

**Biologie végétale**  
**– UE 5 : Biodiversité et bio-évolution des règnes végétal et animal**

**Annexe sur Moodle complet**

<b>Semaine</b> : n°5 (du 05/10/15 au 09/10/15) <b>Date</b> : 05/10/2015	<b>Heure</b> : de 8h00 à 9h00	<b>Professeur</b> : Pr.Cuny
<b>Binôme</b> : n°76	<b>Correcteur</b> : n°78	
<b>Remarques du professeur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Quizzes disponibles sur Moodle</i></li></ul>		

**PLAN DU COURS**

- I) **La cellule végétale et ses particularités**
  - A) La paroi extracellulaire
  - B) La vacuole
  - C) Les plastes
- II) **La photosynthèse**
  - A) Aspects généraux et définition
  - B) Localisation de la photosynthèse
  - C) Mécanisme de la phase claire
  - D) Mécanisme de la phase sombre
  - E) Devenir des produits formés
- III) **La nutrition hydrique**
- IV) **La nutrition azotée**
- V) **Conclusion**

## Objectifs du cours

- Présentation de la cellule végétale car elle possède des particularités par rapport à la cellule animale. Il existe 3 grandes différences.
- Présentation des métabolismes primaires. Ce sont des métabolismes fondamentaux (production des sucres, lipides, acides aminés...) qui permettent par la suite la production des métabolites dont certains ont des propriétés pharmacologiques (Voir cours de pharmacognosie). L'idée est de donner les bases sur le métabolisme des végétaux.

Pour un pharmacien, ce qui est important viendra après. Ce qu'il utilise, que ce soit en industrie à l'officine, ce sont des produits issus du métabolisme secondaire. (Voir pharmacognosie) pour faire les PA.

- Nous voyons aujourd'hui les briques élémentaires qui donneront les métabolites utilisables en pharmacie. L'origine de très nombreux médicaments est végétal.

Il est impossible de faire la liste de tous les métabolites secondaires. Certains parmi eux sont synthétisés.

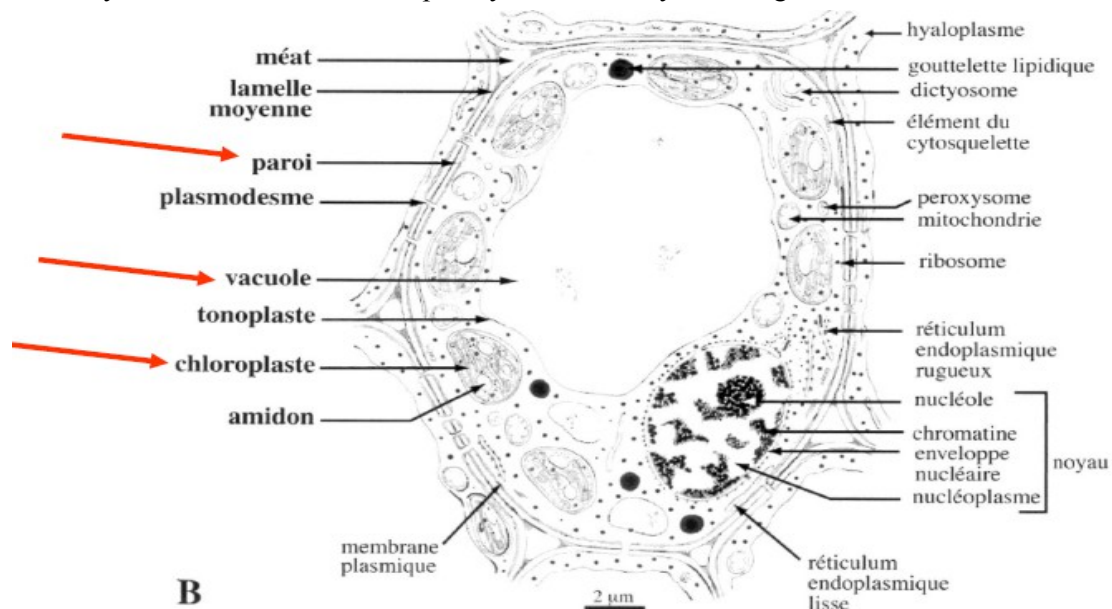
Le plus connu est l'acide acétylsalicylique issu de l'écorce de saule, la digitaline issu de la digitale, la caféine et enfin le paclitaxel, un anti-tumoral issu de l'écorce de l'if. Il est difficile à synthétiser d'où l'utilisation encore fréquente de la matière végétale.

## I) La cellule végétale et ses particularités

On ne verra ensemble **que les végétaux supérieurs**.

Une cellule végétale est organisée comme une cellule animale. Tout ce que l'on a vu en biologie cellulaire s'applique ici. (synthèse des lipides, synthèse protéique) Il existe des petites différences comme dans la maturation des protéines où les réactions sont un peu différentes chez les végétaux. Il s'agit là de détails.

On retrouve le noyau, les mitochondries, les peroxysomes. Le noyau est organisé de la même manière.



Les particularités :

Une cellule végétale comme animale est **délimitée par une membrane phospholipidique**. La composition de certains lipides change.

- Par contre à l'extérieur de la cellule, on va trouver une **paroi extracellulaire**. C'est une particularité de la cellule végétale. Elle a pour fonction de maintenir la forme de la cellule

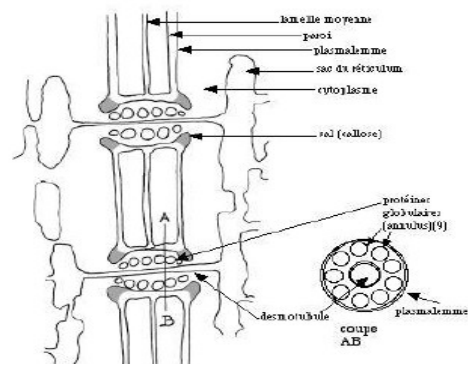
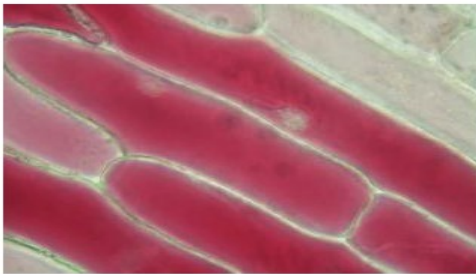
- A l'intérieur, on a une énorme **vésicule intracytoplasmique**. Elle occupe la majeure partie du cytoplasme, elle peut **occuper jusqu'à 80% du volume intracellulaire**. On l'appelle la **vacuole**.
- Tout le reste se trouve dans les 20% restants. On y trouve des **organites intracytoplasmiques appelées plastes**. (Ex : les *Chloroplastes*, les *amyloplastes*...)

### A) La paroi extracellulaire

La paroi est une matrice extracellulaire. Un végétal n'a pas de tissu de soutien bien individualisé. La paroi va **définir et maintenir la forme de la cellule**. Ici ce sont des cellules d'oignon colorées en rouge avec une forme géométrique due à la paroi.

Une membrane est fragile, donc la paroi protège la cellule. Elle va permettre **de maintenir la rigidité**.

Il n'est pas question d'isoler les cellules les unes des autres car elles doivent être synchronisées pour le métabolisme. Il y a des **communications** entre elles. Ces passages entre les cellules qui passent à travers la paroi sont appelées **plasmodesmes**. Ce sont des petites molécules qui passent dans ces plasmodesmes. Cette communication est indispensable et très régulée. Ce sont des canaux remplis de protéines pour réguler la communication.



Les enzymes qui synthétisent la paroi sont dans la membrane. Les matériaux de cette paroi passent à l'intérieur de cet enzyme. Les molécules notamment la cellulose est mise à l'extérieur de la cellule pour la fabriquer. Une paroi est avant tout **polysaccharidique**.

**Attention :** Ne pas confondre paroi polysaccharidique et membrane phospholipidique !

Moyen mnémotechnique : La paroi est le mur et la membrane est le papier peint. Par contre c'est le papier peint qui délimite la pièce.

La paroi est composée de 90% de polysaccharides. on trouve la cellulose, l'hémicellulose et des composés peptiques. Les 10% restants correspondent à des glycoprotéines.

La **cellulose** est une molécule organique la plus abondante sur terre. C'est une longue chaîne de linéaire d'au moins 500 glucides. Cela forme de longues fibres. Quand la plante est jeune, il faut que la paroi permette à la cellule de grandir. Les fibres de cellulose et d'hémicellulose sont organisées pour coulisser. Ce sont des molécules longues sous forme de filaments qui glissent les uns par rapport aux autres. On parle de **paroi primaire** (« élastique »).

Quand la plante a fini de grandir, il n'y a plus besoin d'élasticité mais de rigidité. On parle de **paroi secondaire**. On rajoute alors différents matériaux **dont la lignine**.

L'hémicellulose correspond à une chaîne très ramifiée de polysaccharides.

## B) La vacuole

La vacuole est un gros organite intracellulaire. Elle a des rôles fondamentaux. Elle sert :

→ **Au stockage et à la régulation de l'eau dans la cellule.**

*Expérience de plasmolyse et de turgescence* : Ce sont des mouvements d'eau entre la cellule et l'extérieur.

- Si l'on met une cellule dans un milieu **plus concentré** qu'elle, l'eau va sortir de la cellule. L'eau va toujours du moins concentré vers le plus concentré. C'est un **phénomène de plasmolyse**. C'est la vacuole qui se vide.
- A l'inverse, si l'on met une cellule dans un milieu **peu concentré**, l'eau va rentrer. **C'est la turgescence**. Ce la correspond à l'état normal de la cellule.

→ **Au stockage de différentes molécules à plus ou moins long terme.**

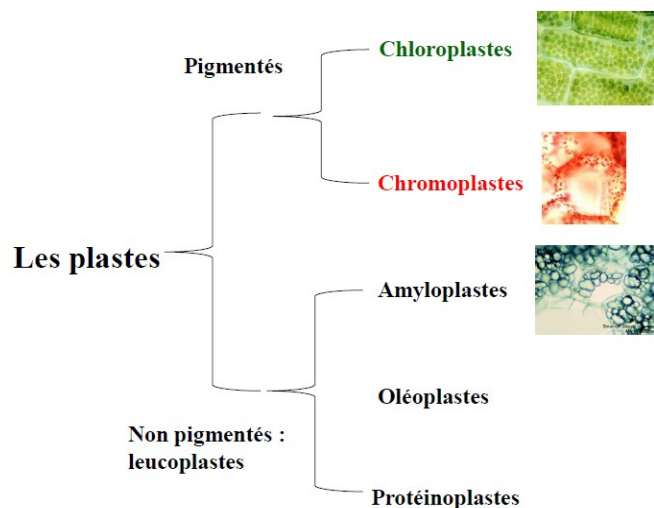
Un certain nombre de métabolites secondaires y sont stockés

→ **A la gestion des déchets cellulaires.**

Ils sont stockés voir détruits dans cette vacuole.

La membrane qui délimite la vacuole est le **tonoplaste**.

## C) Les plastes



On les range par couleur. Mis à part les chloroplastes, les plastes sont des organites de réserve.

Certains sont **pigmentés** tandis que d'autres non : ce sont les **leucoplastes** (= non pigmentés).

Les chromoplastes stockent des pigments qui donnent la coloration de certains organes (fruits, pétales, sépales...)

Les amyloplastes permettent le stockage d'amidon.

Les oléoplastes permettent le stockage de certains lipides.

On a aussi des accumulations de protéines dans les protéinoplastes. (c'est plus rare que d'autres formes)

Les plastes sont intracytoplasmiques ou alors ils s'accumulent dans des cellules de réserve (ex : amyloplastes)

## II) La photosynthèse

Chez les végétaux supérieurs chlorophylliens, il existe **2 métabolismes** pour le CO<sub>2</sub> et l'oxygène. Lors de la respiration, on consomme de l'O<sub>2</sub> et on rejette du CO<sub>2</sub>. La photosynthèse fait l'inverse : elle consomme du CO<sub>2</sub> et émet de l'O<sub>2</sub>. Au niveau des échanges gazeux, les métabolismes sont opposés.

La plante respire toujours, mais ne fait pas toujours la photosynthèse.

### A/ Aspects généraux et définition

La photosynthèse est un mécanisme fondamental qui permet aux végétaux d'être **autonomes** vis à vis de la matière organique. A partir de gaz, de lumière, ils sont capables de synthétiser la matière organique. Ils sont **autotrophes pour le carbone**.

Nous, nous sommes consommateurs alors que les plantes sont producteurs. C'est pourquoi les végétaux et de manière générale tous les organismes chlorophylliens (algues, phytoplancton..) sont à la base de la chaîne alimentaire.

A partir de CO<sub>2</sub>, d'eau, de lumière (la lumière donne l'énergie) on fabrique de la matière organique et principalement du glucose. La photosynthèse produit **toujours un sucre**. Ce n'est **pas toujours le glucose**. On obtient également de l'oxygène et de l'eau.



La photosynthèse a 2 phases :

- La **phase claire** car elle dépend de la lumière. S'il fait sombre, elle ne se réalisera pas. Le but de cette phase est de produire de l'ATP. C'est une phase de conversion de l'énergie solaire en énergie chimique. On produit de l'ATP et un agent réducteur : NADPH, H<sup>+</sup>
- La **phase sombre** ne peut avoir lieu s'il n'y a pas eu la phase claire. Elle n'a pas besoin de lumière. Elle utilise l'ATP et l'agent réducteur. C'est là où la plante va fixer le CO<sub>2</sub> et par un ensemble de réactions chimiques va fabriquer du sucre.

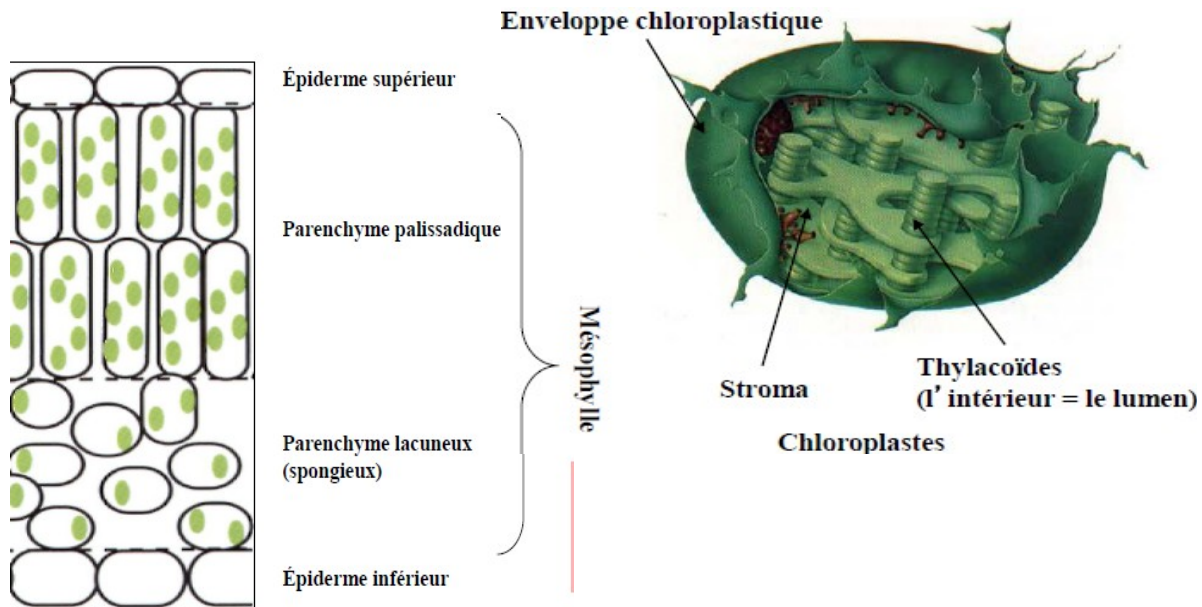
### B) Localisation de la photosynthèse

Cela se passe dans les tissus aériens. Dans les tissus chlorophylliens, il faut des chloroplastes. Parfois les tiges sont chlorophylliennes mais cela se fait **majoritairement dans les feuilles**.

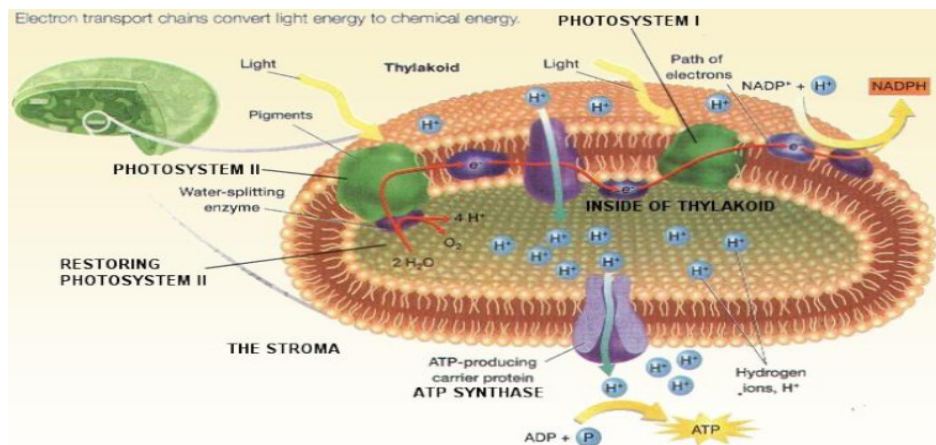
Les chloroplastes (en vert sur le schéma) sont la machinerie de la photosynthèse. Chez les végétaux supérieurs, ils ont à peu près toujours la même taille et sont sphériques. (Chez les algues, on a différentes formes).

On a **20 à 60 chloroplastes par cellule du mésophylle**. Ils font 5 à 10 μm de longueur et 1 à 5 μm de largeur.

La phase claire se déroule dans la membrane phospholipidique des thylacoïdes.



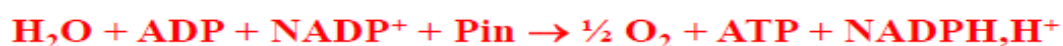
### C) Mécanisme de la phase claire



On a une longue chaîne d'oxydoréduction qui va permettre de convertir l'énergie lumineuse. Cette dernière arrive sur un photosystème. Ce dernier est un ensemble de pigments. C'est là que se trouve la chlorophylle.

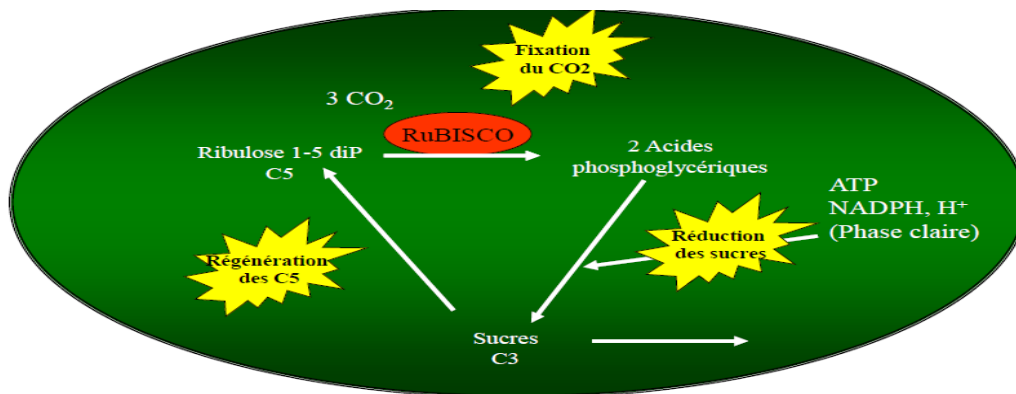
La chlorophylle et d'autres pigments reçoivent cette énergie. Ils vont alors changer de niveau d'énergie et entraîner des **transferts d'électrons**. C'est la source des réactions d'oxydoréductions. Pour faire fonctionner le système, on a **photolyse de l'eau**. Cela correspond à la dissociation de la molécule d'eau qui va donner un électron au système et va perdre un oxygène. Il sera alors émis. C'est la **réaction de Hill**.

On a une accumulation de protons à l'intérieur du thylacoïde. Ils seront plus nombreux à l'intérieur qu'à l'extérieur. On a un gradient qui se crée. Cela va permettre des mouvements spontanés d'un côté à l'autre de la membrane. On a une **force protomotrice** qui va permettre le fonctionnement de l'**ATP synthase (ou ATP synthétase)**





### D) Mécanisme de la phase sombre



La phase sombre permet de synthétiser les sucres. Le cycle de Calvin et Calson. Ils ont décrits comment le CO<sub>2</sub> est fixé dans les plantes sur une enzyme : la **RuBISCO** (Ribulose 1,5 biphosphate-carboxylase-oxygénase) C'est **l'enzyme de fixation du CO<sub>2</sub>**. Il s'agit de l'enzyme que l'on retrouve le plus sur Terre.

Le principe de ce cycle : via un ensemble de réactions on va synthétiser un sucre à 3 carbones et ensuite régénérer l'élément qui permet de fixer le CO<sub>2</sub>.

Pour avoir un hexose (6C) comme le glucose, il faut 2 tours dans le cycle de Calvin.

On remarque qu'il y a utilisation de l'ATP et du NADPH,H<sup>+</sup> provenant de la phase claire.

### E) Devenir des produits formés

Ils ne sont pas stockés dans la feuille. Les feuilles stockent très peu de sucre car elles en gardent seulement pour le besoin immédiat. Il s'agit surtout des feuilles jeunes qui vont stocker pour leur croissance.

La plante va faire des réserves, dans les plastes et dans des tissus spécialisés comme le tubercule de pomme de terre, les graines..

On va stocker du sucre de réserve sous forme d'amidon (c'est un polymère de glucose). L'amidon est un mélange d'amylose et d'amylopectine (majoritaire).

Si la plante ne synthétise pas du glucose, peu importe, il sera converti en glucose pour donner de l'amidon. L'amidon est un excipient dans de nombreuses préparations.

Les sucres sont exportés de la feuille vers les organes de réserve le plus souvent sous forme de saccharose dans le phloème.

## III) La nutrition hydrique

### A) Localisation de l'absorption hydrique

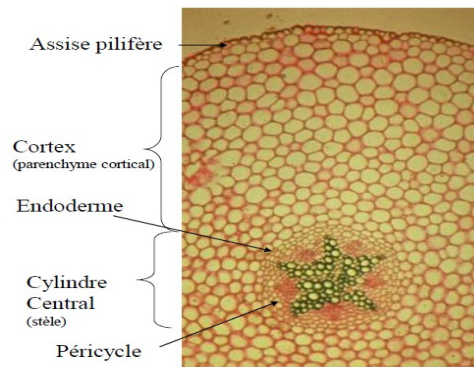
Elle se fait principalement par les racines. Toute la racine n'absorbe pas. L'extrémité de la racine est une zone qui n'absorbe pas car c'est une zone de croissance pour celle-ci. on l'appelle **zone méristématique**. (un méristème est une zone de croissance) Cela n'absorbe pas car les tissus ne sont pas formés.

La zone d'absorption est caractérisée par la présence de poils absorbants. Cela augmente la surface d'absorption car celle-ci est relativement petite.

Pour une racine, soit elle est solide et permet d'ancrer (hydrophobe) soit elle est plus souple et absorbe.

La partie supérieure d'une racine n'absorbe pas contrairement à la partie inférieure.

## B) Mécanisme de l'absorption hydrique



Dans une racine, l'eau va y rentrer passivement par diffusion. Cette diffusion va s'arrêter pour être poursuivie ensuite par un transport plus actif.

Dans le cortex, l'eau circule passivement. A partir de l'endoderme, les concentrations s'inversent et on a la mise en place d'un transport actif. Les points rouges sont les vaisseaux de phloèmes et les points verts sont les vaisseaux de xylèmes. Ce sont des vaisseaux conducteurs.

La tige a un phénomène de capillarité. Elle empêche l'eau de redescendre. La transpiration au niveau des feuilles : appel foliaire. L'eau sort des feuilles et tracte l'eau dans la tige.

Si on résume :

- On a tout d'abord une **entrée racinaire accompagnée d'une poussée racinaire**. Cela permet à l'eau d'entrer et de commencer son ascension
- On a ensuite une **ascension par capillarité avec poussée racinaire**. Cela permet à l'eau de monter dans la tige et de se répartir dans la plante
- Enfin, on a **transpiration, ce qui équivaut à un appel foliaire**. Cela permet à une partie de l'eau de sortir de la feuille et crée un appel d'eau vers le haut.

Les vaisseaux de xylème font circuler la sève brute (eau + sels minéraux)

La cellule exporte des choses notamment son sucre vers le reste de la plante, vers les différents tissus. C'est la sève élaborée, riche en sucre, lipide et protéine. Elle circule dans les vaisseaux de phloèmes.

## IV) La nutrition azotée

### C) L'utilisation de l'azote organique

L'azote est un élément fondamental pour de nombreux produits notamment dans la production de protéines.

La forme principale est l'**azote minéral**. La plante l'utilise surtout sous forme de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) Cet azote vient généralement de la dégradation de la matière organique. On a 2 grandes voies :

- Une voie rapide : la minéralisation primaire
- Une voie beaucoup plus lente et qui concerne 30% de l'azote. C'est ce qui fait l'humus.

Les végétaux carnivores sont capables d'utiliser l'**azote organique directement**. Elle privilégie l'azote du sol mais



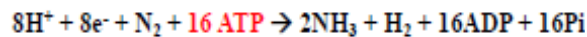
peut aussi récupérer l'azote de ses proies. Comme exemple, on peut citer l'*Heliamphora minor*, le *Nepenthes* sp ou encore *Dionaea Muscipula*. (vivent dans des sols pauvre en Azote)

Les parasites : les hémiparasites ou les vrais parasites. Les hémiparasites sont chlorophylliens (Exemple : le Gui). Les 2 vont aller capter des molécules azotées chez leurs hôtes.

Parmi les végétaux parasites, on peut citer le *Monotropa* sp de la famille des Ericacées.

Enfin, certaines plantes sont capables d'utiliser **l'azote de l'air** mais elle ne le font pas toutes seules. Elles s'associent en symbiose avec des bactéries notamment du genre *Rhizobium*. Ce sont des symbioses racinaires. Les bactéries vont capter cet azote et le transformer pour que la plante puisse produire des organites azotés.

On a formation de nodosités au niveau racinaire. C'est là que les bactéries fixent l'azote atmosphérique. 78% de notre atmosphère est composé d'Azote N<sub>2</sub>. Il est réduit en NH<sub>3</sub> grâce à la Nitrogénase.



Cela concerne notamment les Fabacées. Il comprend 1800 espèces et est le 3ème groupe de phanérogames.

## VI) Conclusion

Le métabolisme primaire permet la formation des « éléments métaboliques fondamentaux » :

- de sucres
- de lipides
- de protéines

Cela permet le fonctionnement des végétaux (croissance, reproduction..) et permet la fabrication des métabolites secondaires (utiles au pharmacien).