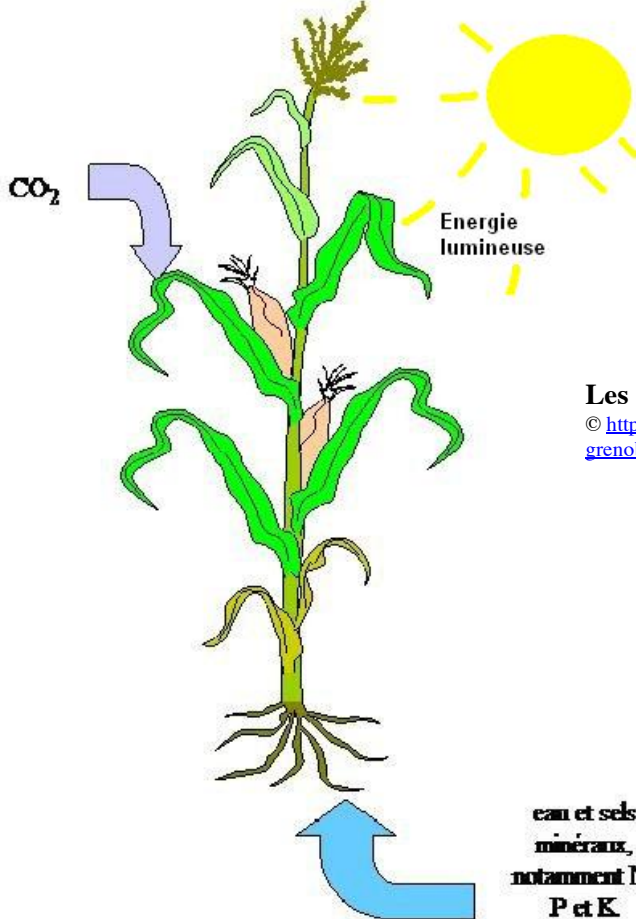
En guise d'introduction, voir les rappels effectués lors de la première séance : notion de molécules organiques et la diversité de ces dernières dans la cellule (rappel : le C est à l'état réduit dans ces molécules), notion de molécules minérales (C à l'état oxydé dans le  $\text{CO}_2$ ).

### 1. Du carbone minéral aux composants du vivant : la photo autotrophie pour le carbone.

#### 1.1 Le flux de carbone au niveau des écosystèmes (biosphère).

Définition. Un écosystème se caractérise par les relations entre les êtres vivants d'une part et leur environnement.

Les végétaux chlorophylliens n'ont besoin que d'énergie lumineuse, et de matière minérale ( $\text{CO}_2$  et ions minéraux du sol) pour synthétiser leurs molécules organiques : ce sont des producteurs primaires (autotrophes).

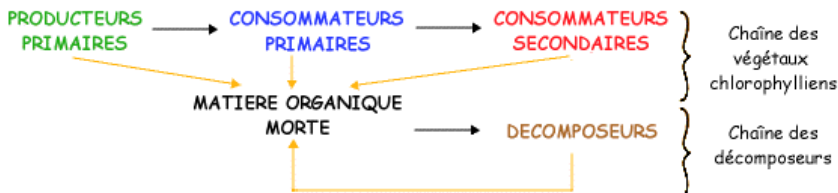


#### Les besoins des végétaux chlorophylliens.

© [http://www.ac-grenoble.fr/svt/log/1\\_l/alimentation/1LII\\_c1.jpg](http://www.ac-grenoble.fr/svt/log/1_l/alimentation/1LII_c1.jpg)

Schéma bilan des besoins du végétal chlorophyllien

Ils sont à la base des chaînes alimentaires (sauf celles qui débutent par la matière organique morte avec les décomposeurs). Les autres êtres vivants, dépendant des producteurs primaires pour synthétiser leurs propres molécules organiques sont des producteurs secondaires hétérotrophes (soit consommateurs, soit décomposeurs).



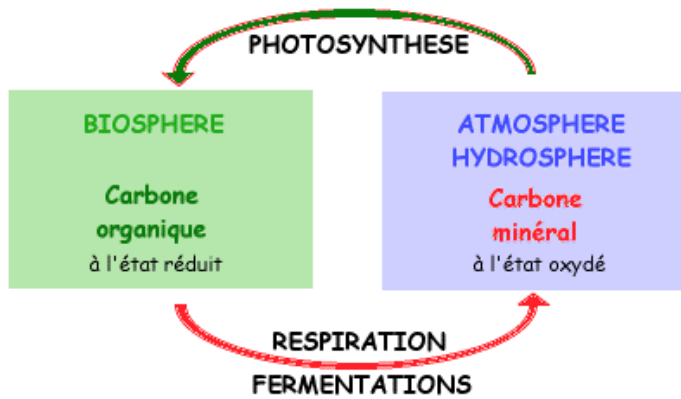
#### Les chaînes alimentaires.

© [http://www.lucieberger.org/svt/SVT%20en%20T%20S/WEB\\_Tspe/3\\_Metab/PhAutoC.html](http://www.lucieberger.org/svt/SVT%20en%20T%20S/WEB_Tspe/3_Metab/PhAutoC.html)

#### LES DEUX GRANDS TYPES DE CHAÎNES ALIMENTAIRES

Des relations trophiques (chaînes alimentaires) s'établissent entre ces êtres vivants comme indiqué dans le document ci-dessus.

De nombreux écosystèmes sont dits « à l'équilibre » c'est-à-dire qu'il y a un équilibre entre producteur et consommateur-décomposeur de matière organique. Les processus d'autotrophie et d'hétérotrophie sont donc équivalents.



Les écosystèmes à l'équilibre.

©

[http://www.lucieberger.org/svt/SVT%20en%20T%20S/WEB\\_Tspe/3\\_Metab/PhAutoC.html](http://www.lucieberger.org/svt/SVT%20en%20T%20S/WEB_Tspe/3_Metab/PhAutoC.html)

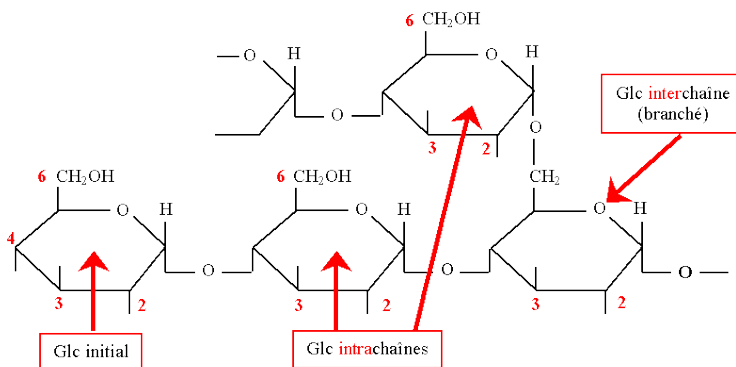
LE CYCLE DU CARBONE ASSOCIE AU FONCTIONNEMENT DE L'ECOSYSTEME

Seule une petite partie du C se retrouve fixée à l'échelle géologique quand les écosystèmes ne sont pas à l'équilibre (à des échelles de temps différentes. Arbres : quelques dizaines à centaines d'années avant d'être oxydé (à conditions qu'ils soient extraits du milieu pour fabriquer des meubles, dans le bâtiment...); roches carbonées (charbon, pétrole) [voir thème « géologie »] : des millions d'années).

Pour la discussion sur la forêt en tant que poumon de la planète : voir TP1.

1.2 La photosynthèse à l'échelle de la plante

Un végétal chlorophyllien produit de l'amidon (molécule organique polymère de glucose) en présence de CO<sub>2</sub> et de lumière.



La construction de la molécule d'amidon à partir de glucose.

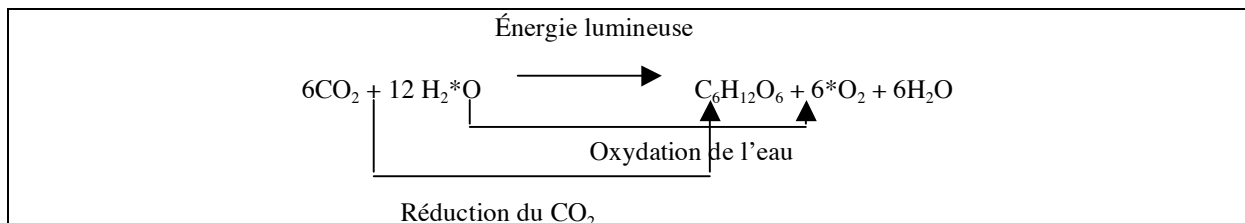
©

[http://www.chups.jussieu.fr/polys/biochimie/SG\\_Lbioch/POLY.Chp.1.5.html](http://www.chups.jussieu.fr/polys/biochimie/SG_Lbioch/POLY.Chp.1.5.html)

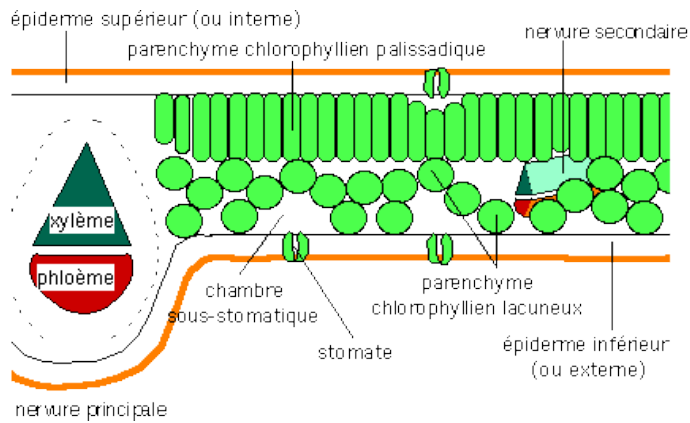
Cette synthèse d'amidon est temporaire et n'a lieu que dans les tissus chlorophylliens (parenchymes palissadiques et lacuneux), c'est-à-dire dans les cellules qui possèdent des chloroplastes, organites où est localisé l'amidon. Chez les végétaux chlorophylliens, seules les feuilles sont autotrophes, les autres organes incapables de réaliser la photosynthèse étant hétérotrophes (racines, tiges par exemple).

La photosynthèse se traduit par des échanges gazeux : absorption de CO<sub>2</sub> et rejet d'O<sub>2</sub>. L'O<sub>2</sub> est un résidu (« déchet ») de la photosynthèse, l'O<sub>2</sub> provenant de l'H<sub>2</sub>O et non du CO<sub>2</sub>.

Ainsi le bilan des transformations (= ensemble de réactions biochimiques catalysées par des enzymes) peut s'écrire :



Chez les végétaux supérieurs, le CO<sub>2</sub> de l'air pénètre dans les feuilles par les stomates et atteint les chloroplastes des cellules chlorophylliennes (donc les parenchymes), lieu de la réduction photosynthétique du CO<sub>2</sub> (donc de synthèse des molécules organiques).



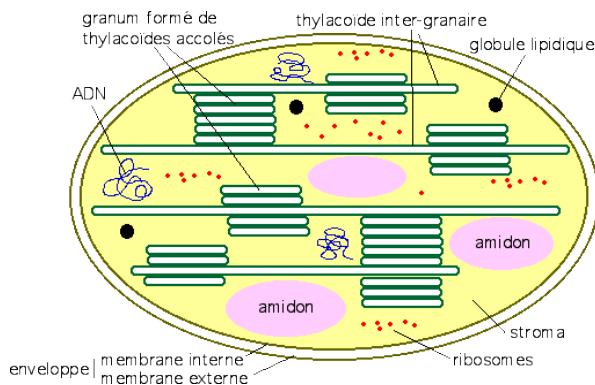
### Structure de la feuille.

© <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/02-localisation.htm>

xylème = sève brute  
phloème = sève élaborée.

### 1.3 La photosynthèse à l'échelle de la cellule.

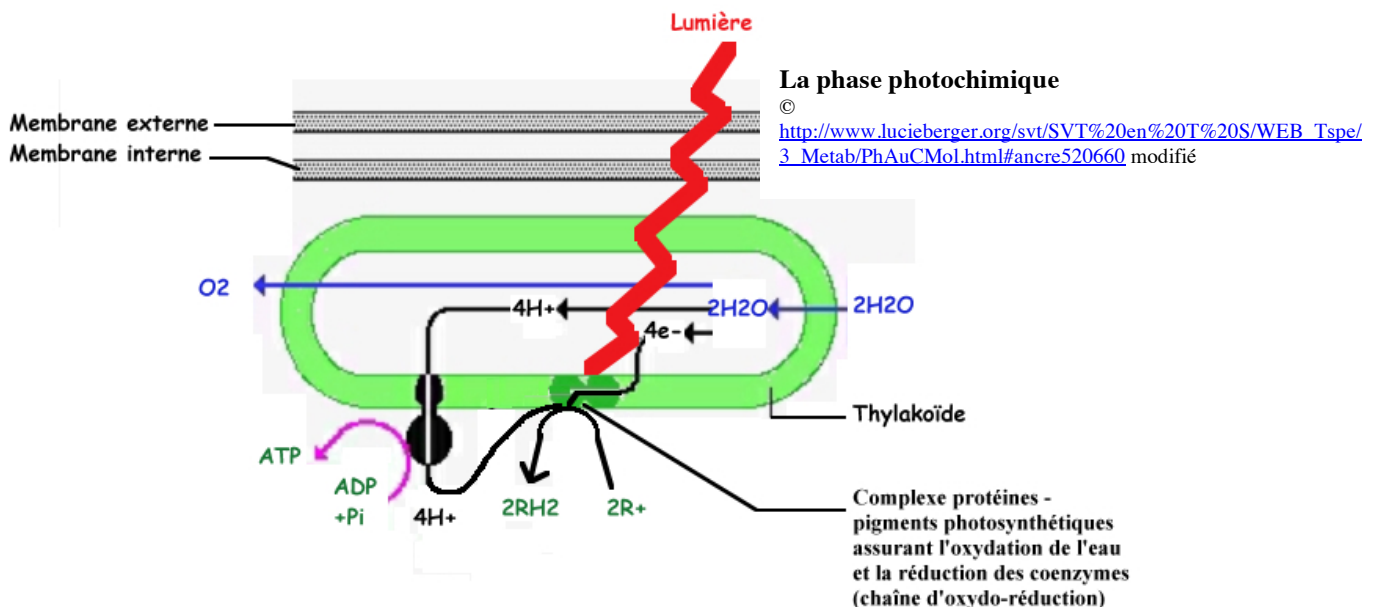
La photosynthèse est la succession de deux phases qui se déroulent dans les chloroplastes.



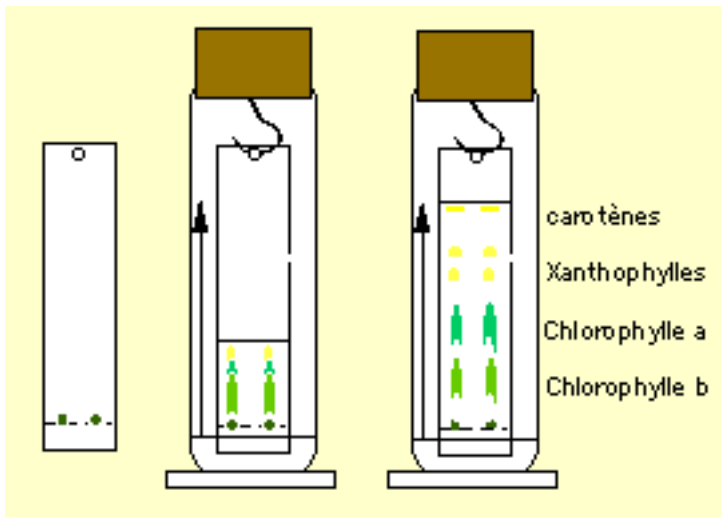
### Le chloroplaste.

© <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/02-localisation.htm>

- Dans les **thylakoïdes** se déroule la **phase photochimique**. Au cours de cette phase, les photons sont captés par un complexe « pigments photosynthétiques-protéines » localisé dans la membrane des thylakoïdes. L'énergie apportée par ces photons permet un ensemble de réactions **d'oxydo-réductions** notamment **l'oxydation de l'eau**, la **production d'O<sub>2</sub>** et de **composés intermédiaires RH<sub>2</sub> et ATP** (adénosine triphosphate qui se construit à partir d'ADP et de phosphate inorganique).



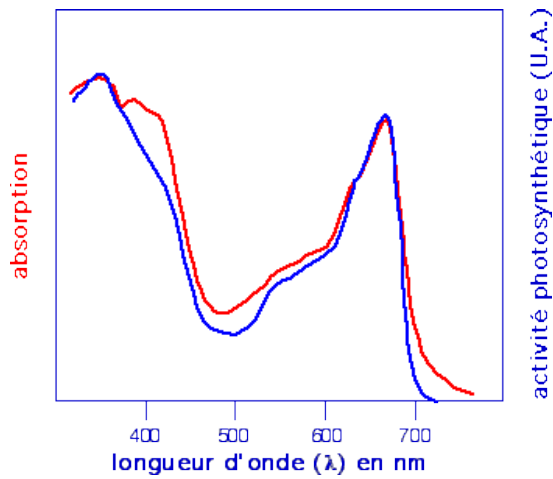
Les pigments photosynthétiques sont essentiellement les chlorophylles a et b ainsi que les pigments accessoires (carotènes, xanthophylles...).



**La diversité des pigments photosynthétiques.**

© <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/04-pigments.htm>

Le spectre d'absorption montre les radiations qui sont absorbées par les pigments photosynthétiques, le spectre d'action les radiations qui sont efficaces lors de la photosynthèse (il se mesure notamment par le dégagement d'O<sub>2</sub> : plus il y a d'O<sub>2</sub> dégagé, plus la photosynthèse est efficace).

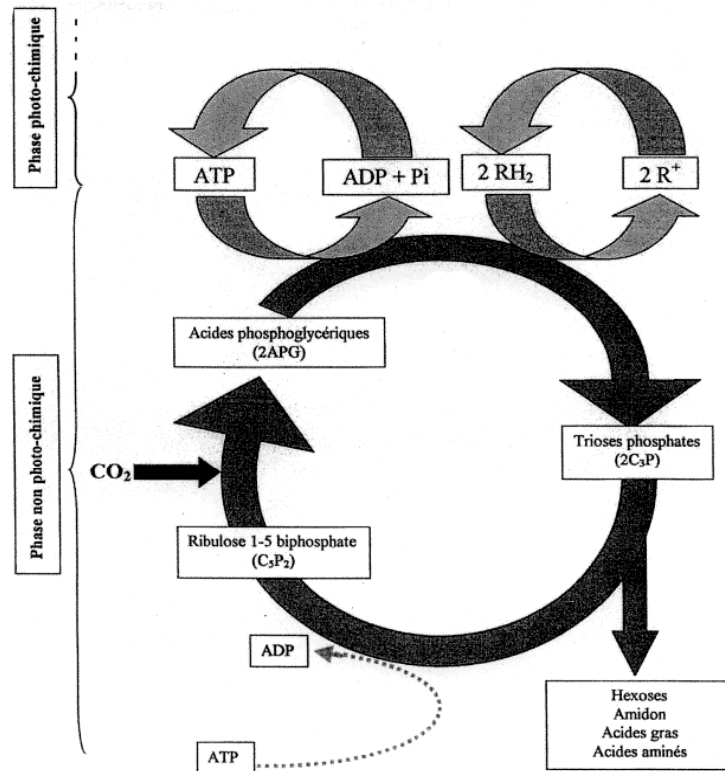


**Spectre d'absorption et d'action.**

© <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/04-pigments.htm>

- Dans le **stroma** se déroule la **phase non photochimique**. Au cours de cette phase, le  $\text{CO}_2$  est incorporé dans les **molécules organiques** (glucides fabriqués) et **réduit**. L'**accepteur de  $\text{CO}_2$**  est le  $\text{C}_5\text{P}_2$  (ou **ribulose 1-5 bisphosphate**).

Le  $\text{CO}_2$  se fixe sur le  $\text{C}_5\text{P}_2$  et donne 2 **APG** (acide phosphoglycérique) qui seront réduits en  $\text{C}_3\text{P}$  ou trioses phosphate (pour cela on utilise le  $\text{RH}_2$  et l'ATP produits au cours de la phase photochimique).  $\text{RH}_2$  oxydé en  $\text{R}^+$  et ATP hydrolysé en ADP sont régénérés par phase photochimique.



© bac S septembre 2004 métropole

**Légende :**

$\text{C}_5\text{P}_2$  : Ribulose biphosphate, molécule glucidique à 5 atomes de carbone  
 APG : Acide Phosphoglycérique, molécule à 3 atomes de carbone  
 $\text{C}_3\text{P}$  : Triose phosphate, molécule glucidique à 3 atomes de carbone  
 Hexoses P, Hexoses : molécules glucidiques à 6 atomes de carbone

**1. Modèle des réactions se déroulant dans le stroma proposé par Calvin.**

Dans le stroma des chloroplastes, il y a réduction du  $\text{CO}_2$  en molécules organiques grâce aux coenzymes réduits ( $\text{RH}_2$ ) et à l'ATP synthétisés lors de la phase photochimique. Les mécanismes de cette synthèse ont été élucidés grâce aux expérimentations de l'équipe de Calvin qui a proposé un modèle illustrant les étapes fondamentales de cette synthèse.

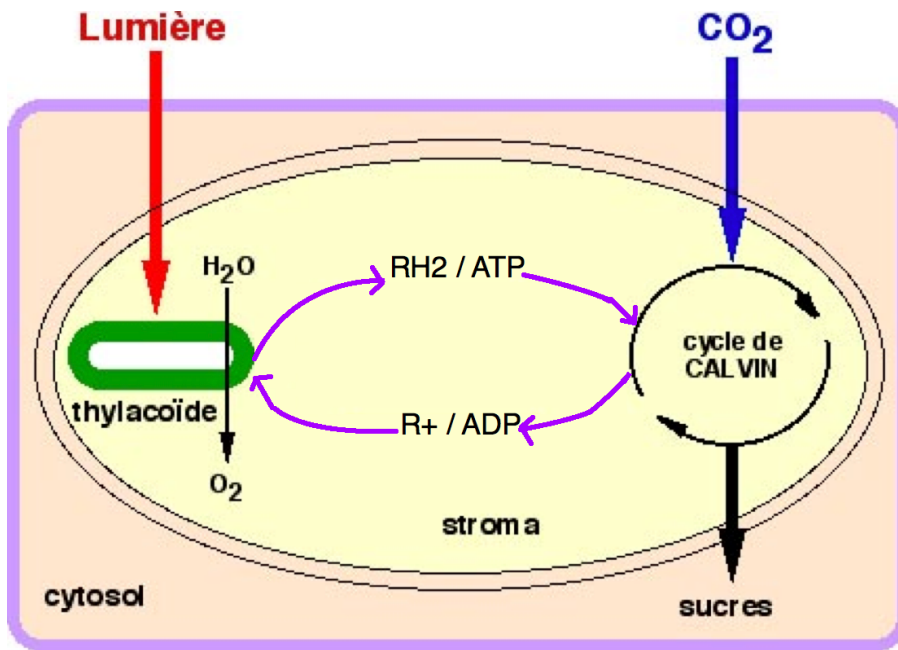
Le cycle prend donc le nom de cycle de Benson – Calvin.

Les  $\text{C}_3\text{P}$  servent à la régénération du  $\text{C}_5\text{P}_2$  et servent à la **synthèse d'autres molécules** : glucides ou tous les autres constituants chimiques des êtres vivants (glucides, lipides, protéines, acides nucléiques...).

Il peut y avoir un stockage temporaire des glucides formés sous forme d'**amidon** localisé dans le chloroplaste.

Les glucides fabriqués sont également exportés dans le cytoplasme pour servir à la synthèse de **saccharose**. Le saccharose sera ensuite exporté vers les organes hétérotrophes de la plante par la **sève élaborée**. Les acides aminés sont ainsi synthétisés dans le stroma grâce à un apport d'**ions minéraux** transportés par la **sève brute**. Le saccharose est fabriqué dans le cytoplasme.

**La photosynthèse apparaît donc comme une voie d'entrée du carbone oxydé et de l'énergie solaire dans la biosphère.**



**Bilan sur la photosynthèse.**  
Remplacer NADPH par  $RH_2$

© <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/19-conclusion.htm> modifié 2010

#### 1.4 Le devenir des produits de la photosynthèse.

Le saccharose fabriqué par les cellules chlorophylliennes foliaires, en partie utilisé sur place, est majoritairement exporté hors des feuilles vers d'autres lieux d'utilisation telles que les cellules des zones en croissance et celles des zones de stockage de réserves (graines et organes de réserve (tubercules, bulbes...), parties pérennes de la plante, paroi cellulosique et bois), ce qui permet aux végétaux de passer la mauvaise saison.



**La coloquinte, un fruit non comestible qui constitue une forme de réserve.**

© [http://www.citrus.fr/img\\_citrus/varietes\\_decoratives/coloquintes.jpg](http://www.citrus.fr/img_citrus/varietes_decoratives/coloquintes.jpg)

Les zones non chlorophylliennes des plantes se comportent comme des parties hétérotrophes d'un être autotrophe.

Voir le schéma de la nutrition d'un végétal chlorophyllien donné en TP et téléchargeable (lien sur le site).