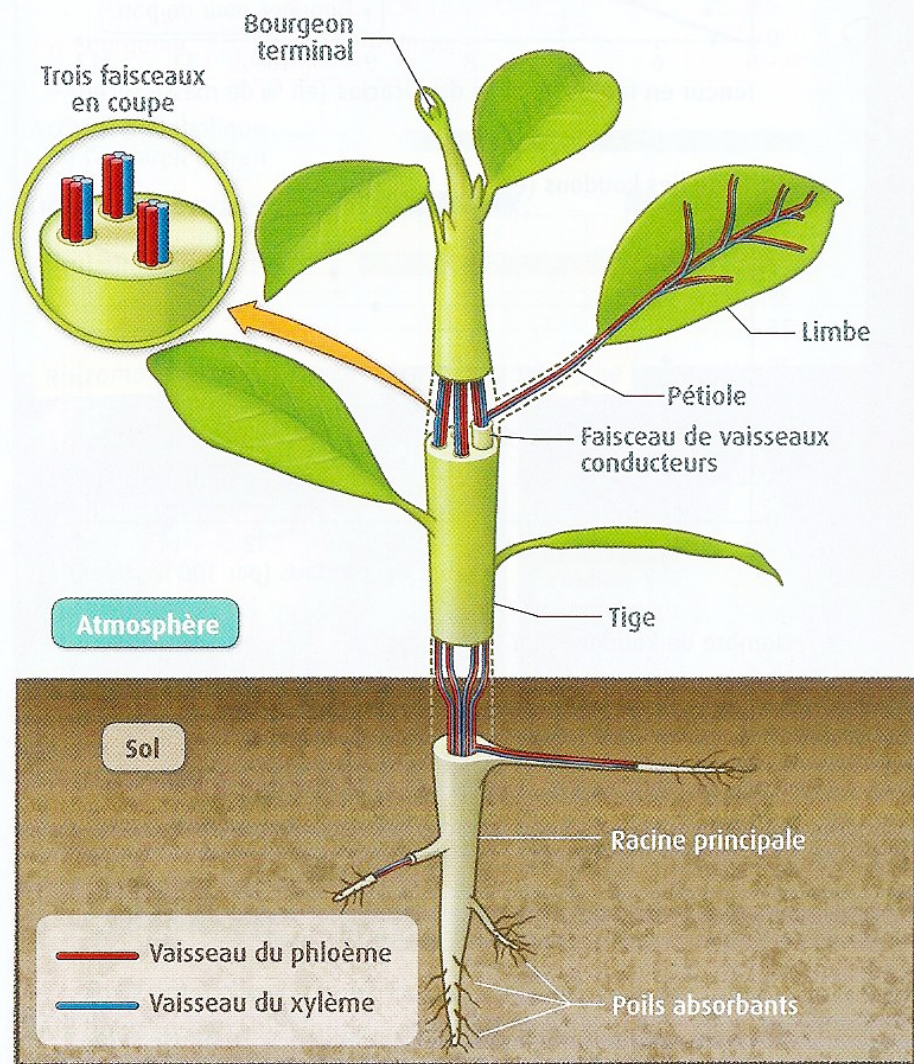


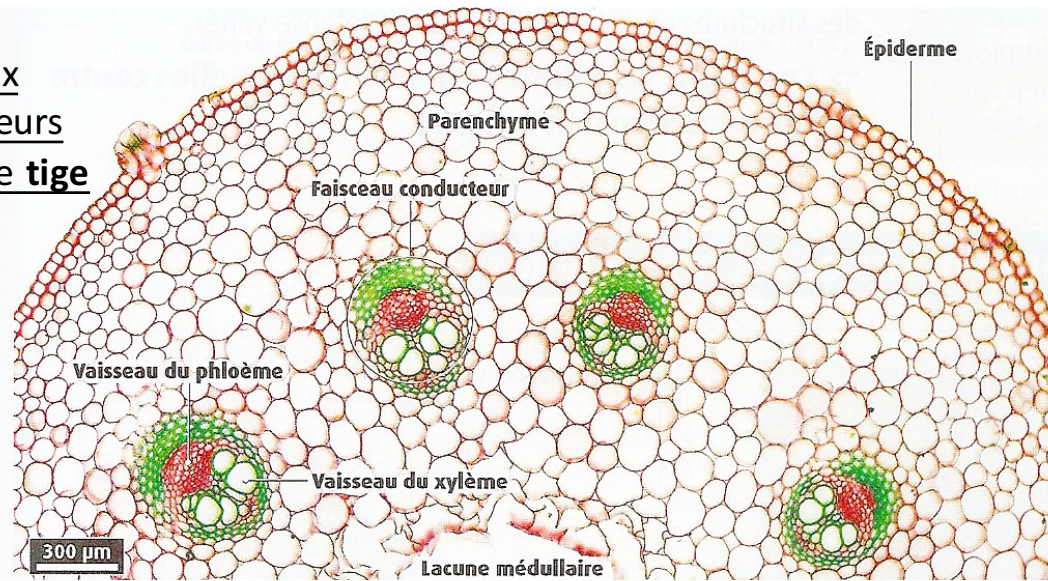
III. La circulation de matière dans la plante : les tissus conducteurs

Les vaisseaux
conducteurs
de la plante

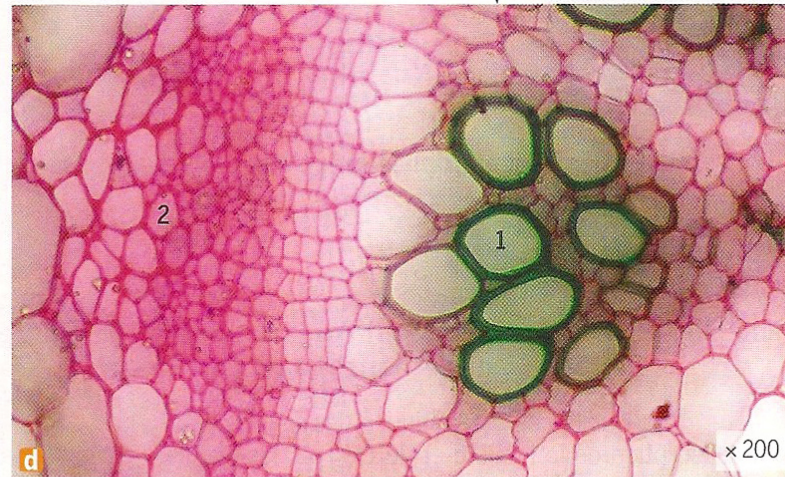
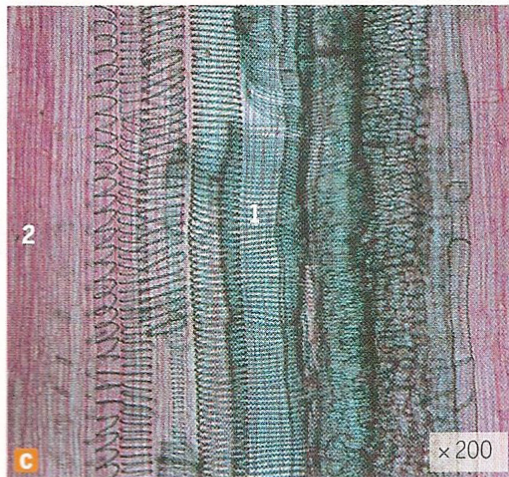


6 L'organisation des vaisseaux conducteurs à l'échelle de la plante.

Vaisseaux conducteurs dans une tige



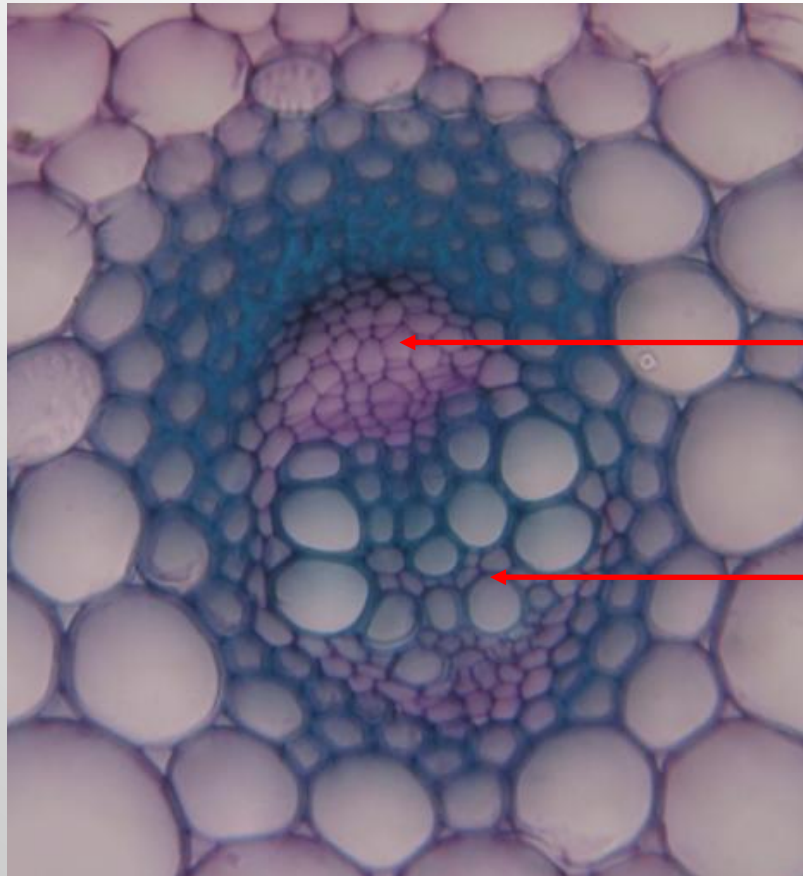
4 Coupe transversale d'une tige de renoncule (vue au MO). On observe deux types de vaisseaux conducteurs de sève: ceux du xylème et ceux du phloème. Dans une tige, ils sont regroupés en faisceaux. Le parenchyme est un tissu de soutien. La coupe a été colorée de manière à pouvoir différencier les tissus en fonction de leur composition chimique: les tissus riches en lignine apparaissent en vert alors que les tissus riches en cellulose sont en rose.



La photographie (a) présente l'extrémité d'une tige de sureau et l'emplacement des coupes réalisées. Les coupes observées au microscope montrent les sections du xylème (1) et du phloème (2). Les tubes sont coupés transversalement (images b et d) ou longitudinalement (image c).

Doc. 1 Observations anatomiques réalisées dans une tige de sureau.

Coupe transversale de tige de Renoncule – détail d'un faisceau conducteur



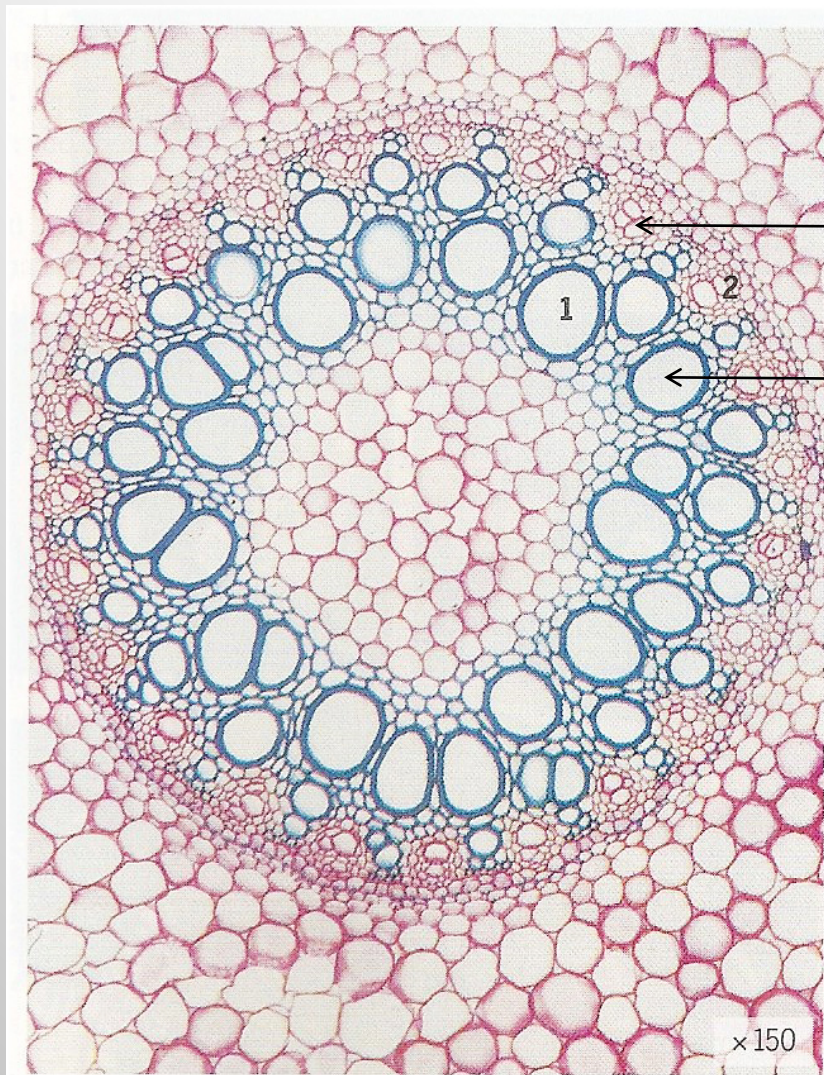
Face Ext

Phloème

Xylème

Face Int

Vaisseaux conducteurs dans le cylindre central d'une racine :



Phloème

Xylème

× 150

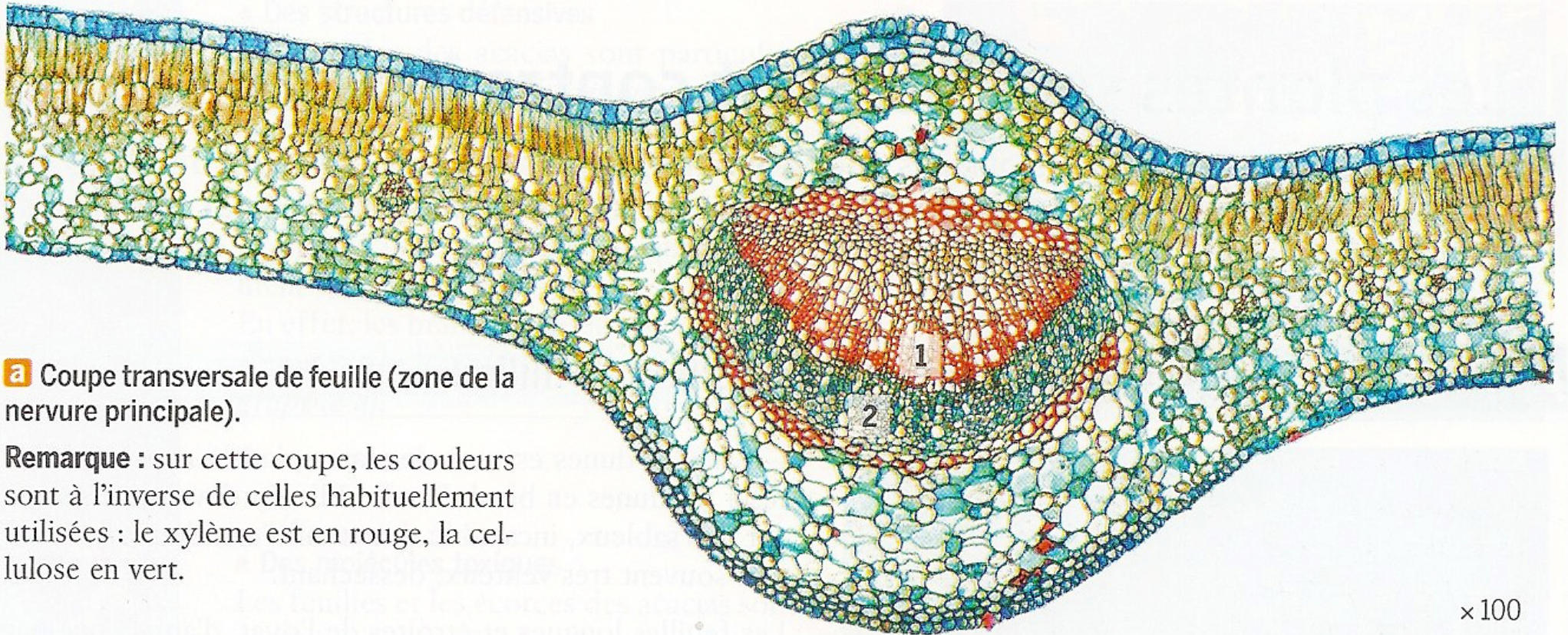
C Coupe transversale d'une racine (zone centrale).

Localisation du cylindre central sur une coupe de racine (renoncule)



Cylindre central

Coupe transversale d'une feuille et observation des vaisseaux conducteurs dans une nervure.

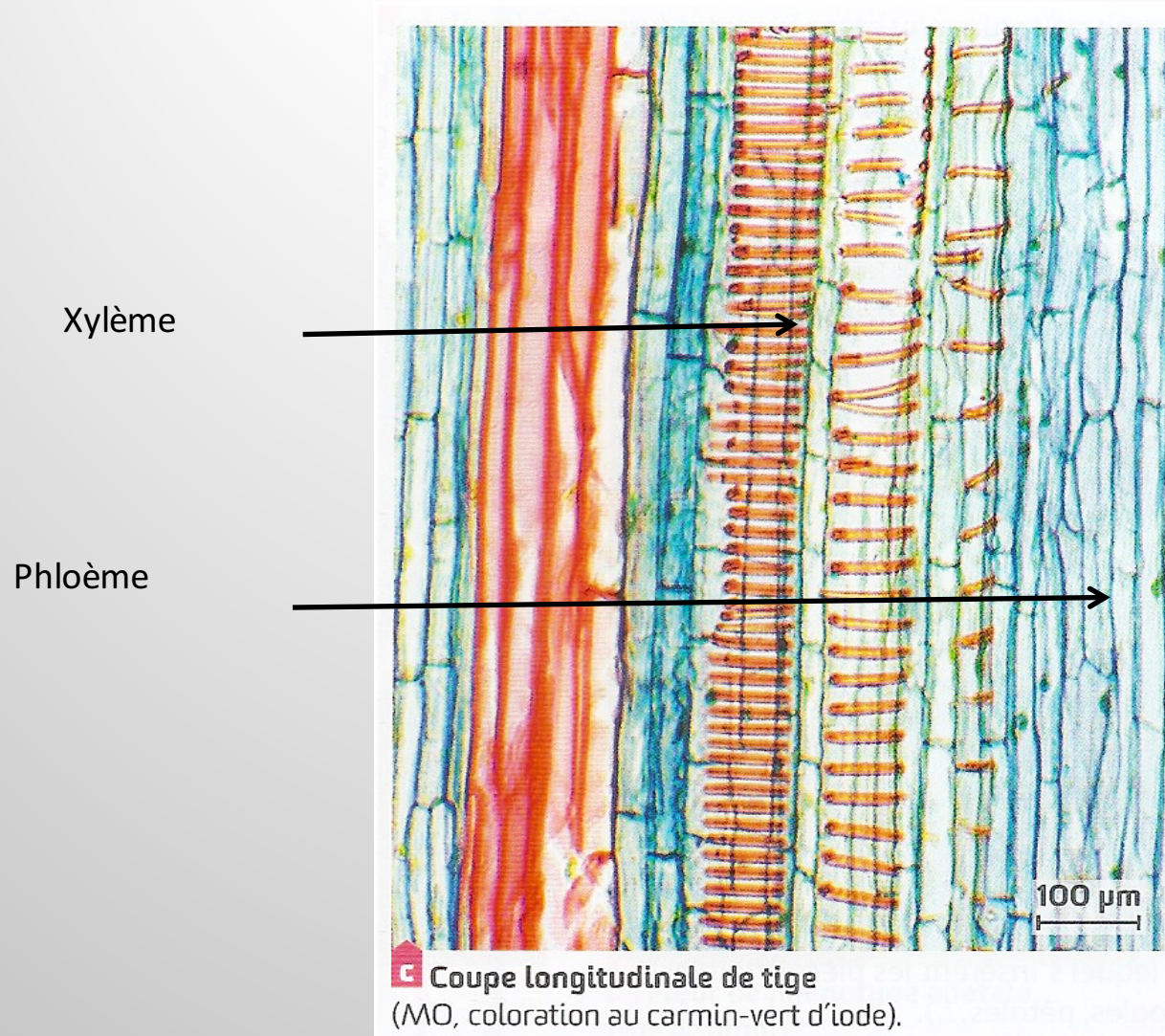


a Coupe transversale de feuille (zone de la nervure principale).

Remarque : sur cette coupe, les couleurs sont à l'inverse de celles habituellement utilisées : le xylème est en rouge, la cellulose en vert.

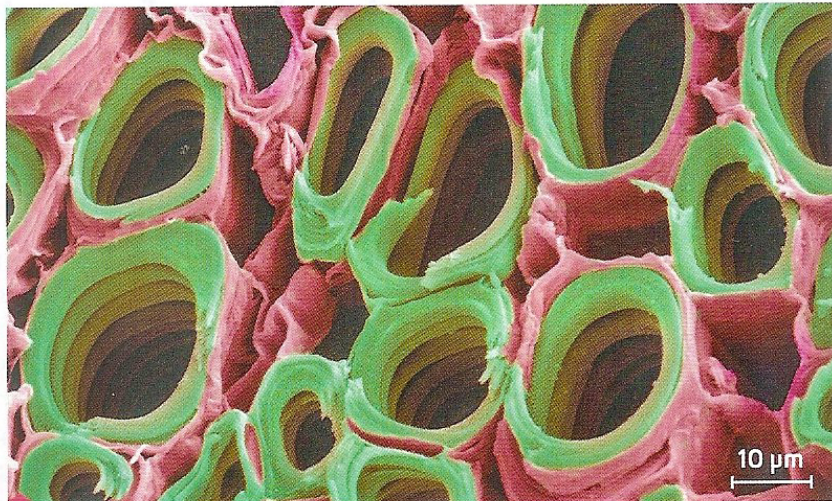
- 1 : Xylème
- 2 : Phloème

Coupe longitudinale de tige de sureau (observation au microscope optique x1200)



Vaisseaux de XYLEME (observation au microscope électronique à balayage MEB)

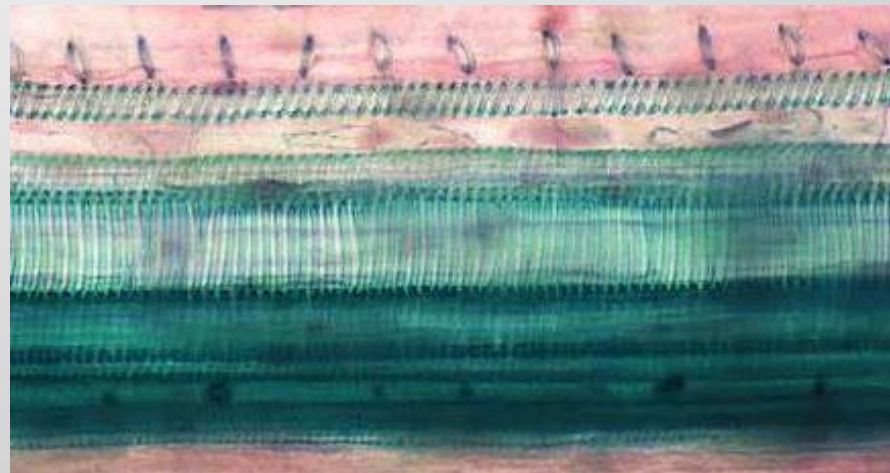
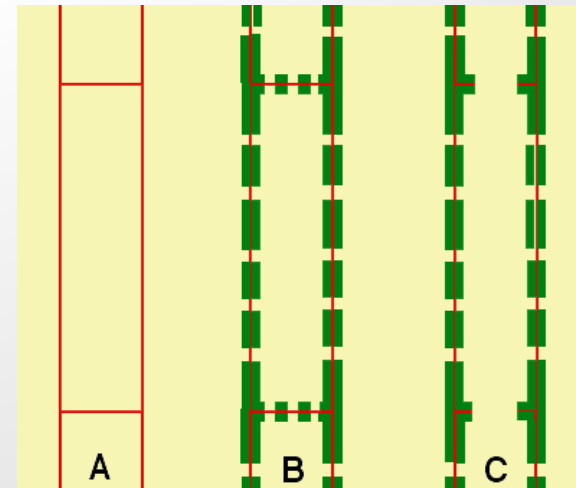
► La sève brute circule dans des conduits appelés vaisseaux du xylème : leur paroi longitudinale est épaissie en motifs annelés ou spiralés ; les parois transversales sont perforées.



a Vaisseaux du xylème (MEB, image colorisée).

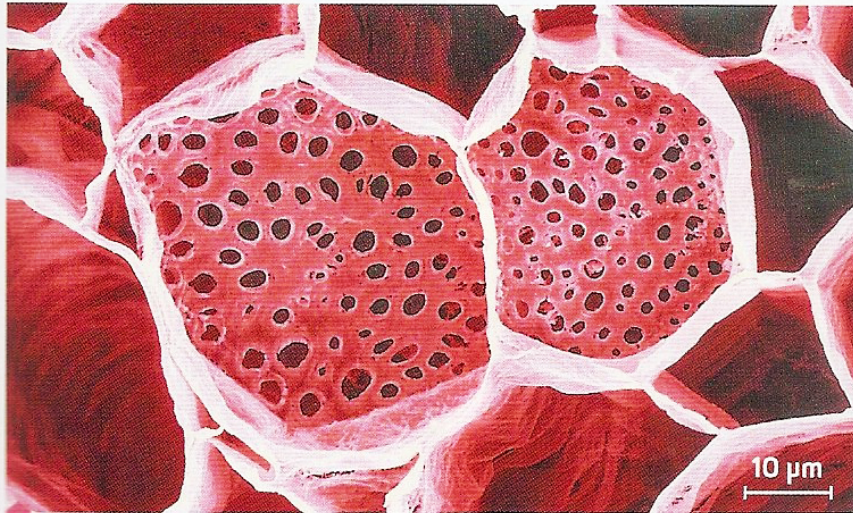
Xylème : circulation sève brute (ascendante)

- Vaisseaux constitués de cellules mortes aux parois longitudinales épaissies par dépôts de lignine.
- Ils sont annelés (formés d'anneaux), spiralés

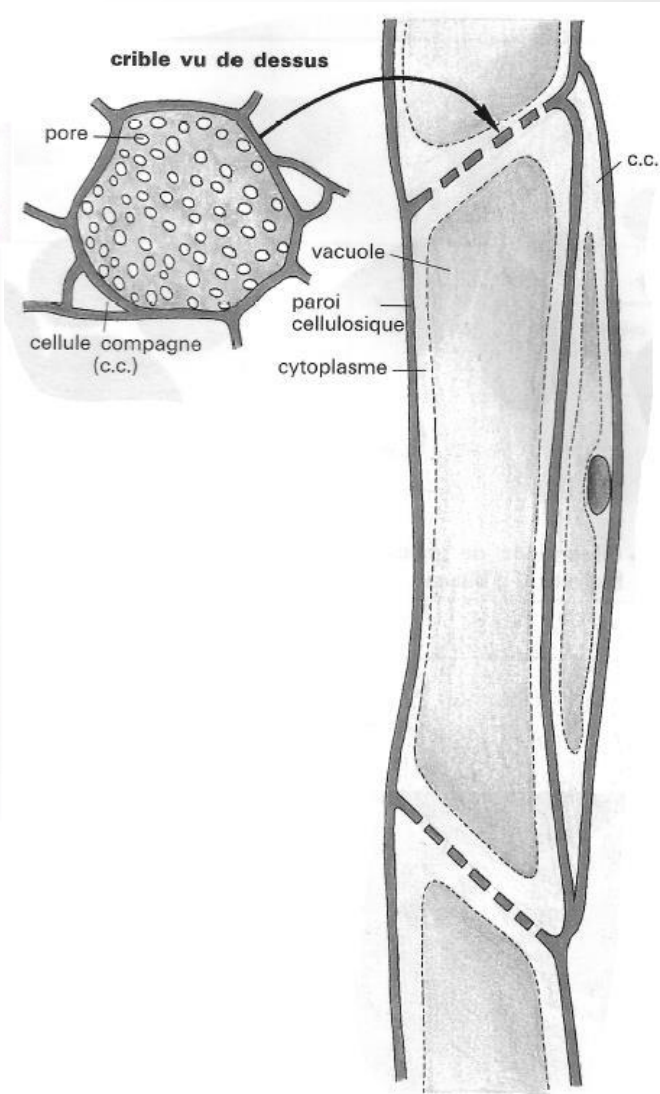


Vaisseaux de PHLOÈME (observation au microscope électronique à balayage MEB)

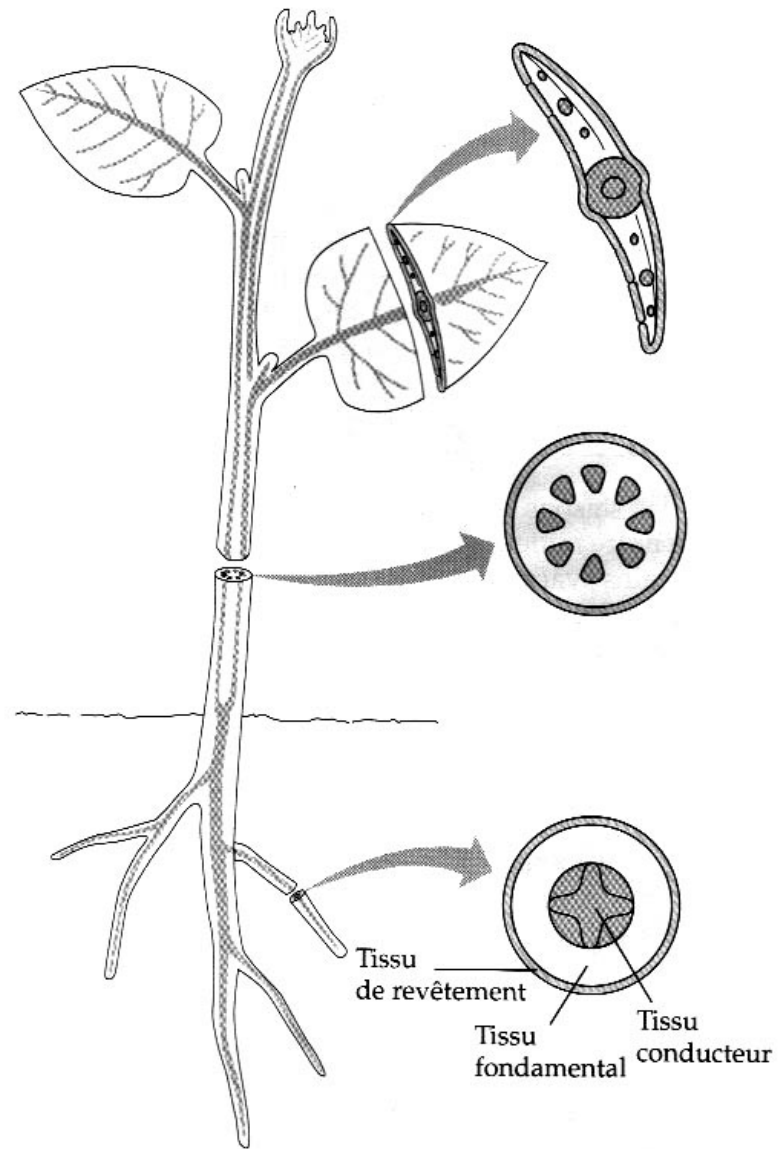
► La sève élaborée circule dans des conduits appelés tubes criblés du phloème : les cellules mises bout à bout présentent des parois transversales perforées de nombreux orifices, les cribles, par où circule la sève.



b Tubes criblés du phloème (coupe transversale, MEB, image colorisée).



Bilan : Localisation des vaisseaux conducteurs dans trois organes de la plante

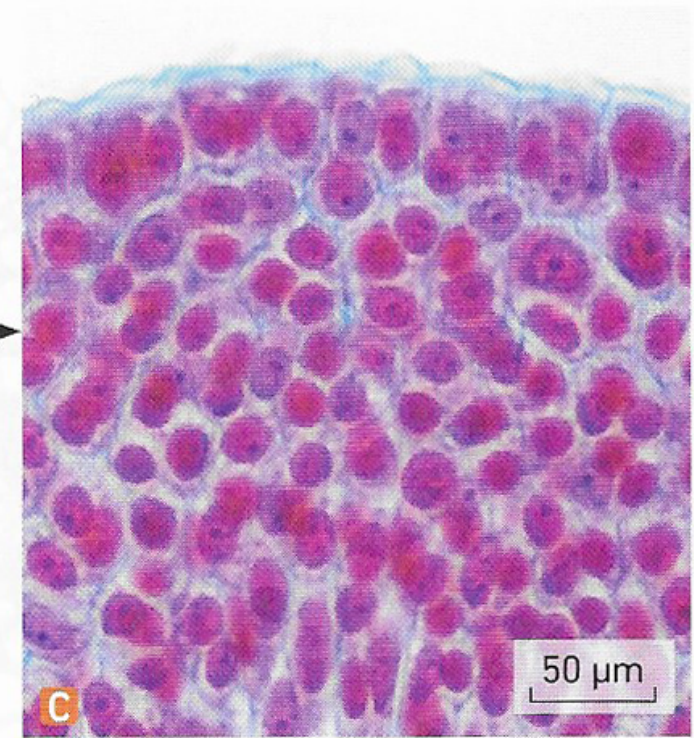
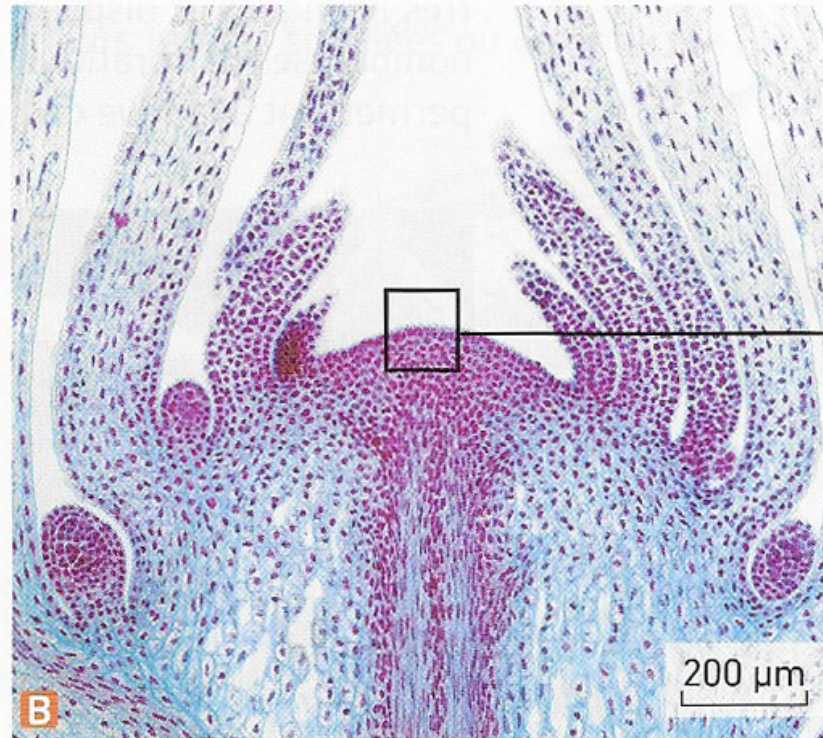


IV. Croissance et différenciation cellulaire :
formation des organes d'une plante

Le méristème caulinaire apical

La coupe longitudinale d'un bourgeon (A) révèle qu'il contient une ébauche de tige feuillée. À son sommet, se trouve le **méristème caulinaire***, un ensemble de tissus constitués de cellules de petites dimensions, non différenciées et capables de se diviser indéfiniment. Les noyaux de

ces cellules apparaissent en rouge sur les photos B et C. L'activité mitotique des cellules du méristème, très organisée dans l'espace et dans le temps, est à l'origine des ébauches de feuilles, de tiges et de bourgeons axillaires*.



Duvet cotonneux

Feuille miniature

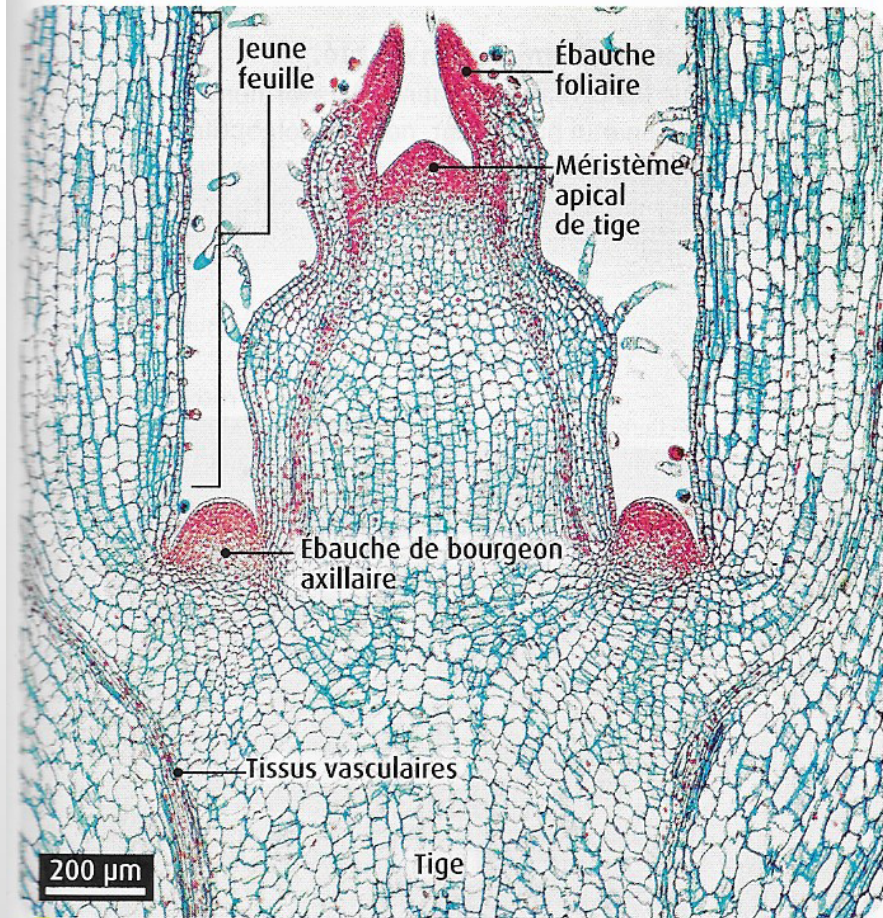
Tige ramifiée

Écailles protectrices collantes

0,3 cm

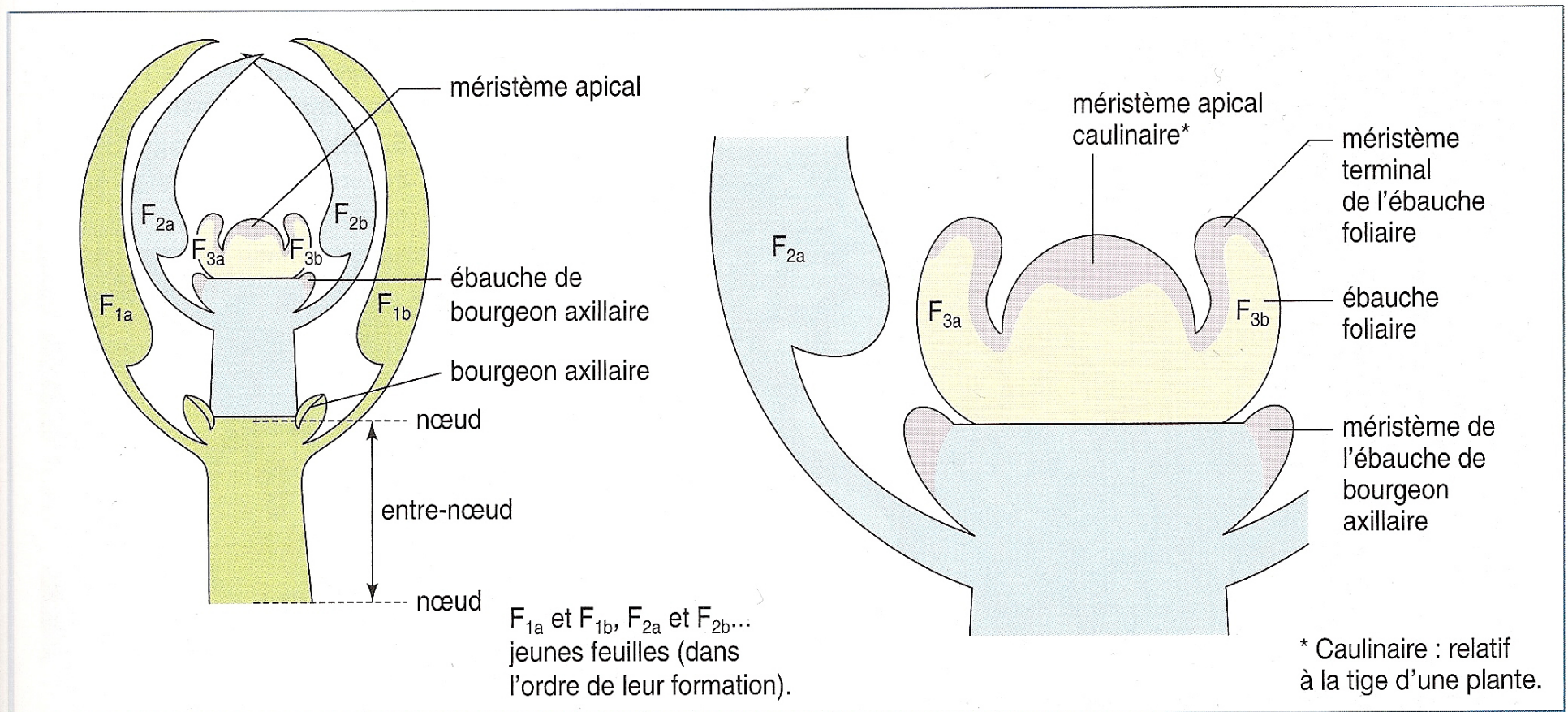


4 Coupe longitudinale dans un bourgeon apical de marronnier en hiver. On observe une tige ramifiée et des feuilles : la différenciation des organes a déjà eu lieu.

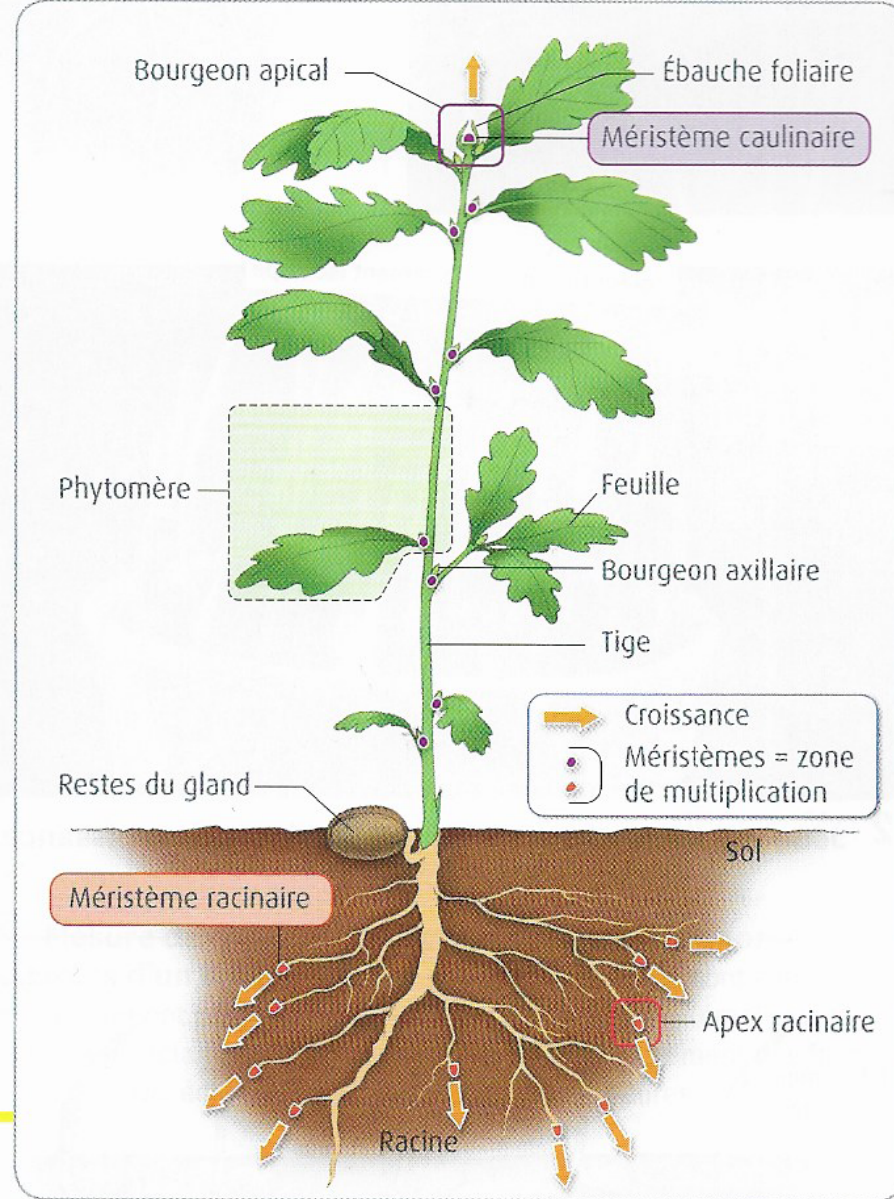


5 Coupe longitudinale dans l'extrémité d'un bourgeon apical de xxx observée au microscope optique. Le bourgeon apical permet la mise en place des phytomères à l'extrémité d'une tige. Au niveau des ébauches foliaires et de la zone située sous le méristème apical de tige, les cellules ont commencé acquérir des caractères de cellules différenciées des tissus de la feuille ou de la tige (voir unité 3 p. 202).

La production d'unités répétitives par le méristème caulinaire apical



Localisation schématique des zones de multiplication cellulaire et de croissance sur un jeune plant de chêne.



Croissance d'une tige

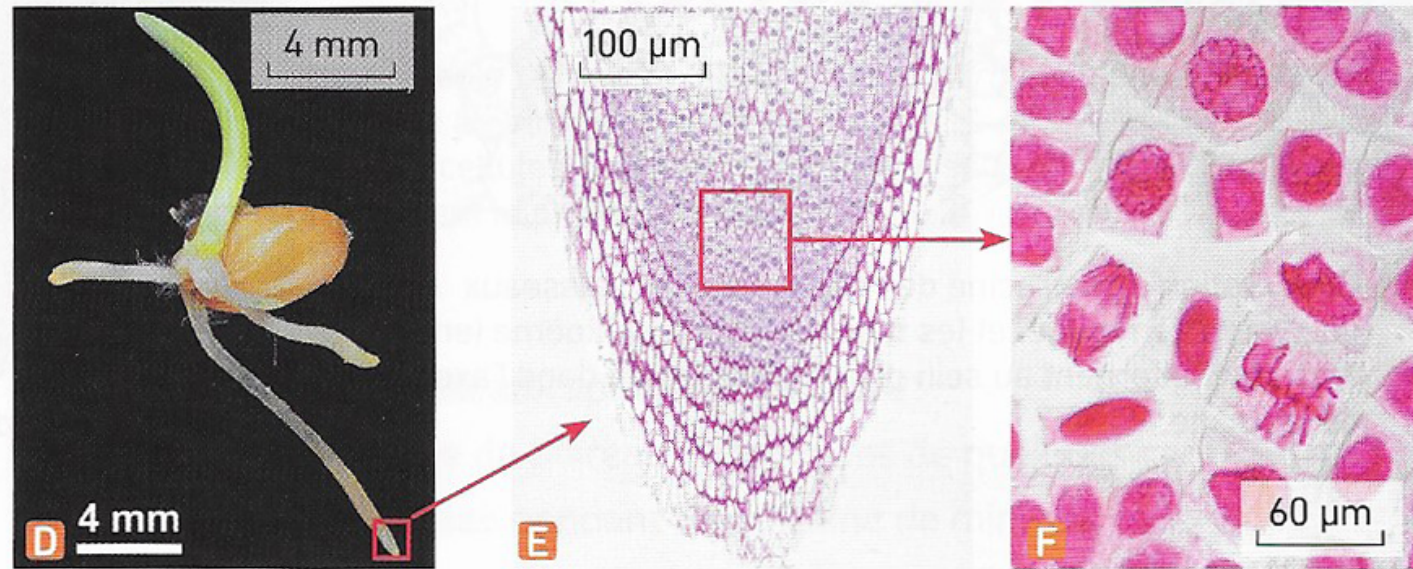
L'élongation d'une tige feuillée passe également par la croissance en longueur des cellules qui la constituent. Cependant cette élongation est inégale : certains secteurs connaissent une forte croissance en longueur, d'autres presque aucune.



- **Marquage à l'encre de Chine d'un segment de tige de Coleus situé près du bourgeon terminal. État initial (F) et après quelques jours (G). Ce segment est situé entre deux nœuds (zones d'implantation de feuilles sur la tige). C'est ce qu'on appelle un entre-nœud.**

Le méristème racinaire

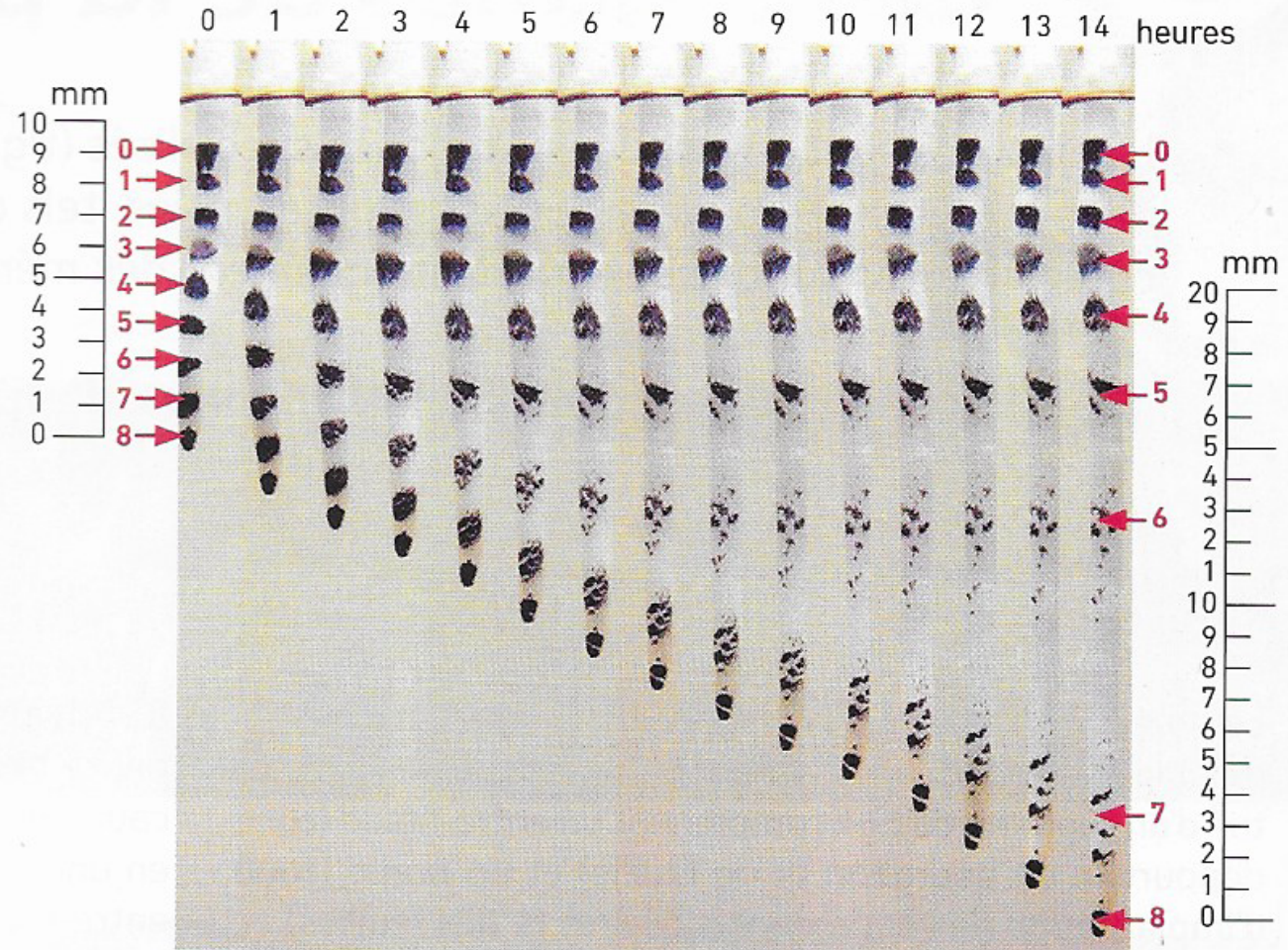
L'apex* d'une racine (D) observé au microscope optique (E et F) montre qu'il comporte également un tissu constitué de petites cellules cubiques, dans lesquelles il est fréquent d'observer des figures typiques de la mitose : il s'agit du **méristème racinaire***. Ses divisions produisent d'une part des cellules capables d'assurer la croissance en longueur de la racine, d'autre part la coiffe de la racine, un tissu protecteur et sensible à la gravité



L'expérience de Sachs (1870) : Racine de potimarron photographiée toutes les heures pendant 14h

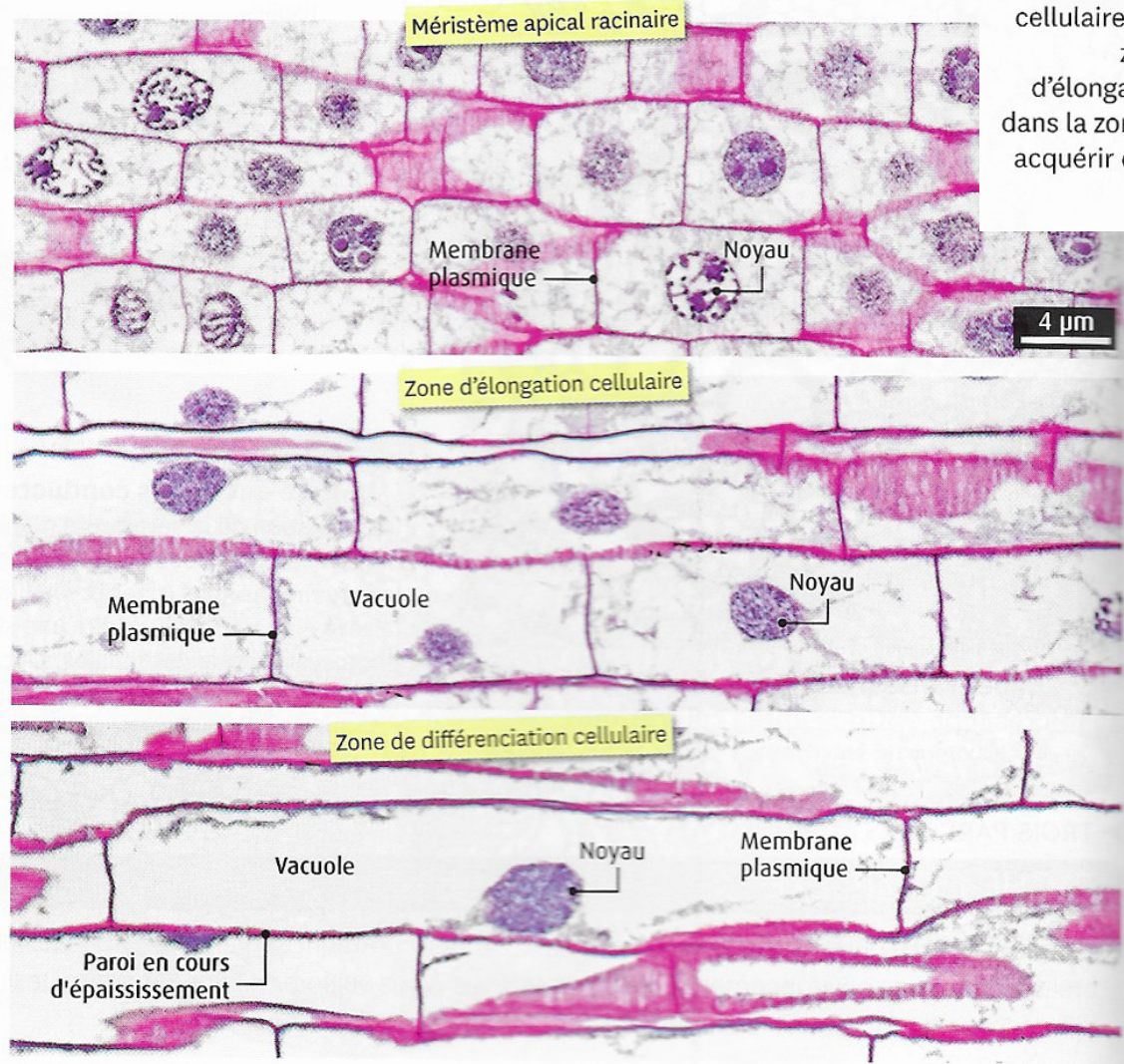
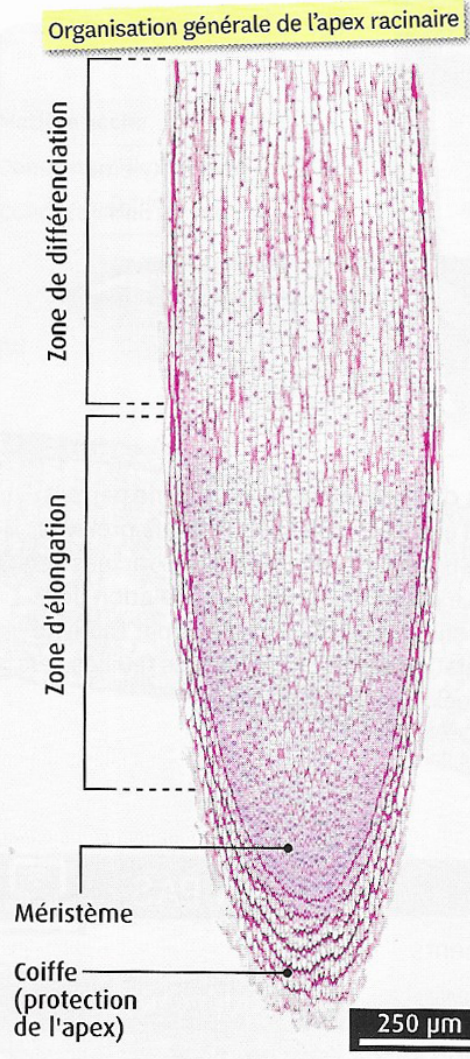
Il est possible de repérer les zones d'une racine qui subissent une **élongation*** grâce à un dispositif simple de marquage à l'encre :

- Faire germer des graines (potimarron par exemple) sur un support humide.
- Lorsque la racine principale a atteint un ou deux centimètres, à l'aide d'une plume trempée dans de l'encre de Chine, y tracer une série de traits régulièrement espacés (tous les millimètres).
- Replacer ensuite les plantules marquées sur le milieu humide (en prenant soin de ne pas mouiller les zones marquées).
- Observer les résultats 24 heures plus tard.



A Une racine marquée à l'encre de Chine a été photographiée toutes les heures.

Le méristème racinaire

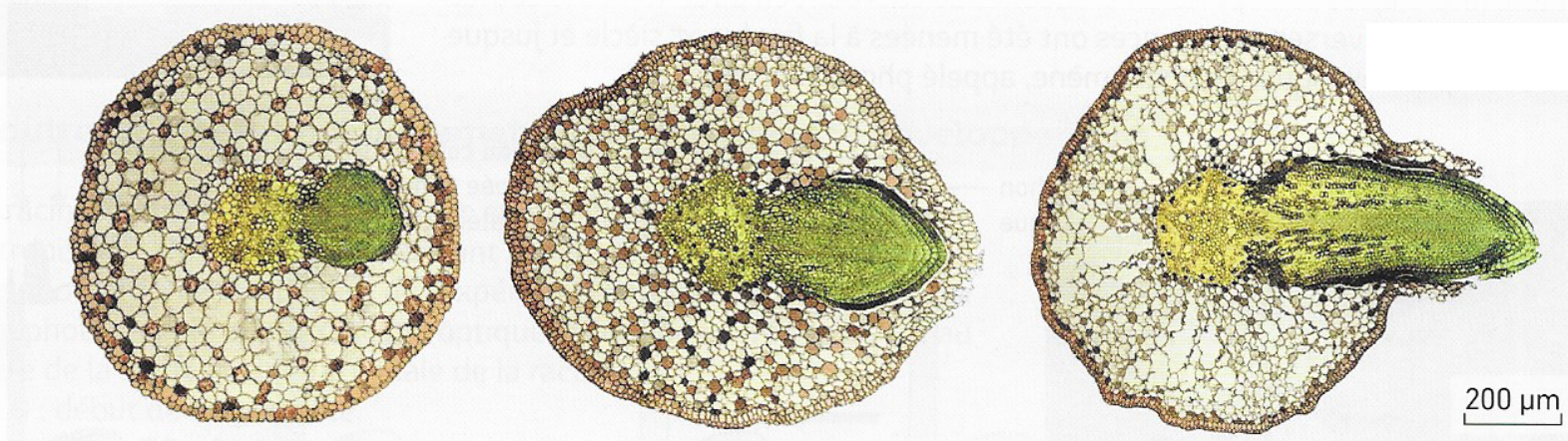
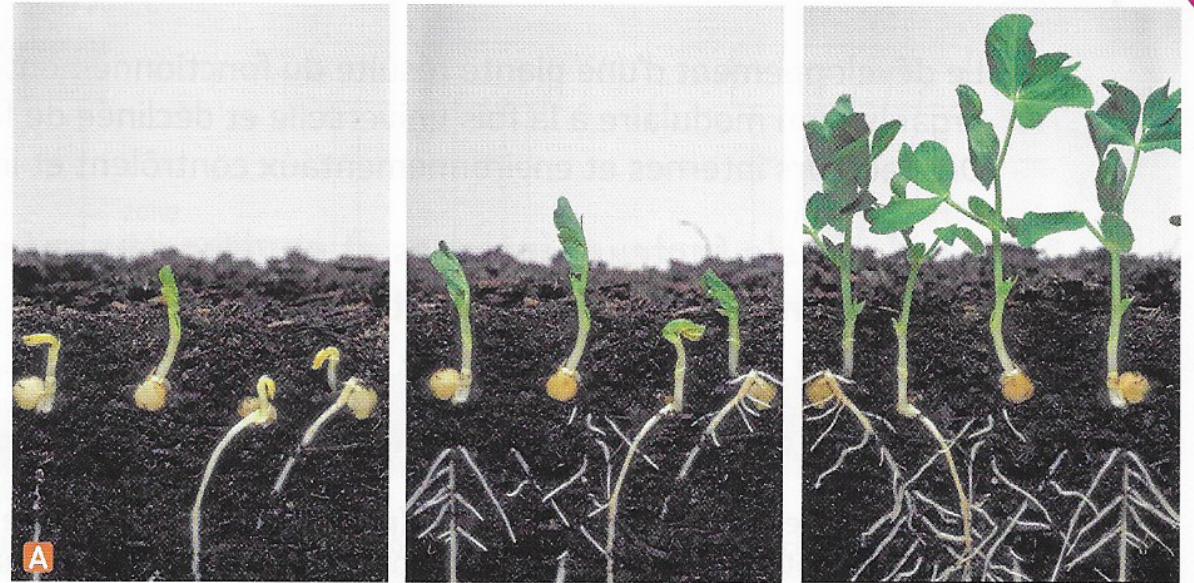


Apex d'une racine de blé observée au microscope optique. À l'extrémité (ou apex) des racines, on observe une zone d'intense division cellulaire où les cellules sont indifférenciées. Cette zone est appelée méristème. Dans la zone d'élongation, les cellules croissent en longueur et dans la zone de différenciation, elles commencent à acquérir des caractères de cellules spécifiques aux tissus racinaires (voir doc. 5 p. 203). 2

Racines secondaires

Au cours de la germination d'une graine (A), une racine principale se forme et s'enfonce dans le sol. À quelques centimètres au-dessus de son apex apparaissent des racines secondaires, capables après élongation de se ramifier à leur tour.

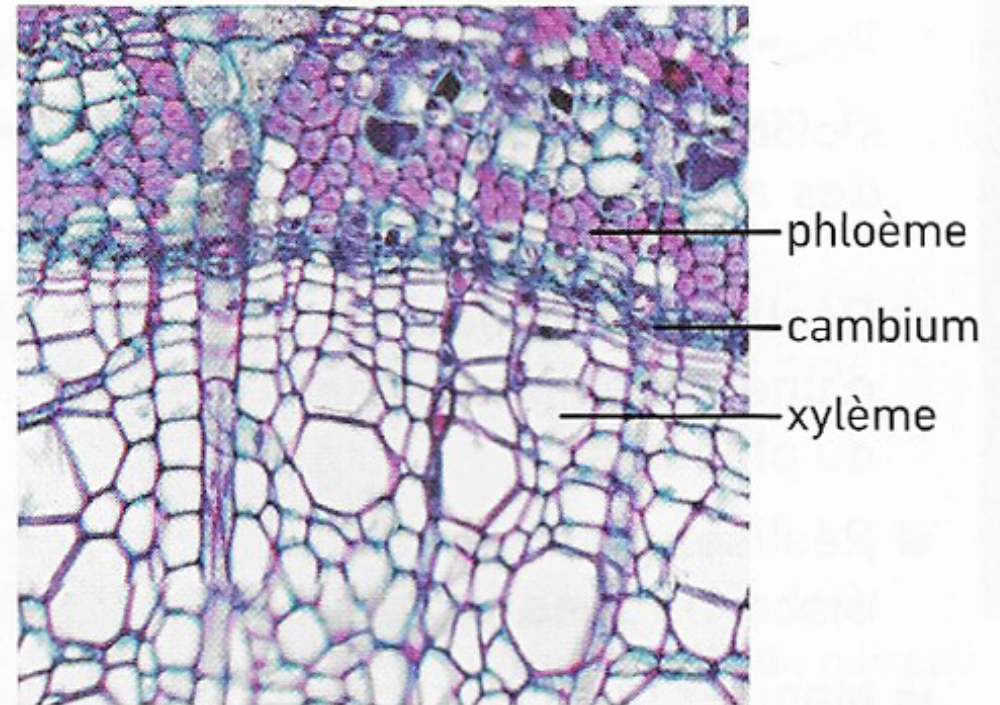
Le massif de cellules méristématiques qui donnent naissance à la nouvelle racine, provient de la dédifférenciation* de certaines cellules proches des vaisseaux conducteurs de sève (B). Celles-ci retournent à l'état embryonnaire et commencent à se diviser activement : elles constituent le méristème apical de la nouvelle racine.



B Coupe transversale d'une racine de saule montrant la formation d'une racine secondaire (MO).

Le cambium

Les méristèmes permettent la croissance en longueur des tiges et des racines, mais aussi leur croissance en épaisseur. En effet, dans les organes déjà développés, on trouve encore des tissus méristématiques. C'est le cas par exemple du cambium*, situé entre xylème et phloème (G). En se divisant activement, les cellules du cambium sont à l'origine de nouveaux vaisseaux du xylème et du phloème qui se développent au fil de la croissance de la plante. Dans les plantes pérennes, cette structure est à l'origine du bois



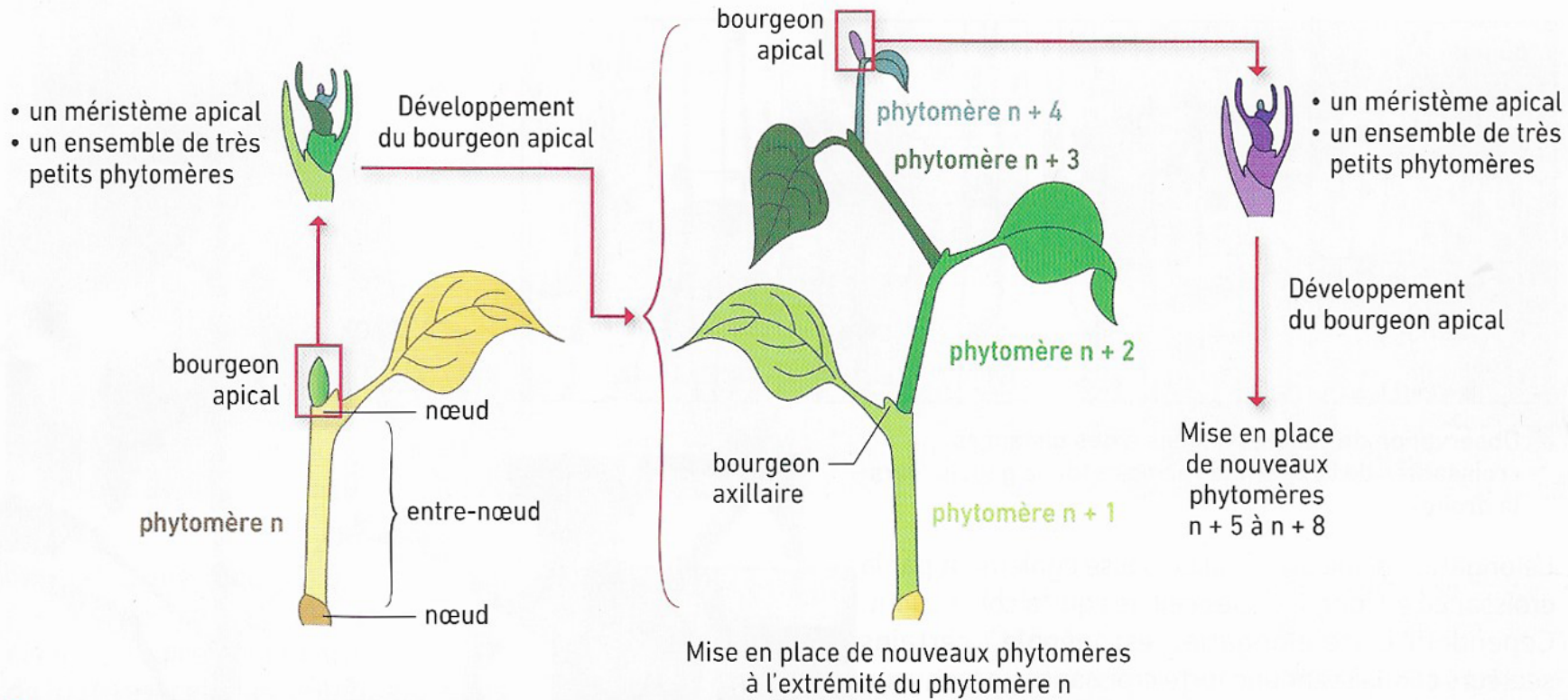
G Nervure centrale d'une feuille de houx (MO).

L'organisation modulaire des tiges feuillées

Les tiges feuillées sont construites et fonctionnent de façon modulaire : chaque module, appelé **phytomère***, est constitué d'un segment de tige comprenant un entre-nœud (zone dépourvue de bourgeon et de feuille) et un nœud (zone d'implantation des bourgeons axillaires et des feuilles).

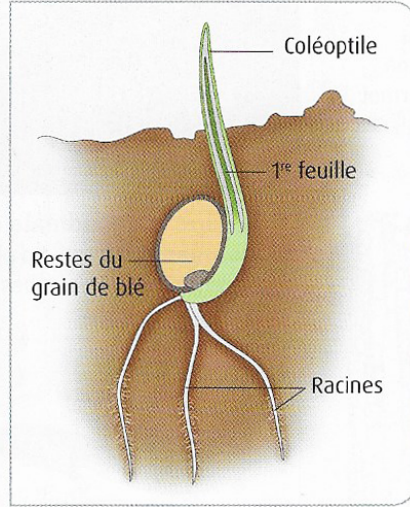
L'**organogenèse*** de chaque phytomère commence au sein

d'un bourgeon, par la mise en place d'ébauches de très petite taille, résultant du fonctionnement du méristème caulinaire. Le développement de ce bourgeon consiste en une croissance de chaque phytomère (élongation des entre-nœuds, augmentation de la taille des feuilles) suivie d'une différenciation des tissus au sein de ces organes.



V. Le contrôle du développement d'une plante

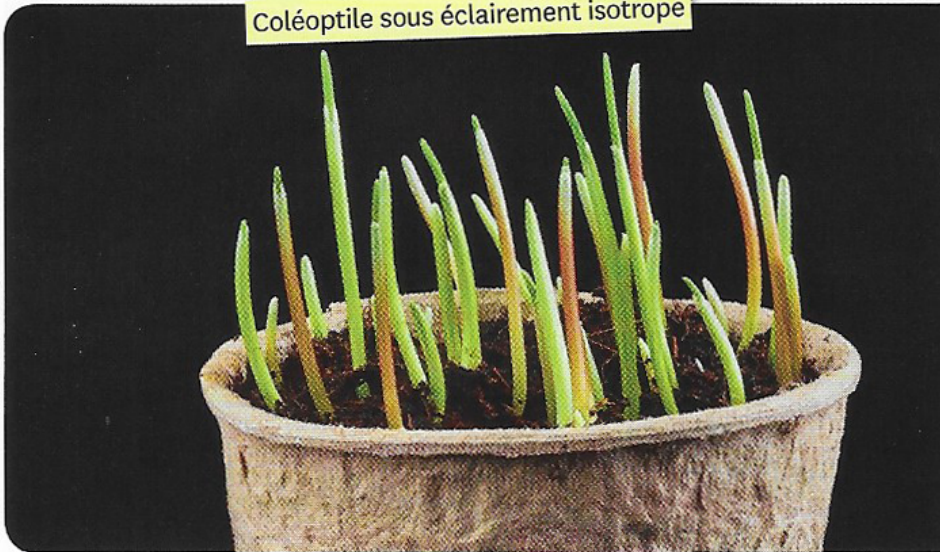
A. Contrôle de la croissance des tiges



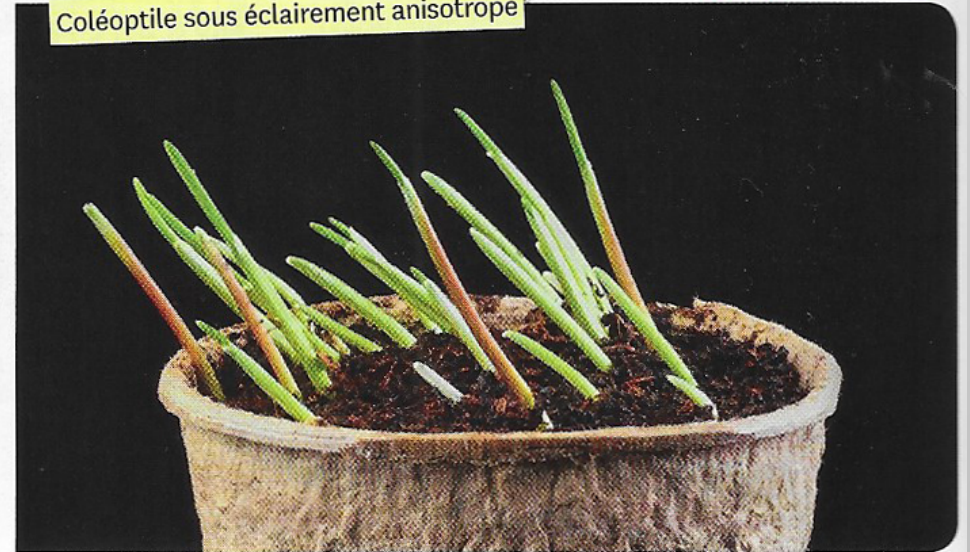
1 Jeune germination de blé.

Lorsque les céréales germent, elles forment d'abord un étui protecteur, nommé coléoptile, sur lequel de nombreuses expériences ont été réalisées.

Coléoptile sous éclairage isotrope

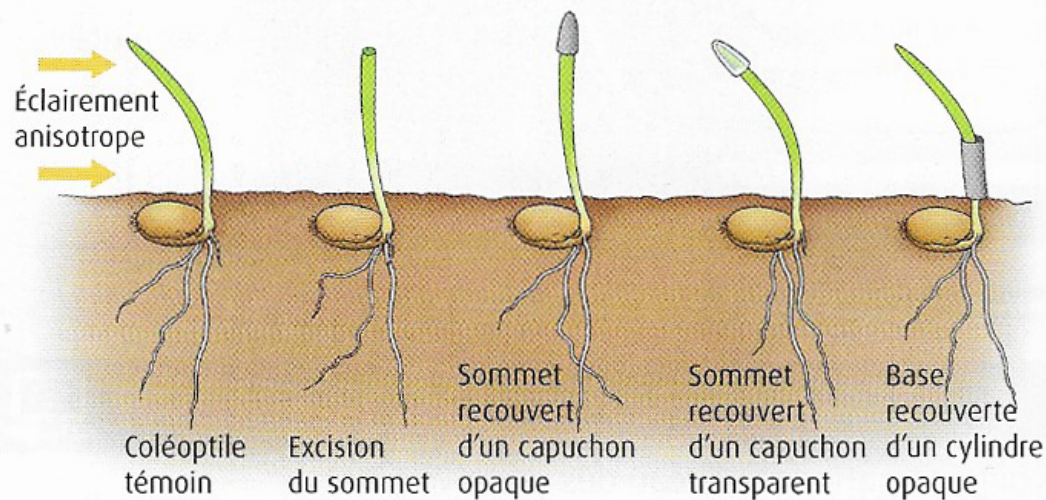


Coléoptile sous éclairage anisotrope



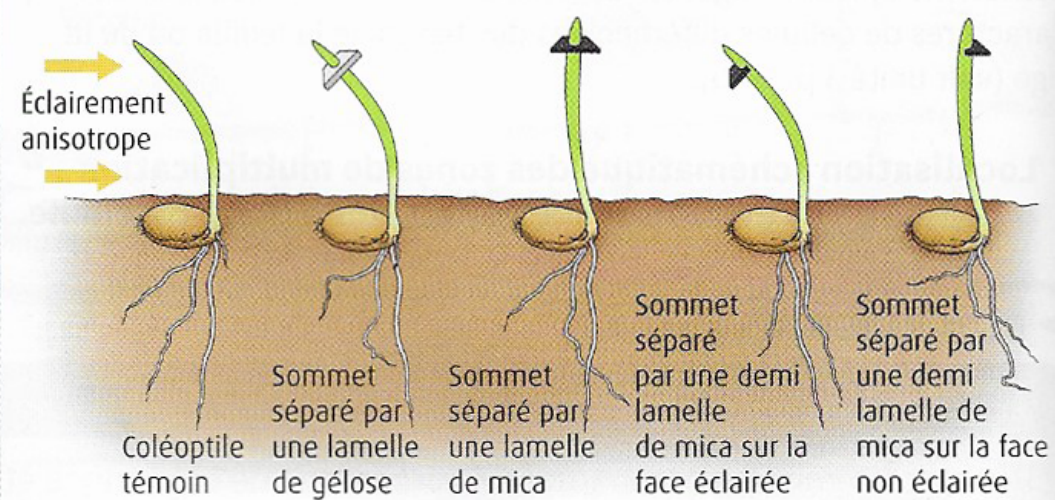
2 Jeunes germinations de blé après 4 jours de croissance dans deux conditions différentes.

C. Darwin et F. Darwin 1880



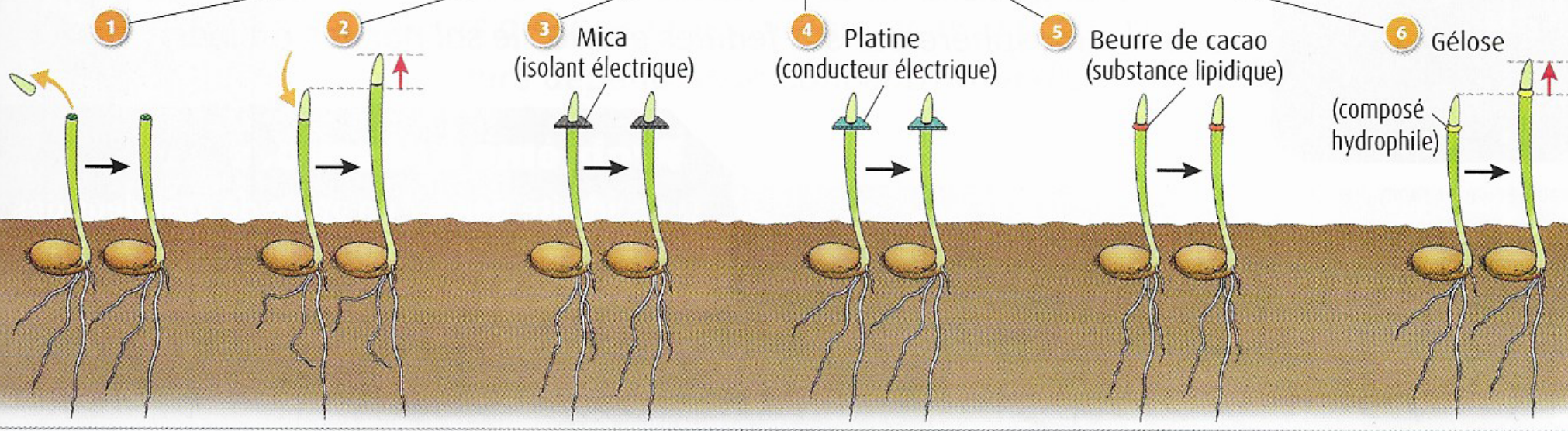
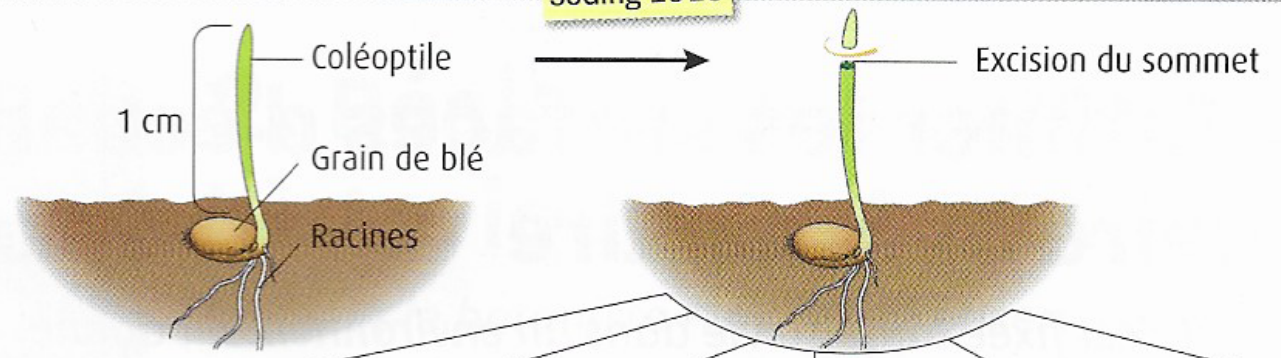
Boysen-Jensen 1913

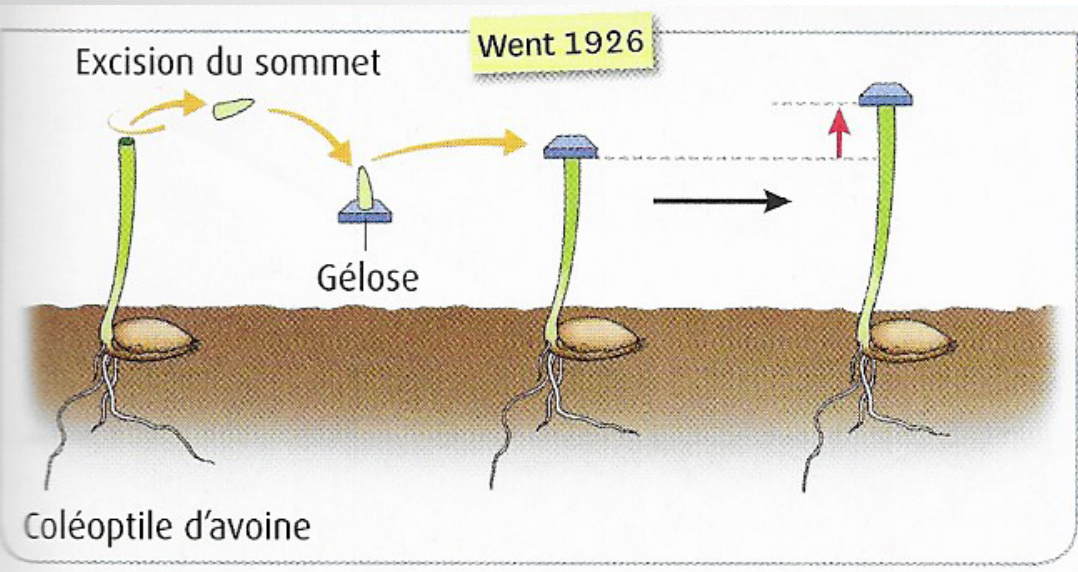
Histoire des sciences



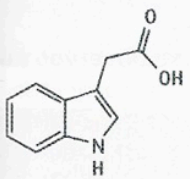
3 **Expériences historiques sur la croissance orientée des coléoptiles de céréales.** Le mica est un minéral silicaté imperméable ; la gélose est une substance gélatineuse perméable et hydrophile.

Söding 1923





4 Expériences historiques sur la croissance non orientée des coléoptiles de céréales.



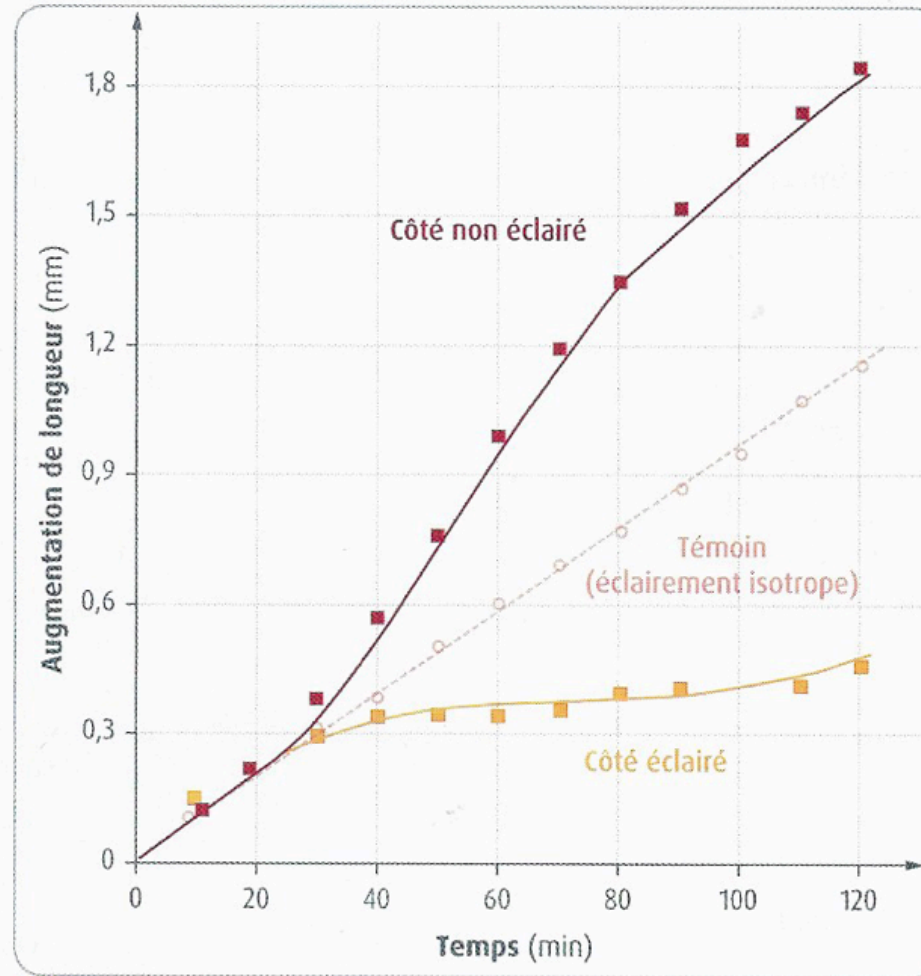
Cette molécule hydrosoluble est présente dans l'apex du coléoptile des céréales. Elle a été isolée dans les années 1930. Du fait de son action sur l'activité des cellules végétales (sur leur croissance), on dit que c'est une phytohormone. Aujourd'hui, on a pu montrer que, lorsque l'apex de la plante n'est pas éclairé uniformément, l'auxine migre vers les parties moins éclairées. D'autres phytohormones, comme les cytokinines ou les gibbérellines, interviennent également dans la régulation de la croissance chez les plantes.

Je manipule

Réaliser une expérience historique: le test Pisum de Went.

→ Voir activité pratique p. 209

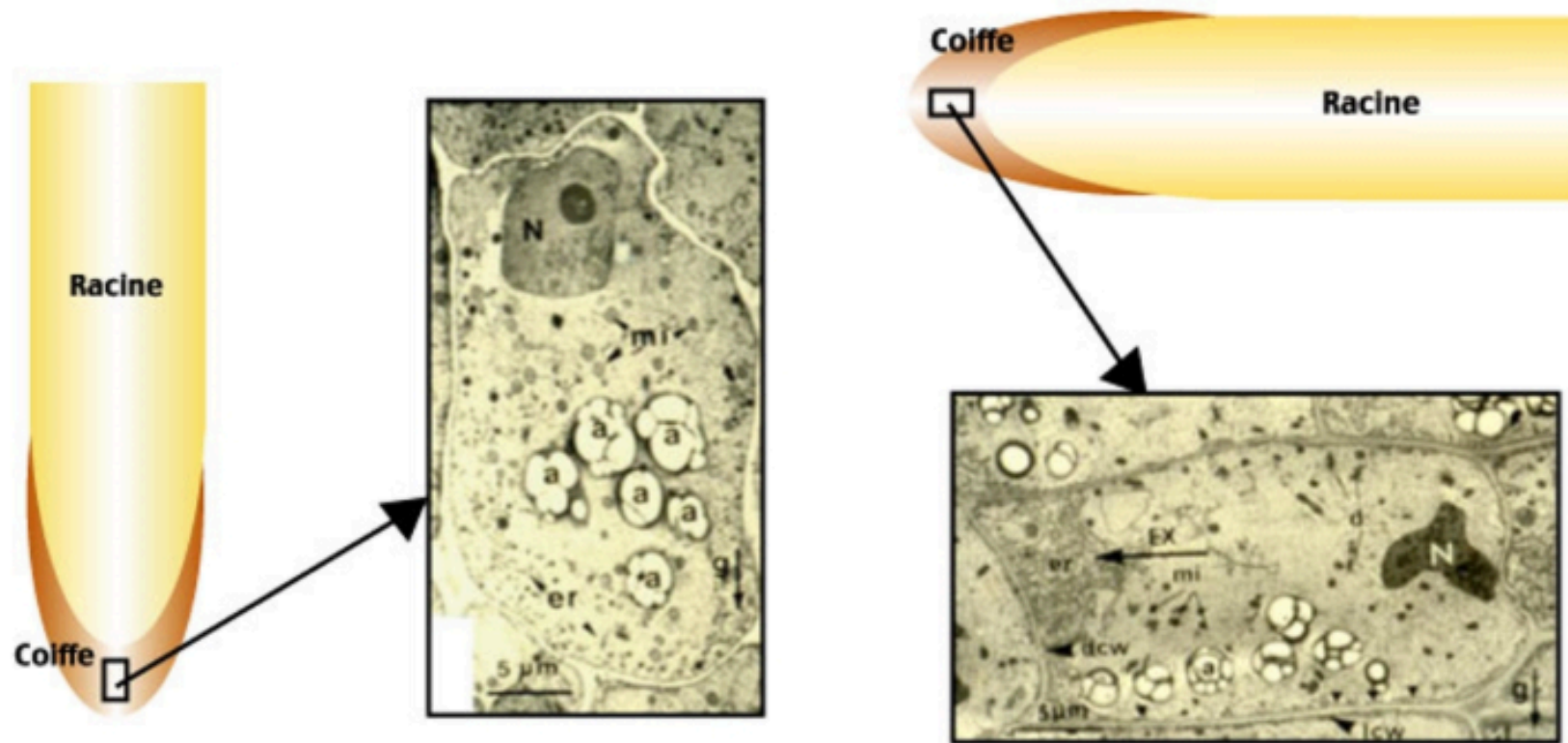
5 Une phytohormone: l'auxine.

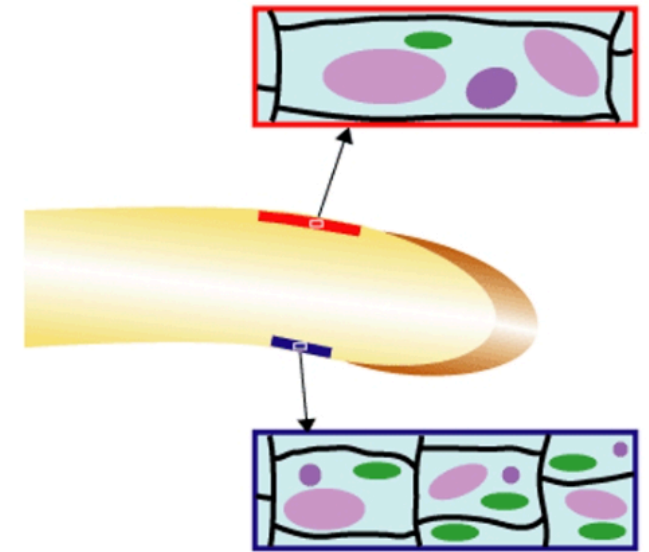
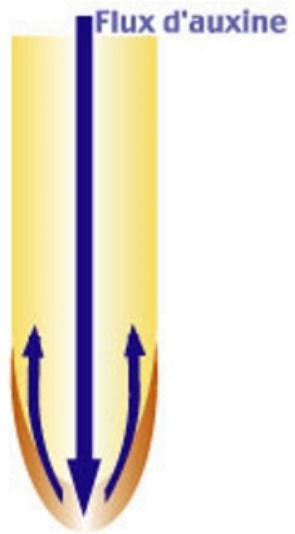


6 Mesure de croissance des faces éclairées et non éclairées d'un coléoptile. Des coléoptiles d'avoine sont éclairés unilatéralement pendant 30 secondes. Les coléoptiles témoins sont soumis à un éclairage isotrope. On mesure l'allongement des faces éclairée et non éclairée du coléoptile pendant 2 heures.

B. Contrôle de la croissance des racines : exemple du gravitropisme positif

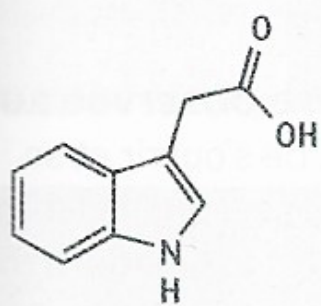
Les statocytes contenant les amyloplastes (statolithes)





Dans les racines :

- Forte concentration d'auxine => inhibition de l'élongation cellulaire
- Faible concentration d'auxine => stimulation de l'élongation cellulaire



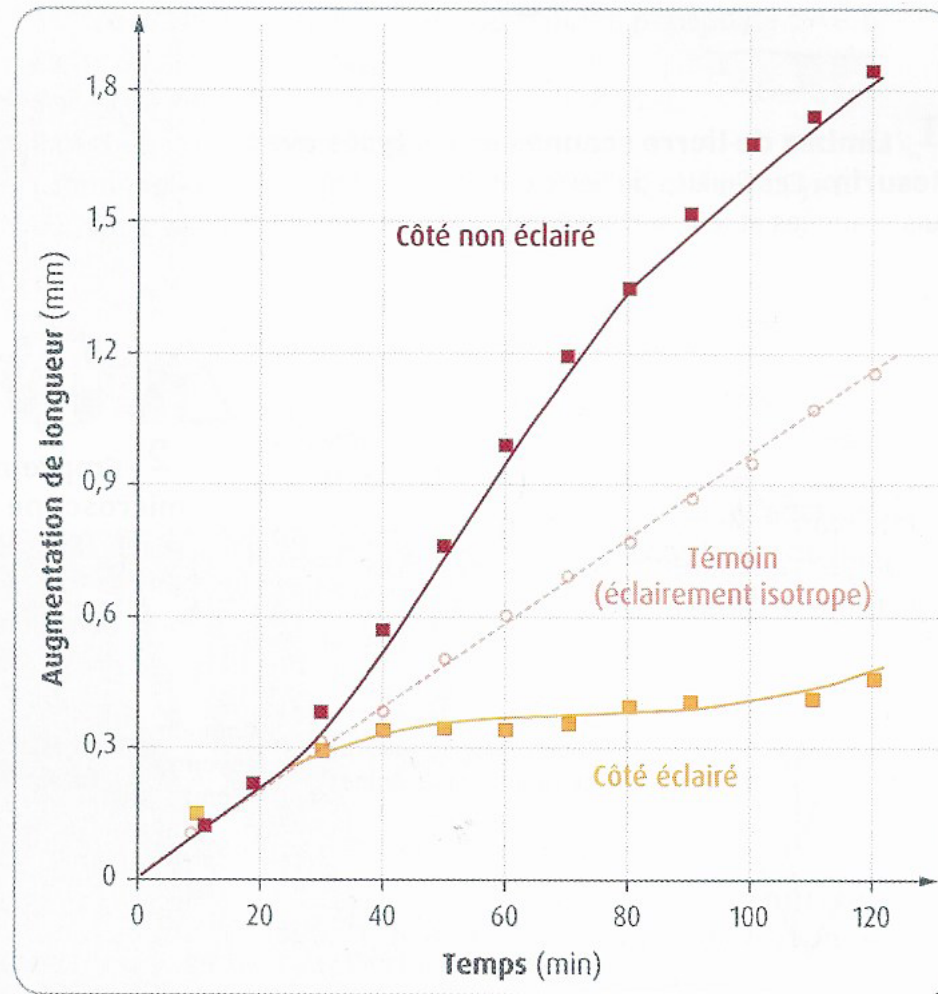
Cette molécule hydrosoluble est présente dans l'apex du coléoptile des céréales. Elle a été isolée dans les années 1930. Du fait de son action sur l'activité des cellules végétales (sur leur croissance), on dit que c'est une phytohormone. Aujourd'hui, on a pu montrer que, lorsque l'apex de la plante n'est pas éclairé uniformément, l'auxine migre vers les parties moins éclairées. D'autres phytohormones, comme les cytokinines ou les gibbérellines, interviennent également dans la régulation de la croissance chez les plantes.

Je manipule

Réaliser une expérience historique: le test Pisum de Went.

➔ Voir activité pratique p. 209

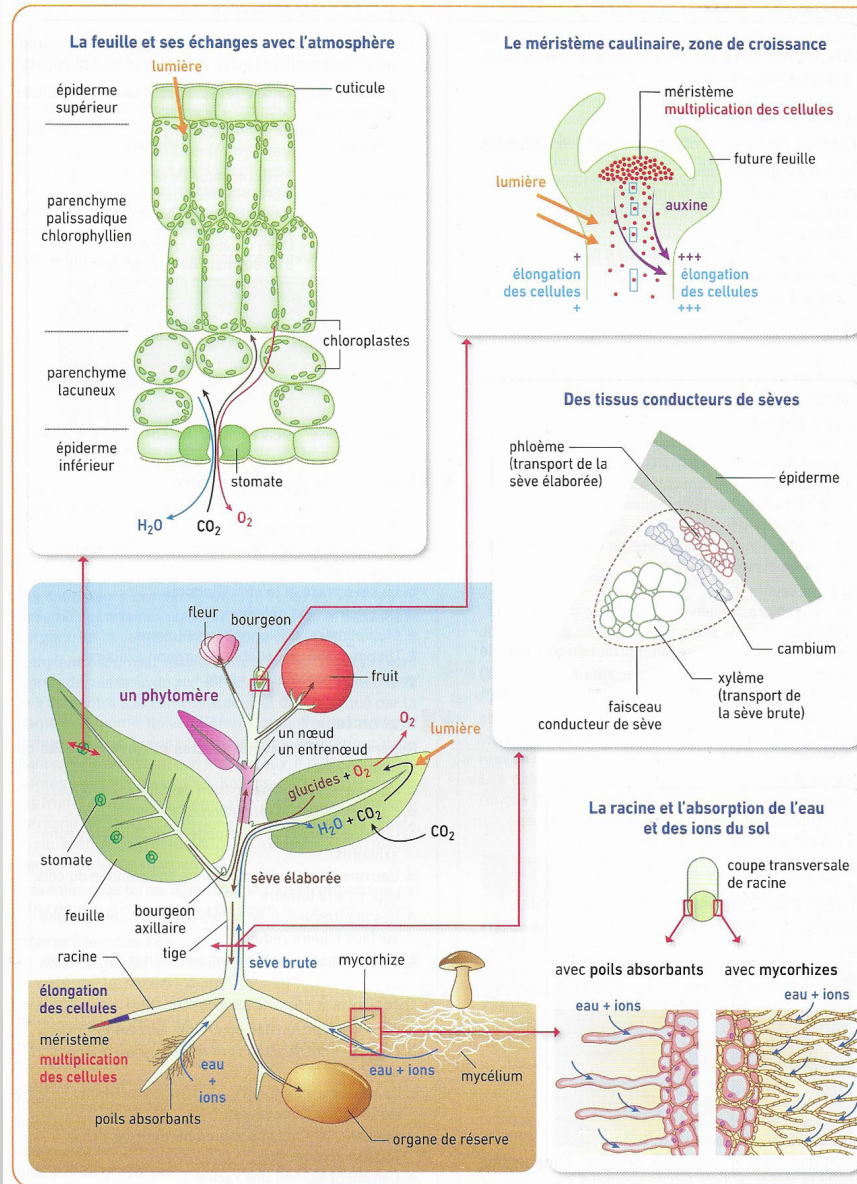
5 Une phytohormone: l'auxine.

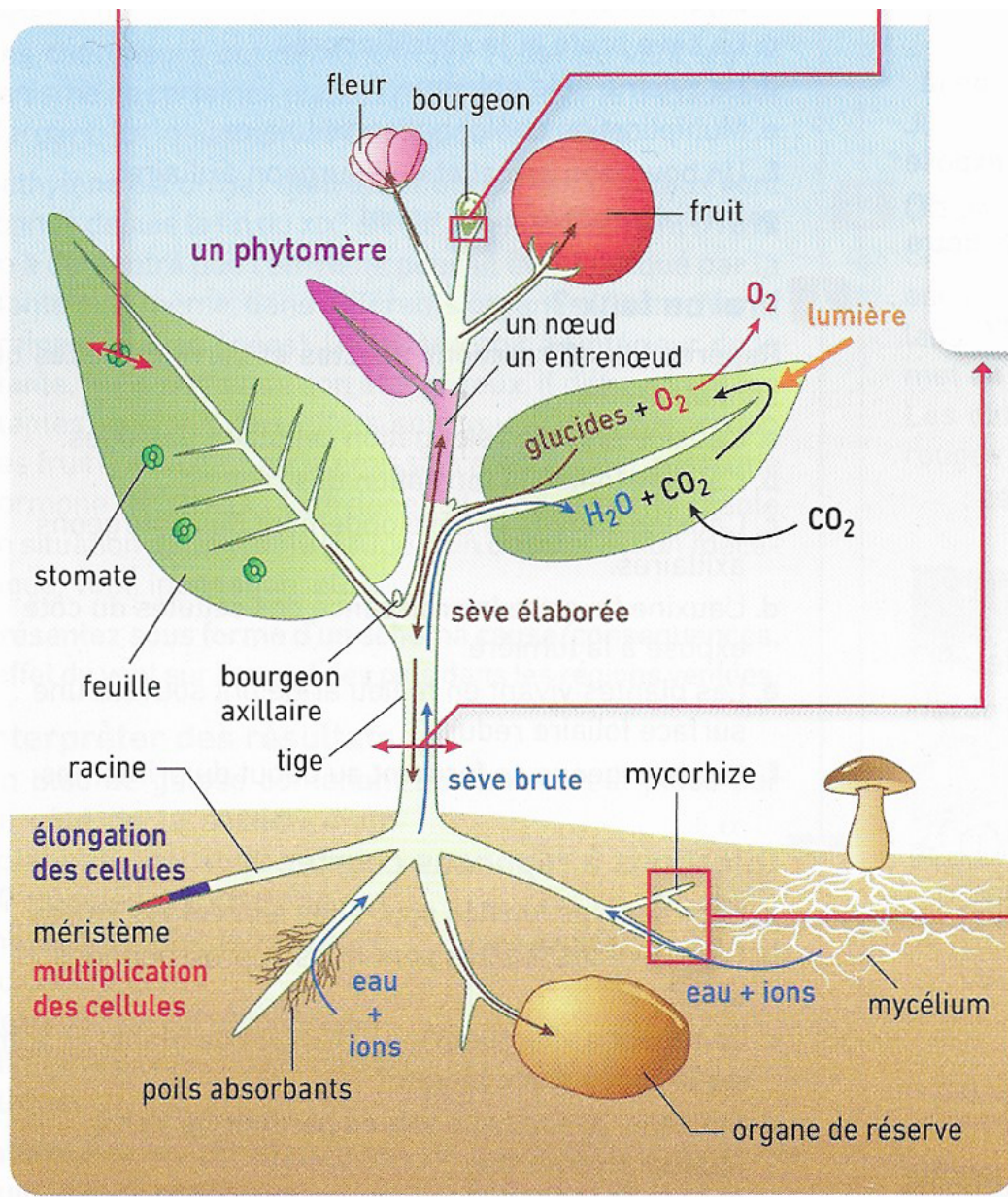


6 Mesure de croissance des faces éclairées et non éclairées d'un coléoptile. Des coléoptiles d'avoine sont éclairés unilatéralement pendant 30 secondes. Les coléoptiles témoins sont soumis à un éclairage isotrope. On mesure l'allongement des faces éclairée et non éclairée du coléoptile pendant 2 heures.

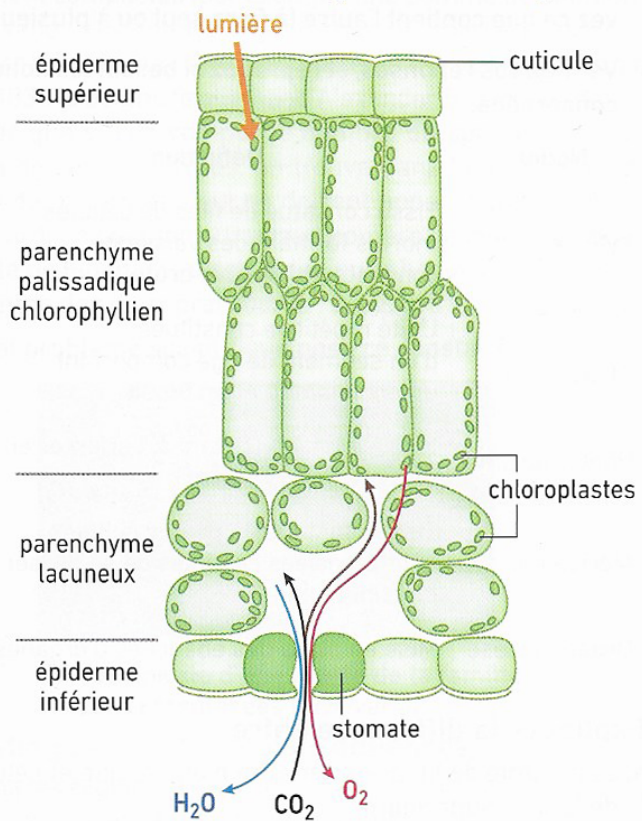
Schéma bilan du chapitre

L'organisation fonctionnelle des plantes à fleurs

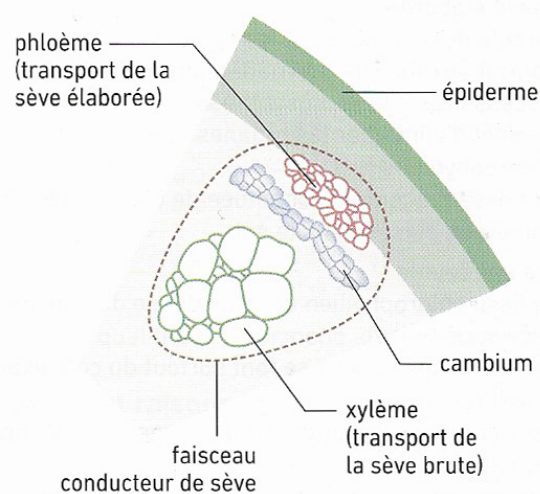




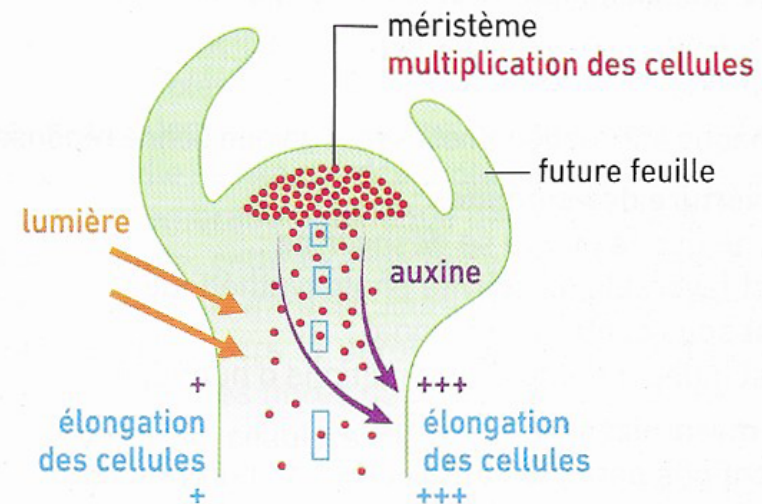
La feuille et ses échanges avec l'atmosphère



Des tissus conducteurs de sèves



Le méristème caulinaire, zone de croissance



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

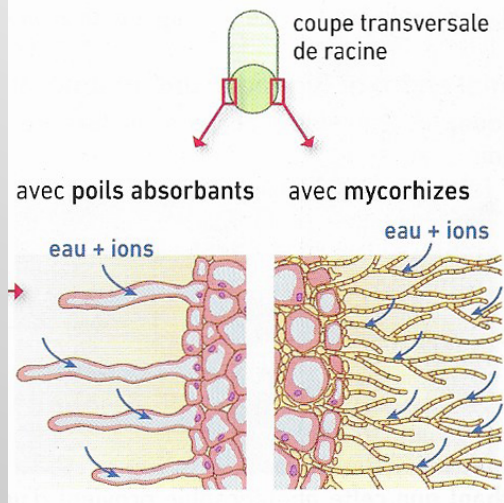


Schéma des mécanismes de développement des plantes à fleurs

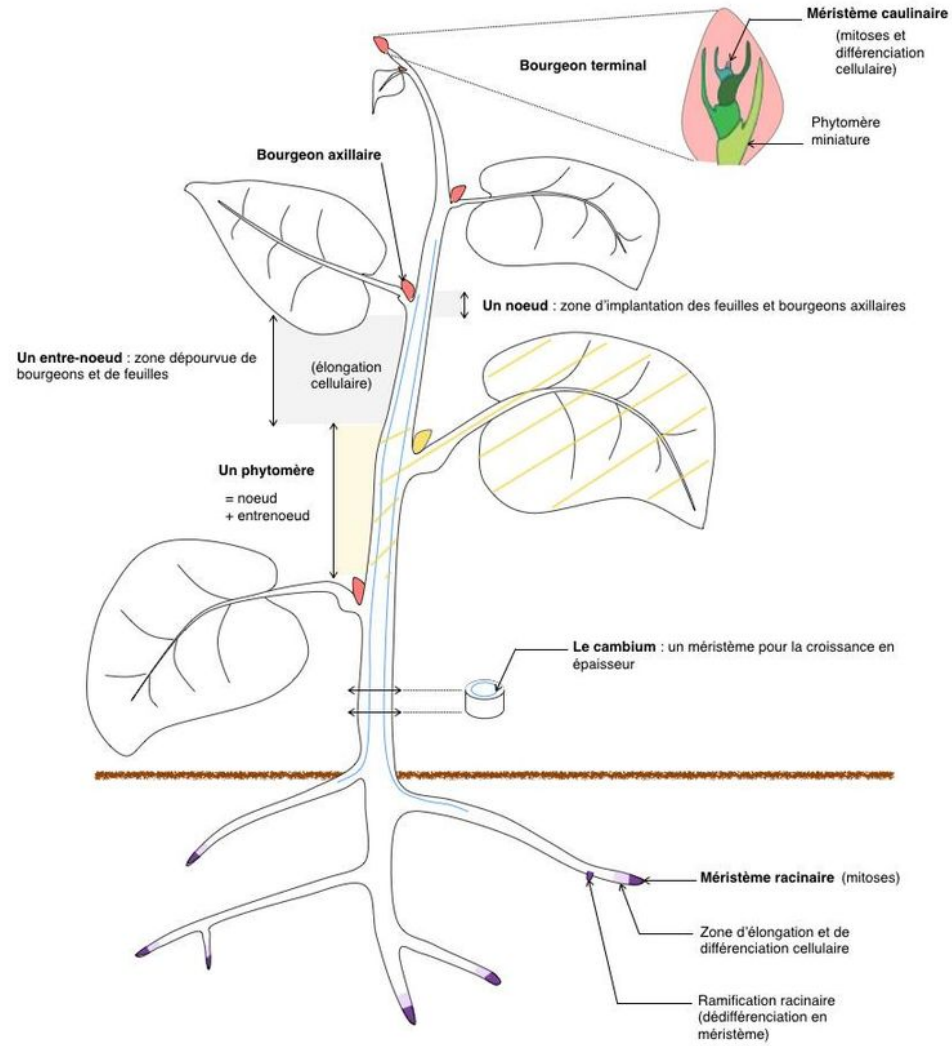


Image : à partir d'un schéma de la banque nationale SVT de l'académie de Dijon et Bordas 2020, modifié