T2A1	THÈME 2 : ENJEUX PLANÉTAIRES CONTEMPORAINS T2A - DE LA PLANTE SAUVAGE A LA PLANTE DOMESTIQUEE	Tpsé

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).** Sur Terre, il existe deux grandes catégories de végétaux : **les végétaux se reproduisant par des spores (algues, mousses, fougères) et les végétaux se reproduisant par des graines**. Ces dernières peuvent être soit nues et produite par une feuille ovulifère : ce sont les plantes du groupe des **gymnospermes *(sapins, pins)*** (« gumnos » en grec = nue et « sperma » veut dire semence). Si les graines sont protégées par un fruit, ce sont des plantes **angiospermes** (« aggeion » en grec veut dire capsule) ou plantes à fleurs.

CH1 – L'ORGANISATION FONCTIONNELLE DES PLANTES À FLEURS

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.
Les plantes à fleurs (Angiospermes) sont donc des organismes qui vivent fixés à l'interface entre deux milieux, le sol et l'atmosphère. Au cours du temps, l'évolution a permis l'apparition et la sélection de caractères permettant une adaptation à ce **mode de vie fixé**.
*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 …).*

Comment les plantes survivent et grandissent malgré leur mode de vie fixée?

I – Les échanges de la plante avec son environnement

A. La feuille, surface d'échange spécialisée dans l'absorption des gaz et la captation de la lumière

Le nombre de feuilles, leur disposition le long de la tige (**phyllotaxie**), leur **très grande surface** sont des facteurs importants qui optimisent **l'absorption de la lumière** par les pigments chlorophylliens et les **échanges de gaz** nécessaires à leur **nutrition**.
*Pour information : On a estimé qu'un arbre feuillu, par exemple comme un hêtre, de 24 m de haut et d'une masse d'environ 1,8 tonne possédait entre 147 000 et 235 000 feuilles, qui développent une **surface foliaire** comprise entre 294 et 470 m2.*

La feuille est un organe qui montre une **polarité**. Des coupes transversales de feuilles de végétaux montrent :

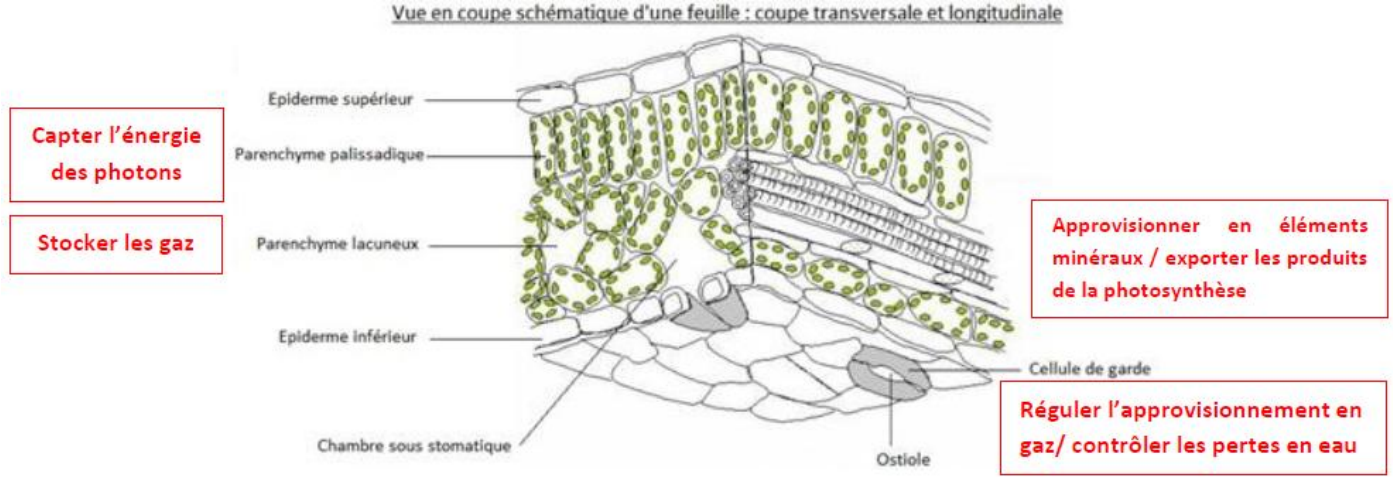
Côté face supérieure

- 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** spécialisés dans la **photosynthèse** (*voir T2A-2).*, **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 CO2 est très forte.**

Côté face inférieure

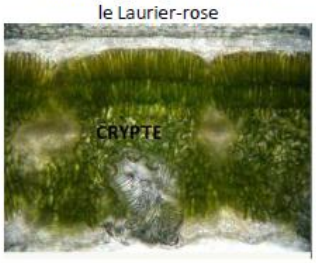
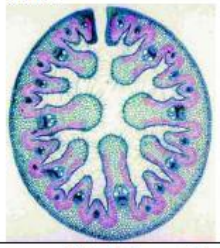
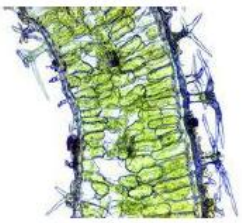
- un épiderme inférieur, non chlorophylliens, recouvert de cires et régulièrement **interrompu par des perforations : les stomates f**avorisant les **échanges gazeux** nécessaires à la photosynthèse. Ces structures sont limitées à deux **cellules chlorophylliennes** en forme de « haricot » délimitant un orifice, l'**ostiole**. Grâce à la mobilité des cellules, les ostioles peuvent s'ouvrir ou se fermer en fonction des besoins de la plante et des conditions du milieu, ce qui permet de réguler les pertes d'eau par **évapotranspiration**.
Une coupe transversale permet d'observer dans l'épaisseur de la feuille, entre les cellules, de nombreux espaces, les **lacunes aérifères**, sorte de « chambres » dans lesquelles circulent en permanence des gaz. Ces structures permettent à chacune des cellules de la feuille d'être au contact de ces gaz

Vue en coupe schématique d'une feuille : coupe transversale et longitudinale



B. Des adaptations aux conditions extrêmes: la sècheresse

Par sa grande surface d'échange, la feuille est un organe à la fois spécialisé dans l'optimisation des échanges gazeux, de la photosynthèse et dans la régulation du flux d'eau pour éviter la déshydratation.

La réduction de la surface foliaire	La protection des stomates		Une cuticule épaisse sur la face sup.	Des poils duveteux et des sécrétions
Ex. Les aiguilles des conifères 	Ex. Les cryptes pilifères chez le Laurier-rose 	Ex. L'enroulement des feuilles chez l'Oyat des dunes 	Ex. Des feuilles coriaces chez le chêne Kermes 	Ex : Plantes aromatiques (Thym, Lavande, Romarin…) 

CL : Par sa grande surface d'échange, la feuille est un organe à la fois spécialisé dans l'optimisation des échanges gazeux, de la photosynthèse et dans la régulation du flux d'eau pour éviter la déshydratation.

C. La racine, surface d'échange spécialisée dans l'absorption d'une solution minérale

La photosynthèse nécessite un apport d'eau et d'ions minéraux. L'approvisionnement est réalisé par le **système racinaire** de la plante. Là aussi, **l'eau dans le sol est une ressource réduite**. Ainsi, la surface de captation doit être importante, la plante développe un système racinaire très développé (réseau de racines très longues, très fines et souvent ramifiées) avec à proximité des apex racinaires des zones d'absorption importantes par la présence de **poils absorbants** (la **zone pilifère**).

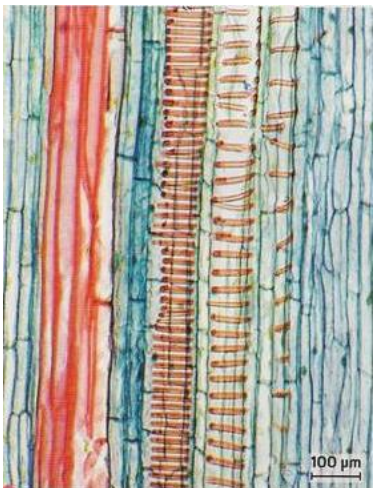
Les **poils absorbants** sont des cellules différenciées de l'épiderme (l'**assise pilifère**) et par lesquels la plante prélève **l'eau et les sels minéraux**. Leur finesse, leur longueur et leur nombre **démultiplient la surface de contact** entre la plante et le sol. Ces structures d'échange s'adaptent également aux conditions changeantes du milieu. **La densité et la longueur des poils absorbants**, ainsi que la ramification des racines peuvent augmenter en cas de carence minérale dans le sol par exemple.

Pour information : Un pied de seigle (une céréale) cultivé en pot, mesurant 56 cm de hauteur et pesant 200 g, possède un réseau racinaire dont la longueur totale cumulée a été estimée à 623 km. La surface d'échange cumulée entre ces racines et le sol a été évaluée à 639 m2, soit l'équivalent de 2,5 terrains de tennis !

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 +** les filaments du champignon **augmentent considérablement la surface d'échange tandis que la plante produit la matière organique qu'elle retourne au champignon...c'est une symbiose.**

II – Les échanges au sein même de la plante

Les matières prélevées dans le milieu extérieur sont distribuées dans l'ensemble de la plante par des **vaisseaux conducteurs** regroupés en **faisceaux**. On distingue deux types **de vaisseaux conducteurs** selon la nature de la sève qu'ils transportent et les constituants de leur paroi :



- La **sève brute** qui est une **solution d'eau et de sels minéraux** puisée dans le sol circule de manière **ascendante** des racines jusqu'aux organes aériens, canalisée par des conduits appelés **vaisseaux du xylème** (ou **vaisseaux du bois**). Ces vaisseaux sont des files de cellules mortes, à gros diamètre, alignées verticalement et rigidifiées grâce à leur paroi imprégnée de **lignine**. Elles ne comportent pas de parois transversales et sont vides de leur contenu cellulaire, ce qui favorise une circulation rapide de sève brute.

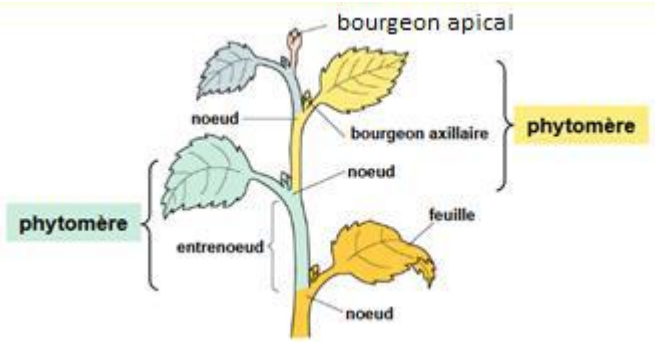
- La **sève élaborée** contient les **molécules organiques** synthétisées dans les organes chlorophylliens par la photosynthèse. Il s'agit d'une **sève** plutôt **« descendante »** destinée aux organes ne réalisant pas la photosynthèse. Cette sève circule dans les **vaisseaux du phloème** constitués de cellules vivantes qui ressemblent à des **tubes criblés** et dont la paroi est imprégné de **cellulose**

III – Le développement d'une plante à fleurs

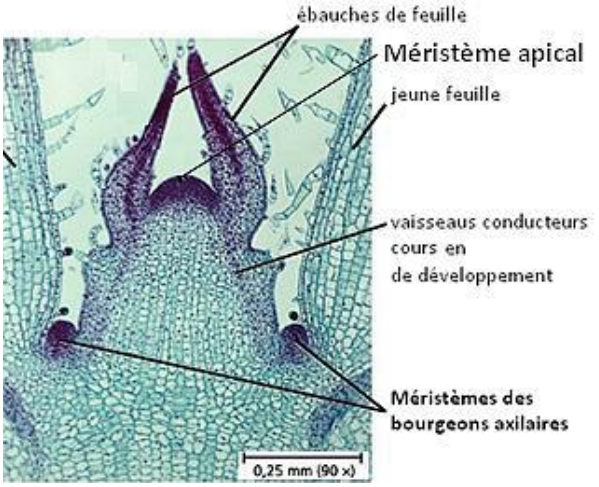
Le développement des plantes est permis par 2 phénomènes **: la croissance et la différenciation d'organes (tiges, feuilles, fleurs, racines …). La croissance des plantes se fait au niveau de leurs extrémités (apex) qui permettent la formation de nouveaux organes (feuilles par ex).**

A. Croissance et différenciation des organes en longueur

La tige d'une plante est organisée en **unités répétitives** appelées **phytomères**. La mise en place de ceux-ci est assurée par le fonctionnement en continu d'un massif de **cellules embryonnaires** situé à l'**apex** de la tige ou de la racine, le **méristème apical** (tige : méristème **caulinaire** ; racine : méristème **racinaire**).



Au sein de ce méristème, ont lieu des **mitoses** en continu; p**ar 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.
Enfin, les cellules se différencient en cellules spécialisées (feuilles, vaisseaux conducteurs), c'est l'**organogenèse**.

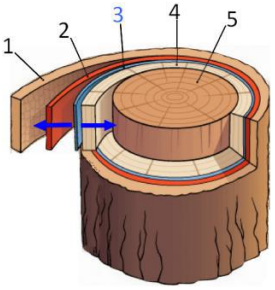


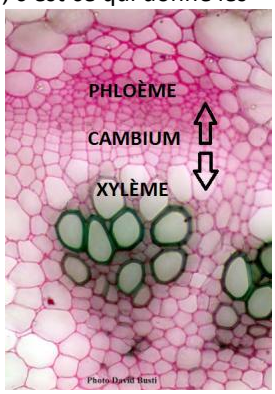
Chacun des **bourgeons** (apical ou latéraux = bourgeons axillaires) est formé d'un ensemble de petits phytomères. Le développement d'un bourgeon (débourrement) consiste par conséquent à la croissance de chacun de ces phytomères c'est-à-dire à l'élongation des **entrenoeuds**, à l'augmentation de la taille des feuilles, à la différenciation des tissus (ex. formation des vaisseaux conducteurs de sève).
Un bourgeon est donc une ébauche d'une tige feuillée en miniature.

B. Croissance et différenciation en épaisseur

La croissance en épaisseur d'une tige (ou d'un tronc) est permise par l'activité de deux **méristèmes* secondaires** : le **cambium** et le phellogène.
- Le **cambium** : ce sont de petites cellules indifférenciées, situées à la limite de l'écorce, capables de se diviser et dont le rôle est de produire de nouveaux vaisseaux conducteurs de sève.
- Le phellogène produit les tissus de l'écorce.

Chez les plantes des zones tempérées, le fonctionnement de ces méristèmes secondaires est saisonnier, c'est ce qui donne les « cernes » de l'arbre.





1. Écorce (parenchyme, liège)
2. Vaisseaux du **phloème**
3. **Cambium** : ou méristème secondaire (multiplication des cellules)
4. Vaisseau du **xylème** (aubier = vaisseaux encore fonctionnels)
Vaisseau du xylème âgés (duramen = vaisseaux bouchés, non fonctionnels)

C. Une organogénèse sous influence hormonale : le rôle de l'auxine

Le développement d'un végétal se caractérise par l'augmentation de sa taille, la croissance et la formation d'organes : l'**organogenèse**.
La croissance cellulaire est un phénomène biologique qui implique une déformation irréversible des dimensions de la cellule. Si la cellule grandit, la paroi doit être modifiée. Cette modification est sous le contrôle d'une **hormone : l'auxine**. L'auxine, facteur de croissance ou hormone végétale, contrôle la croissance cellulaire.

D. L'environnement influence le développement

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

D.1. L'influence de la lumière

Le **coléoptile** est une gaine protectrice qui enveloppe les premières feuilles chez les céréales (blé, mïs…). C'est un organe de choix car sa croissance est définie et ses cellules ne sont soumises qu'à une élongation (= pas de multiplications cellulaires).
Comme beaucoup de plantes, les **coléoptiles** des céréales ont une croissance orientée vers la lumière : on parle de **phototropisme positif**. De nombreuses expériences historiques ont permis de montrer le rôle fondamental d'**hormones végétales**, en particulier de l'**auxine** (AIA = l'acide indolacétique). Celle-ci est principalement sécrétée par les bourgeons apicaux

et les jeunes feuilles que ce soit à la lumière ou à l'obscurité. Une fois sécrétée, le transport de cette hormone est polarisé, il s'effectue plus facilement de l'apex vers la base de cet organe (= transport basipète).

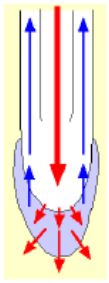
La courbure du coléoptile vers la lumière s'explique par une **répartition différentielle de l'auxine** dans cet organe. En effet, un **éclairement anisotrope** provoque une **migration latérale** d'auxine depuis la face éclairée vers la face « sombre », engendrant ainsi un allongement plus important des cellules sur cette face (mécanismes moléculaires **GRAND ORAL**).

Remarque : Cette hormone agit à doses extrêmement faibles et, sur les racines, elle favorise la formation de **racines secondaires**

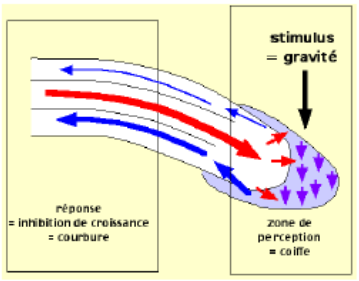
Pour information :
- La **dominance apicale** : la suppression du bourgeon apical entraîne le débourrement des bourgeons axillaires situés au-dessous de l'apex. Cette observation indique que le bourgeon apical exerce, par l'auxine qu'il produit, une inhibition du développement des bourgeons axilaires.
- D'autres hormones végétales interviennent dans le développement des plantes : cytokinines, gibbérellines, éthylène… → **GRAND ORAL.**

D.2. L'influence de la gravité

La **gravité** est perçue par des organites au sein des cellules de la coiffe ce qui modifie la répartition des hormones comme l'auxine et oriente verticalement vers le haut la croissance des tiges (on parle de **gravitropisme négatif**) ou vers le bas pour les racines (**gravitropisme positif**). → **GRAND ORAL**



Dans cette position, l'auxine a un transport basipète puis migre vers le haut de manière égale sur les deux faces.



Lorsque la racine est couchée horizontalement, des cristaux (les statolithes) migrent dans la coiffe --> **L'auxine migre préférentiellement vers la partie basse** de la racine.

Cette différence de **concentration inhibe la croissance** des cellules et la racine se courbe alors vers le bas.

