

Université Badji Mokhtar, Annaba
Faculté des Sciences
Département de Tronc Commun Science de la Nature et de
la Vie
Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale



COURS DE PHYSIOLOGIE VEGETALE

HASSAINE .A

2019/2020

Objectif

- Cette matière traite des aspects fondamentaux des grandes fonctions physiologiques des plantes.
- Elle est structurée en deux parties:
 - Nutrition minérale et carbonée
 - croissance et développement
- Les étudiants doivent avoir des connaissances en : Botanique et en Physiologie Végétale.



Présentation du cours

- ❖ Unité d'enseignement Méthodologie (UEM)
- ❖ Coefficient : 02
- ❖ Crédit : 04
- ❖ 10 semaines de cours
 - Travaux Pratiques (3 ou 4 TP)
- ❖ Evaluations : $\text{MOY TP} \times 0,4 + \text{EXAM} \times 0,6$



Programme du cours

Partie.1. Nutrition

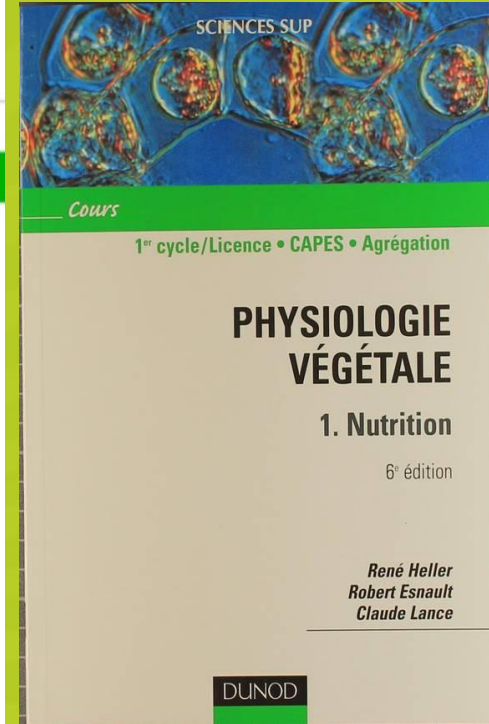
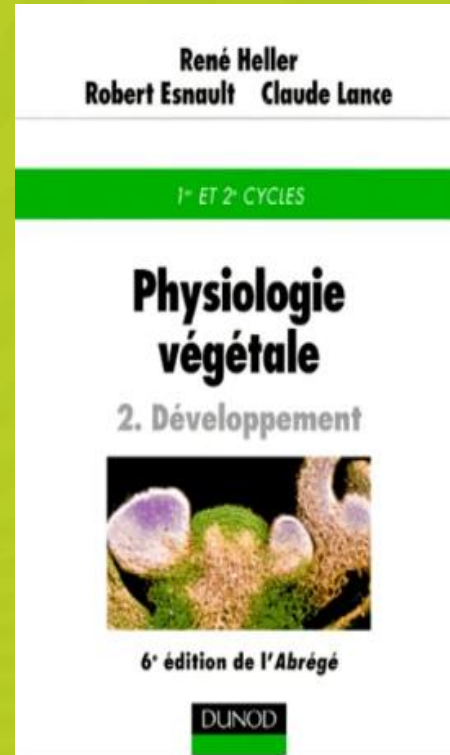
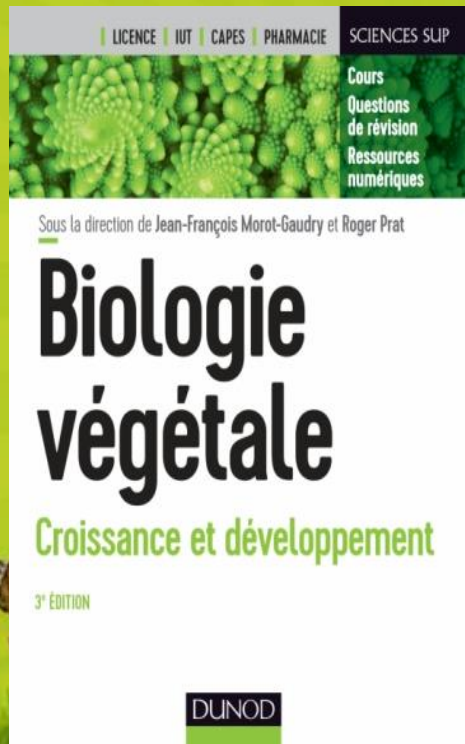
- **Rappel sur les notions de base**
 1. Organisation d'un végétal
 2. Organisation d'une cellule végétale
- **Nutrition hydrique**
- **La transpiration et l'équilibre hydrique**
 1. Mise en évidence
 2. Localisation et mesure
 3. Variation de la transpiration
 1. Influence de la morphologie du végétal
 2. Influence des facteurs de l'environnement
 4. Déterminisme physiologique de la transpiration
 5. L'équilibre hydrique des végétaux
 6. Intérêt de la transpiration pour le végétal
- **Nutrition minérale**
- **Nutrition azotée**
- **Nutrition carbonée**

Partie.2. Développement

- Formation de la graine
 - Germination
 - Croissance
- Floraison & Fructification



Références bibliographiques



Plan du cours 1

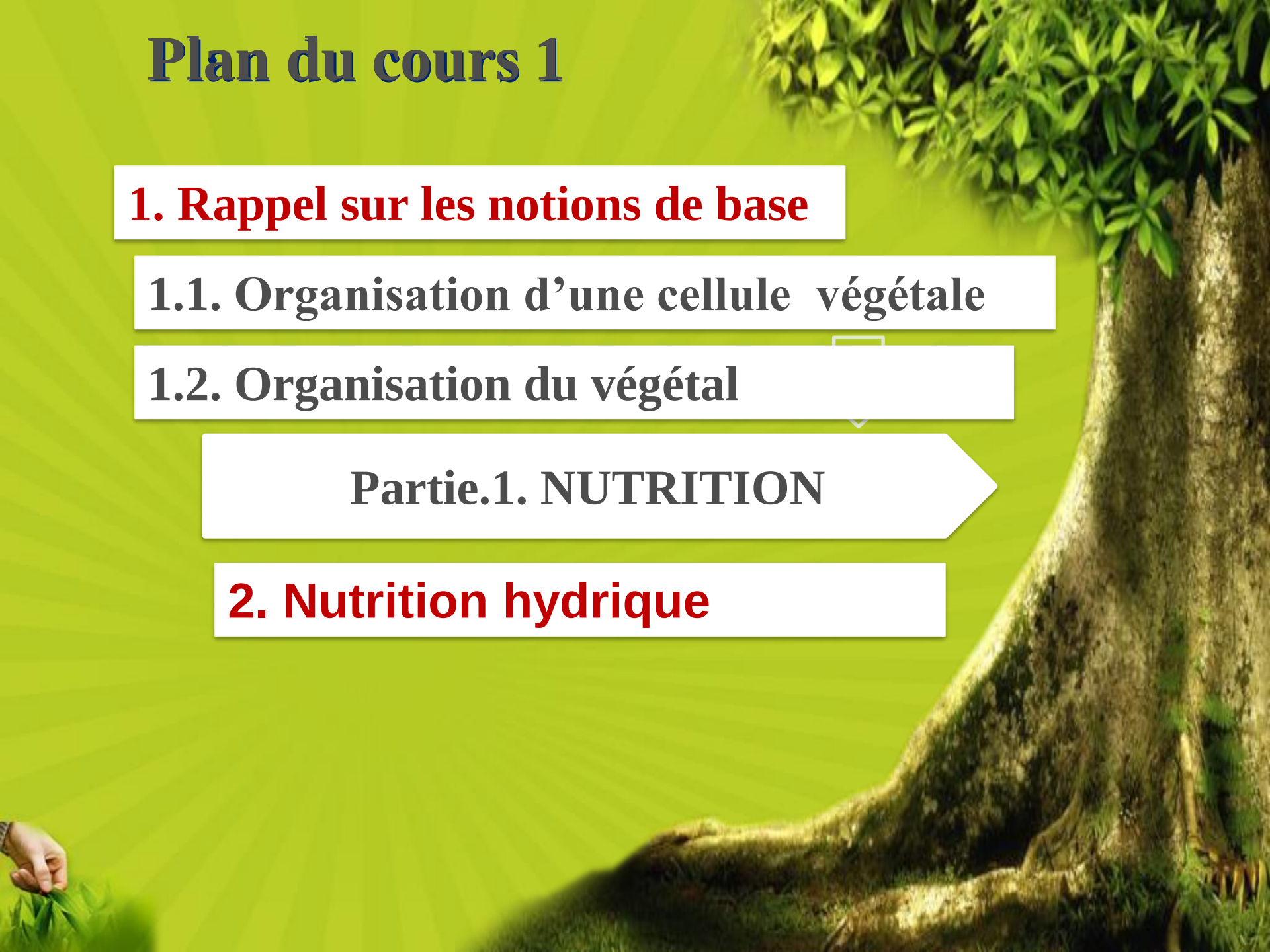
1. Rappel sur les notions de base

1.1. Organisation d'une cellule végétale

1.2. Organisation du végétal

Partie.1. NUTRITION

2. Nutrition hydrique



Introduction à la **PHYSIOLOGIE VEGETALE**

La physiologie végétale, ou phytobiologie, est la science qui **décrit** le **fonctionnement** des plantes sous tous ses aspects (anatomique, histologique, cytologique et moléculaire), à tous les niveaux (cellule, tissu, organe, organisme) et en avec son environnement (sol, eau).

On a deux grandes parties :

1. Nutrition et métabolisme :

- L'acquisition des éléments indispensables à la vie (substances carbonées ou azotées) ;
- La transformation de ces éléments et leur intégration dans la matière organique (dans la biomasse).

2. Croissance et développement : cycle de développement.

DÉFINITION DES VÉGÉTAUX

Historiquement, les végétaux ont été définis comme des organismes incapables de se déplacer activement, « végétatifs », par rapport aux animaux, capables de se mouvoir activement, « animés ».

- Ensemble d'organismes eucaryotes uni ou pluricellulaires et autotrophes .
- Ces êtres vivants sont doués d'une sensibilité et d'une mobilité extrêmement discrètes, caractérisés par une structure cellulaire particulière du à la présence des membranes squelettiques de nature cellulosique



Thallophytes

Phycophytes (algues)



Cormophytes

Bryophytes (mousses)



Ptéridophytes (fougères)



Présperma- phytes



Spermaphytes (plantes à graines)

Gymnospermes



Angiospermes



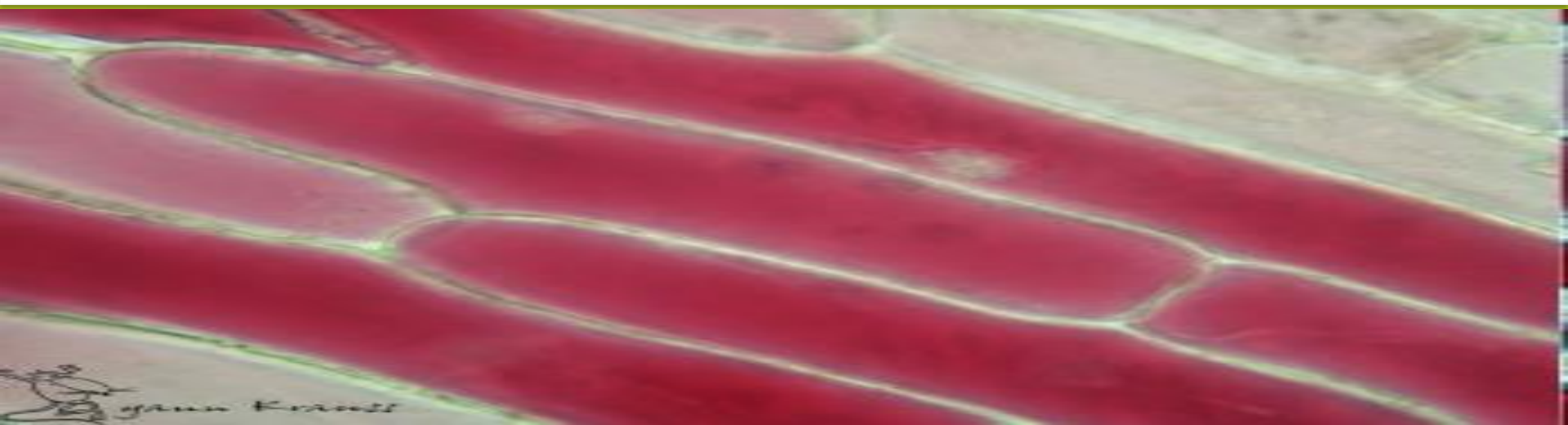
Dicotylédone



1.1. Organisation d'une cellule végétale

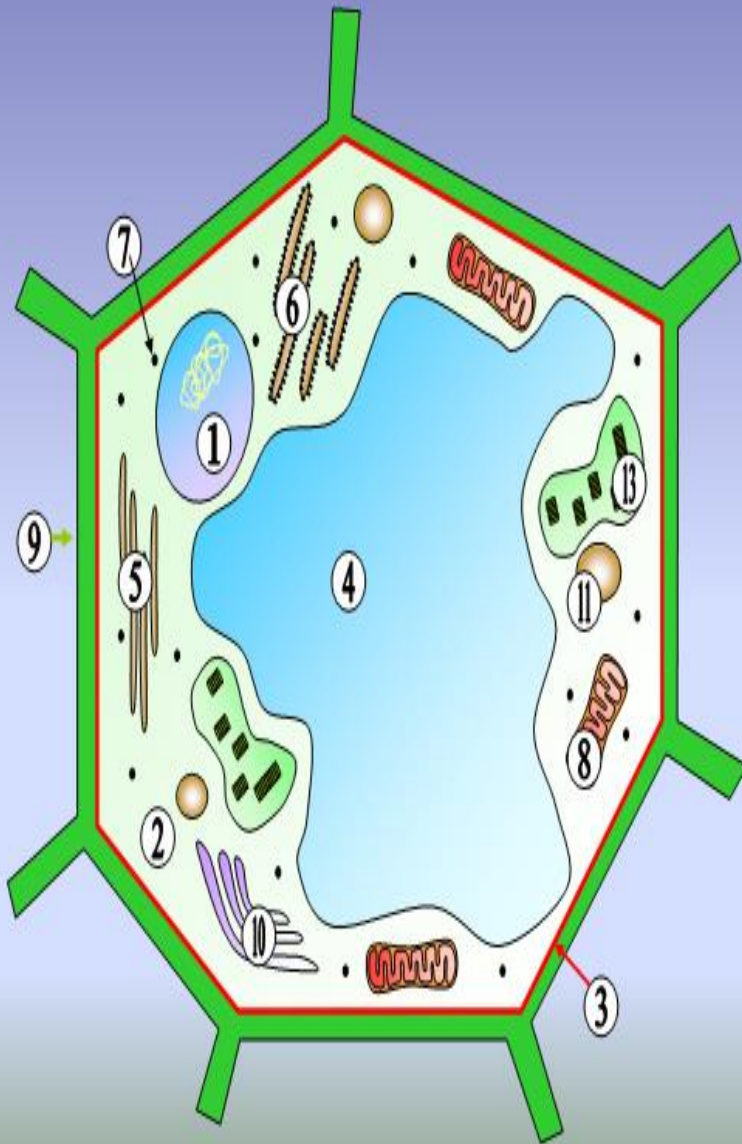
La cellule est l'unité élémentaire de chaque être vivant. Elle renferme des organites, structures nanoscopiques accomplissant chacun leur rôle propre en son sein (production d'énergie. production ou dégradation de produits...). La cellule végétale est celle qui constitue tous les organismes végétaux : elle est **eucaryote** et de type **revêtue**. Elle se distingue par plusieurs caractéristiques:

1. La présence d'une **double membrane**
2. Leur **forme** allongée et la présence d'une **grande vacuole centrale**
3. Présence des **chloroplastes** qui contiennent la chlorophylle
4. Les cellules sont théoriquement toutes **totipotentes**



Cellule végétale

Organites



1. Noyau
2. Cytoplasme
3. Membrane cytoplasmique
4. Vacuole
5. Réticulum endoplasmique lisse
6. Réticulum endoplasmique rugueux
7. Ribosome
8. Mitochondrie
9. Membrane cellulosique
10. Appareil de Golgi
11. Lysosome
13. Chloroplaste

Organites de la cellule végétale	Description et rôle des organites
1. Noyau	- Le noyau communique avec l'intérieur de la cellule par une membrane poreuse qui permet des échanges avec le cytoplasme. - Sa mission est de diriger et de contrôler toutes les activités qui se produisent dans la cellule. - C'est dans le noyau que se trouvent l'ADN.
2. Cytoplasme	- Le cytoplasme est une substance gélatineuse dans laquelle baignent le noyau et les autres organites des cellules végétales.
3. Membrane cytoplasmique	- Cette membrane entoure et retient le cytoplasme des cellules végétales. - C'est grâce à elle que des échanges entre la cellule et le milieu dans laquelle elle se trouve sont possibles. Elle sélectionne les substances qui pourront entrer dans la cellule ou en sortir.
4. Vacuole	- Il s'agit de petits sacs servant à entreposer des substances dans le cytoplasme des cellules végétales



5. et 6. Réticulum endoplasmique lisse et rugueux	- On distingue deux types de réticulum : le réticulum endoplasmique lisse (REL) et le réticulum endoplasmique rugueux (RER). - Le REL synthétise les lipides et métabolise les glucides. - Le RER est en lien avec l'enveloppe du noyau par les ribosomes. Il est responsable de la synthèse des membranes et de certaines protéines.
7. Ribosomes	- On trouve ces petites boules libres dans le cytoplasme ou fixées sur le réticulum endoplasmique (ce qui donne l'aspect rugueux du RER) - Les ribosomes participent à la synthèse des protéines.
8. Mitochondrie	- Observées au microscope électronique, les mitochondries ont une forme ovale. C'est dans ces structures que se produisent les réactions de combustion. Elles convertissent l'énergie qui provient du milieu pour la rendre utilisable par la cellule.
9. Membrane cellulosique ou paroi cellulaire	- Cette membrane composée de cellulose est caractéristique des cellules végétales. - Cette paroi tient lieu de squelette pour la cellule végétale. - En plus de sa rigidité, cette membrane assure à la cellule végétale une élasticité permettant ainsi sa croissance et la division cellulaire.

10. Appareil de Golgi	- On reconnaît l'appareil de Golgi dans une cellule par un empilement de sacs membraneux baignant dans le cytoplasme. - Ces sacs sont liés au phénomène d'endocytose. Ce système régule le nombre de vésicules qui seront utilisées pour renouveler la membrane cytoplasmique.
11. Lysosome	- Ce petit sac membraneux rempli d'enzymes est créé par le réticulum endoplasmique rugueux. -
13. Chloroplastes	- Les chloroplastes ont la forme de petites bulles vertes situées dans le cytoplasme des cellules végétales. Leur couleur verte est attribuable aux pigments qu'ils contiennent : la chlorophylle. - Ces organites ont pour fonction d'absorber la lumière du Soleil et de l'utiliser dans le cadre du processus de photosynthèse.

1.2. Organisation du végétal

Un végétal ou plante est un être vivant fixé pourvus d'un appareil végétatif, composé de racine, de tige, de feuille et généralement de fleur

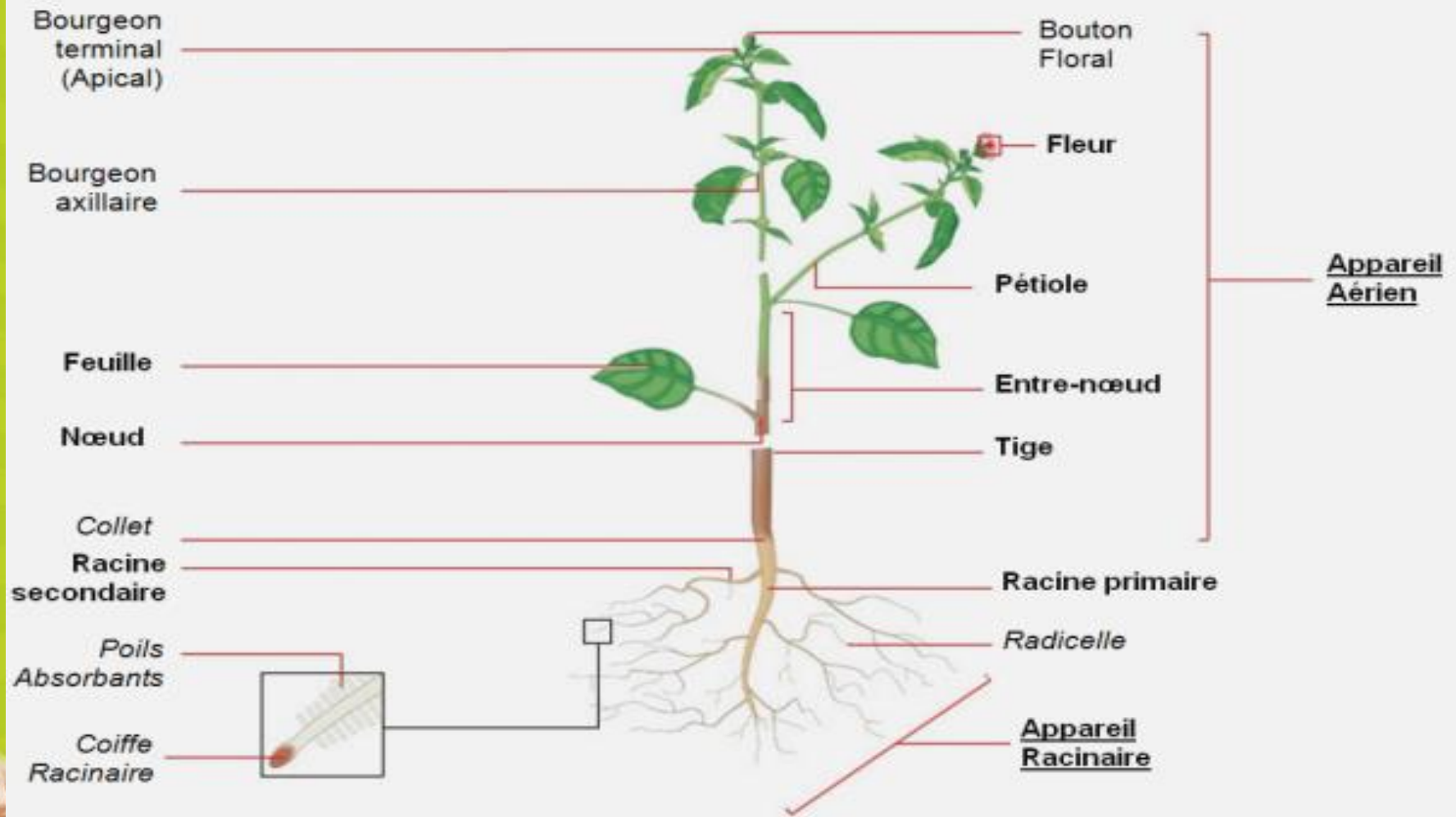


Figure.1. Organisation de l'appareil végétatif d'une plante



1. La tige occupe l'espace situé au-dessus de la racine. Elle sert de support aux feuilles, aux fleurs et aux fruits. Elle se ramifie le plus souvent en développant des rameaux secondaires qui permettent d'étaler la surface foliaire dans l'espace aérien. L'extrémité des tiges comporte des bourgeons qui permettent la croissance. Dans certains cas, la tige peut être souterraine. Elle peut alors former :

- Un rhizome, tige horizontale croissant au ras du sol. Elle donne des rameaux aériens (fraisier par exemple).
- Un tubercule, rameau latéral dont les extrémités se gorgent de réserves (pomme de terre).
- Un bulbe, qui présente une tige très courte renfermant généralement des réserves (jacinthe, jonquille).

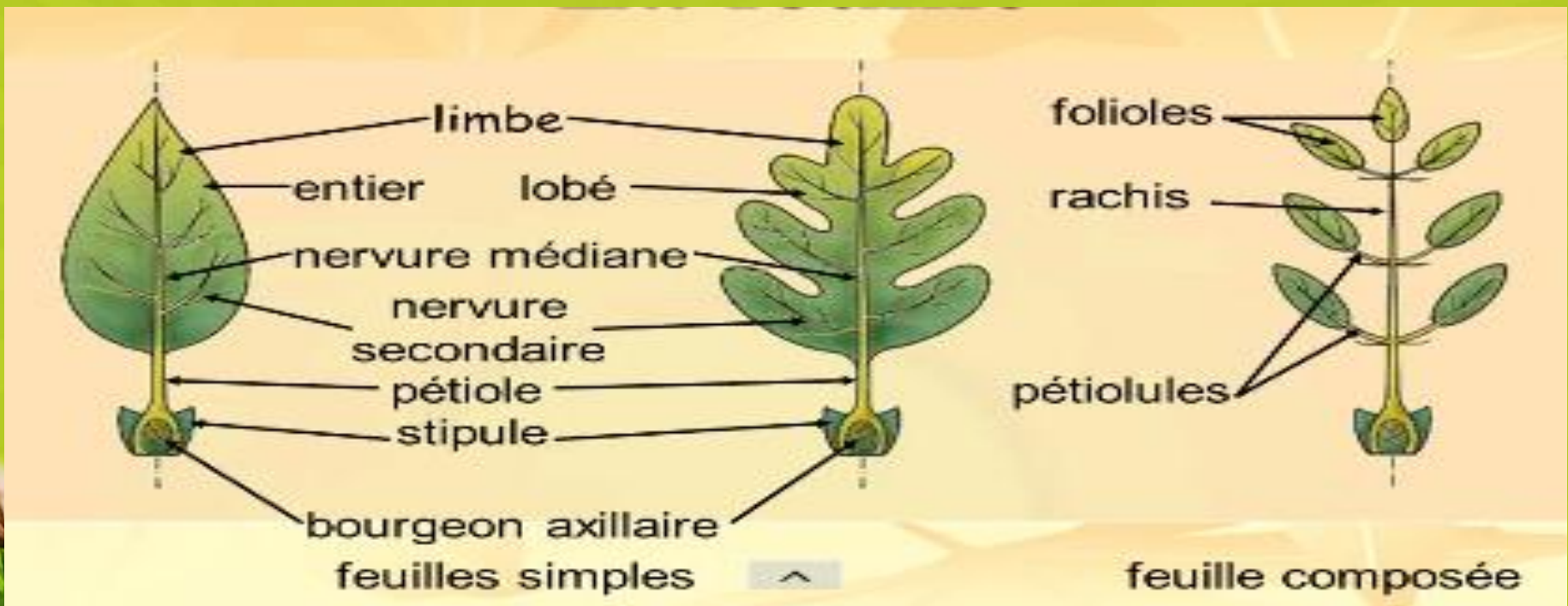




2. La feuille s'insère sur la tige au niveau d'un bourgeon latéral grâce à un pétiole, qui forme à sa base un petit évasement ou gaine. La feuille s'étale pour former le limbe souvent vert (siège principal de la photosynthèse). Dans le prolongement du pétiole, un réseau de nervures parcourt le limbe.

Il existe des feuilles simples, où le limbe est d'un seul tenant ; et des feuilles composées, où il est découpé en plusieurs folioles.

On peut distinguer feuille et foliole car à la base de la feuille il y a toujours un bourgeon.





3. La racine est la portion souterraine de la plante. Elle est plus ou moins ancrée dans le sol.

Elle assure deux fonctions essentielles :

- La fixation dans la terre ;
- L'absorption de l'eau et des sels minéraux du sol.

Généralement, la racine apparaît comme une touffe chevelue plus ou moins fournie qui se ramifie dans le sol.

La pointe des racines est recouverte d'une calotte (coiffe) protégeant les tissus sous-jacents qui assurent la croissance de la racine. En arrière de la coiffe, se trouve une zone pilifère où se développent de nombreux poils absorbants assurant une des deux fonctions de la racine. On observe différents types de racines :

- Des racines pivotantes pour lesquelles il existe un axe radiculaire sur lequel se forment des racines secondaires.
- Des racines fasciculées (en faisceau) où il n'y a pas de racine principale.
- Les racines accumulent souvent des réserves pour la plante, essentiellement sous forme de glucides. On peut citer classiquement la carotte, le navet, le radis, la betterave...



La Nutrition hydrique



2. Nutrition hydrique

Les contraintes d'une vie fixée chez les plantes, en permanence à l'interface entre deux milieux : l'air et le sol, ne sont pas les mêmes que celles de la vie animale. Au cours de l'évolution, différents processus liés à l'alimentation, la protection, la communication ou la reproduction se sont mis en place chez les plantes.

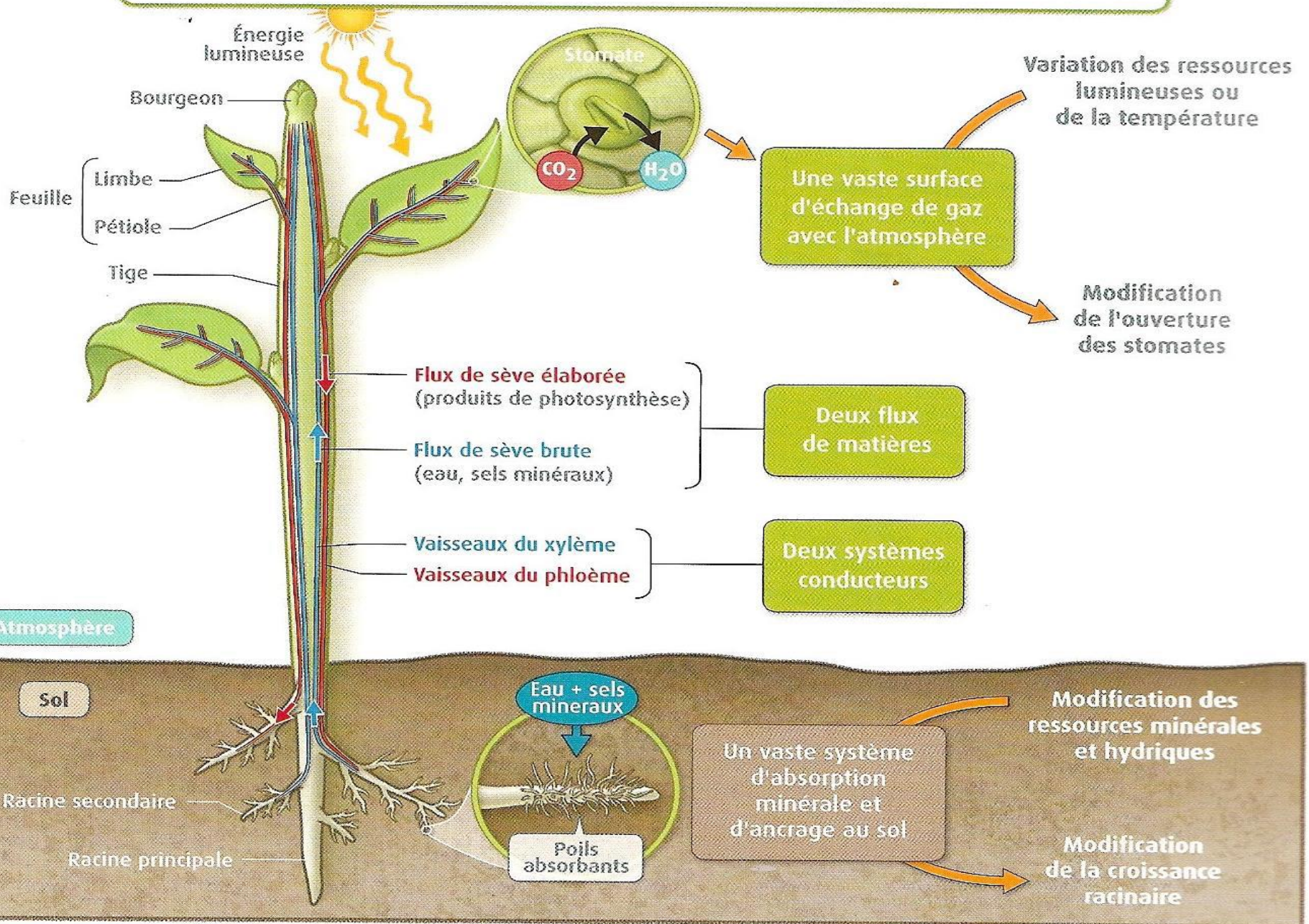
En quoi l'organisation fonctionnelle des plantes ; les échanges, les structures et mécanismes de défense ; une reproduction....sont adaptées à un mode de vie fixé ?????

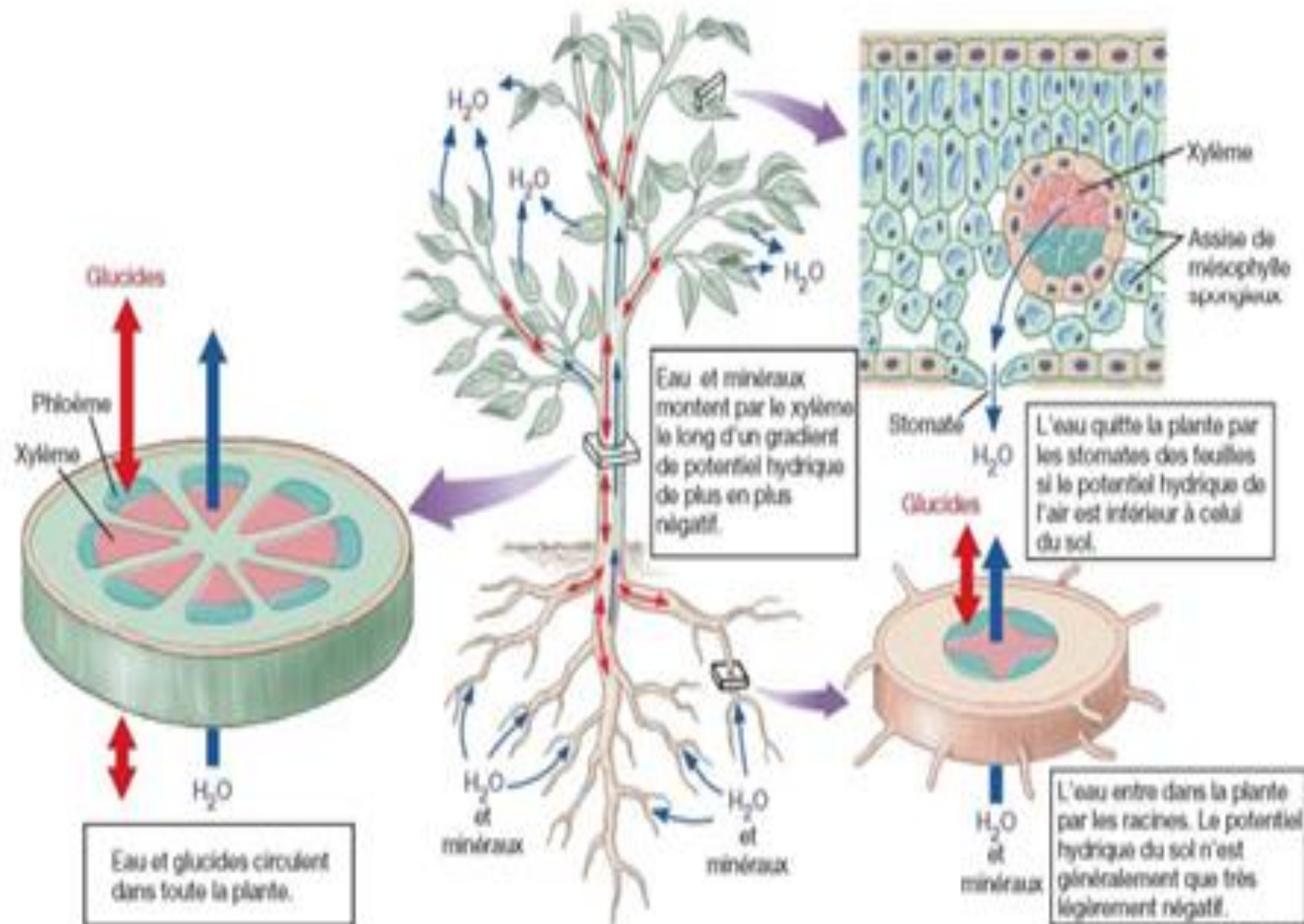
Les plantes sont des organismes **phototrophes** qui utilisent l'énergie de la lumière pour synthétiser leurs substances organiques directement à partir d'éléments minéraux. Elles sont également autotrophes (au carbone, à l'azote et au soufre).

Le sol est-il vraiment essentiel à la croissance des plantes ? Non!. En fait, pratiquement toutes les plantes peuvent s'en passer. On peut cultiver des plantes en milieu artificiel sans aucun sol. C'est ce qu'on appelle culture hydroponique ou culture sans sol ou encore « hors sol ».



Organisation des plantes à fleurs et échanges avec le milieu





La nutrition végétale est l'ensemble des processus qui permettent aux végétaux d'absorber dans le milieu et d'assimiler les éléments nutritifs nécessaires à leur différentes fonctions physiologiques : croissance, développement, reproduction...

La nutrition fait appel à des processus d'absorption de gaz et de solutions minérales ou **solution nutritive** du sol par les racines ou dans l'air par les feuilles.

Par les poils absorbants des racines, la plante absorbe la solution du sol, c'est-à-dire l'eau et les sels minéraux, qui constituent la sève brute .

Par les feuilles, là où la photosynthèse s'effectue, la plante reçoit des acides aminés et des sucres qui constituent la sève élaborée. Sous les feuilles, les stomates permettent l'évaporation d'une partie de l'eau absorbée (dioxygène : O_2) et l'absorption du dioxyde de carbone (CO_2). Dans la tige, les deux types de sève circulent : la sève brute par le xylème et la sève élaborée par le phloème.

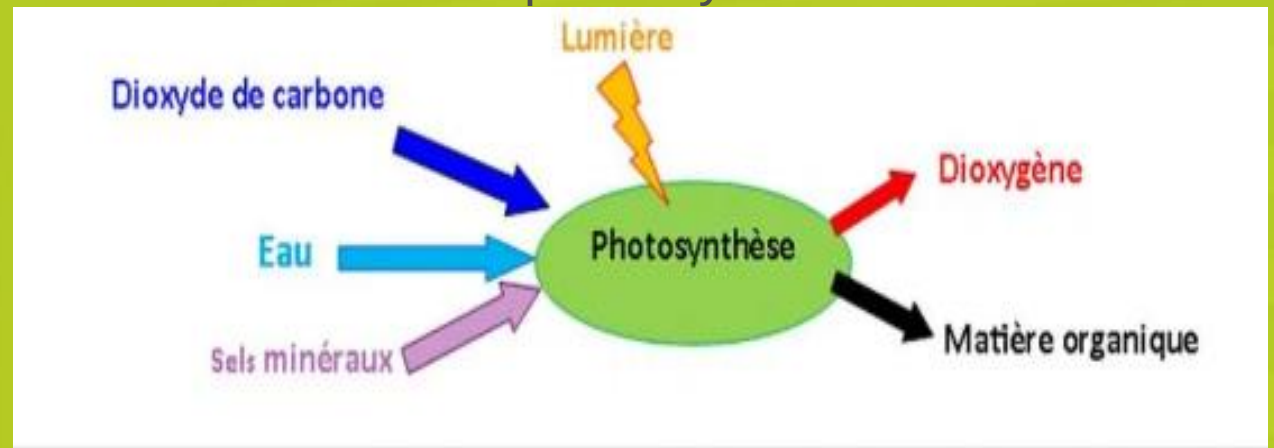


Schéma simplifié de la photosynthèse

Importance de l'eau dans la matière végétale :

L'eau est un constituant très important à deux niveaux de la plante :

a- au niveau cellulaire, c'est le milieu au sein duquel s'effectuent toutes les réactions du métabolisme.

b- au niveau de l'organisme entier, l'eau circulant dans les vaisseaux conducteurs, forme avec les matières en solution les sèves brute et élaborée.

La mesure de la teneur en eau d'un végétal est donnée par la formule suivante :

$$\Theta = (MF - MS) / MF * 100$$

Tel que : Θ : teneur en eau en %

MF et MS : Matière fraîche et Matière sèche

Bilan hydrique = quantité d'eau absorbée – quantité d'eau transpirée

Quelles hypothèses pouvez-vous formuler sur les besoins des plantes vertes pour grandir?

Les plantes ont besoin de :

Lumière

Eau

Sels minéraux

Dioxyde de carbone = CO₂



1. Absorption, transport et émission de l'eau

a) Le flux en masse

Le mouvement des matériaux par flux en masse (« mass flow ») est déterminé par la pression. Ce transport en masse se produit sous l'effet d'une force externe comme la pesanteur ou la pression. Il s'ensuit que toutes les molécules d'une substance migrent en masse (exemple : l'eau coule du robinet parce qu'une pression liée à la pesanteur s'exerce sur les conduites qui partent du château d'eau).

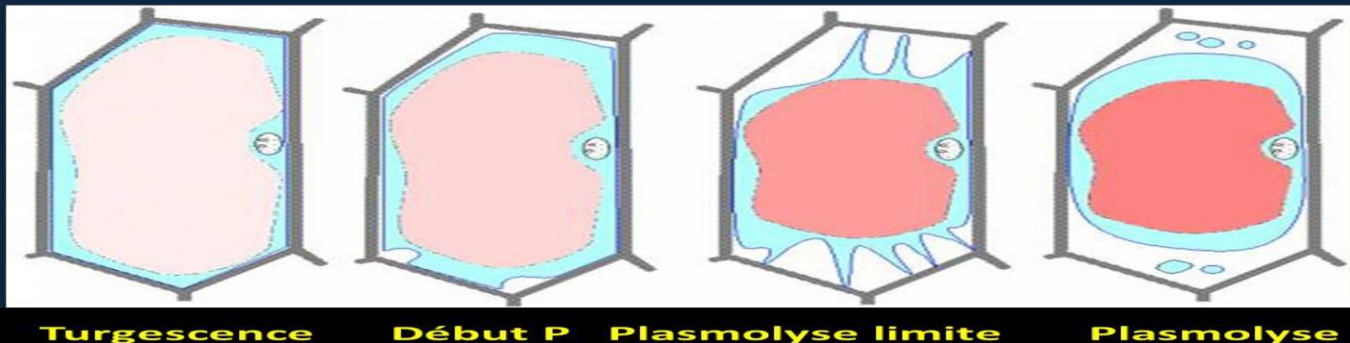
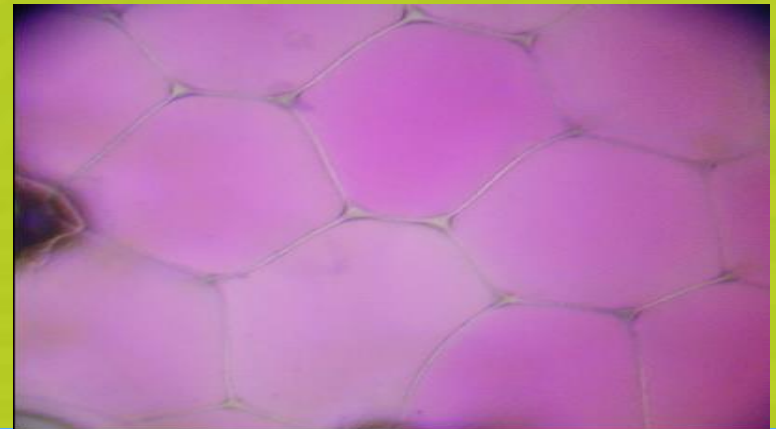
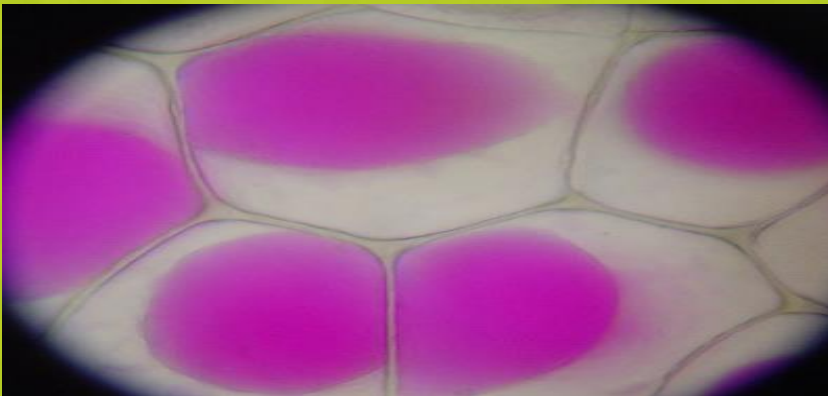
b) La diffusion

La diffusion peut être interprétée comme un mouvement dirigé d'une région de forte concentration vers une région de faible concentration, mais elle est due à une agitation thermique aléatoire de molécules individuelles. Ainsi si le flux en masse dépend de la pression, la diffusion est due principalement à des différences de concentration.



c) L'osmose/ la diffusion de l'eau

L'osmose correspond à la diffusion d'eau à travers une membrane hémiperméable du milieu le moins concentré (hypotonique) vers le plus concentré (hypertonique). Ce n'est qu'un cas particulier de diffusion au travers d'une membrane à perméabilité sélective. Lorsque la cellule se situe dans une solution hypotonique, elle va se gorgée d'eau jusqu'à rétablir l'équilibre osmotique avec le milieu extracellulaire, on dit que la cellule devient turgescente.





Remarque:

De plus, des variations de turgescence de cellules très localisées de nombreuses plantes produisent chez elles des mouvements d'organes, tels que les fermetures de pétales de fleurs ou de folioles, ou les mouvements d'étamines, Ces variations de turgescences représentent le seul moyen qu'ont les végétaux d'avoir parfois des mouvements propres.

Transit de l'eau dans les racines

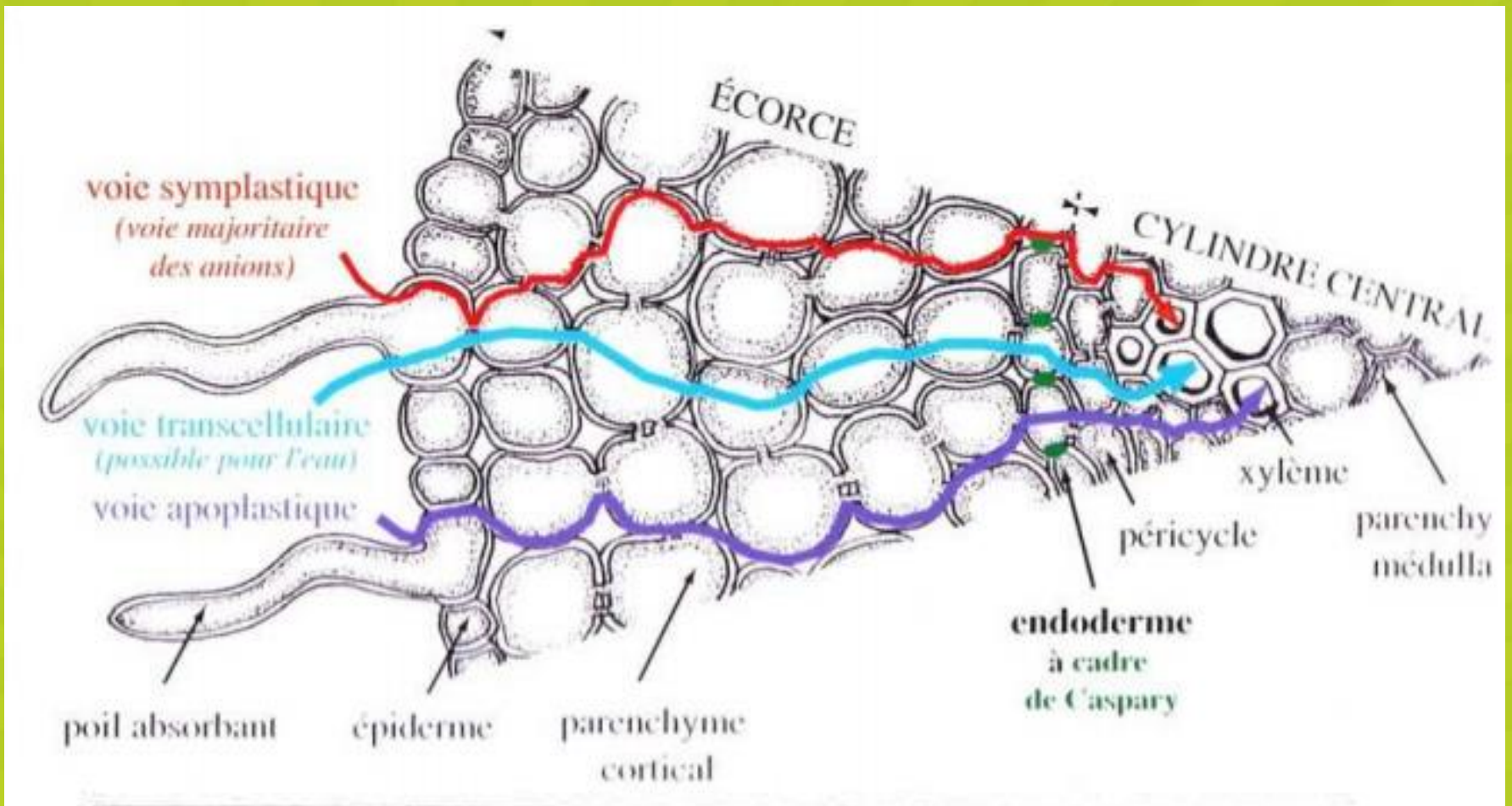
L'eau est absorbée par les radicelles, qui correspondent aux plus petites racines au niveau desquelles on peut apercevoir des poils absorbants. L'eau entrée gagne les vaisseaux conducteurs par le cortex (écorce) et la stèle (cylindre central). Elle suit trois voies

La voie apoplastique correspond à la voie utilisant **la paroi végétale**. c'est l'ensemble des parois, des lacunes et des méats des cellules, très accessible à l'eau et aux ions minéraux.

La voie symplastique correspond à la voie utilisant **le cytoplasme** de la cellule végétale (aussi appelé protoplasme), ainsi que les plasmodesmes, au niveau des ponctuations, pour passer d'un cytoplasme à un autre.

La voie transcellulaire (**de vacuole à vacuole**), correspond à la voie utilisant le cytoplasme dans la cellule végétale, mais qui traverse la paroi pour passer d'un cytoplasme à un autre.





les cadres de Caspary qui empêche les transports par voie **apoplasmique** en obligeant la voie **symplasmique**. Cette caractéristique lui permet de jouer son rôle de filtre.

2. La transpiration et l'équilibre hydrique

La transpiration est définie comme l'émission d'eau à l'état de vapeur par le végétal dans l'atmosphère non saturée en humidité. C'est le mécanisme essentiel permettant le maintien de l'équilibre hydrique des végétaux car elle est responsable de la circulation de l'eau à l'intérieur de la plante et des échanges entre le sol, la plante et l'atmosphère (elle est le moteur de la montée de sève). La transpiration se fait à deux niveaux:

Dans de moindre mesure au niveau de la **cuticule** des feuilles, qui en milieu humide elle présentait un réseau relativement lâche qui permettait une certaine perméabilité. La transpiration représente ici 5 à 10 % de la transpiration totale. On parle de **transpiration cuticulaire**.

La majorité au niveau des **stomates** ; on parle de **transpiration stomatique**.
Un arbre peut transpirer jusqu'à 220 litres par heures.



3. Nutrition minérale

