

THÈME : DE LA PLANTE SAUVAGE À LA PLANTE DOMESTIQUÉE

Chapitre : L'organisation fonctionnelle des plantes à fleurs

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) ou encore fougères. 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 ...).

Problématique: Comment les plantes à fleurs sont-elles adaptées à une contrainte majeure, la vie fixée ?

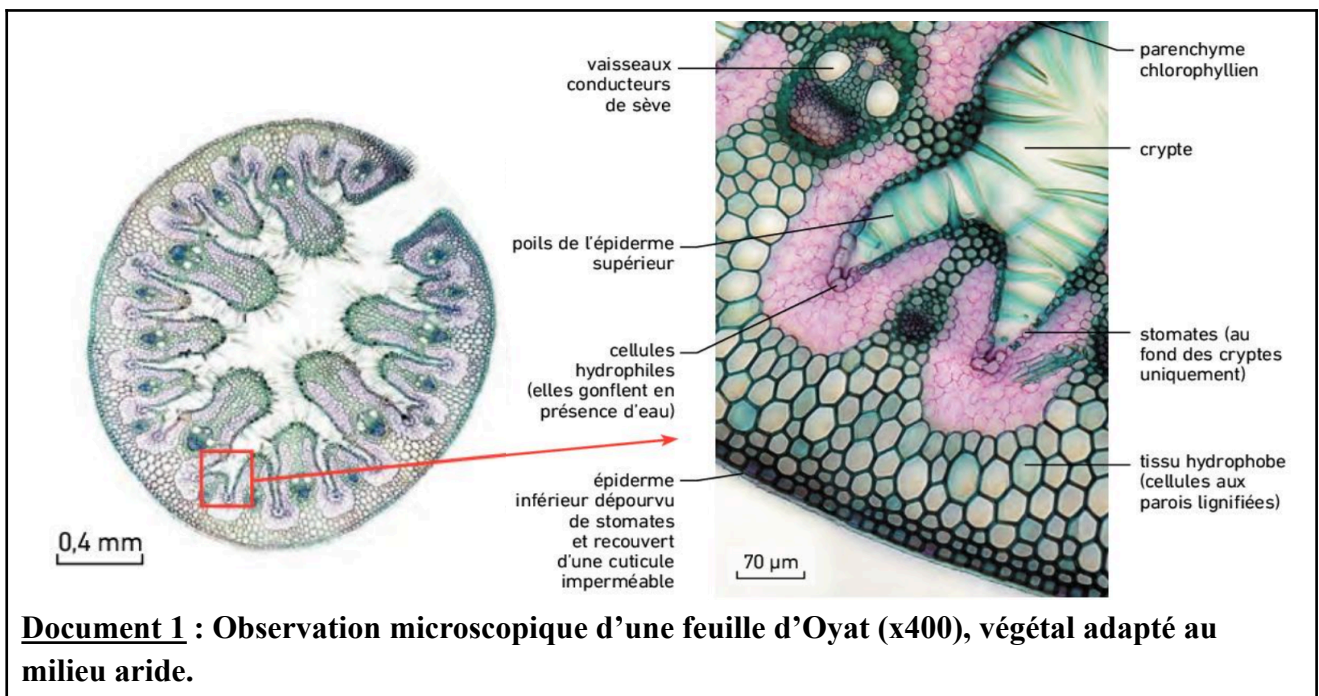
I. La vie fixée dans des environnements variables

A) Vivre en altitude

La forme naine des végétaux alpins comme la Renoncule des glaciers, en coussinet ou en rosette, offre peu de prise au vent et récupère la chaleur du sol. De plus, cette forme réduite leur confère une certaine inertie thermique. Soumis à une forte insolation, ils perdent en contrepartie peu de chaleur par convection et transpiration. Ainsi, leur température interne peut dépasser la température ambiante de 10°C. À l'échelle tissulaire, les végétaux alpins résistent au gel par surfusion et/ou accumulation de protéines antigél. Donc, la température des tissus peut-être négative sans que l'eau cristallise dans le cytoplasme. Enfin, les plantes pérennes entrent en vie ralentie et protègent leurs bourgeons par d'épaisses écailles. Certaines plantes ne subsistent durant l'hiver que grâce à des organes souterrains (bulbes, tubercules).

B) Vivre en milieu aride

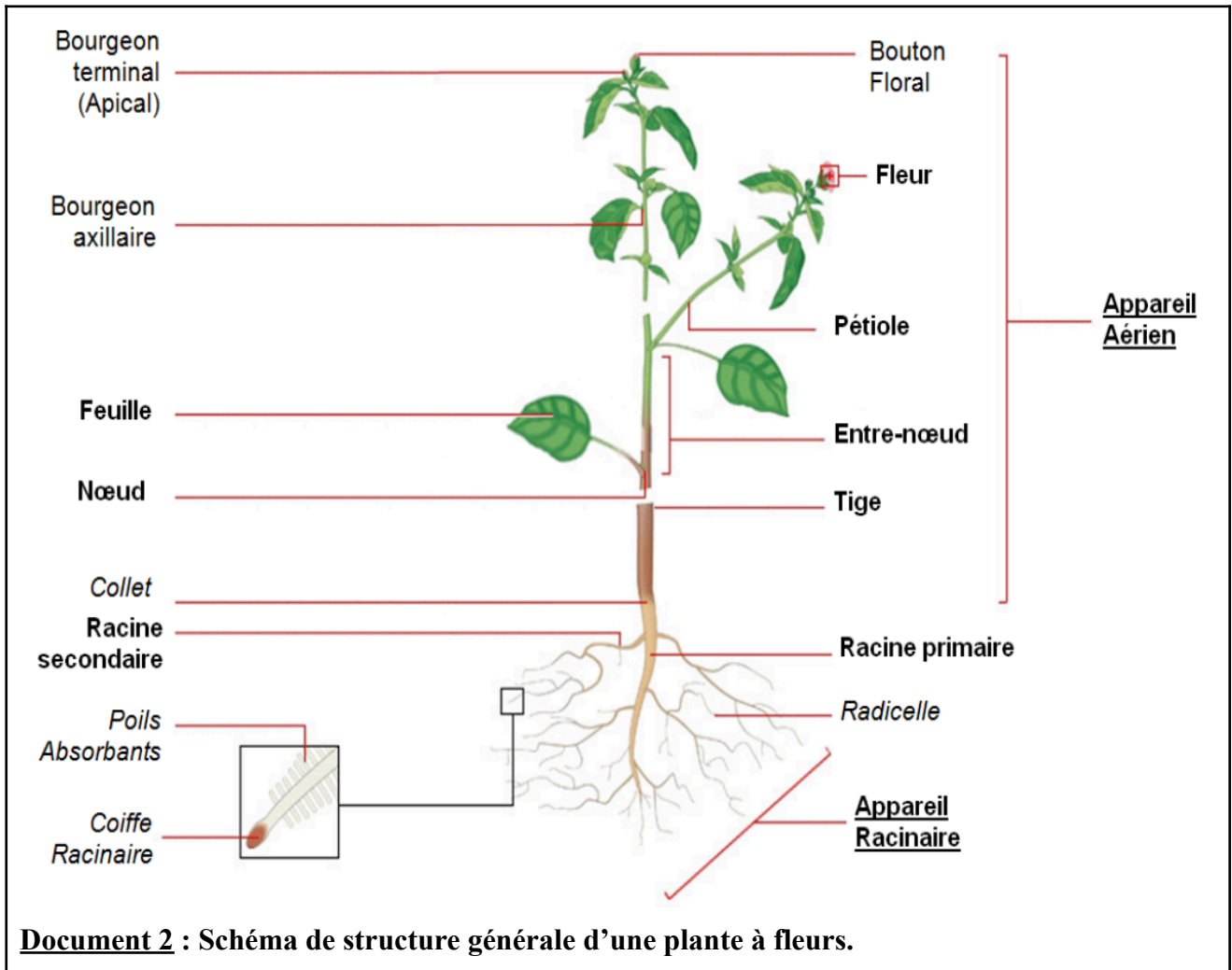
Les espèces végétales adaptées aux milieux de vie très secs possèdent souvent des feuilles réduites voire absentes. Quand elles existent, elles sont recouvertes de poils et/ou d'une cuticule épaisse. Les stomates, structures cellulaires permettant les échanges gazeux, sont protégées au fond de cryptes pilifères comme chez le Laurier rose. De plus, certaines plantes comme l'Oyat des dunes, peuvent s'enrouler sur elles-mêmes, réduisant la capacité de transpiration. Les systèmes racinaires des plantes de milieu sec sont également adaptés à cette contrainte: ils sont souvent très étendus et explorent profondément le sol, ce qui optimise l'approvisionnement en eau et en sels minéraux.



Bilan : Selon leur milieu de vie, les plantes présentent des adaptations morpho-anatomiques et physiologiques leur permettant de vivre fixées dans des conditions variées. Elles peuvent également s'acclimater à des variations de l'environnement, en adaptant par exemple leur système racinaire à des sols plus ou moins riches en nutriments.

Ainsi, malgré la grande diversité de milieu et la grande diversité d'adaptation réalisée par les végétaux, une plante possède toujours la même organisation fonctionnelle. Celle-ci est constituée d'un ensemble d'organes végétatifs aériens (tiges, feuilles) et souterrains (racines), plaçant la plante à l'interface sol/atmosphère.

II. Les plantes à fleurs, des organismes spécialisés et adaptés aux contraintes de l'environnement



A) Les échanges des plantes avec le milieu

1. Les feuilles, une surface adaptée à la captation de la lumière et des gaz atmosphérique

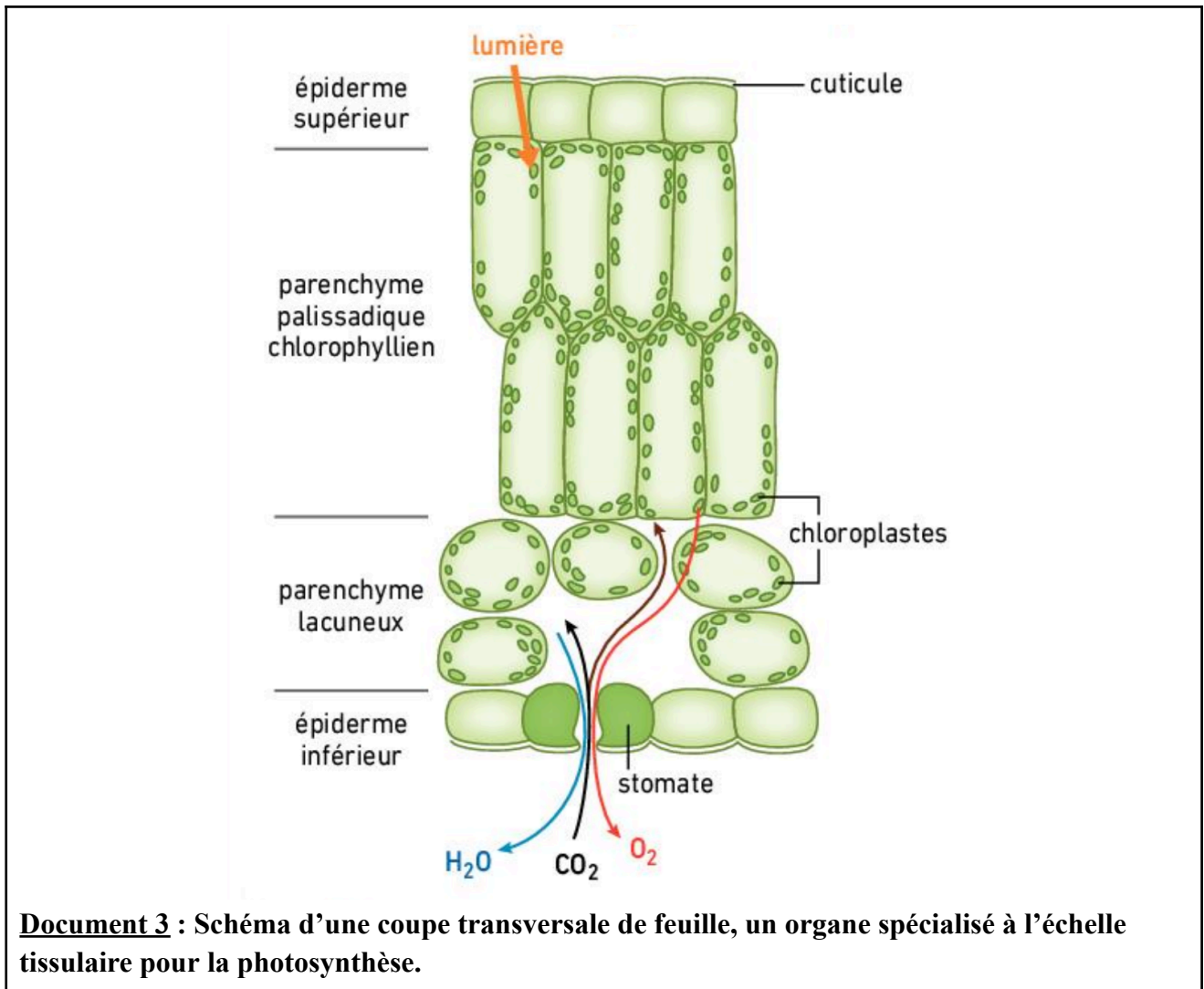
Les feuilles présentent un rapport surface/volume très fort: la surface est maximale et le volume est minimal grâce à une structure plate. De plus, des coupes transversales de feuilles de végétaux montrent :

- un épiderme supérieur formé d'une seule couche appelée la cuticule, imperméable aux échanges de gaz ou de solutions.

- un parenchyme chlorophyllien palissadique, constitué de cellules chlorophylliennes 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 CO₂ est très forte.

- un épiderme inférieur, non chlorophyllien, recouvert de cires et régulièrement interrompu par des perforations : les stomates.



Les stomates permettent les échanges gazeux entre l'atmosphère et le milieu intérieur de la plante (entrée de CO₂, sortie d'O₂ et évaporation d'eau H₂O). Ils sont formés par deux cellules de garde (stomatiques) 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.

2. Les racines: une surface d'absorption de l'eau et des sels minéraux

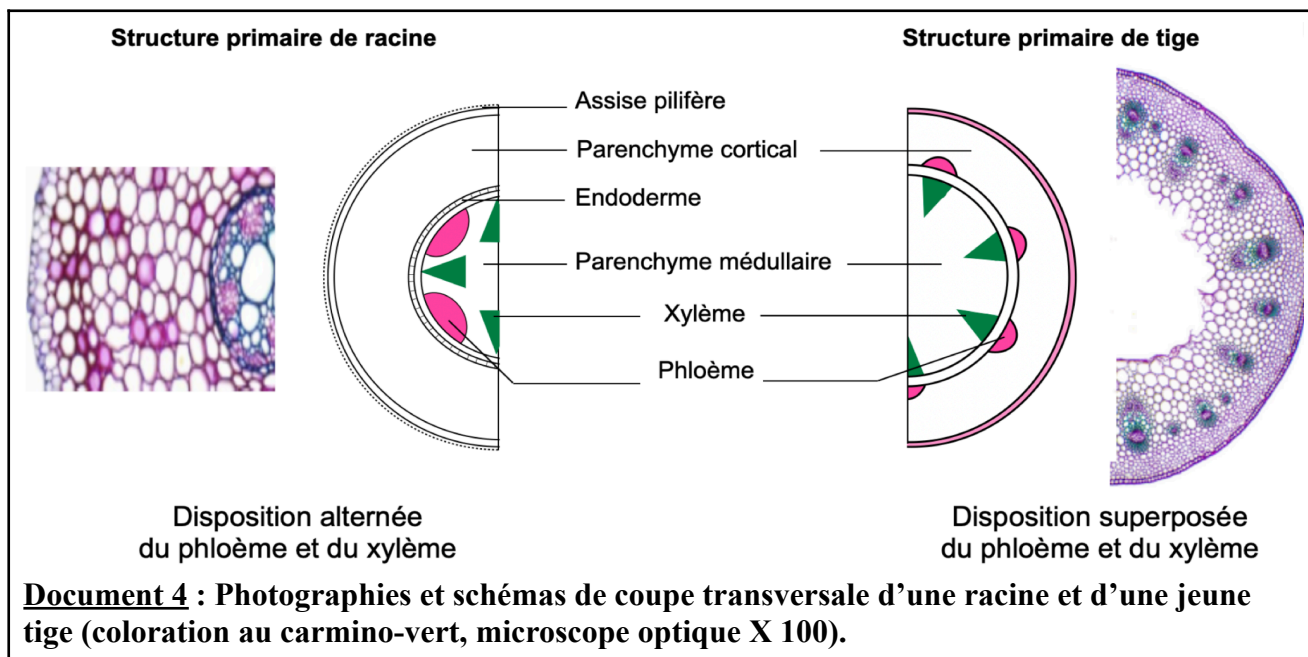
Les racines sont très ramifiées, très longues et présentent de très nombreux poils absorbants qui augmentent très fortement la surface de contact avec le sol.

Les poils absorbants sont des cellules périphériques qui sont très allongées et qui absorbent l'eau et les sels minéraux de façon active.

Néanmoins, chez la plupart des plantes sauvages, l'observation des racines montre une absence totale de poils absorbants, remplacés par un manchon jaune/orangé autour des racines les plus fines. Il s'agit d'une mycorhize, association 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. Il s'agit donc d'une association pérenne, on parle alors d'une symbiose.

B) Les échanges au sein de la plante

L'absorption de l'eau et des ions a lieu dans les racines alors que la photosynthèse a lieu dans les parties aériennes. Les éléments minéraux prélevés par les racines sont en partie utilisés au cours de la photosynthèse qui se réalise dans les feuilles. Il est donc nécessaire de réaliser des échanges via une solution appelée sève. Il existe deux types de sèves chez les végétaux, transportés par des faisceaux conducteurs :



- La sève brute est conduite par le xylème et remonte depuis les racines 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. Dans les feuilles, les vaisseaux du xylème se ramifient pour amener l'eau et les sels minéraux à l'ensemble des cellules réalisant la photosynthèse.
- La sève élaborée est conduite par le phloème depuis les feuilles et circule via la tige vers 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.

Bilan : Sur les continents, la lumière solaire n'est présente qu'au-dessus du sol, tandis que l'eau liquide et les nutriments minéraux sont présents essentiellement dans le sol. Ainsi les ressources vitales des végétaux ne sont pas équitablement répartis. Des innovations évolutives ont permis aux végétaux terrestres d'être adaptés à ces contraintes :

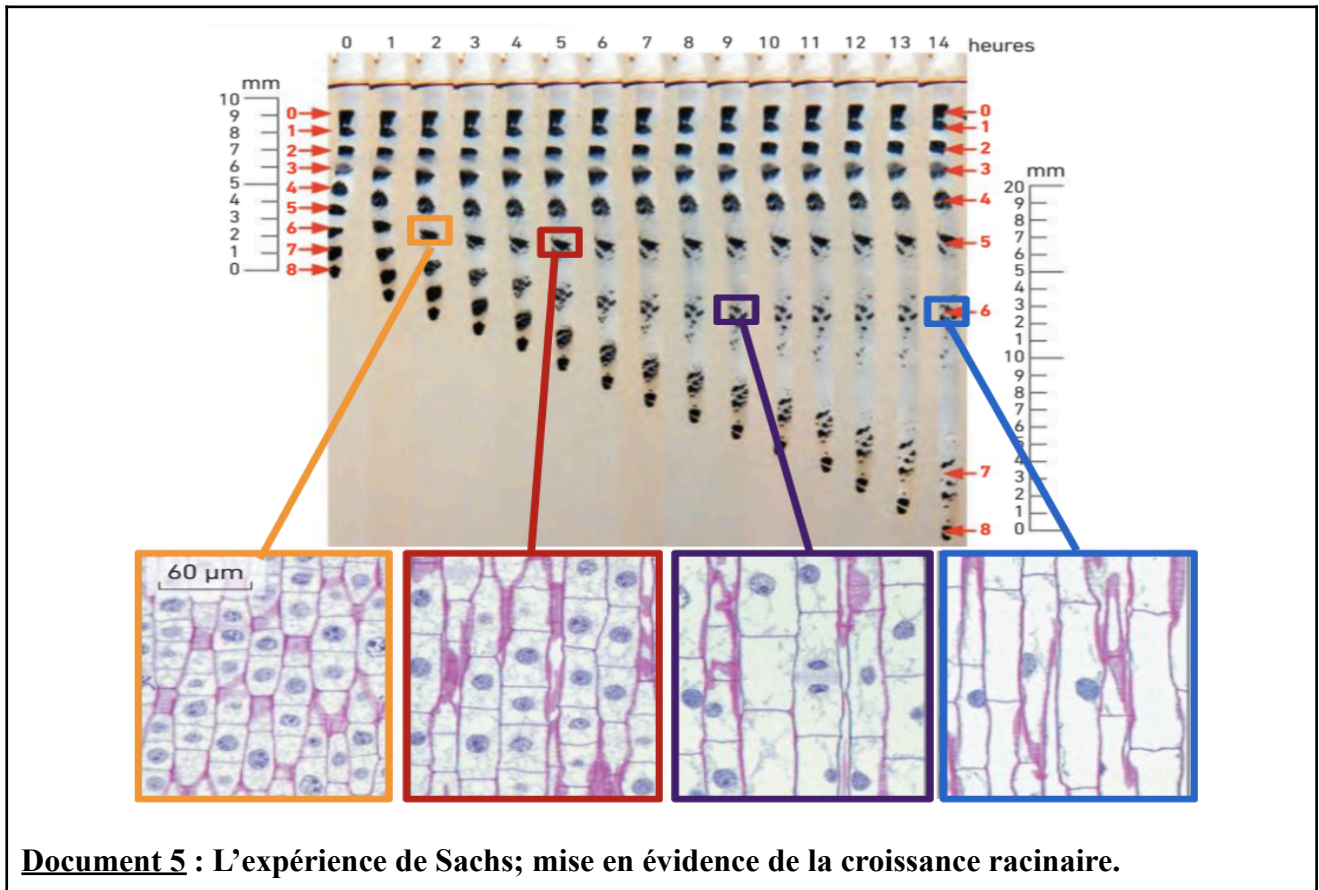
- **Plates et fines, les feuilles offrent une grande surface exposée aux rayons solaires, ces derniers pouvant ainsi atteindre toutes les cellules chlorophylliennes en charge de la photosynthèse. L'épiderme des feuilles, recouvert d'une cuticule plus ou moins épaisse, est imperméable aux gaz, ce qui protège la plante contre la déshydratation. Cependant, des milliers de petits orifices, les stomates, s'ouvrent lorsque les conditions sont favorables à la photosynthèse et permettent les échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère.**
- **Chaque plante dispose d'un réseau de racines très longues et très fines. Leur petit diamètre maximise leur surface de contact avec l'eau du sol. Près de leurs extrémités, les racines sont couvertes de poils absorbants. La finesse, la longueur et le nombre de poils absorbants multiplient encore la surface de contact entre la plante et la solution du sol et, par conséquent, ses capacités à absorber eau et sels minéraux. Cette absorption est également facilitée par des symbioses observables au niveau des racines, en particulier des mycorhizes.**

- **L'approvisionnement en eau et en ions étant dissocié de l'exposition à la lumière et à l'approvisionnement en gaz, des échanges de matière sont indispensables entre organes souterrains et aériens. Ils s'effectuent grâce à un double réseau de vaisseaux conducteurs de sèves. Ainsi, les plantes à fleurs sont des structures organisées. Leurs éléments conducteurs assurent la circulation des éléments synthétisés par les parties aériennes et de ceux prélevés par la partie souterraine.**

III. Croissance et développement chez les plantes à fleurs

A) La croissance des plantes à fleurs : division et l'élongation cellulaire

La croissance par élongation a été identifiée par l'expérience de Sachs grâce à un marquage des racines à l'encre de chine.

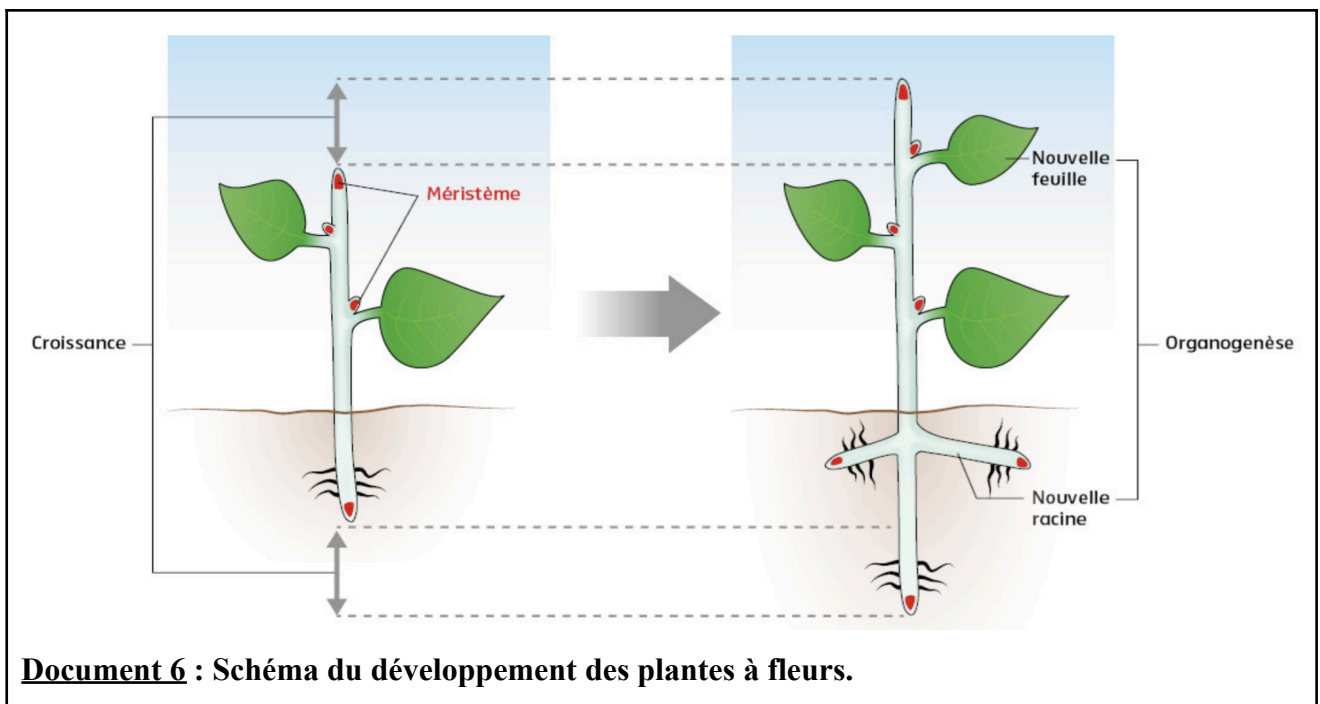


Document 5 : L'expérience de Sachs; mise en évidence de la croissance racinaire.

L'observation des apex (extrémités des organes de la plante) des tiges ou des racines montre qu'ils sont constitués de massifs de cellules se divisant activement par mitose : ces zones sont des méristèmes. La croissance des plantes se fait donc en partie par division active des cellules méristématiques : c'est la mérese. 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.

B) Le développement des plantes à fleurs : différenciation cellulaire et organogénèse

Une fois que la croissance cellulaire est terminée (division + élongation cellulaire), celles-ci vont se différencier et remplir différentes fonctions bien précises. C'est ainsi que de nouveaux organes sont mis en place : tiges, feuilles, fleurs et racine : on parle d'organogénèse. Cette organogénèse a lieu durant toute la vie d'une plante. Les tiges feuillées sont construites et se mettent en place de façon modulaire : chaque module, appelé phytomère, est constitué d'un segment de tige comprenant 1 entre-nœud, un nœud, une ou plusieurs feuilles et un bourgeon axillaire. Ainsi, le développement d'une plante résulte du fonctionnement de ses méristèmes, et conduit à la fois à une morphologie universelle et déclinée de façons diverses selon les espèces.



Document 6 : Schéma du développement des plantes à fleurs.

C) Le contrôle du développement

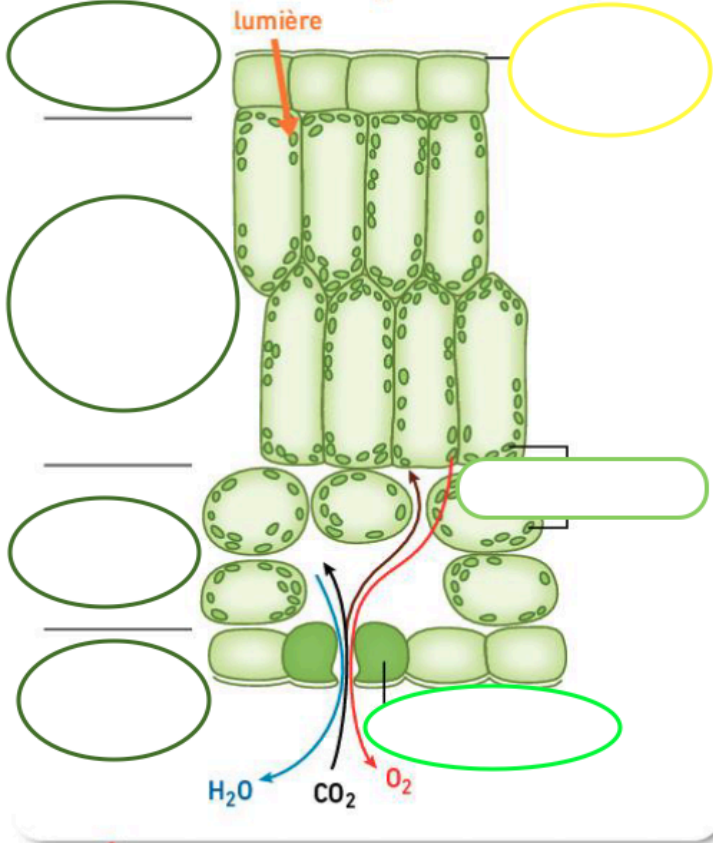
Des plantes identiques placées dans des milieux différents vont présenter des phénotypes différents (forme, taille, port). Le développement végétal est donc influencé par les conditions du milieu : lumière, humidité, vent, gravité ...

Le développement des plantes est soumis à l'action de différentes hormones comme l'auxine (responsable de la croissance cellulaire). La répartition des hormones dans un végétal peut être soumise à l'effet de certains facteurs environnementaux. C'est le cas de la lumière qui contrôle la répartition de l'auxine dans la tige et contrôle ainsi le développement de cet organe préférentiellement en direction de la lumière (on parle donc de phototropisme : croissance vers la lumière). Ainsi, 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.

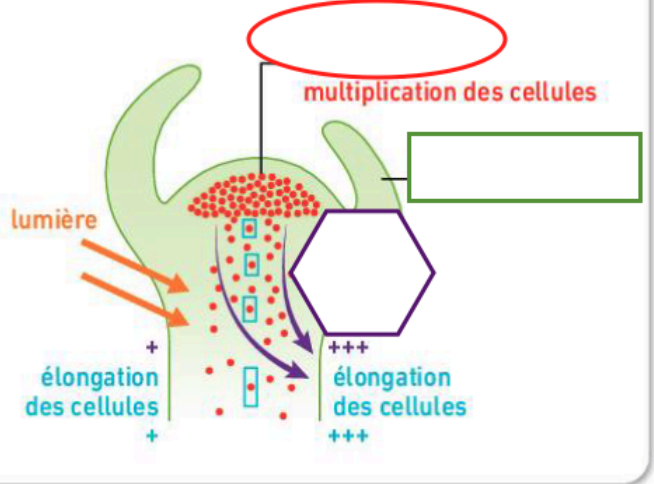
Bilan : Le développement d'une plante associe croissance et différenciation d'organes. La croissance en longueur est assurée par les mitoses se déroulant dans les méristèmes caulinaires et racinaires. L'auxine et d'autres hormones végétales contrôlent l'organogenèse de la plante. Leurs concertations et leurs interactions déterminent par exemple l'allongement et la ramification des tiges, la formation des racines secondaires. L'organogenèse peut être influencée par de nombreux facteurs environnementaux, dont l'intensité et l'hétérogénéité de l'éclairement (phototropisme), la gravité (gravitropisme), la température, le vent.

Schéma bilan :

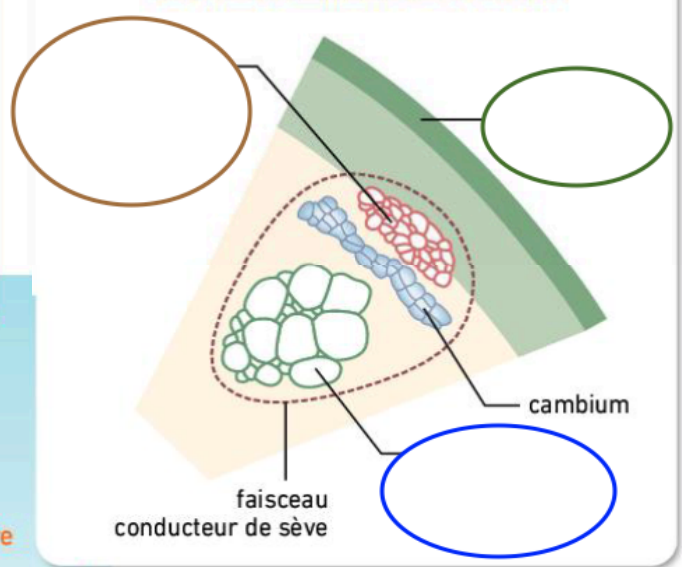
La feuille et ses échanges avec l'atmosphère



Le méristème caulinaire, zone de croissance



Des tissus conducteurs de sèves



La racine et l'absorption de l'eau et des ions du sol

