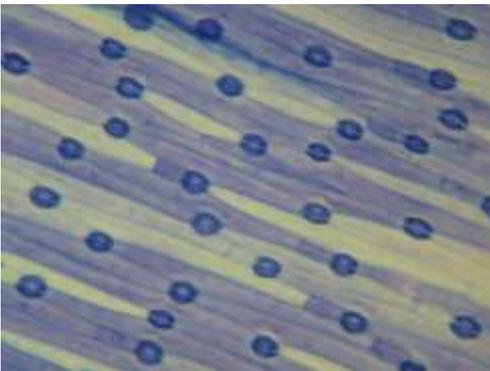


# La cellule

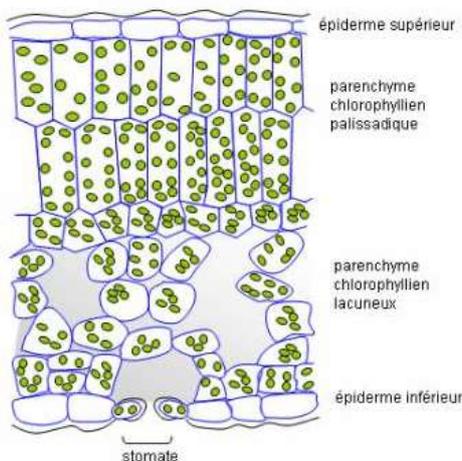
La cellule est le fondement de la structure des êtres vivants. Les premières cellules furent observées au XVII<sup>e</sup> siècle par l'anglais **Robert Hooke** qui réussit à les voir grâce à l'association de 2 loupes placées aux deux extrémités d'un cylindre. C'est en observant du liège qu'il découvrit des structures qu'il appela des « petites boîtes » nom à l'origine du terme latin « *cellulae* ». Ses observations furent publiées dans « *Micrographia* », ouvrage paru en 1665. Les cellules observées étaient mortes.

Avec l'amélioration des techniques, nous savons maintenant que les cellules sont de véritables usines. Leur activité est appelée le **métabolisme**.

## Quelques observations au microscope



Surface inférieure d'une feuille vue au microscope électronique à balayage (MEB) sur laquelle on voit que la surface est formée de nombreuses cellules. Toutes n'ont pas la même forme, on remarquera la présence de **stomates** (ouvertures formées par des cellules particulières) ce sont des pores qui permettent les échanges gazeux.



La coupe en épaisseur montre les diverses cellules qui composent la structure d'une feuille :

- Les épidermes inférieurs et supérieurs qui sont séparés par le **parenchyme**, lui-même composé :
  - Du **parenchyme palissadique** ;
  - Du **parenchyme lacuneux** dont les cellules sont séparées par des poches d'air.

Les Parenchymes contiennent les cellules spécifiques qui permettent la photosynthèse.



**Observation par transparence d'une feuille d'élodée (plante très utilisée en aquariophilie)**

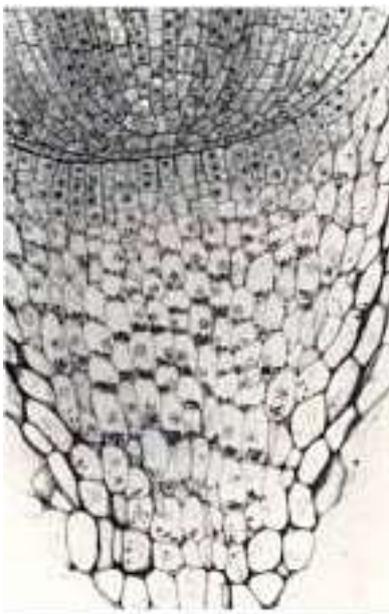
On voit la limite des cellules (**paroi squelettique + membrane**) et le **cytoplasme** dans lequel « nagent » les **chloroplastes**. Le noyau des cellules n'est pas visible sur cette préparation.



Coupe longitudinale de racine sur laquelle on voit très bien les nombreux **poils absorbants** qui sont situés au-dessus de l'extrémité de la racine, dans la **zone pilifère**.

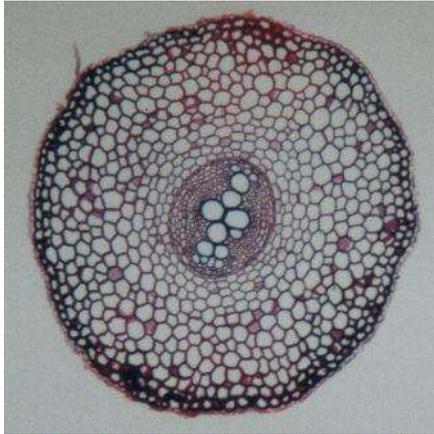


Un poil absorbant est formé par une seule cellule +/- allongée. Le noyau n'est pas visible...



Presque à l'extrémité des racines se trouve le **méristème apical** qui est formé de cellules en mitoses quasi-permanentes, ce qui permet la croissance en longueur de la racine.

À l'extrémité se trouve la **coiffe**. Elle est composée de plusieurs couches de cellules situées en périphérie et qui protègent le méristème.



### Coupe transversale d'une racine

Le cytoplasme contient un liquide, le **cytosol**, dans lequel baignent ou flottent, outre le noyau, de nombreuses petites structures appelées **organites**. Le cytosol est composé d'eau, de sels minéraux, de glucides, de lipides et de protides (ou protéines).

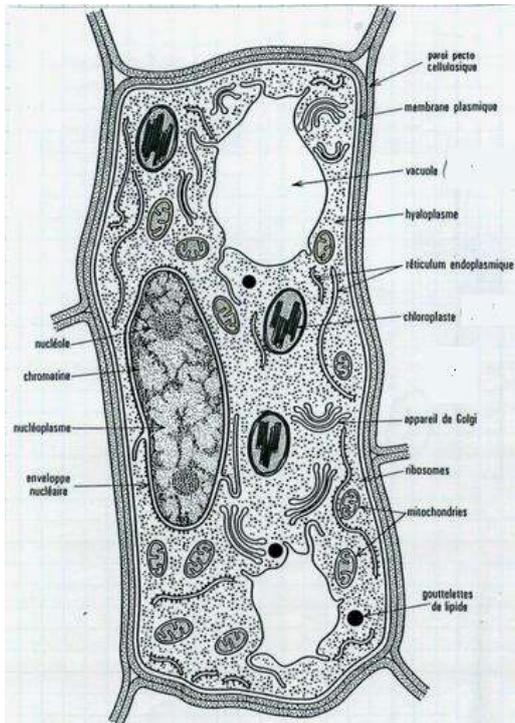


Les **ptéridophytes** (embranchement du règne des végétaux regroupant les fougères, les prêles, etc.)

Présentation d'une feuille de Polypode : sur la face inférieure on voit les **sore**s formées de multiples **sporangies** qui contiennent les **spores**. Chaque sporangie est en forme de sac globuleux porté par un **pédicelle**.

### Microscope électronique à transmission (MET)

Il permet de voir en détail la structure des différentes parties d'une cellule : membrane plasmique, paroi squelettique, noyau et organites variés.



Représentation d'une cellule végétale complète qui montre :

- La paroi extérieure épaisse constituée de cellulose (**paroi squelettique**) ;
- Collée à la paroi, une membrane fine : la **membrane plasmique** ou **plasmalemme** ;
- Le **noyau** ;
- divers **organites** ;
- Le **cytosol**, liquide intracellulaire dans lequel baignent les organites et le noyau.

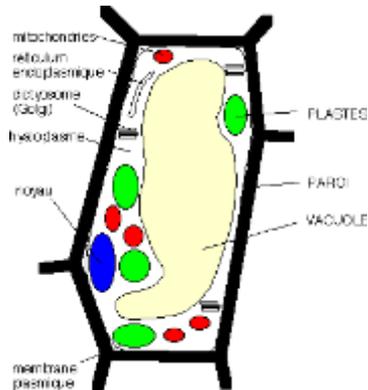
# Le règne du vivant

La classification des êtres vivants est basée sur la structure de leur cellule. Comparons les divers caractères cellulaires.

## Les eucaryotes

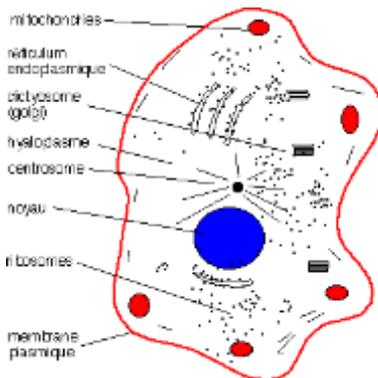
Chez les eucaryotes, le noyau des cellules est isolé du cytoplasme par une membrane (= la **membrane nucléaire**).

### La cellule végétale



Représentation d'une cellule végétale qui montre l'épaisse paroi squelettique composée de **cellulose**, une **membrane plasmique** la tapisse à l'intérieur.

### La cellule animale

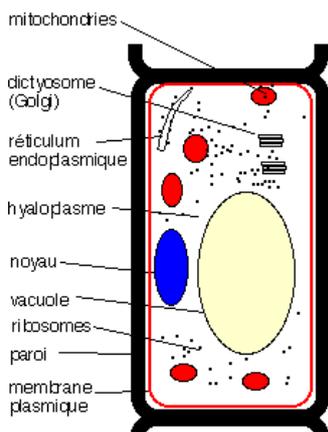


Représentation d'une cellule animale qui montre qu'il n'y a pas, pour limiter la cellule, de paroi squelettique, mais seulement la **membrane plasmique**.



Un exemple : la paramécie (photo de droite) est formée d'une seule cellule dont l'extérieur est couvert de cils qui lui permettent de se déplacer. En coupe on peut voir la fine membrane plasmique ainsi que différentes structures intracellulaires.

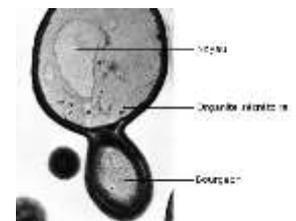
### La cellule d'un champignon



Représentation d'une cellule de champignon.

À l'extérieur, en plus de la membrane plasmique, une paroi squelettique, ici composée, entre autres, de **chitine**.

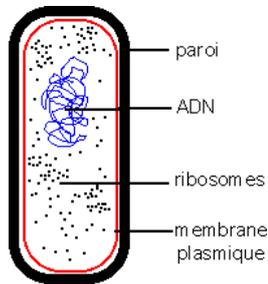
En exemple, deux moisissures : *Aspergillus* et la **levure de bière** (photo) présentent des cellules proches des cellules végétales (membrane plasmique et paroi squelettique, mais cette dernière présente une composition chimique différente).



## Les procaryotes

Ce sont des êtres vivants unicellulaires qui ne possèdent pas de noyau. Le matériel génétique baigne dans le cytoplasme. Ce sont les bactéries (plusieurs groupes)

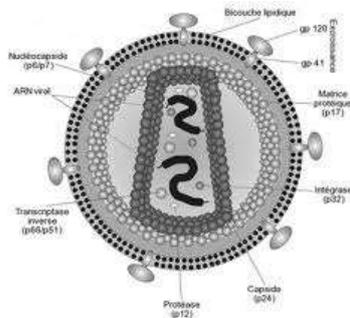
### La cellule d'une bactérie



Les bactéries sont constituées d'une seule cellule caractérisée par :

- Sa petite taille (environ 1 micromètre) ;
- La présence d'une paroi spéciale (= **paroi bactérienne**, de composition chimique particulière) associée à une membrane plasmique ;
- Pas de noyau ;
- Une seule sorte d'organites, les **ribosomes** ;
- Un **ADN circulaire**.

### Les virus



Les virus furent les derniers êtres vivants découverts. En 1900 on connaît déjà leur existence mais ce n'est que dans les années 1940, avec l'invention du microscope électronique, que l'on a réussi à les voir pour la première fois.

Ils se caractérisent par :

- L'absence de toute structure cellulaire (ni membrane plasmique, ni cytosol, ni noyau, ni organites...). Ce sont des paquets de molécules variées (protéines, **ADN ou ARN...**) assemblées en masses ordonnées de formes variées ;
- Pas d'activité métabolique ;
- Ils ne peuvent se reproduire qu'en s'introduisant dans une cellule et en la parasitant (ce sont des parasites intra cellulaires obligatoires).

Les virus qui se reproduisent aux dépens des bactéries sont nommés des **bactériophages**.

Les virus injectent leur matériel génétique dans la cellule d'un être vivant qui utilise ensuite le matériel viral pour reproduire ce dernier, permettant ainsi la multiplication des virus qui finissent par faire éclater la cellule hôte.

## Conclusion

La différenciation entre les cellules des êtres vivants peut se résumer sous la forme d'une clé dichotomique :

- \* Pas de cellule => **virus**
- \* Une cellule
  - ❖ Pas de noyau => **bactéries**
  - ❖ Un noyau
    - Pas de paroi squelettique à l'extérieur de la membrane plasmique => **animaux**
    - Une paroi squelettique à l'extérieur de la membrane plasmique
      - ✓ Paroi constituée surtout de cellulose (pas de chitine) => **végétaux**
      - ✓ Paroi contenant de la chitine (entre autres) => **champignons**

## Les microscopes

### Microscope optique (MO)

Plus les lentilles grossissent plus elles sont petites et moins elles laissent passer la lumière. Maximum de grossissement : x1 500 environ. L'observation se fait par transparence, souvent avec utilisation de colorants.

### Les microscopes électroniques (ME)

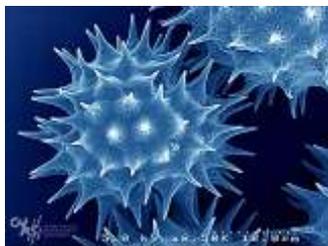
On utilise des électrons à la place de la lumière. On peut grossir jusqu'à 200 000 fois mais classiquement les grossissements utilisés s'étagent entre 30 000 à 150 000 fois. Un flux d'électrons est diffusé à grande vitesse. Le tube dans lequel circulent ces derniers est vide car sinon les électrons seraient arrêtés par l'air. Les cellules observées avec les ME sont mortes et la préparation doit être ultra-mince. Elles sont déposées sur une grille. Les coupes se font au microtome sur des cellules déshydratées. Une question s'est posée longtemps : ce que l'on voit est-il vraiment la réalité ou est-ce un artefact ? Il existe deux types de ME :

- **Microscope électronique à transmission ou MET**

Il est destiné à l'observation de cellules en coupe ultrafine ; les électrons traversent les cellules.

- **Microscope électronique à balayage ou MEB**

Il permet d'examiner la surface des cellules. Les électrons envoyés arrachent d'autres électrons qui vont rebondir et qui donnent une image au grossissement voulu. Un spray d'une fine couche d'or recouvre la surface à observer accentuant les contrastes. Exemple de clichés obtenus au MEB : des grains de pollen. Ils sont naturellement recouverts d'une substance très résistante formant l'**exine** et, plus à l'intérieur, l'**intine**. Les grains de pollen présentent des formes et des ornements variés :



Pollen de tournesol



Pollen de camomille



Pollen d'acanthé

La **palynologie** est l'étude des grains de pollen

### La variété des cellules

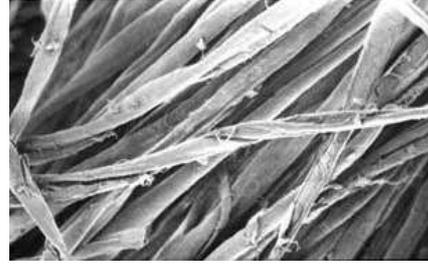
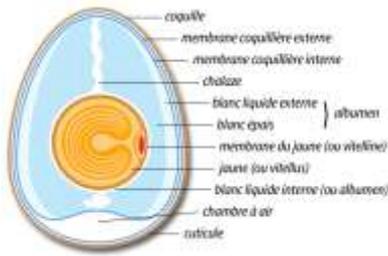
Les cellules prennent des formes variées : boîtes cubiques ou parallélépipédiques ou très allongées comme les cellules musculaires (une cellule allongée est appelée une **fibres**). Les neurones sont formés d'un corps cellulaire et d'un **axone** souvent ramifié à son extrémité.

Certaines algues unicellulaires ont des cellules allongées et recourbées, d'autres sont en forme de champignon (pied + chapeau en ombrelle). L'algue *Acetabularia* est formée d'une seule cellule géante de 1 cm ! Les spermatozoïdes présentent un flagelle qui est partie intégrante de la cellule et mesure 50  $\mu$ .

Leur taille est donc très variable :

- Les bactéries mesurent environ 1  $\mu$  ;
- Les végétaux ont des cellules dont la taille varie de 10 à 30  $\mu$  ;
- Les neurones peuvent atteindre 2 mètres chez la girafe !

## Observations :

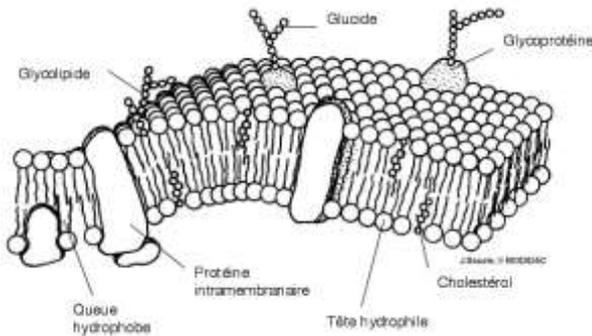


Le jaune d'œuf est formé d'une seule cellule.

Vue de fibres de coton. Ce sont des cellules allongées, mortes et limitées par la paroi squelettique constituée, comme chez tous les végétaux, de cellulose ; ces fibres (cellules) mesurent de 2 à 3 cm.

## Membrane plasmique

L'observation peut se faire sur les globules rouges placés dans de l'eau : par le phénomène d'**osmose** (échange d'eau entre un milieu peu concentré en sels minéraux vers un milieu très concentré), l'eau rentre dans le globule rouge qui éclate, les membranes plasmiques se déposent au fond du tube d'expérience.



Elle est constituée de deux couches de lipides associées à des protéines (ou des glycoprotéines) et du cholestérol qui permettent une bonne cohésion. Elle limite la cellule et permet les échanges entre les deux milieux, soit entre les molécules qui la constituent, soit par l'intermédiaire des protéines-transporteuses. Des substances variées peuvent donc entrer dans la cellule ou au contraire être rejetées vers l'extérieur....

## L'endocytose

La membrane émet une bulle vers l'extérieur afin de capter une substance externe. La **phagocytose** est une **endocytose** à grande échelle (globules blancs par exemple).

## Les organites

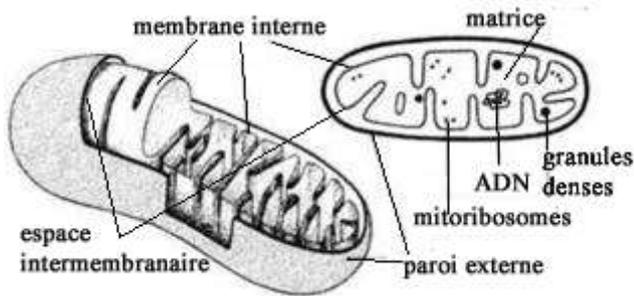
### Les mitochondries



Préparation d'un culot par éclatement de cellules, puis par centrifugation on obtient un amas de mitochondries. On observe une double membrane de même structure que la membrane plasmique :

- La membrane externe
- La membrane interne émet des replis à l'intérieur, certains rejoignant les deux bords de la mitochondrie

L'intérieur de cet organite est appelé le **stroma** ou **matrice**



À l'intérieur on observe :

- Des ribosomes ou **mitoribosomes**
- De l'ADN : Acide désoxyribonucléique circulaire.

La mitochondrie est l'organe de la respiration des cellules c'est elle qui produit l'énergie nécessaire au fonctionnement de la cellule.

Les substances qui pénètrent à l'intérieur de la cellule sont :

- L'oxygène ;
- Des glucides ;
- Des lipides ;
- Des protéines.

Ces substances, qui toutes contiennent du carbone, pénètrent dans la cellule, après avoir été digérées ou dégradées en molécules plus simples et plus petites :

- Les glucides donnent le glucose ;
- Les protéines fournissent les acides aminés ;
- Les lipides produisent des acides gras.

Ces substances arrivent dans les mitochondries et réagissent avec l'oxygène :

- (Exemple avec le glucose)  $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 = 6 CO_2 + 6 H_2O$  (et libération d'énergie)

L'oxygène sert à fixer l'hydrogène provenant des « aliments » (glucose, acides aminés et acides gras) et il y a donc formation d'eau. L'eau d'un organisme humain (par exemple) provient donc, non seulement de ce que nous absorbons, mais aussi de la respiration. L'énergie est produite, comme on le voit à la lecture de l'équation précédente, par oxydation des « aliments ». La dégradation du glucose (et des deux autres types de substances) se fait progressivement, étape par étape : l'ensemble de ces réactions successives et ordonnées forme le **cycle de Krebs**.

L'énergie se présente soit sous forme de chaleur, soit stockée sous forme d'ATP (adénosine triphosphorique) qui se forme à partir de l'ADP (adénosine diphosphorique) et de l'acide phosphorique.

→ ADP + Acide phosphorique (+ énergie) = ATP. L'ATP est donc une source universelle d'énergie.

### Composition de l'air

L'air est composé de :

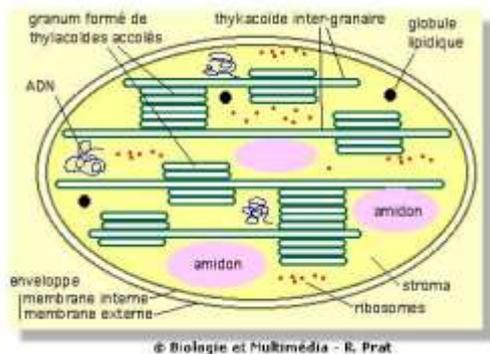
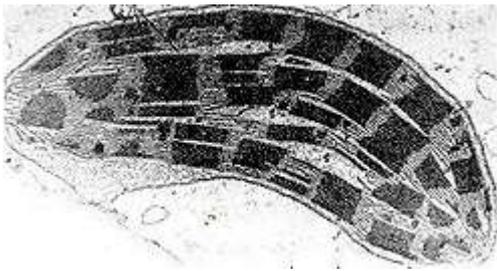
- $N_2$  (azote) : 78 %
- $O_2$  : 21 %
- $CO_2$  (dioxyde de carbone ou gaz carbonique) : 0,03 % soit 3/10 000 (c'est fort peu !)

Sa composition est stable depuis plusieurs millions d'années ce qui prouve que les êtres vivants utilisent autant de  $CO_2$  qu'ils en libèrent.

On pense qu'à l'origine, les mitochondries étaient des bactéries qui auraient pénétré dans des cellules (ou des proto-cellules ou cellules primitives). Deux « preuves » :

- L'ADN des mitochondries est circulaire, comme celui des bactéries ;
- La présence d'une double membrane (= membrane de la bactérie+ membrane de la proto-cellule)

## Les chloroplastes



Ils sont en forme de pastilles, de ballons de rugby...

Ils sont le lieu de la photosynthèse.

La couleur verte des feuilles vient de la présence des chloroplastes.

Ils sont formés :

- D'une double membrane avec une membrane externe et une membrane interne ;
- De cloisons longitudinales internes +/- épaisses et des **granas** (disques empilés), les deux contenant la chlorophylle (pigment capital pour la **photosynthèse**) ;
- De l'ADN circulaire d'origine bactérienne (il existe des bactéries contenant de la chlorophylle) ;
- Des ribosomes (appelés **plastoribosomes**) et des grains d'amidon en formation (colorés en violet par l'eau iodée).

Leur rôle est la photosynthèse.

En présence de lumière, les plantes absorbent, au travers des stomates, du CO<sub>2</sub> qui se combine avec l'eau :

- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{énergie (soleil)} = \text{O}_2 \text{ (qui se dégage)} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (glucose)}$

L'énergie vient de la lumière qui casse la molécule d'eau dans les chloroplastes.

- $\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{O}$  (c'est la **photolyse** de l'eau)

La photolyse est liée à la disposition des granas, son fonctionnement est mal compris. L'oxygène produit est rejeté et l'hydrogène se fixe sur le CO<sub>2</sub> donnant du glucose puis différentes substances organiques.

La seule source d'oxygène sur terre provient de la photosynthèse, qui ne peut pas fonctionner sans eau.

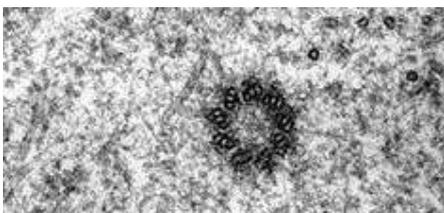
La seule source de nourriture pour les animaux, c'est également la photosynthèse !

## Échanges gazeux

- La nuit : respiration seule (absorption d'oxygène et rejet de dioxyde de carbone) ;
- Le jour : respiration et photosynthèse (absorption de dioxyde de carbone et rejet d'oxygène), cette dernière étant plus importante que la respiration, d'où le gain en oxygène durant la journée.

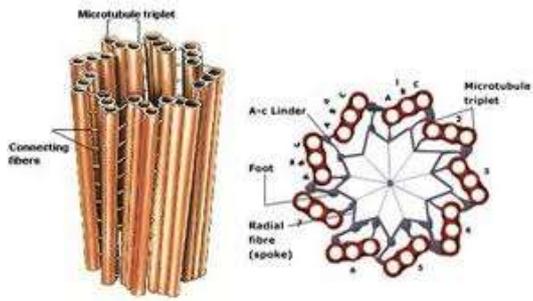
Pour la photosynthèse, seules certaines longueurs d'onde de la lumière sont absorbées (bleu et violet qui sont de petites longueurs d'ondes, les plus énergétiques).

## Le centrosome



Il n'en existe qu'un seul par cellule, il se situe près du noyau et n'est présent que chez les animaux et les champignons.

Sa structure : il est formé de deux 2 cylindres disposés perpendiculairement (les **centrioles**) formés de tubes groupés par trois (9 fois 3 microtubules).



Le centrosome intervient lors de la division cellulaire.

C'est parce que les neurones perdent leur centrosome qu'ils ne peuvent plus se diviser.

Chez les végétaux le centriole est remplacé par une autre structure.