Thème 2 – ENJEUX PLANETAIRE CONTEMPORAINS
THEME 2A – De la plante sauvage à la plante domestiquée

Classe : Terminales SPE Durée envisagée : 5 semaines Nombre de TP : 5	**En rouge :** Bilans à faire noter aux élèves **En bleu :** Activités pratiques **En vert :** Problématique et hypothèses

Introduction :

Nous sommes plus de 7 milliards d'humains sur Terre et nous dépendons directement des plantes (sauvages et surtout domestiquées) pour l'alimentation de l'Humanité mais près d'un milliards d'humains souffrent (voire meurent) de faim dans le monde. Une plante se définit comme un être vivant fixé au sol et pourvu d'un appareil végétatif (racine, tige et feuille) et d'un appareil reproducteur (fleur, fruits et graines). *Les plantes regroupent notamment les plantes à fleurs (Angiospermes), les Gymnospermes (sapins, pins) et les fougères*.

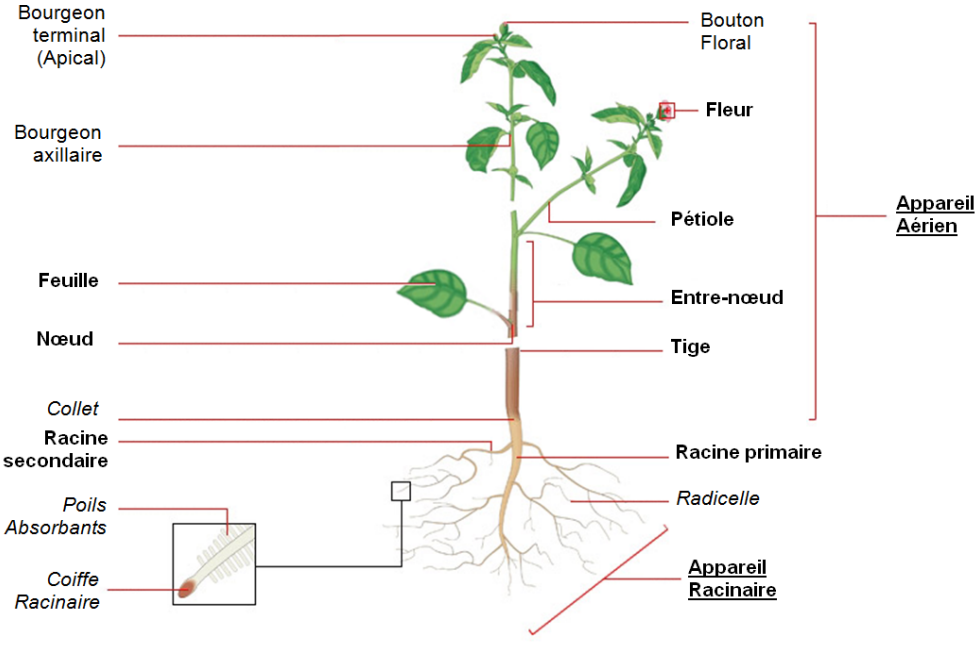
Pb : Comment les plantes survivent et se reproduisent malgré la vie fixée, pour produire de la matière organique nécessaire à l'alimentation humaine ?

Chapitre 1 – L'organisation fonctionnelle de la plante

Les plantes sont fixées au sol par leur appareil racinaire. Elles ne peuvent donc se soustraire aux contraintes du milieu (température, humidité, prédateurs, substances nutritives …). L'appareil végétatif est composé de l'appareil racinaire qui est en contact avec le sol et de l'appareil aérien qui est en contact avec l'atmosphère.

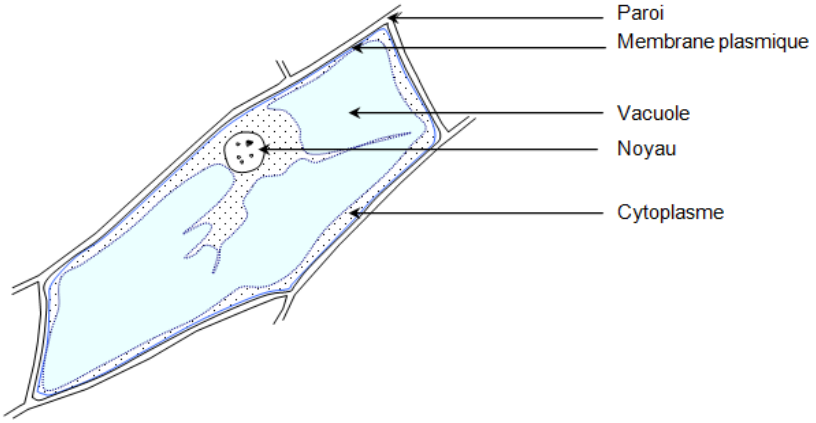
On distingue les plantes herbacées (10 cm de hauteur env. comme le pissenlit) et les plantes ligneuses qui possèdent un tronc et des tiges brunes et ramifiées qui contiennent du « bois » (le chêne, le marronnier …).

Pb : Comment les adaptations morphologiques et fonctionnement permettent-elles aux plantes de survivre et grandir malgré leur mode de vie fixée ?

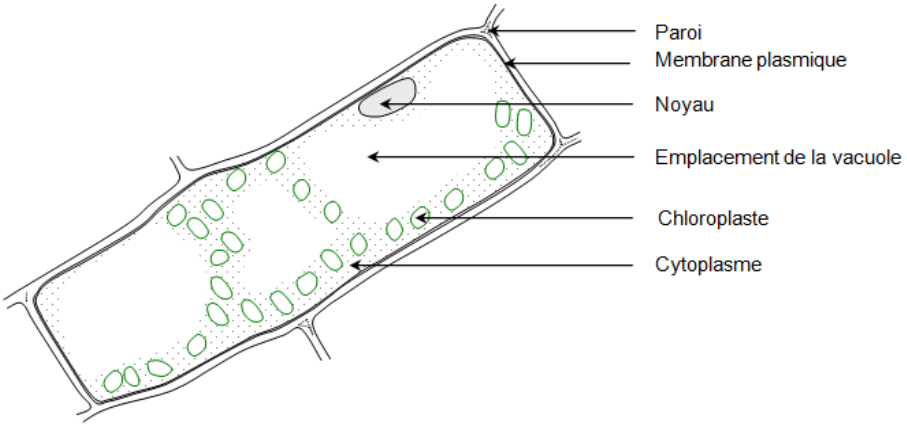


Titre : Schéma de la structure d'une plante.

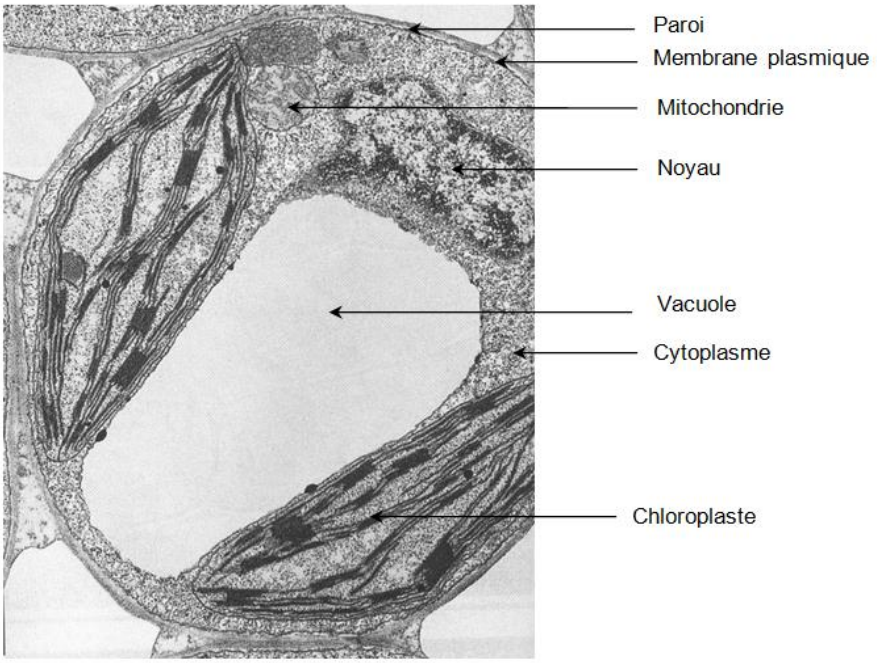
RAPPELS SECONDE



Titre : Schéma de la structure d'une cellule végétale non chlorophyllienne



Titre : Schéma de la structure d'une cellule végétale chlorophyllienne



Titre : Photographie d'une cellule végétale chlorophyllienne.

I- Les organes végétatifs et la nutrition minérale des plantes

TP1 : L'organisation fonctionnelle de la plante

Problématique : Comment les plantes réalisent-elles l'approvisionnement et les échanges d'eau et de matière organique malgré les conditions changeantes du milieu ?

1- De vastes surfaces d'échange pour une nutrition efficace (p200-201)

Les surfaces d'échanges végétales ont une ampleur de l'ordre de 100 à 1000 fois plus vaste que celles des animaux (20 à 150 cm^2/g chez les végétaux contre 0,02cm^2/g chez l'humain). Ces vastes surfaces d'échanges permettent de capter une importante quantité de ressources (eau, ions du sol, lumière, gaz) afin de compenser les contraintes de la vie fixée.

Pour un grand arbre, on estime que la surface d'échange de l'appareil aérien pourrait être de l'ordre de 200 à 500 m^2 mais si on prend en compte les surfaces internes (chambre sous stomatique), elle s'élèverait à plus de 6000 m^2.

Plantes	Euphorbe Characias	Plantain majeur	Violette
Masse (kg)	0.009	0.008	0.006
Surface des parties chlorophylliennes (m^2)	0.0134	0.0193	0.0305
Surface des parties chlorophylliennes / Masse (m^2 / kg)	1.49	2.42	5.08
Estimation de la surface d'absorption des gaz foliaire (m^2)	0.401	0.580	0.914
Estimation de la surface d'absorption des gaz foliaire / Masse (m^2 / kg)	44.6	72.5	152
Estimation de la surface d'absorption de l'eau et des sels minéraux (m^2)	1.74	2.51	3.96
Estimation de la surface d'absorption de l'eau et des sels minéraux / Masse (m^2 / kg)	193	314	660

Espèce	Masse (g)	Surface corporelle (cm^2)	Rapport surface/masse (cm2/g)
Homme	70 000	1410	0,020
Tortue terrestre	3 000	227	0,076
Grenouille verte	125	19	0,148
Mésange	12	5	0,437

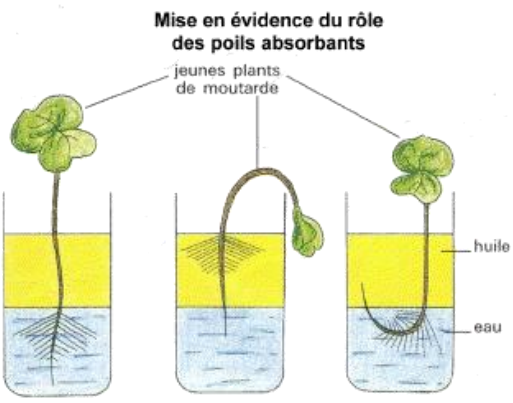
Tableau1 : comparaison des masses et surfaces corporelles chez quelques animaux

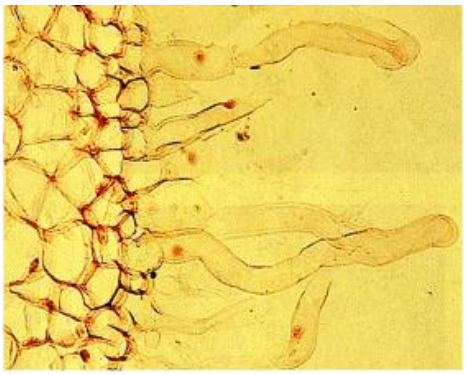
2- Les racines et les poils absorbants

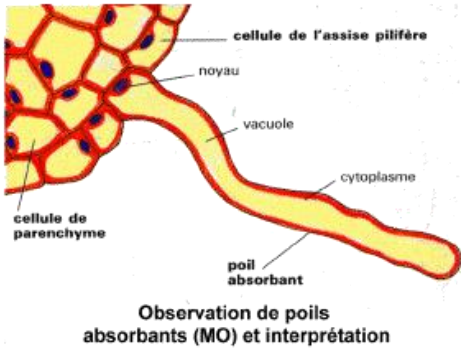
Les racines sont très ramifiées, très longues et présentent de très nombreux poils absorbants qui augmentent très fortement la surface de contact avec l'eau du sol. Les poils absorbants sont des cellules de la couche cellulaire périphérique qui sont très allongées et qui absorbent l'eau et les sels minéraux de façon active.

Caractéristiques des poils absorbants

- **Dimensions d'un poil absorbant :** diamètre = 12 à 15 µm ; longueur = 1 à plusieurs millimètres.
- **Estimation du nombre de poils absorbants :** jusqu'à 2 000 par centimètre carré chez les graminées (soit 14 milliards au total chez un plant de seigle).
- **Estimation de la surface absorbante :** pour un seul plant de seigle, les poils assurent une surface de contact avec la solution du sol d'environ 400 m^2 (soit la surface d'un court de tennis).





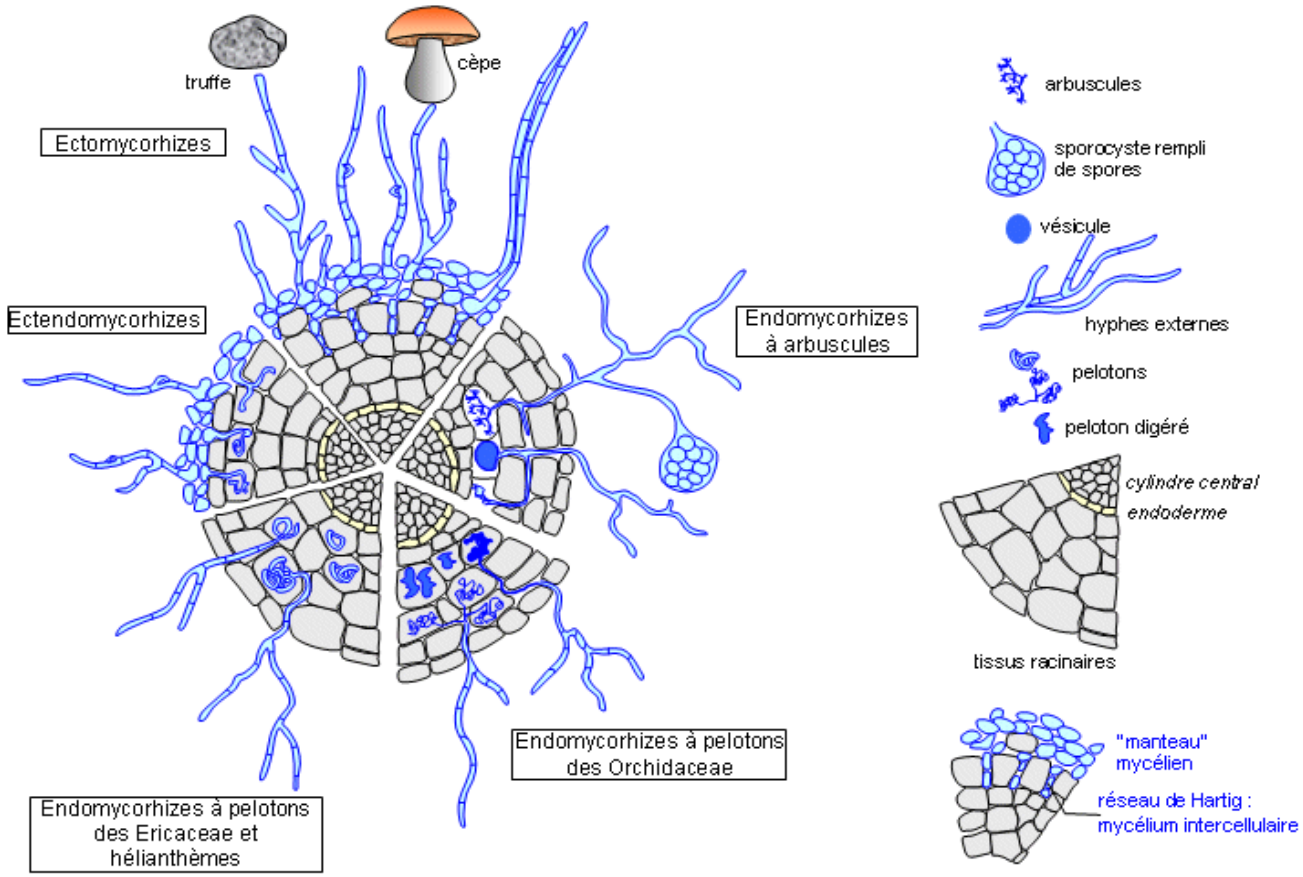


Observation de poils absorbants (MO) et interprétation

3- Les racines et les mycorhizes : une symbiose (p201)

Néanmoins, chez la plupart des plantes sauvages, l'observation des racines montrent une absence totale de poils absorbants, remplacés par un manchon jaune/orangé autour des racines les plus fines. Il s'agit des mycorhizes : ce sont des associations entre des champignons du sol et les racines des végétaux. Il y a bénéfice réciproque pour les 2 partenaires : le champignon absorbe l'eau très efficacement et en donne une grande partie à la plante tandis que la plante produit la matière organique qu'elle retourne au champignon : c'est une symbiose.

principaux types mycorhiziens actuels représentés sur une coupe transversale de racine
modifié d'après de **F. Le Tacon,** INRA Nancy- La Recherche n° 166 mai 1985
repris dans l'excellent livre de **F. HALLE** *AUX ORIGINES DES PLANTES* éditions Fayard 2008

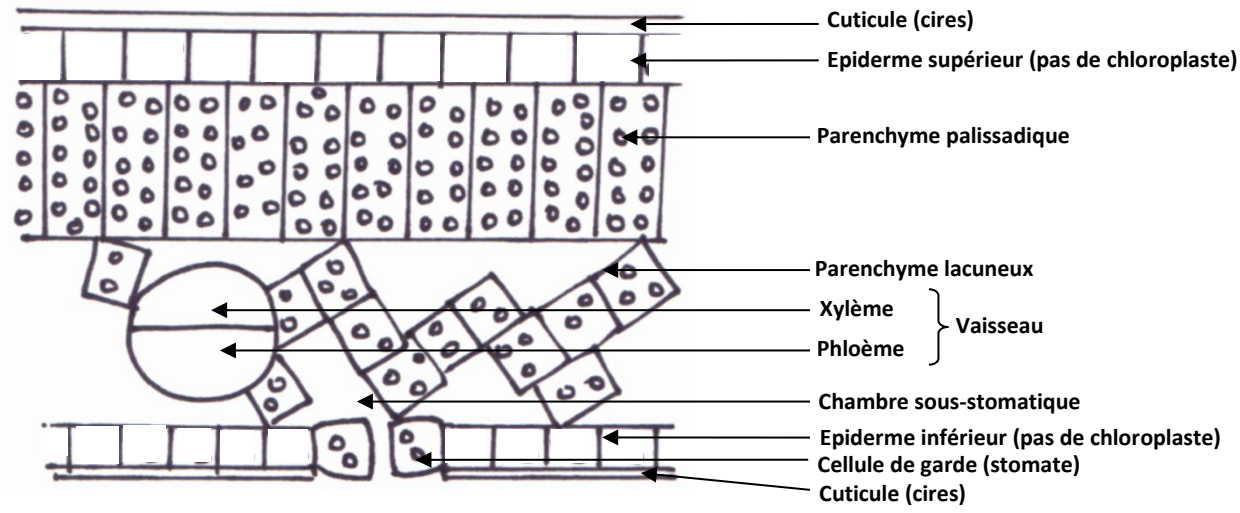


I- La feuille et la nutrition organique des plantes

1- Structure et fonctionnement général de la feuille (p200)

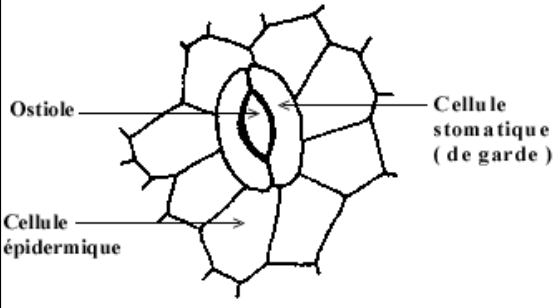
Les feuilles présentent un rapport surface/volume très fort : la surface est maximale et le volume est minimal grâce à une structure plate. Des coupes transversales de feuilles de végétaux montrent :

- un épiderme supérieur formé d'une seule couche de cellules non chlorophylliennes, parfois recouvert d'une couche cireuse (protectrice), la cuticule, peu perméable aux échanges de gaz ou de solutions.
- un parenchyme chlorophyllien palissadique constitué de cellules riches en chloroplastes, aux parois minces et aux vacuoles bien développées : c'est la zone principale de capture de l'énergie lumineuse.
- un parenchyme chlorophyllien lacuneux dans lequel les cellules sont disjointes (méats) : c'est une surface d'échange où la capture de l'énergie lumineuse est moindre mais où la capture du CO_2 est très forte.
- un épiderme inférieur, non chlorophylliens, recouvert de cires et régulièrement interrompu par des perforations : les stomates

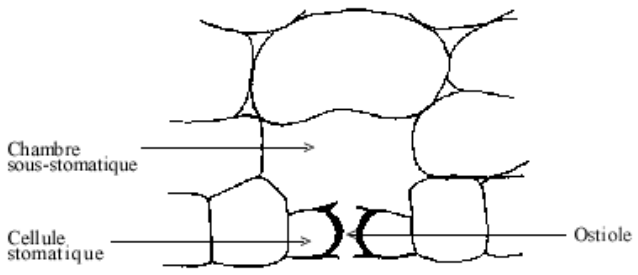


2- Les stomates et les échanges gazeux (p200)

Les stomates permettent les échanges gazeux entre l'atmosphère et le milieu intérieur de la plante (entrée de CO_2, sortie d'O_2 et évaporation d'eau H_2O). Les stomates sont formés par deux cellules de garde (chlorophylliennes) entourant un orifice appelé ostiole. L'ouverture de l'ostiole est variable et peut être contrôlée. Ils s'ouvrent à la lumière et se ferment à l'obscurité ou lors de fortes chaleurs. Les stomates sont présents principalement sur les faces inférieures des feuilles afin de réaliser une économie d'eau.



Stomate de face inférieure d'une feuille de Vigne



Stomate de feuille de Muguet (en coupe transversale)

3- Le fonctionnement général de la photosynthèse (+ voir chapitre 2)

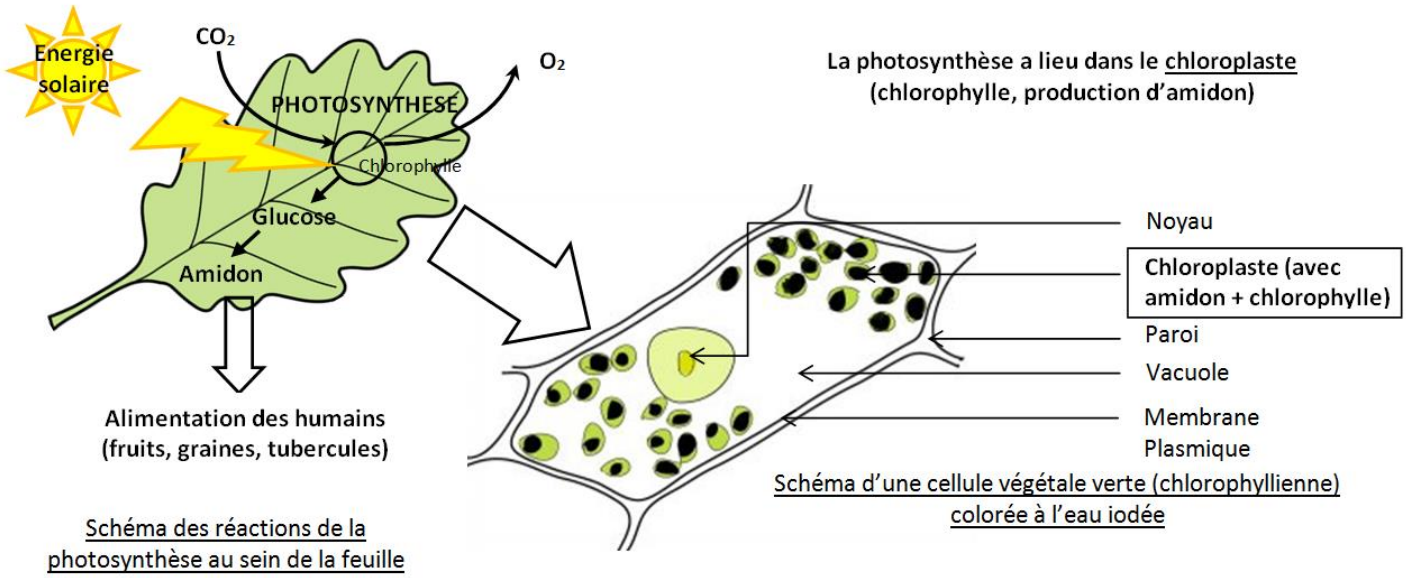
Enfin, les plantes réalisent la photosynthèse au sein de leurs chloroplastes. Il s'agit également d'une adaptation physiologique (= fonctionnement) à la vie fixée. En effet, la photosynthèse est une réaction du métabolisme qui consomme du CO_2 et de l'eau (matière minérale) avec de la lumière et qui produit de l'O_2 et du glucose (matière organique). Ainsi, cette réaction fait partie du métabolisme autotrophe, ce qui permet à la plante de produire sa propre matière organique sans consommer d'êtres vivants.

NB : A l'échelle de l'écosystème, on parle de producteurs primaires (voir programme 1ere SPE et 1ere ES).

PHOTOSYNTHESE :

Lumière + CO_2 + H_2O (matière minérale) → O_2 + Glucose (Matière Organique)

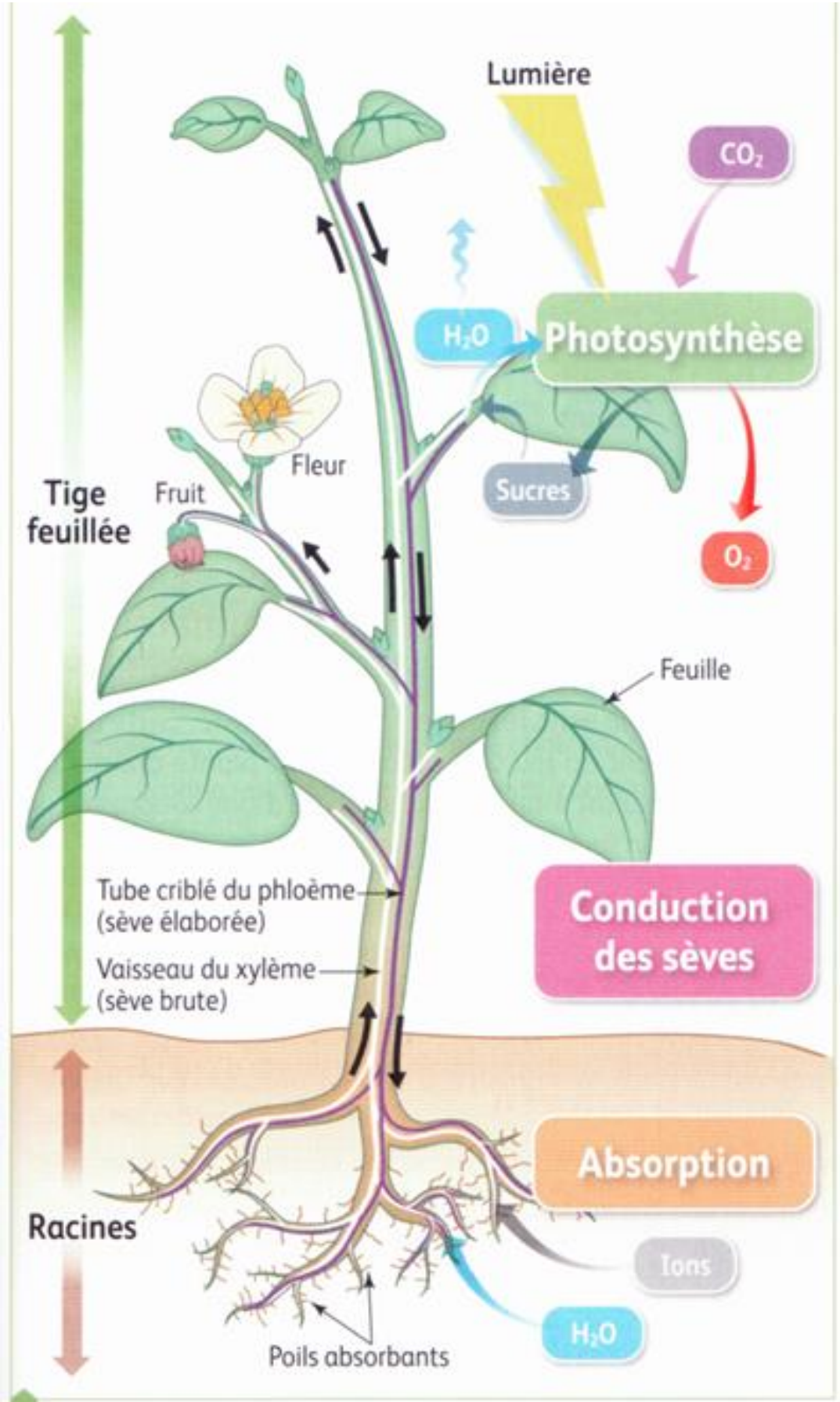
Schéma du déroulement et de localisation cellulaire de la photosynthèse (Rappels seconde)



4- Les échanges au sein du végétal : les sèves et les vaisseaux

L'absorption de l'eau et des ions a lieu dans les racines alors que la photosynthèse a lieu dans les parties aériennes. Il est donc nécessaire de réaliser des échanges via les sèves :

- la sève brute est conduite par le xylème et remonte vers les tiges et les feuilles. Les vaisseaux du xylème sont généralement de grande taille, formés de cellules mortes (vides) et renforcés par des dépôts de lignine formant des motifs (spiralés, annelés …). Dans les feuilles, les vaisseaux du xylème se ramifient pour amener l'eau et les sels minéraux à l'ensemble des cellules foliaires.
- la sève élaborée, conduite par le phloème qui distribue la sève élaborée vers les tiges, les racines mais aussi vers les bourgeons, les fleurs, les graines, les fruits. Les vaisseaux du phloème sont généralement plus petits et formés de cellules vivantes qui communiquent par des ponctuations.



3 **Circulation de matières entre racines et feuilles.**

III- Le développement des végétaux et son contrôle

TP2 : La croissance des végétaux et son contrôle

Problématique : Quelles sont les zones permettant la croissance chez les plantes et comment s'adaptent-elles aux variations de l'environnement ?

Le développement des plantes est permis par 2 phénomènes : la croissance et la différenciation d'organes (tiges, feuilles, fleurs, racines …). La croissance des plantes se fait au niveau de leurs extrémités (apex) qui permettent la formation de nouveaux organes (feuilles par ex).

1- La croissance végétale (p204)

L'observation des apex (extrémités des organes de la plante) des tiges ou des racines montre qu'ils sont constitués de massifs de cellules petites, cubiques, se divisant activement par mitose (figures de mitose fréquente dans ces cellules) : ces zones sont des méristèmes. Ainsi, la croissance se fait en partie par division active des cellules méristématiques : c'est la mérèse.

Par ailleurs, les cellules en arrière du méristème sont beaucoup plus allongées et ne se divisent plus : on parle de zone d'élongation. Ces cellules dérivent des cellules méristématiques qui se sont différenciées et allongées. Il y a donc une croissance par un mécanisme d'élongation cellulaire : c'est l'auxèse. La croissance par élongation a été identifiée par l'expérience de Sachs grâce à un marquage des racines à l'encre de chine.

2- La différenciation d'organes végétaux (p205)

La différenciation repose sur la différenciation des cellules qui permet de former de nouveaux organes (fleur, fruit …) : on parle d'organogenèse.

En premier lieu, il y transformation des méristèmes (ex : transformation du méristème apical en méristème floral). Le fonctionnement du méristème est très contrôlé et permet la mise en place de structures répétées et modulaires : les phytomères (1 entre-nœud + un nœud + feuille + bourgeon axillaire). Le dernier phytomère correspond au méristème apical caulinaire (MAC). S'il est altéré, un bourgeon axillaire peut s'activer pour le remplacer.

En second lieu, la différenciation des organes nécessite une différenciation des cellules (ex : apparition de cellules de poils absorbants, formation de vaisseaux, création de réserves…).

3- Le contrôle du développement (p206-207)

Des plantes identiques placées dans des milieux différents vont présenter des phénotypes différents (forme, taille, port). Le développement végétal est donc influencé par les conditions du milieu : lumière, humidité, vent, gravité …

La modulation de la croissance permet d'optimiser le prélèvement des ressources. Par exemple, le phototropisme permet d'augmenter l'exposition à la lumière et rend la photosynthèse plus efficace. Les tropismes sont donc des adaptations fonctionnelles à la vie fixée.

La croissance est modulée par la production d'hormones végétales (ou phytohormones) comme l'auxine, qui contrôlent le développement de la plante (croissance et différenciation).

CONCLUSION :

Les plantes possèdent de nombreuses adaptations morphologiques (forme des feuilles, structures de protection, de défense …), anatomiques (vaisseaux et sèves) et physiologiques (tropismes) leur permettant de pallier les contraintes de la vie fixée. Connaître les modalités de la croissance des plantes permet également d'envisager leur culture dirigée pour nourrir l'Humanité.

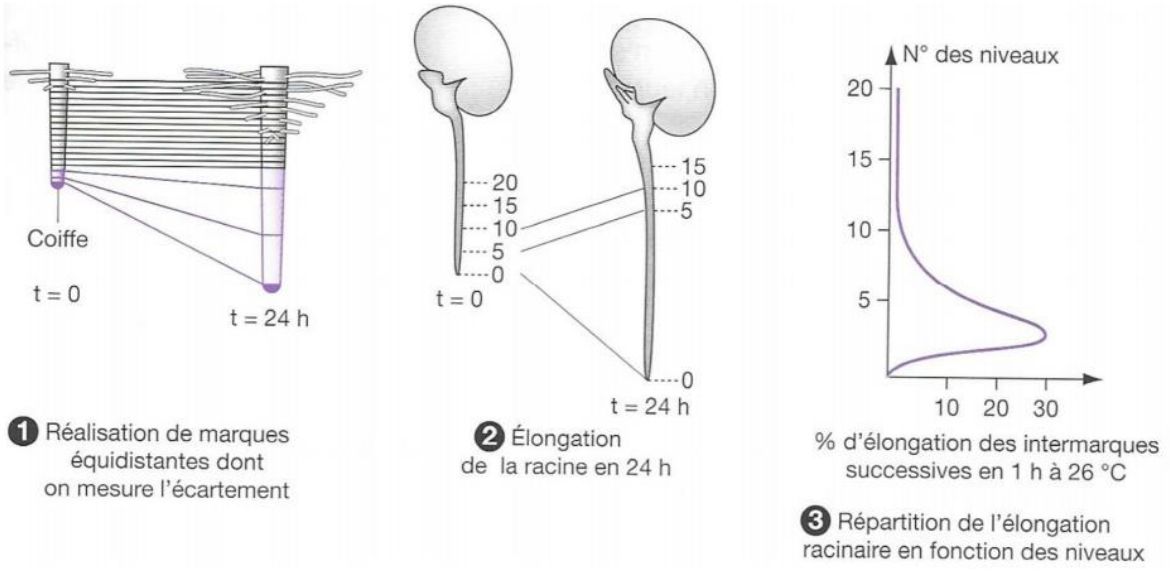
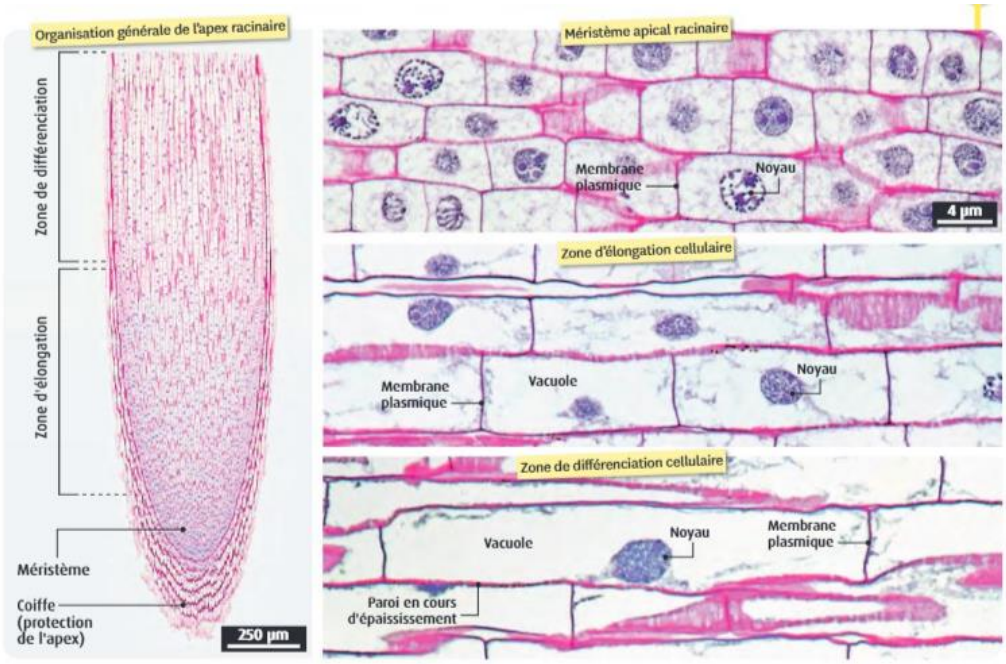


Schéma montrant les zones de croissance préférentielles dans la racine (expérience de Sachs)



Photographies des principales zones de croissance de la racine (p204 BELIN)

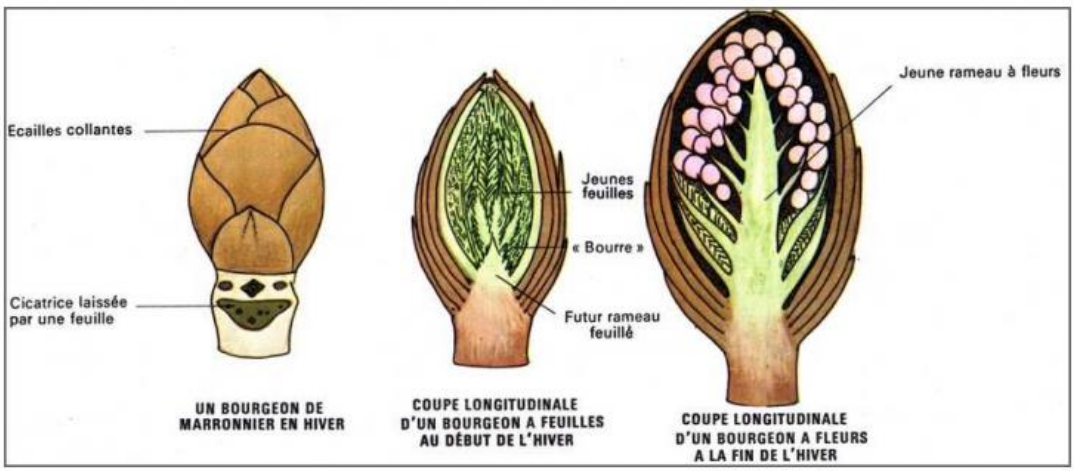
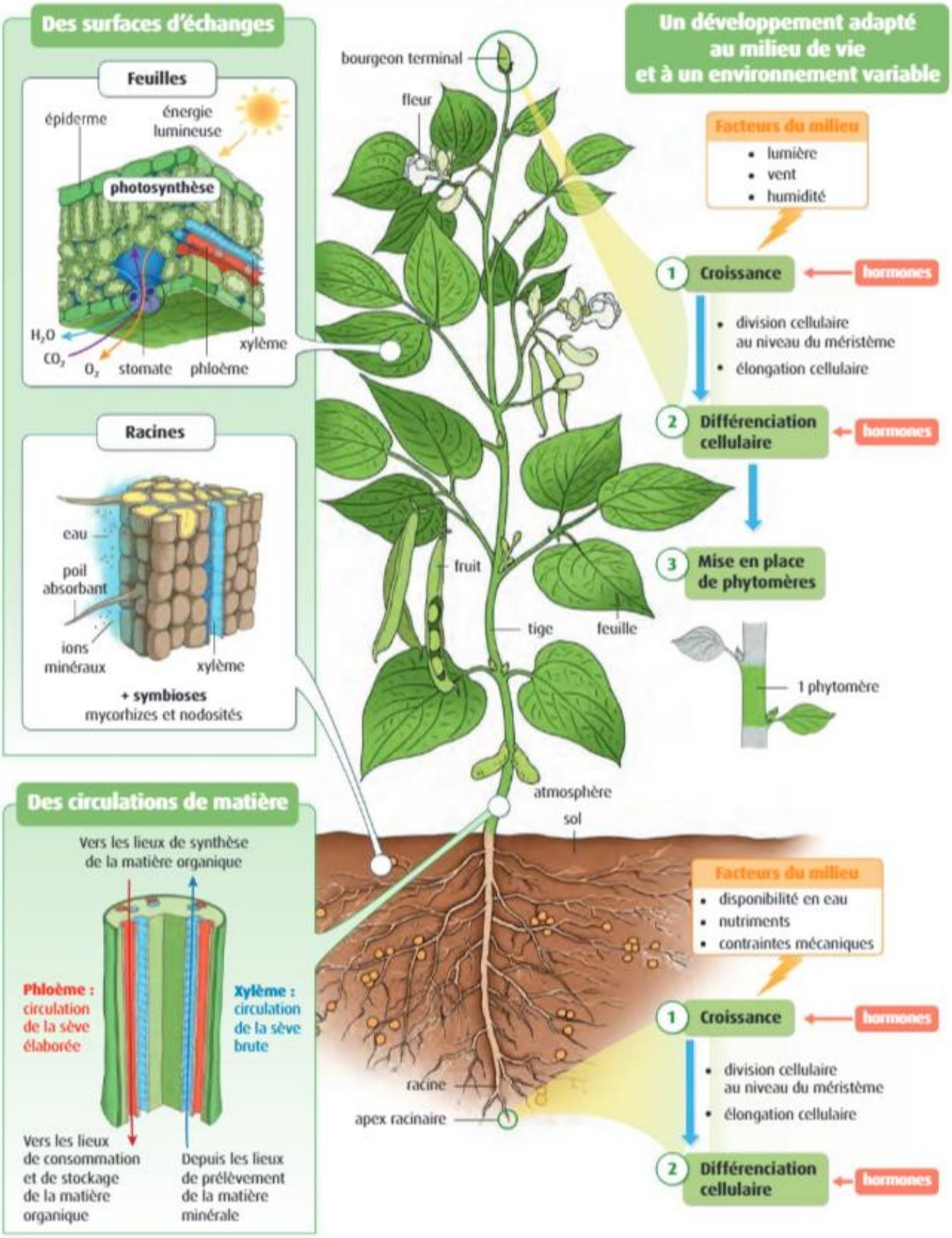


FIGURE a. Bourgeons de Marronnier *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae).
http://eric.bessoudcavillot.free.fr/6eme/TH2/6th2_chap1_cours.htm (nov. 2015)

L'organisation fonctionnelle des plantes à fleurs



Source : p213 BELIN

Documents annexes intéressants :

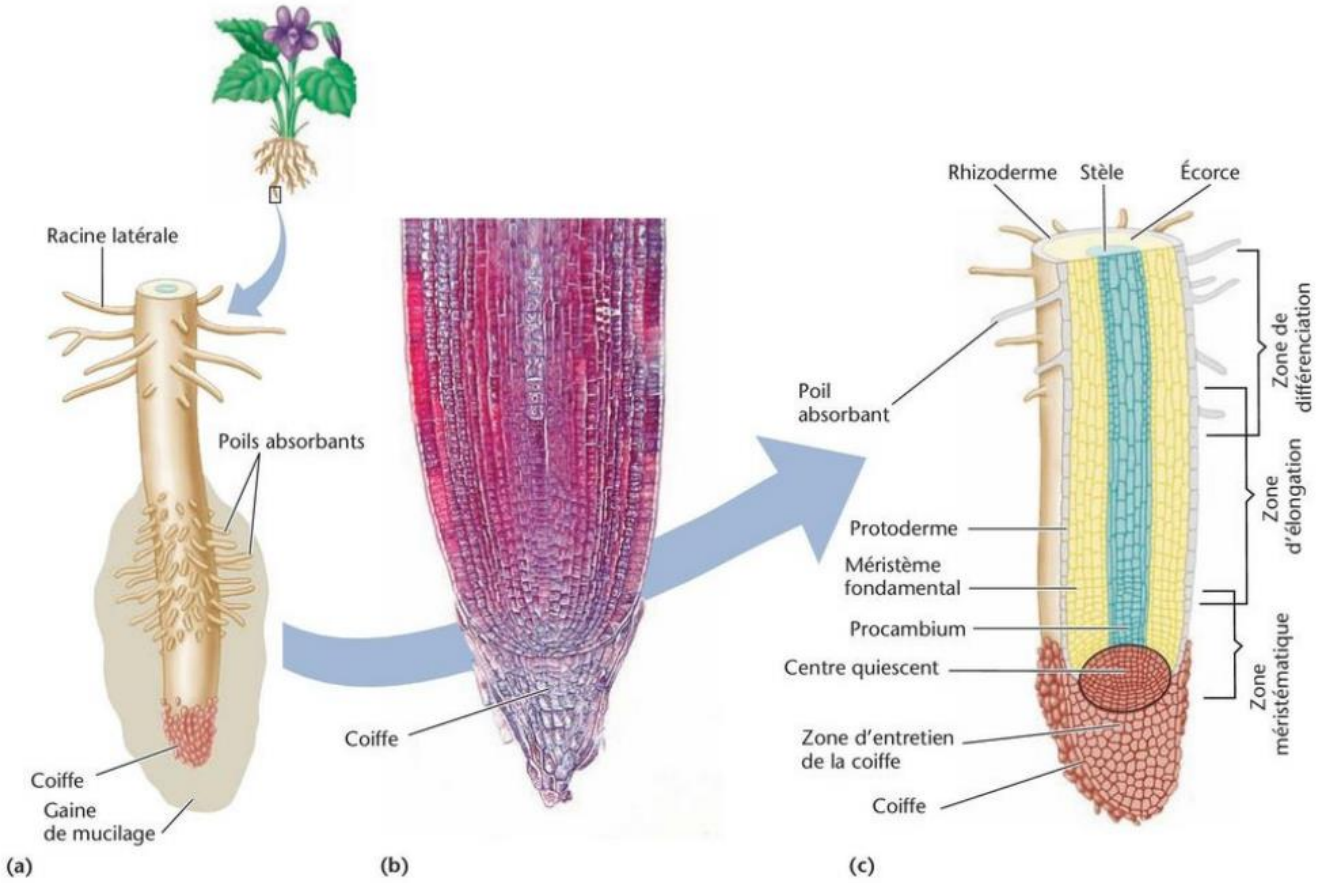
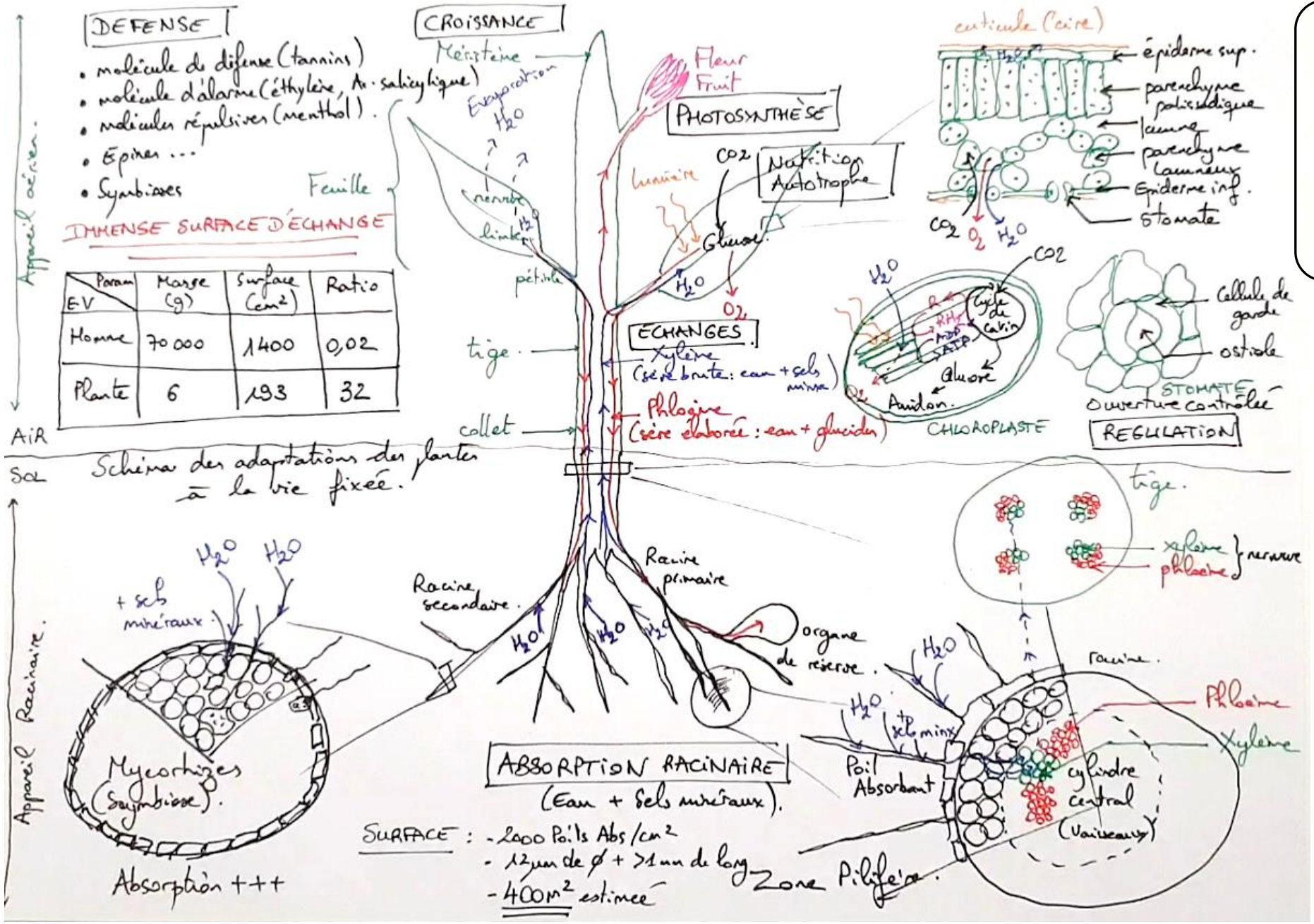


Schéma des différentes zones de l'extrémité de la racine

Source : https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/tc/2017/cours/Chapitre%20II.pdf



Param / EV	Masse (g)	Surface (cm²)	Ratio
Homme	70 000	1400	0,02
Plante	6	193	32

Vidéo eSVT
M POURCHER
Plante