

Chapitre B1. Développement post-embryonnaire des angiospermes et adaptation au milieu

Partie du programme traitée : SV-B-3 Le développement post-embryonnaire des Angiospermes : adaptations et plasticité phénotypique

I. Développement végétatif à l'interface sol/air

1. Méristèmes apicaux et formation de nouveaux tissus et organes
 - a) Structure et fonctionnement des méristèmes
 - b) Le MAC est histogène et organogène
 - c) Phyllotaxie et flux orienté d'auxine
2. Auxine et croissance en longueur
3. La croissance en épaisseur

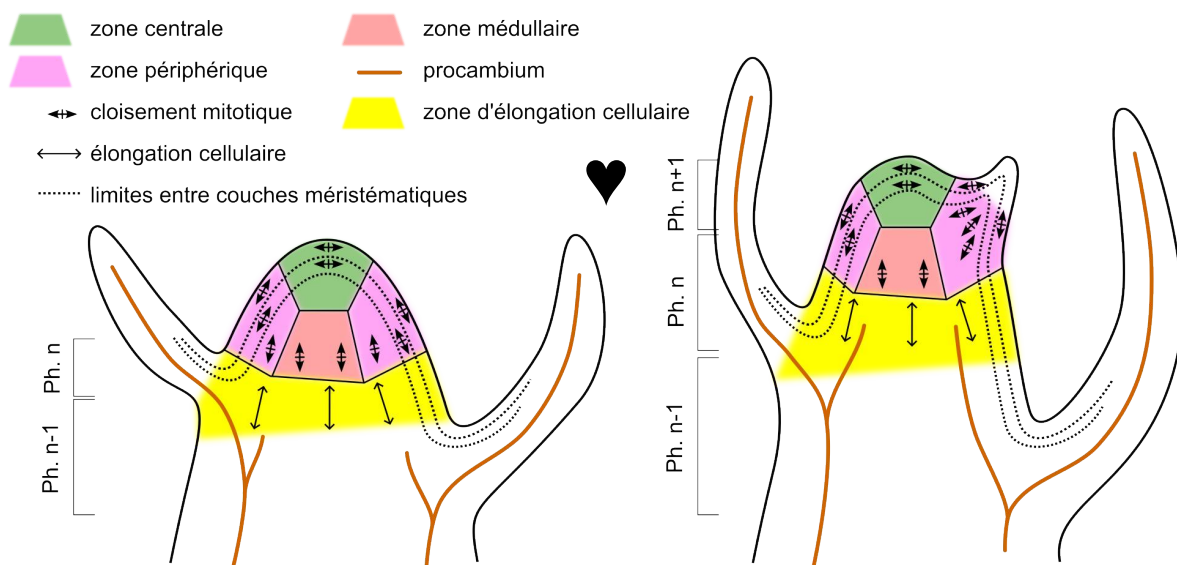
II. Développement de l'appareil reproducteur

1. Transition du MAC en méristème reproducteur
2. Contrôle de la floraison par l'environnement
 - a) La vernalisation
 - b) Contrôle par la photopériode
3. Contrôle de l'identité des organes floraux par des gènes homéotiques

III. Adaptations et plasticité phénotypique

1. Adaptation et milieu de vie
2. Accommodation et milieu de vie
3. Influence de symbiontes sur le développement des plantes

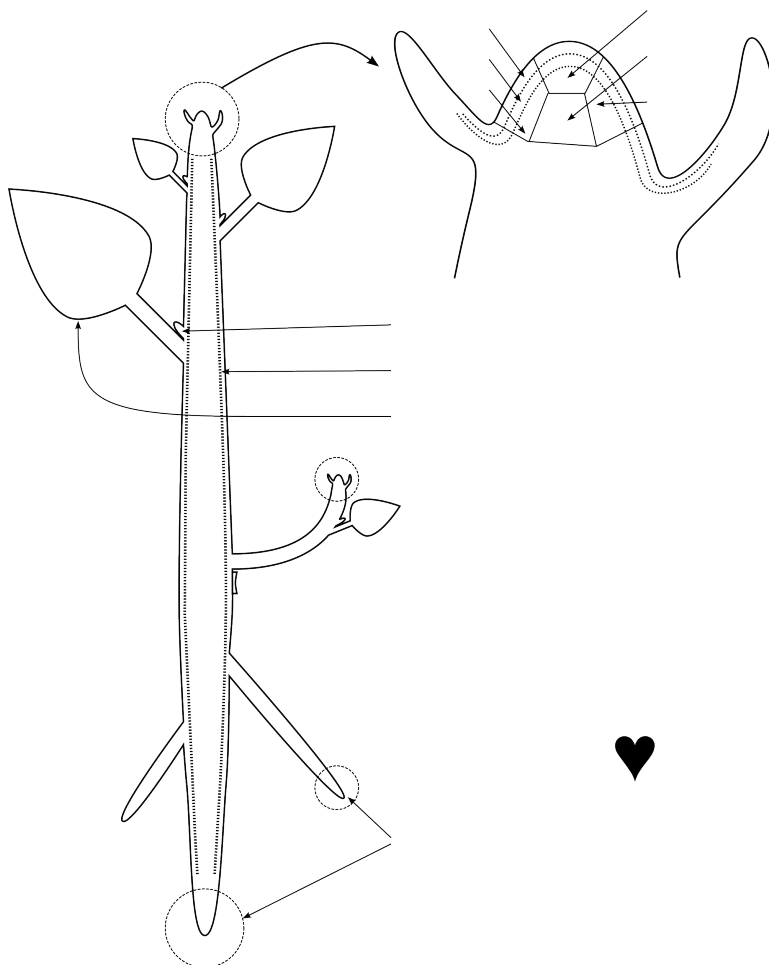
Dans tous les polycopiés, le symbole ♥ indique qu'un document est de première importance et doit être mémorisé pour les colles et devoirs.



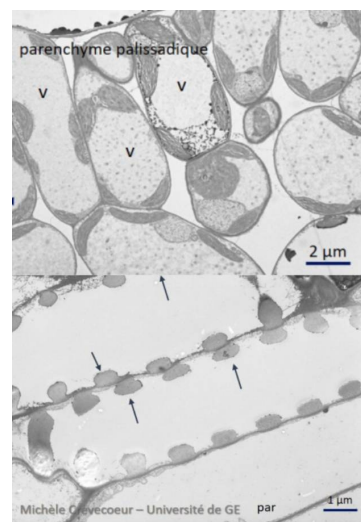
Document 1. Formation d'une nouvelle feuille et fonctionnement du méristème apical caulinaire.

1

1 Démaret-Nicolas, « Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris ».

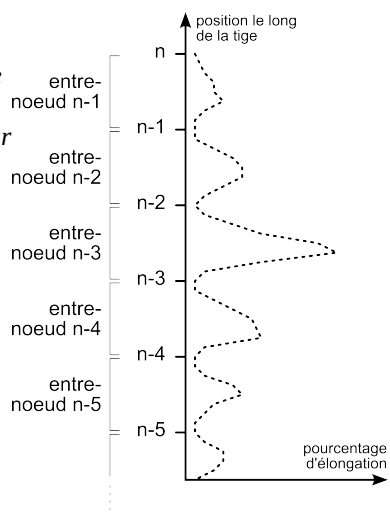


Document 2 (à compléter). Localisation des méristèmes dans une angiosperme, et structure du MAC.

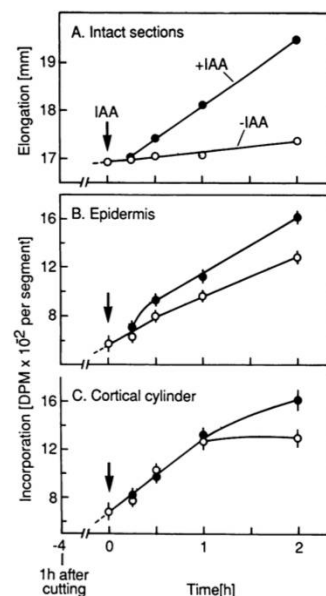


Document 3: Observation microscopique (MET) de vaisseaux de xylème (gauche, cellules très différenciées) et de parenchyme palissadique (droite, cellules moins différenciées).

Document 4.
La croissance de la tige est concentrée sur les entrenœuds.



Document 5: A : mesure de l'élongation d'hypocotyles de pois traités (+IAA) ou non (-IAA) à l'auxine. B et C : dans l'épiderme (B) ou le cortex (C) de l'hypocotyle, on mesure la radioactivité incorporée après traitement au $[^3\text{H}]$ inositol, un analogue radioactif du glucose qui est incorporé dans les parois.



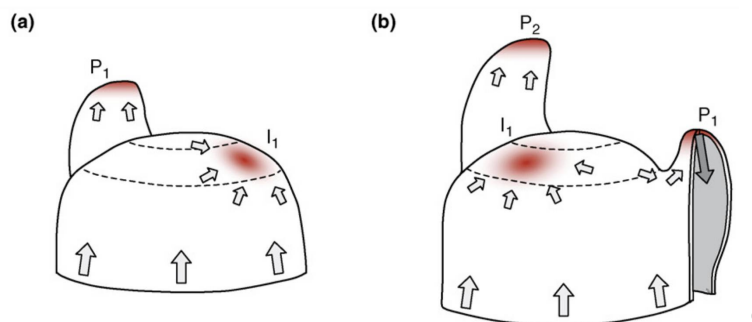
2 Démaret-Nicolas, « Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris ».

3 « Site de Michèle Crevecoeur », consulté le 29 août 2024, <https://www.unige.ch/sciences/biologie/bioveg/crevecoeur/>.

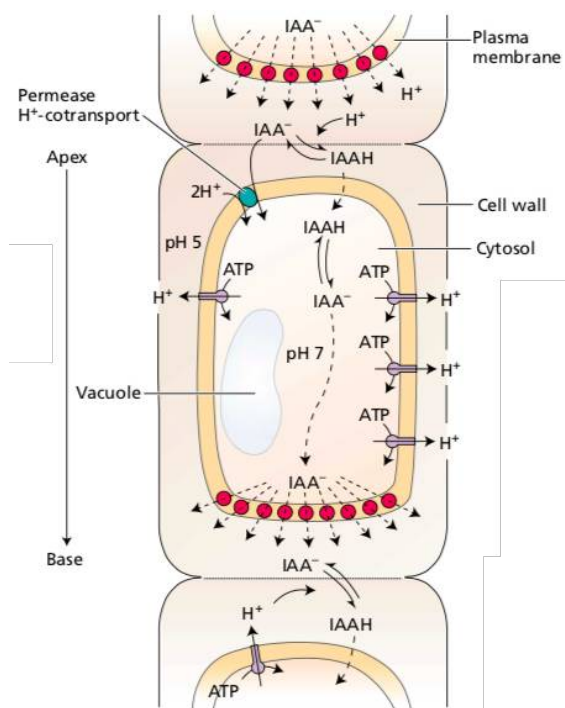
4 Joseph Démaret-Nicolas, Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris, s. d., consulté le 29 septembre 2024, <http://josephnicolassvt.fr/>.

5 Ulrich Kutschera et Winslow R. Briggs, « Rapid auxin-induced stimulation of cell wall synthesis in pea internodes », *Proceedings of the National Academy of Sciences* 84, n° 9 (1987): 2747-51, <https://doi.org/10.1073/pnas.84.9.2747>.

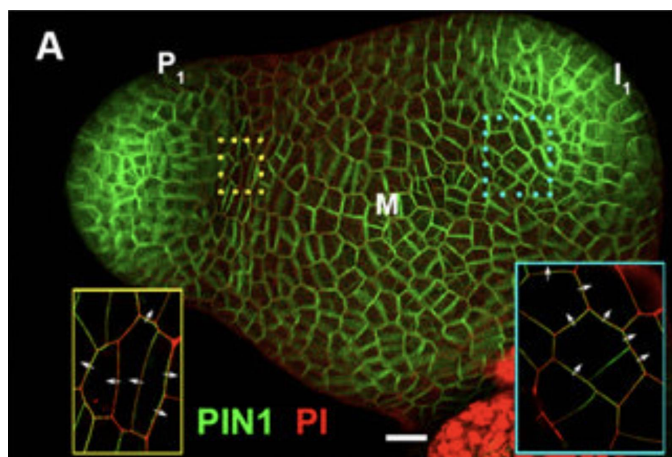
Document 6. Modèle de mise en place de la phyllotaxie par redistribution de l'auxine produite par le MAC. Les flèches désignent les flux d'auxine, contrôlés par le transporteur PIN1, dans la couche L1. Dès l'initiation du primordium, l'auxine est transportée vers les couches inférieures, et le primordium se comporte comme un puits d'auxine.



6

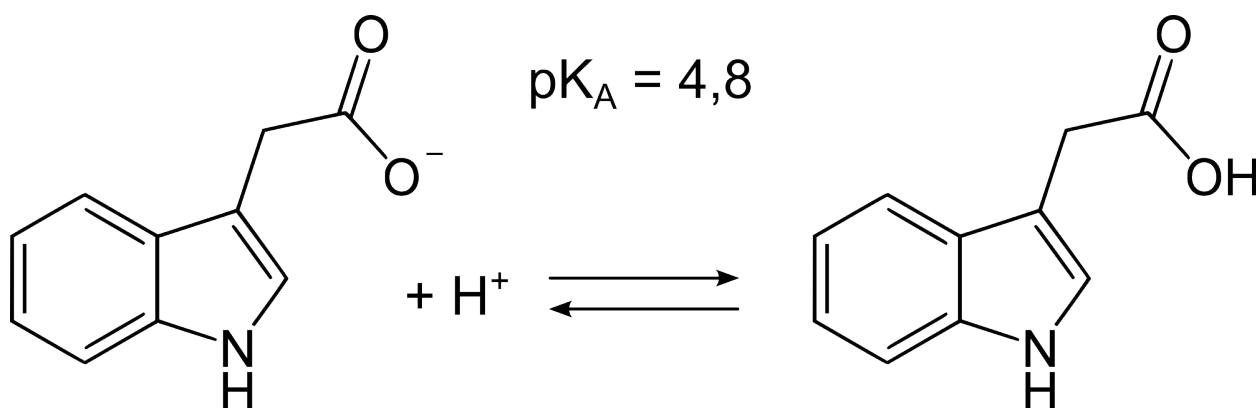


Document 7. Transport polarisé de l'auxine (IAAH/IAA⁻) contrôlé par la répartition polarisée du transporteur PIN1 (boules rouges).



Document 8. Distribution du transporteur à auxine PIN1 (vert) dans un MAC de tomate. Le marquage rouge correspond à la pectine (molécule de la paroi). Les deux encadrés sont des zooms, permettant, par une analyse fine de la répartition de PIN1, de prévoir le sens des flux d'auxine. Ici, ils sont respectivement orienté vers le plus jeune primordium (P₁) et l'initium foliaire (I₁).

8

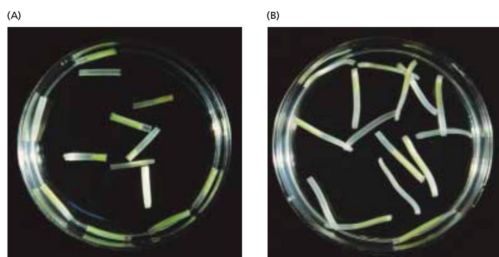


Document 9. Formule de l'auxine (ou acide indole-acétique), et réactivité acidobasique. La forme acide (droite) est, sans surprise, la forme majoritaire dans le milieu extracellulaire, dont le pH est bas.

6 Cris Kuhlemeier, « Phyllotaxis », *Trends in Plant Science* 12, n° 4 (2007): 143-50, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.03.004>.

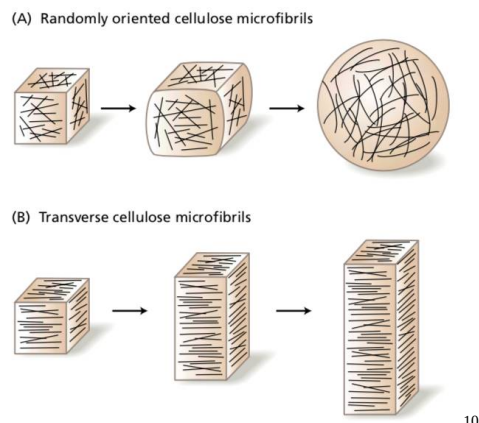
7 Taiz et EM, *Plant Physiology*.

8 Jiyang Qi et al., « Auxin depletion from leaf primordia contributes to organ patterning », *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, n° 52 (2014): 18769-74, <https://doi.org/10.1073/pnas.1421878112>.



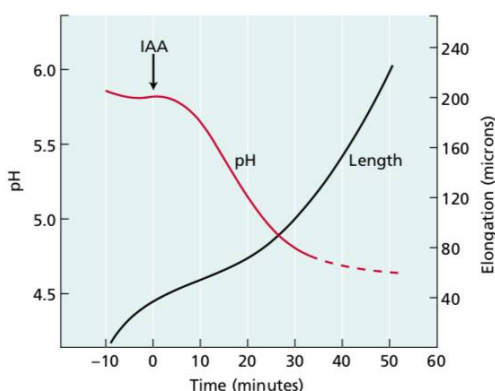
Document 10: On a placé des hypocotyles d'angiospermes dans une boîte de Petri contenant de l'eau (A) ou de l'eau enrichie en auxine (B). On observe après 24h de culture. 9

Document 11: Elongation et structuration des microfibrilles de cellulose.

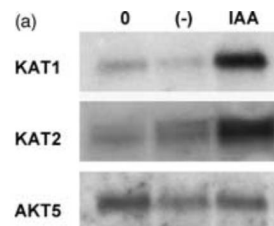


10

Document 12: Sur des hypocotyles en culture, on a mesuré au cours du temps la croissance (length, en μm) et le pH. A $t = 0$, on introduit dans la solution de l'auxine.



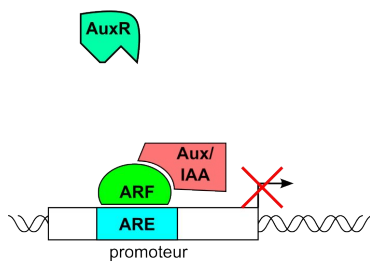
Document 13: Sur des hypocotyles de pois, on a extrait les ARN, que l'on analysé par northern blot, avec 3 sondes, détectant spécifiquement les gènes KAT1 et KAT2 (codant des canaux à K^+) ou le gène AKT5, dont l'expression est constitutive. 0 : sans ajout d'auxine. (-) : on a artificiellement extrait l'auxine des tissus. IAA : on a ajouté 4 mg/mL d'auxine. Les mesures sont effectuées 24h après le traitement. 11



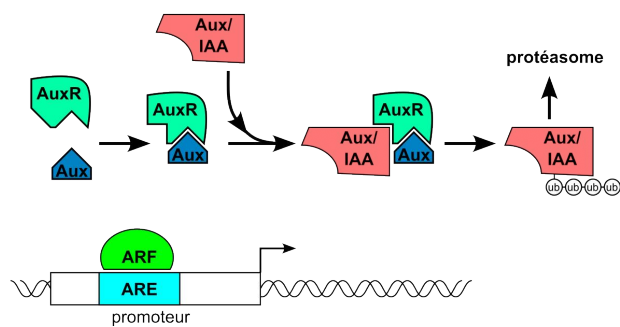
12

Document 14. Mécanisme de modification de l'expression génétique induit par l'auxine.

1. Sans auxine



2. Avec auxine



LEGENDE

	Récepteur à auxine		Inhibiteur de ARF		Auxine
	Auxin response factor (activateur de la transcription)		Ubiquitine		
	Auxin response élément (séquence activatrice de transcription dans le promoteur)				

13

9 Lincoln Taiz et Zeiger EM, *Plant Physiology* (2006).

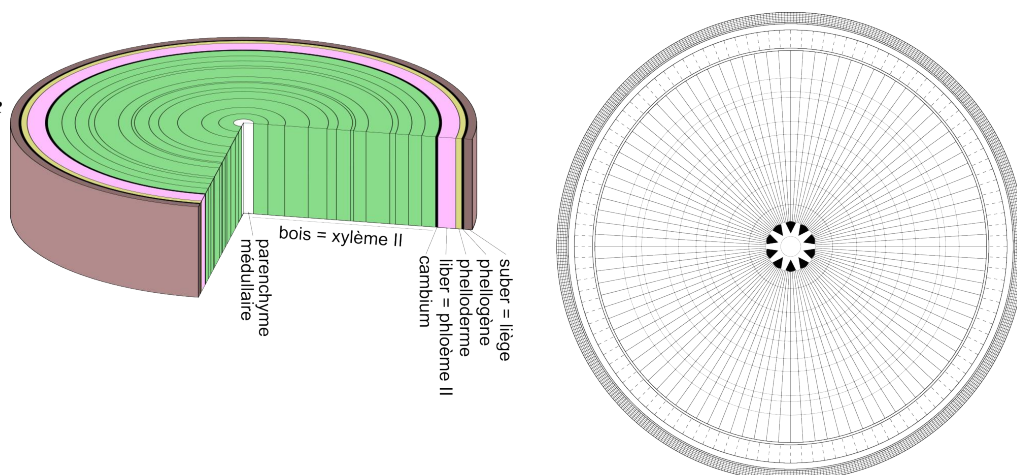
10 « Cell Walls: Structure, Biogenesis, and Expansion », 2005, <https://www.semanticscholar.org/paper/Cell-Walls%3A-Structure%2C-Biogenesis%2C-and-Expansion/86f7c5cd5517e81a213203005cb22016edf233cd>.

11 Taiz et EM, *Plant Physiology*.

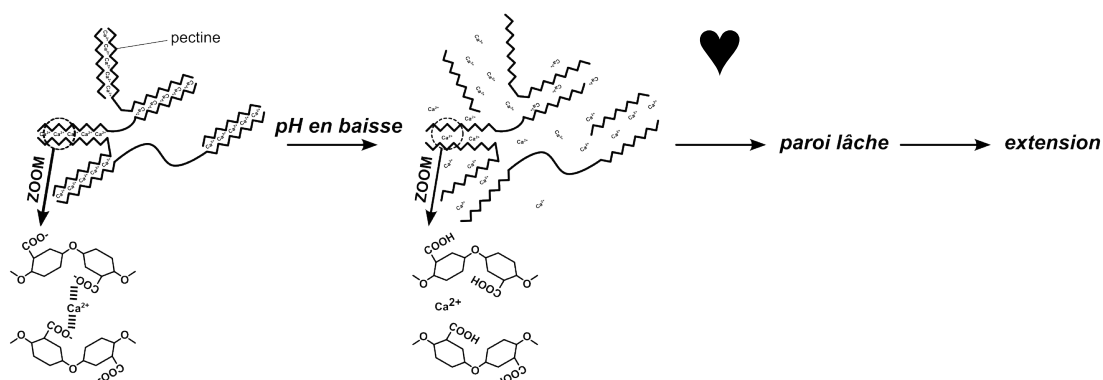
12 Katrin Philippar et al., « Auxin Activates KAT1 and KAT2, Two K^+ -Channel Genes Expressed in Seedlings of *Arabidopsis Thaliana* », *The Plant Journal* 37, n° 6 (2004): 815-27, <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2003.02006.x>.

13 Démaret-Nicolas, Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris.

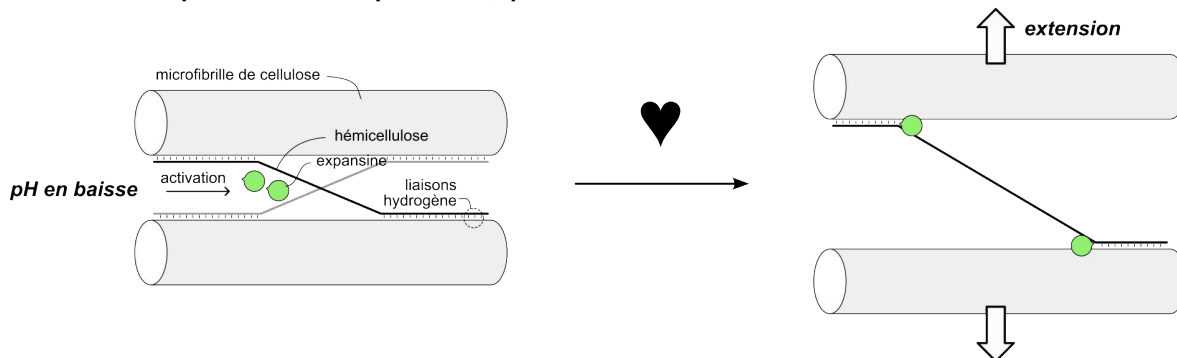
Document 15.
Croissance en épaisseur d'une tige de dicotylédone, et fonctionnement du cambium libéro-ligneux et du phellogène. Voir TP pour les détails.



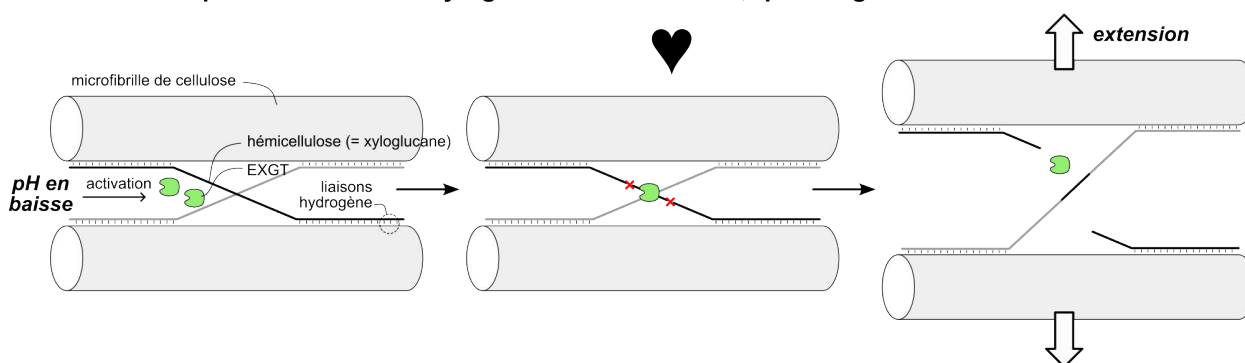
1. La baisse du pH déstabilise le gel de pectine



2. La baisse du pH active les expansines, qui détruisent les liaisons H cellulose-hémicellulose



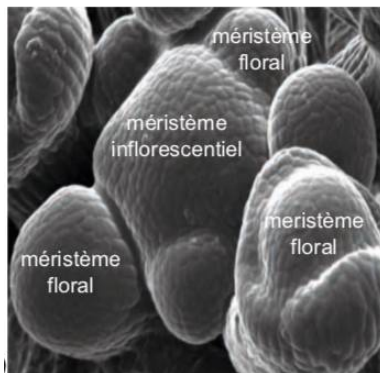
3. La baisse du pH active les endoxyloglucane-transférases, qui réorganisent les hémicelluloses



Document 16. Impact de l'acidification des parois sur la structure de la paroi.

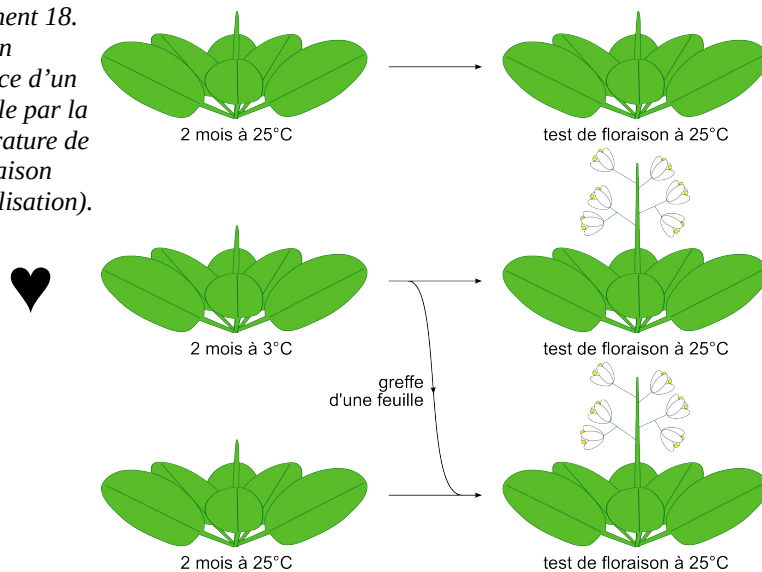
14 Démaret-Nicolas, Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris.

15 Démaret-Nicolas, Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris.

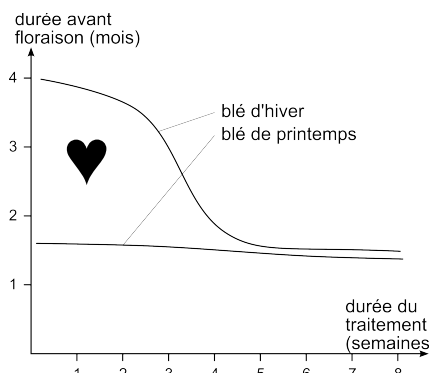


Document 17: Méristème inflorescenciel et ses multiples méristèmes floraux produits, chez *Arabidopsis thaliana*, vu au MEB.

Document 18.
Mise en évidence d'un contrôle par la température de la floraison (vernalisation).

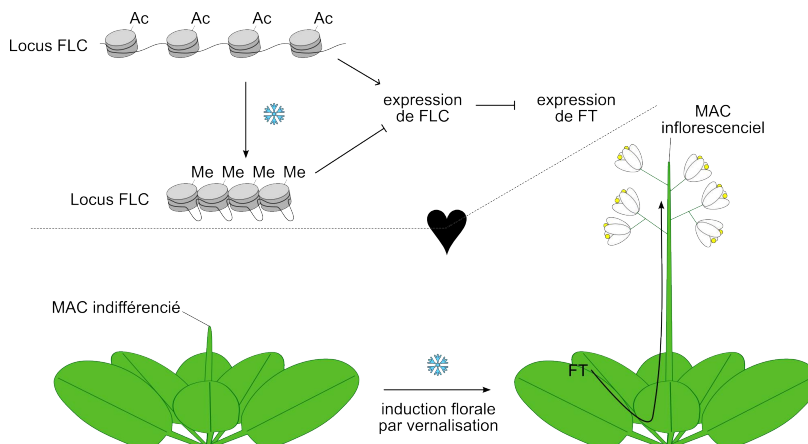


17



Document 19. Comparaison de la durée entre germination de la graine et floraison chez deux variétés de blé en fonction du temps passé dans une atmosphère froide.

18

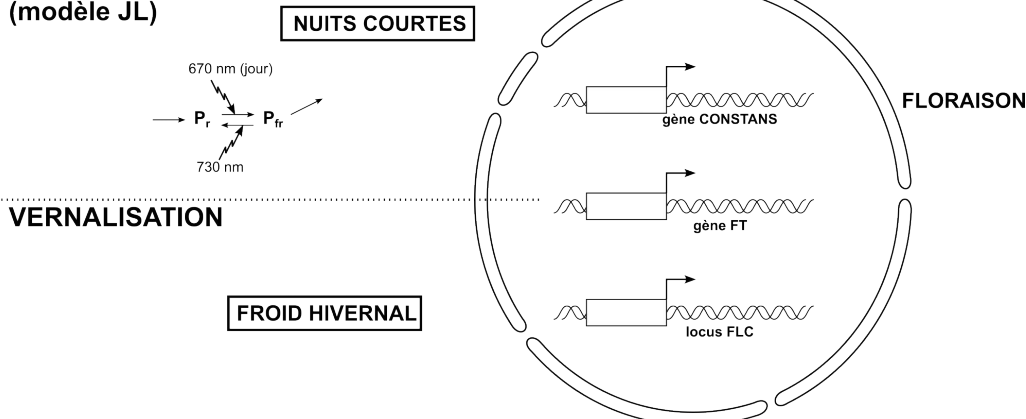


Document 20. Contrôle épigénétique de l'induction de la floraison par le froid. Schéma à compléter.

19

Document 21 (à compléter). La régulation environnementale de la floraison.

CONTRÔLE PAR LA PHOTOPÉRIODE (modèle JL)



20

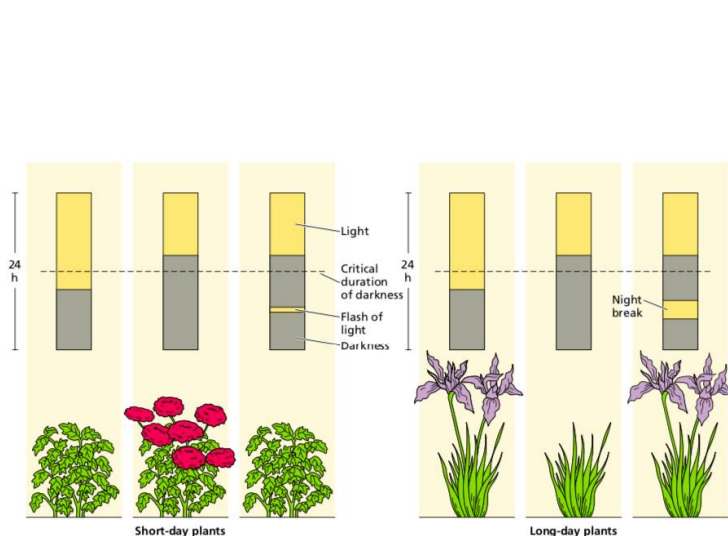
16 Christophe Godin et al., *An introduction to modelling flower primordium initiation* (2015).

17 Démaret-Nicolas.

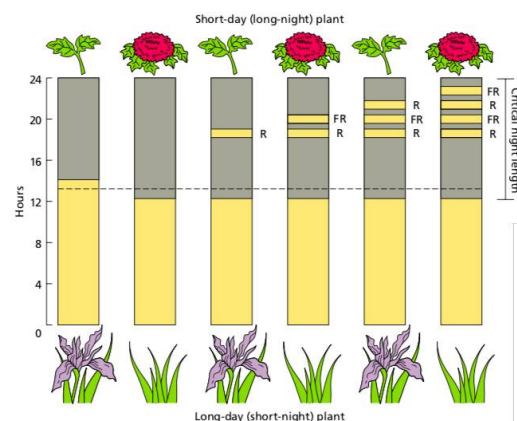
18 Démaret-Nicolas.

19 Démaret-Nicolas.

20 Démaret-Nicolas.

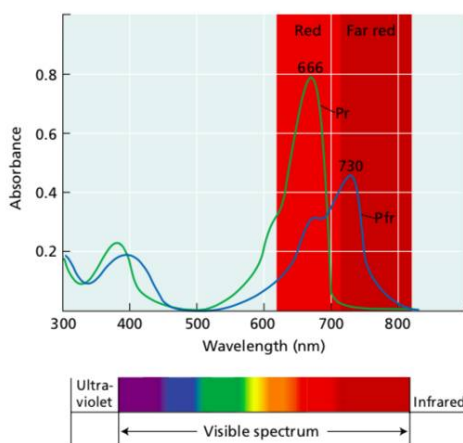
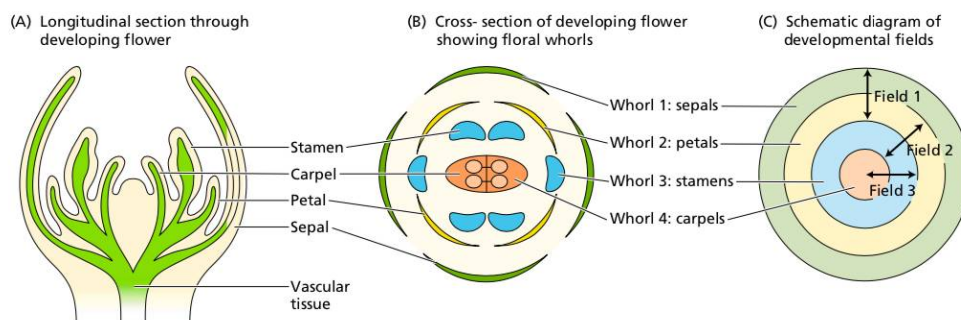


Document 22: On soumet des plants de *Chrysanthemum morifolium* (gauche) ou d'*Iris germanica* (droite) à des périodes d'éclairement et d'obscurité variables (y compris flash lumineux brefs). Le résultat (floraison ou non) est présenté dans la partie inférieure.



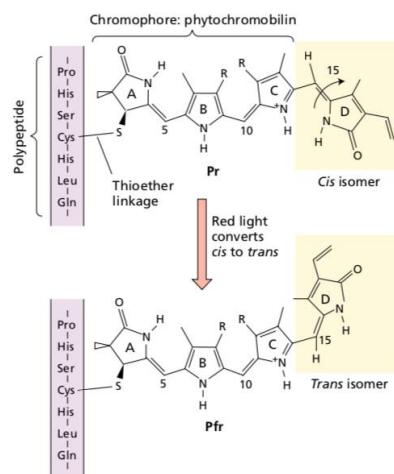
Document 23: On soumet des plants de *Chrysanthemum* ou d'*Iris* à des périodes d'éclairement et d'obscurité variables, et éventuellement en plus à un flash de lumière rouge sombre (FR, pour « far red ») ou à un flash de lumière rouge clair (R ou « red »). Le résultat (floraison ou non) est présenté dans la partie supérieure (*Chrysanthemum*) ou inférieure (*Iris*).

Document 24: Organisation de la fleur d'*Arabidopsis thaliana* (famille des Brassicacées) en quatre verticilles (whorls en anglais).



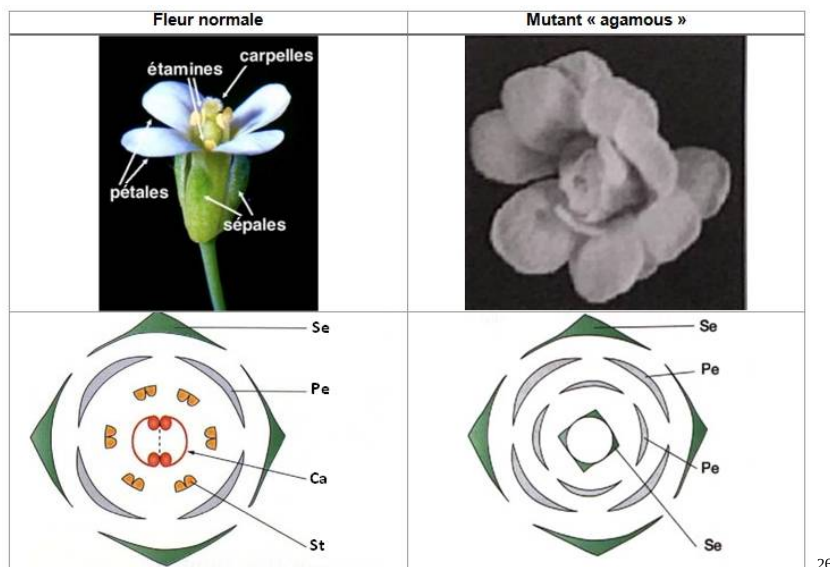
Document 25: spectre d'absorption du phytochrome dans sa forme Pr ou Pfr.

Document 26: Isomérisation du chromophore du phytochrome induite par l'absorption d'une radiation de lumière rouge claire.



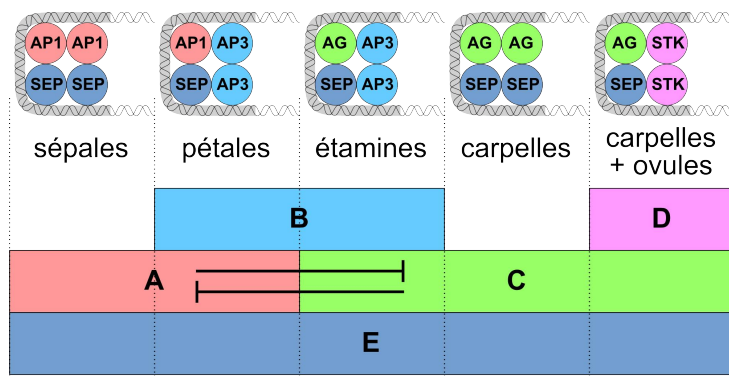
- 21 Taiz et EM, *Plant Physiology*.
 22 Taiz et EM, *Plant Physiology*.
 23 Taiz et EM, *Plant Physiology*.
 24 Taiz et EM, *Plant Physiology*.
 25 Taiz et EM, *Plant Physiology*.

Document 27. Analyse du phénotype du mutant *agamous* d'*Arabidopsis thaliana*.



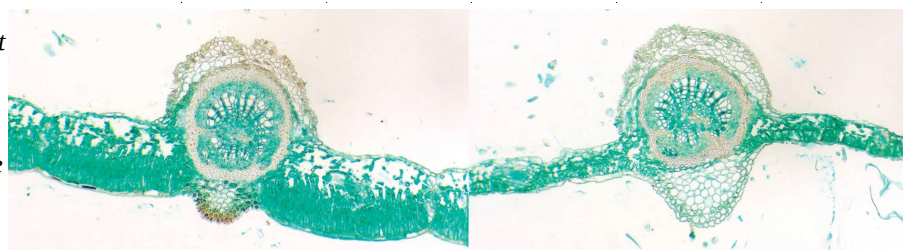
26

Document 28. Modèle ABCDE et son interprétation en terme d'interactions ADN-protéines. L'ensemble des produits de l'expression de ces gènes sont des facteurs de transcription.



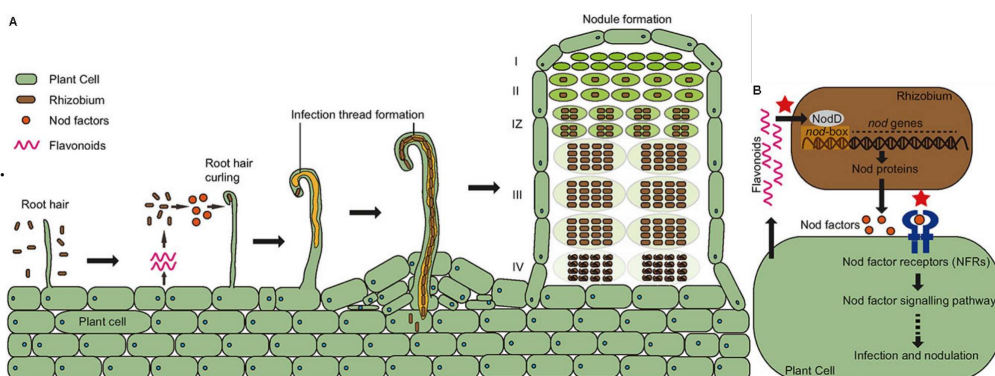
27

Document 29. Développement et influence du milieu : une feuille qui s'est développée à l'ombre possède un parenchyme photosynthétique plus fin qu'une feuille qui s'est développée en pleine lumière.



28

Document 30: Communication interspécifique et mise en place de la symbiose rhizobium/fabacées.



29

26 « L'organogenèse florale est soumise à la... - [] - QCM n° 349 », consulté le 2 septembre 2024, <https://www.qcm-svt.fr/QCM/public-affichage.php?niveau=Tale-Spe-SVT&id=349>.

27 Démaret-Nicolas.

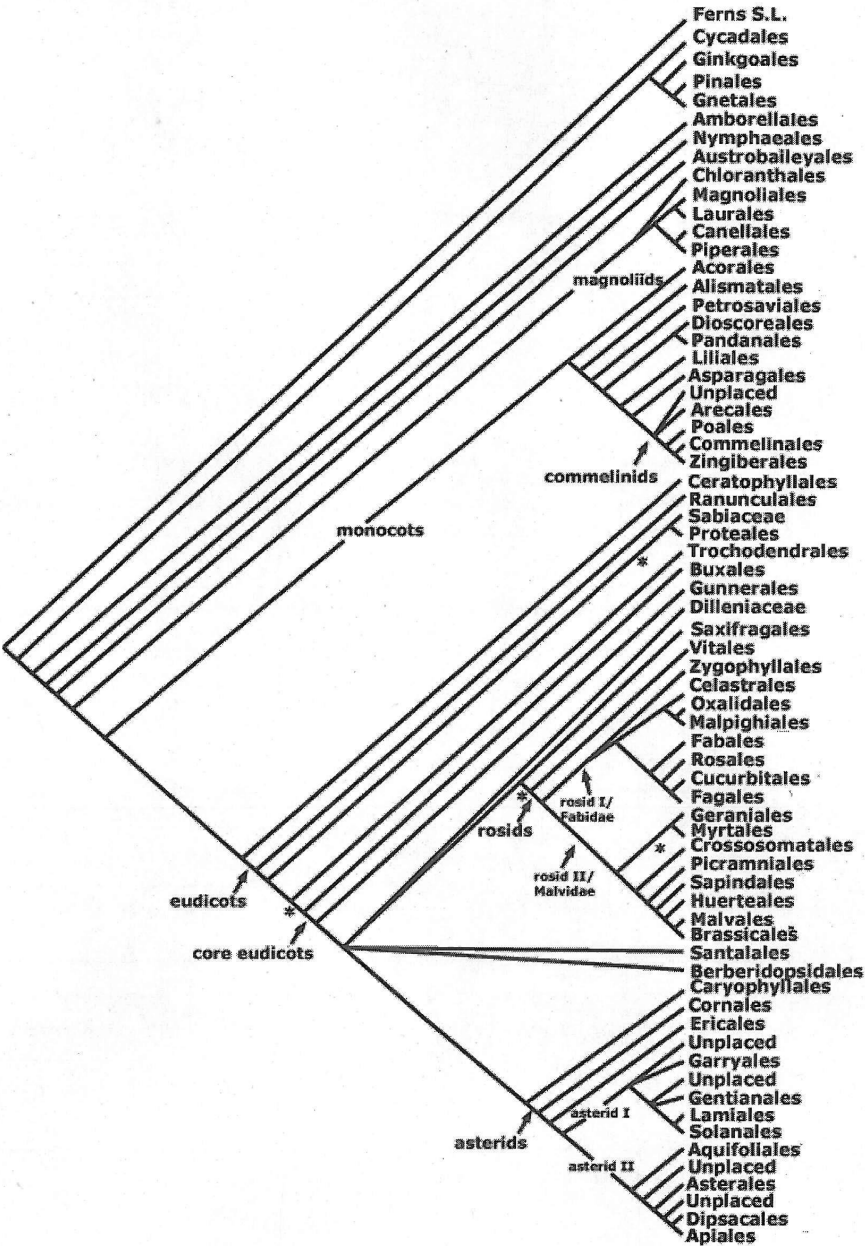
28 « Feuille de hêtre, ombre et lumière », consulté le 24 octobre 2024, https://jeulin.com/jeulin_fr/575201.html.

29 Qi Wang et al., « Genetic and Molecular Mechanisms Underlying Symbiotic Specificity in Legume-Rhizobium Interactions », *Frontiers in Plant Science* 9 (mars 2018), <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00313>.

Nom français	Nom latin	Famille	Ordre
Elodée du Canada	<i>Elodea canadensis</i>	Hydrocharitacées	Alismatales
Fougère de Java	<i>Microsorium pteropus</i>	Polypodiaceae	Polypodiales
Nénufar blanc	<i>Nymphaea alba</i>	Nymphéacées	Nymphaeales
Renoncule d'eau	<i>Ranunculus aquatilis</i>	Ranunculacées	Ranunculales
Jacinthe d'eau	<i>Eichhornia crassipes</i>	Pontederiacées	Commelinales
Lotus sacré	<i>Nelumbo nucifera</i>	Nelumbonaceae	Proteales
Myriophylle du Brésil	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Haloragacées	Saxifragales
Lentille d'eau	<i>Lemna minor</i>	Aracées	Alismatales

Document 31: Quelques espèces de plantes aquatiques et leurs ordre et famille.

Document 32: Une phylogénie des spermaphytes (plantes à graines). Les groupes définis sont des ordres, regroupant plusieurs familles. Le groupe externe est ici constitué par les fougères (Filicophytes, « fern » en anglais). D'après Angiosperm Phylogeny Group.



30 « Angiosperm Phylogeny Website », consulté le 29 août 2024, <https://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>.

Bibliographie :

- « Angiosperm Phylogeny Website ». Consulté le 29 août 2024. <https://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>.
- « Cell Walls: Structure, Biogenesis, and Expansion ». 2005. <https://www.semanticscholar.org/paper/Cell-Walls%3A-Structure%2C-Biogenesis%2C-and-Expansion/86f7c5cd5517e81a213203005cb22016edf233cd>.
- Démaret-Nicolas, Joseph. *Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris*. s. d. Consulté le 29 septembre 2024. <http://josephnicolassvt.fr/>.
- « Feuille de hêtre, ombre et lumière ». Consulté le 24 octobre 2024. https://jeulin.com/jeulin_fr/575201.html.
- Godin, Christophe, Eugenio Azpeitia, et Etienne Farcot. *An introduction to modelling flower primordium initiation*. 2015.
- Kuhlmeier, Cris. « Phyllotaxis ». *Trends in Plant Science* 12, n° 4 (2007): 143-50. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.03.004>.
- Kutschera, Ulrich, et Winslow R. Briggs. « Rapid auxin-induced stimulation of cell wall synthesis in pea internodes ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 84, n° 9 (1987): 2747-51. <https://doi.org/10.1073/pnas.84.9.2747>.
- « L'organogenèse florale est soumise à la... - [] - QCM n° 349 ». Consulté le 2 septembre 2024. <https://www.qcm-svt.fr/QCM/public-affichage.php?niveau=Tale-Spe-SVT&id=349>.
- Philippar, Katrin, Natalya Ivashikina, Peter Ache, et al. « Auxin Activates KAT1 and KAT2, Two K⁺-Channel Genes Expressed in Seedlings of Arabidopsis Thaliana ». *The Plant Journal* 37, n° 6 (2004): 815-27. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2003.02006.x>.
- Qi, Jiyan, Ying Wang, Ting Yu, et al. « Auxin depletion from leaf primordia contributes to organ patterning ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, n° 52 (2014): 18769-74. <https://doi.org/10.1073/pnas.1421878112>.
- « Site de Michèle Crevecoeur ». Consulté le 29 août 2024. <https://www.unige.ch/sciences/biologie/bioveg/crevecoeur/>.
- Taiz, Lincoln, et Zeiger EM. *Plant Physiology*. 2006.
- Wang, Qi, Jinge Liu, et Hongyan Zhu. « Genetic and Molecular Mechanisms Underlying Symbiotic Specificity in Legume-Rhizobium Interactions ». *Frontiers in Plant Science* 9 (mars 2018). <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00313>.
- « Wikimedia Commons ». Consulté le 29 août 2024. <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil>.