

Anatomie végétale.

(dernière mise à jour mars 2022, Daniel Chicouène, "dc.plantouz")

<u>Plan de cette page :</u>	p. :	à jour :
-schéma centré (éclaté : juin 2022, p.2)	1	2018(-mars22)
-Notions de base d'anatomie végétale :	"	surtout 2002
Résumé	"	2002
Introduction	2	"
1.Présentation historique des fondements de l'anatomie	3	"
2.Classifications des tissus	4	"
Tab.1 : structures primaires et secondaires	6	mars 2022
Tab.2: tissus/origine embryologique (I et II) et fonctions (Fig.fonctions. avr2022)	7	2002
Tab.3 : types tissus conducteurs entre <u>plantules et adultes</u>	8	"
3.Les parois	9	"
Conclusion	11	"
Bibiographie sommaire	12	"

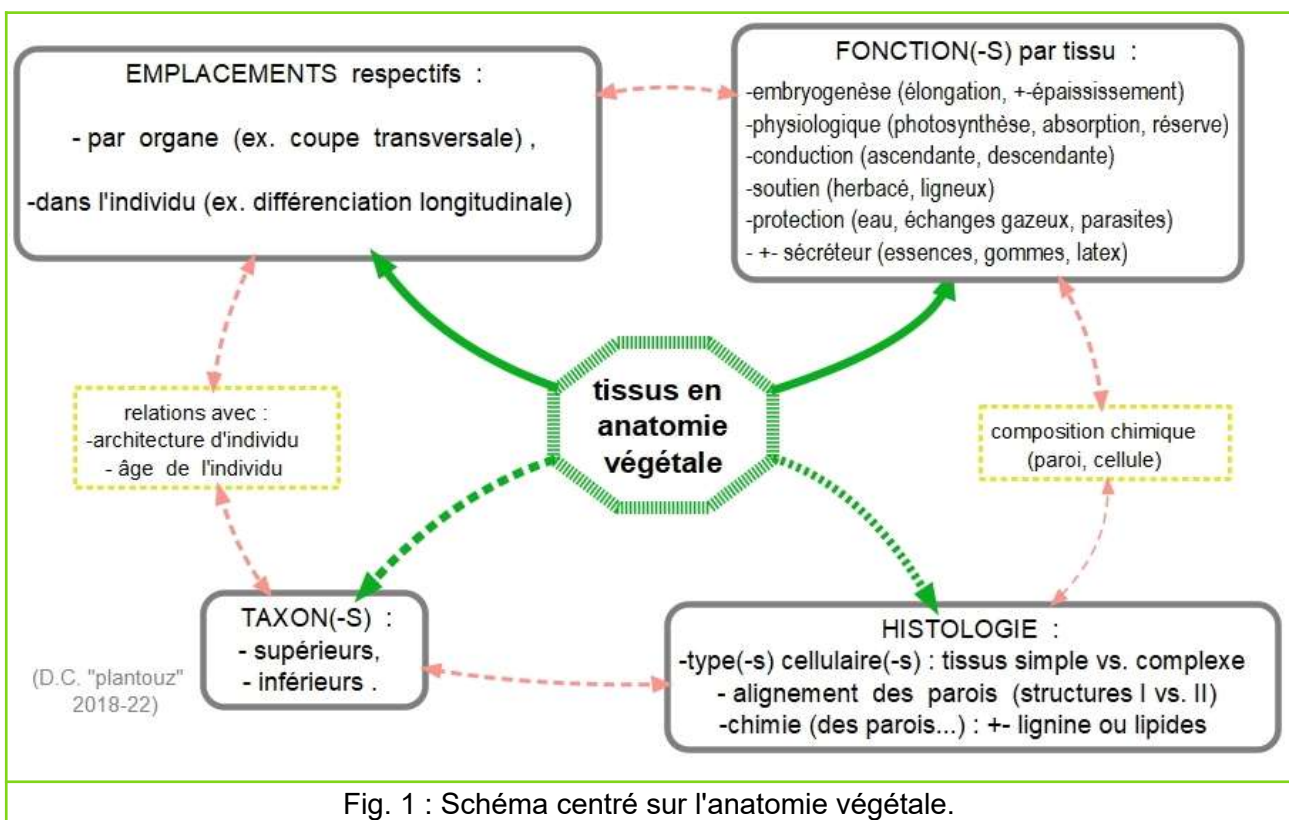


Fig. 1 : Schéma centré sur l'anatomie végétale.

NOTIONS GENERALES D'ANATOMIE ET D'HISTOLOGIE VEGETALES

Mots-clés : architecture, stèle, plantule, ontogenèse, Angiosperme

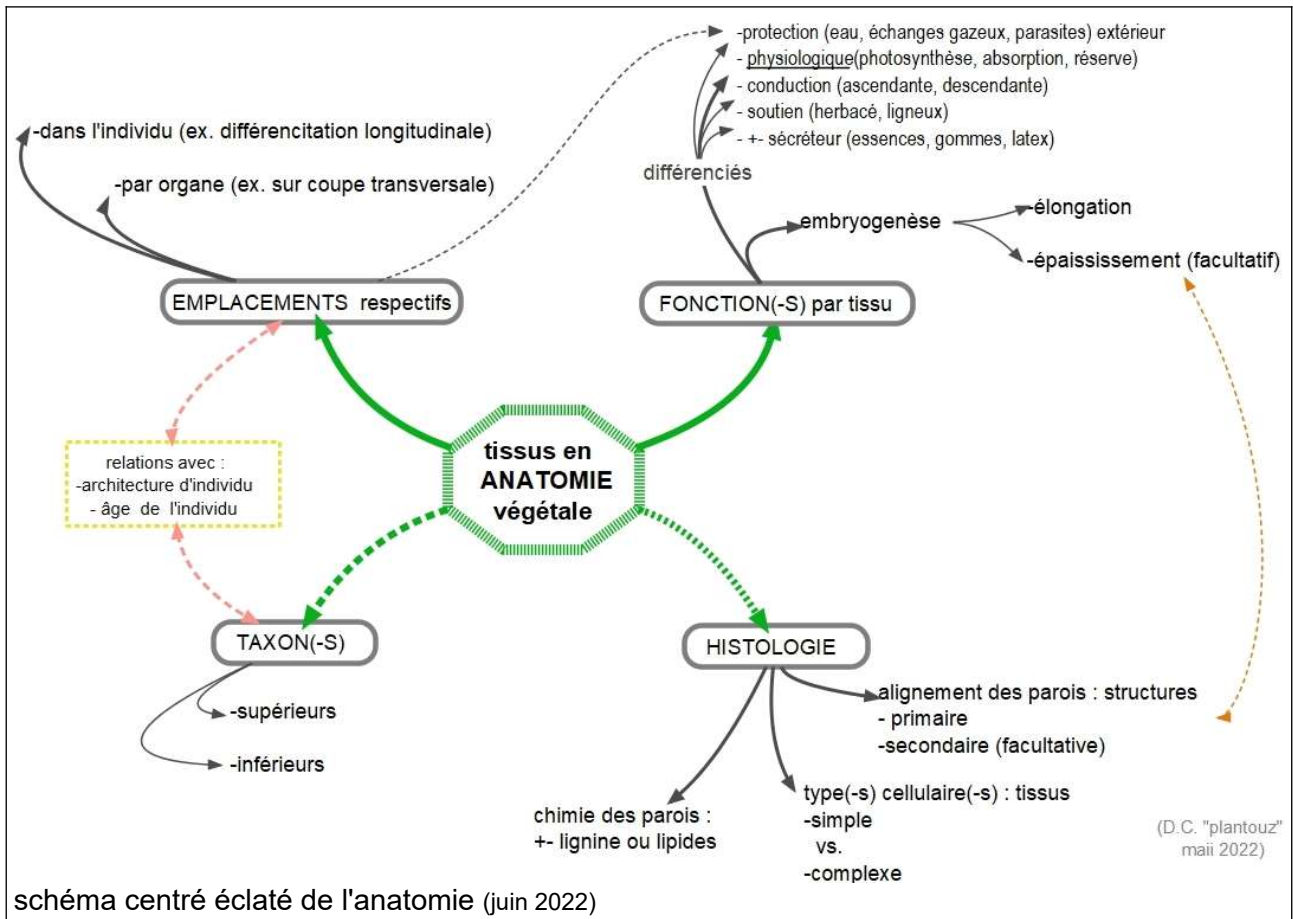
Résumé : L'historique des principales notions est retracé sur la base des principales publications d'origine.

Une classification des tissus selon 4 critères (embryologie, complexité, fonction et biochimie) est explicitée et récapitulée dans un tableau synthétique.

Une synthèse bibliographique porte sur la différenciation et la spécialisation des parois (variation de rigidité et imperméabilisation), leur ultrastructure et leur composition.

Une comparaison d'observations est présentée (dans un tableau comparatif des types d'ontogenèse) pour les différences entre stèle de plantule et d'adulte selon que le taxon (Angiosperme) est apte ou non à produire un cambium.

Un rappel des bases de l'anatomie permet de mettre en évidence leur place par rapport aux notions de base de morphologie.



INTRODUCTION.

L'anatomie (ana- = au travers ; -tomie = coupe) est l'étude de la structure interne de la plante, c'est-à-dire de la répartition des tissus (en fonction des organes, de l'âge des individus, des taxons).

Par exemple, entre un tronc de peuplier et de chêne, l'oeil nu apprécie respectivement un bois blanc et un bois dur ; dans un tronc de bois dur se distinguent le cœur, l'aubier, les cernes, les rayons, l'écorce s.l. (liber, liège).

Les jeunes rameaux, les tiges herbacées, les feuilles ont un aspect différent d'un tronc mais l'œil nu ne permet pas de distinguer grand chose.

L'anatomie se développe véritablement avec la **microscopie**, et comporte en particulier un aspect dynamique : la **mise en place des tissus**.

L'anatomie est souvent assimilée à la microscopie, mais il y a quelques nuances de détail. Ainsi, une observation de la surface de la plante (ex. poils ou autres cellules épidermiques) se fait au microscope mais ce n'est pas véritablement de l'anatomie. A l'inverse, en dendrologie (l'étude des cernes des arbres), on peut faire de l'anatomie sans microscopie.

1. PRESENTATION HISTORIQUE DES FONDEMENTS DE L'ANATOMIE.

1.2. Des origines à la fin du XVIIIème.

HOOKE (1665), mathématicien anglais, amateur de microscopie, examine un bouchon de liège en coupe transversale et en coupe longitudinale ; il distingue :

- **cell** pour le trou (traduit par "cellule") qu'il prend pour du "vide",
- **wall** ou mur ("paroi" en français) que cet auteur considère comme la "matière végétale".

Aussitôt, 2 biologistes, anatomistes se mettent au travail sur les plantes : Marcello MALPIGHI (après avoir fait de l'anatomie animale) et Nehemia GREW (le bois se raréfiant, il cherche comment il pousse) exposent leurs premiers résultats à la Royal Society de Londres en 1671.

- GREW (1682) in "Anatomy of plants" avec 80 planches, est à l'origine de plusieurs termes toujours actuels : *cambium*, *vessels*, *parenchym*, *timber* (respectivement en français cambium, vaisseaux, parenchyme, tissu. Il invente des théories sur l'origine des tissus : il fait l'analogie avec la mie de pain ; les graines sont liquides au départ, elles fermentent en constituant les "cellules" ; pour le cambium, c'est pareil. Il donne aussi une ultrastructure imaginaire et farfelue à partir des vaisseaux spiralés. Ses "théories", unifiées, tiennent pendant plus d'un siècle.

- MALPIGHI parle de "tubes" (et de "sacculés", nom tombé dans l'oubli pour les cellules).

Le XVIIIème siècle (avec DAUBENTON, DESFONTAINES,...) est limité à quelques observations ; les théories n'évoluent pas, ou celles qui sont produites ne sont pas correctes.

1.2. Les découvertes du XIXème.

Vers 1800 (en particulier 1816 et 1839), BRISSEAU de MIRBEL montre que le cambium est un tissu, jeune ; il expose le double jeu du cambium : chaque année il y a formation d'une couche de bois et d'une couche de liber (qui se produit à l'inverse du bois, de dedans en dehors). Etant donné la compression facile du phloème vers l'extérieur, on n'y reconnaît plus les couches annuelles. Il montre qu'au début les cloisons sont fines, puis s'épaississent. Il expose l'origine des vaisseaux du bois à partir d'une file de cellules. Il décrit les ornements des plaques criblées dans des tubes.

La théorie cellulaire commence avec DUTROCHET (1824) qui pense que tous les organes sont composés de cellules ou dérivent de cellules.

J.J.P. MOLDENHAWER (1810-1830) fait de l'anatomie comparée des tiges : analogie entre maïs et jeunes pousses d'arbres : différenciation des tissus conducteurs, distingue ce qu'on appelle la structure primaire des tiges

Dans les tiges, les 2 tissus conducteurs sont en faisceaux superposés ; le xylème est à différenciation centrifuge et le phloème est centripète (les 2 tissus finissent par se toucher). Le cambium réunira les faisceaux entre eux par les tissus conducteurs secondaires.

H. von MOHL (1835 & 1846) découvre la division cellulaire et la bipartition de cellules cambiales (en 1846) ; il décrit et classe à peu près tous les tissus actuellement connus.

Vers 1845-1850, aux extrémités des tiges et des racines se trouvent les "méristèmes primaires" (« Urmeristem » par NAEGELI, 1858) qui sont des lieux de division cellulaire.

SANIO (1870) remplace le modèle de "la couche bisériée" de cambium (de HARTIG, 1853, qui considère 2 couches d'initiales adjacentes, l'interne produisant le xylème, l'externe : le phloème) par celui, plus opérationnel, de "fonctionnement alterne" du cambium = théoriquement autant de cellules de l'un que de l'autre ; à chaque division une cellule fille se conserve comme initiale, l'autre se différenciant en xylème ou phloème : c'est également un modèle.

Dans le bois, au printemps sont produits vaisseaux et fibres, en automne, ce sont des fibres seulement.

Vers 1865, P. VAN TIEGHEM reconnaît les petits faisceaux de phloème primaire dans les racines. Vers 1870 (précisément en 1869 dans un résumé à l'Académie des Sciences et en 1870 dans un exposé détaillé dans les Annales de Sciences Naturelles), il expose les arguments anatomiques (et leur limite) pour les racines, tiges et feuilles en structure primaire ; le sens de différenciation est une notion importante. Tiges et feuilles ont des faisceaux de xylème et de phloème superposés ; dans les racines, ils sont alternés.

Il compare les données de la morphologie et de l'anatomie, puis celles de l'anatomie et de la taxonomie (en passant les principales familles en revue).

Vers 1890, on découvre l'assise subéro-phellodermique qui fabrique plus de suber que de phelloderme.

Ainsi à la fin du 19ème, toutes les bases de l'anatomie sont en place ; en particulier les structures primaires et secondaires, correspondant respectivement à l'allongement et à l'apaisissement, sont élaborées respectivement par 2 types de méristèmes : terminaux et assises génératrices secondaires.

Vers 1910, CHAUVEAUD publie des travaux approfondis sur le passage des tissus conducteurs de la tige à la racine.

1.3. La fin du XXème

Depuis 1950, les travaux portent principalement sur 2 sujets :

- la différenciation des parois, l'ultrastructure, la cytologie (BUVAT 1950-60, MUHLETALER 1961) ;
- l'étude des méristèmes terminaux à l'aide d'éléments marqués (à la limite de la physiologie), de l'apparition des primordiums foliaires.

2. CLASSIFICATIONS DES TISSUS

Pour classer les tissus, 4 critères sont essentiels (tableau I) ; ils aboutissent à des classifications parallèles et complémentaires.

2.1. classification embryologique :

Selon que les tissus sont formés lors de l'élongation des organes (c'est-à-dire par les méristèmes terminaux), ou lors de la croissance secondaire (c'est-à-dire en épaisseur permise par les assises génératrices secondaires), 2 groupes de tissus sont distingués.

2.1.1- structures primaires

Les structures primaires ou tissus primaires sont formés par les méristèmes primaires (= terminaux). Ils comportent tous les types de tissus sauf suber et phelloderme (qui sont uniquement secondaires).

2.1.2- structures secondaires

Les structures secondaires ou tissus secondaires sont formés par les méristèmes secondaires des plantes à croissance secondaire ; ils sont reconnaissables aux cellules à alignement radial. Ils comportent :

- le bois des Gymnospermes et des Dicotylédones (= xylème secondaire),
- le liber (= phloème secondaire),
- le suber,
- le phelloderme.

Les rares Monocotylédones pourvues d'assises génératrices secondaires ont des structures secondaires particulières (où l'emplacement des tissus rappelle une structure primaire ; cf. synthèse de TOMLINSON, 1970).

2.2. classification histologique :

Selon qu'un tissu est composé d'un ou de plusieurs types cellulaires, les tissus sont classés en 2 types :

2.2.1- tissus simples :

Un tissu simple ne comporte qu'un seul type de cellules ; ce sont en particulier les sclérenchyme, collenchyme, parenchymes chlorophylliens (palissadique vs. lacuneux).

2.2.2- tissus complexes :

Un tissu complexe contient plusieurs types cellulaires en mélange intime ; citons en particulier les tissus conducteurs (avec cellules conductrices + "nouricières" + parfois soutien ou réserve + parfois indifférenciées) décrits comme complexes par SANIO (1863), appelés "faisceaux" par VAN TIEGHEM.

C'est également le cas de l'épiderme (avec les cellules épidermiques banales et les cellules stomatiques).

2.3. classification chimique ou biochimique des parois.

La chimie des parois est étudiée en particulier depuis le début du XXème avec le carmino-vert de Mirande (vert d'iode + carmin aluné de Grenacher) qui met en évidence 3 groupes de composition d'après la teinte prise :

- rose = que glucidique, avec en particulier de la cellulose (ex. vaisseaux du phloème, collenchyme) ;
- vert = avec imprégnation de lignine (ex. alcool conifénilique), s'agissant surtout du sclérenchyme et des vaisseaux du bois ;
- plus ou moins bleuâtre = avec dépôts de lipides (liège en particulier, cuticule de l'épiderme, ornements de l'endoderme).

La nature des inclusions dans le cytoplasme permet une autre classification chimique qui n'est pas abordée ici (ex. lipides des graines oléagineuses).

Dans de nombreux traités d'anatomie, des auteurs considèrent que le nombre de faisceaux est une différence entre Monocotylédones et Dicotylédones. Ce propos est à nuancer ; c'est vrai en moyenne pour les axes végétatifs de plantes adultes. Ce n'est pas vrai pour les plantules : celles de Monocotylédones ont peu de

faisceaux. Et certaines Dicotylédones (type *Quercus*) ont de nombreux faisceaux, sur plus d'un cycle dans les jeunes rameaux.

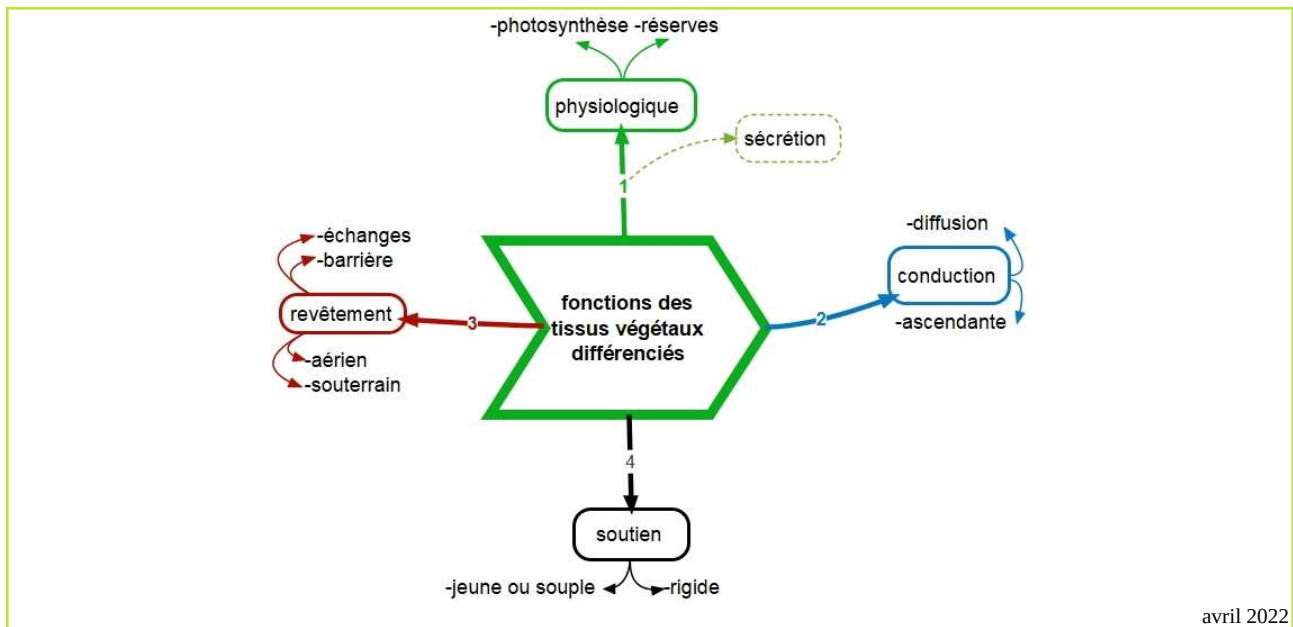
2.4. classification d'après la fonction et l'anatomie (emplacement) :

On peut opposer les tissus embryonnaires aux tissus différenciés.

2.4.1- méristématiques

Les zones de multiplications cellulaires ou méristèmes sont tendres, composées de cellules petites à parois fines car jeunes (indifférenciées). Ils sont de 2 types :

- les méristèmes terminaux, obligatoires (d'une part de bourgeons formant tige et feuilles, d'autre part de racines chez les Rhizophytes),
- les assises génératrices propres à certains taxons et généralement au nombre de 2 : le cambium formant le bois vers l'intérieur et le liber vers l'extérieur (tableau II), et le phellogène ou assise subéro-phellodermique formant le phelloderme vers l'intérieur et le suber ou liège vers l'extérieur.



2.4.2- fondamentaux

Les tissus à rôle physiologique fondamental sont les parenchymes ; leurs parois sont fines. Ils sont chlorophylliens, de réserve, de "remplissage".

2.4.3- conducteurs (de sèves)

Les tissus conducteurs de sève sont de 2 types, nommés par NAEGELI (1858) :

- le phloème (ou liber, surtout en structure secondaire) ou tissu contenant des tubes criblés ("*Siebröhren*" découverts par HARTIG, 1837),
- le xylème (ou bois, surtout en structure secondaire ligneuse) comportant des vaisseaux (de différents types possibles).

Auparavant, les noms utilisés pour ces 2 tissus étaient respectivement le liber et le bois ; ces noms sont encore utilisés, en particulier pour les formations secondaires.

Ces tissus complexes peuvent avoir une spécialisation secondaire (soutien chez les arbres par excellence, réserve pour certains tubercules tels que betterave,

radis, carotte).

Dans de nombreux traités d'anatomie, des auteurs considèrent que le nombre de faisceaux est une différence entre Monocotylédones et Dicotylédones. Ce propos est à nuancer (tableau II) ; c'est vrai en moyenne pour les axes végétatifs de plantes adultes. Ce n'est pas vrai pour les plantules : celles de Monocotylédones ont peu de faisceaux. Et certaines Dicotylédones (type Quercus) ont de nombreux faisceaux.

2.4.4- revêtement

Les tissus de revêtement assurent une barrière vis-à-vis du milieu extérieur à la plante, servant à la protection et aux échanges. Ce sont l'épiderme (recouvrant tige et feuille en structure primaire, quasiment sans chlorophylle, généralement avec stomates), le suber, la zone subéroïde. L'assise pilifère qui recouvre les parties jeunes de racines en structure primaire sert généralement à la communication avec la solution du sol.

2.4.5- soutien

Les tissus assurant le soutien ont des cellules petites, à parois épaisses. Il s'agit par excellence du collenchyme et du sclérenchyme, ainsi que souvent certaines cellules du bois.

2.4.6- sécréteurs

Les tissus sécréteurs produisent le latex, les essences, le nectar. Ils sont accessoires et spéciaux (c'est-à-dire propres à de rares taxons).

Tableau 1 : Comparaison globale entre structures primaires et secondaires.

	A) structures primaires	B) structures secondaires
1) embryologie ; tissus produits par :	méristèmes terminaux = allongement des axes ; aux extrémités des racines et les bourgeons (formation de tige et feuilles)	méristèmes secondaires = assises génératrices (cellules alignées radialement), en cylindre ; 2 types chez majorité de taxons pourvus : -cambium = assise libéro-ligneuse (augmentation de diamètre des tiges et racines) -phellogène = assise subéro-phellodermique
2) types de tissus possibles	tous sauf suber et phelloderme	il manque certains types, en particulier épiderme, collenchyme
3) racine pivotante	éphémère sur la plantule si que structures primaires	peut vivre aussi longtemps que la base de la tige (ou le collet)
4) taxons concernés	tous les Cormophytes	surtout Gymnospermes et Dicotylédones ligneuses

Tableau 2 : Classification des tissus (types de parois) en fonction de leur origine embryologique et de leurs fonctions, avec indication des substances "secondaires" et de la complexité.

	A. Tissus primaires	B. Tissus secondaires
1. méristèmes	- Terminaux (pour les bourgeons et racines) [à peu près simples]	- Cambium [complexe] - Assise subéro-phellodermique [plus ou moins complexe]
2. fondamentaux	- Parenchyme [généralement simple], un peu de lignine possible - (péricycle) [à peu près simple]	- Phelloderme [simple]
3. conducteurs	- Phloème [complexe] - Xylème [complexe], au moins les tubes avec ornements de lignine consécutives	- Liber = phloème secondaire [complexe chez Angiospermes], rarement un peu de lignine - Bois = xylème secondaire [complexe chez Angiospermes], au moins les tubes avec lignine conséquente
4. revêtement	- Epiderme [complexe], lipides extérieurement conséquents - Rhizoderme [complexe] - Zone subéroïde [simple ou presque], un peu de lipides	- Suber [plus ou moins complexe], lipides conséquents
5. soutien	- Collenchyme [simple] - Sclérenchyme [simple], lignine conséquente	2 ^e rôle du bois (adaptation fréquente), en particulier chez les ligneux
6. sécréteurs	- Tubes dans le parenchyme [plutôt complexe], ex. Umbelliferae - Amas épidermiques [simples], lipides, ex. Labiatae	? (cf. CHAUVEAUD, 1891)
7. autres	- Endoderme : [plutôt simple chez les Dicotylédones, et complexe chez les Monocotylédones], ornements de lipides	-

Légende :

[...] : complexité du tissu

,... : originalité de la composition chimique

Tableau 3 : Observations sur les différences principales des tissus conducteurs (stèle) entre axes végétatifs de plantules et ceux d'individus adultes.

<u>Adulte n'ayant que des tissus primaires</u>	<u>Tissus secondaires présents</u> (des Dicotylédones et Gymnospermes)
faisceaux souvent un peu plus gros, et surtout plus nombreux que chez la plantule, disposés comme suit : - racine : cercle de plus en plus grand (avec une moelle de plus en plus grande) - tige : multiplication du nombre de cercles - feuilles : multiplication du nombre de nervures (limbes plus larges)	-tige et racine avec beaucoup (dominées) de xylème secondaire, et parfois autant de phloème secondaire ; -feuilles restant avec pas ou peu de tissus secondaires (localisés surtout dans la nervure principale)

3. LES PAROIS : "wall" (HOOKE, 1665)

Les parois sont d'abord minces et souples, presque liquides ("sève en fermentation" de GREW) dans les méristèmes ; elles sont réduites à la lamelle moyenne, commune aux 2 cellules voisines, formée pendant la mitose.

Puis, après la mitose, chaque cellule secrète sa propre paroi. L'épaisseur varie selon l'âge de la cellule, selon les tissus (les parois adultes les plus simples sont celles des parenchymes).

3.1. SPECIALISATION (MODIFICATION, DIFFERENCIATION)

Dans certains tissus, la paroi subit une évolution originale :

3.1.1- rigidité augmentée ou diminuée

. Le renforcement de rigidité se fait de 2 manières :

- par la lignine, pour les vaisseaux du xylème et le sclérenchyme en particulier, mais également pour des rôles secondaires de types cellulaires ; l'imprégnation est tardive au cours de la différenciation cellulaire ; les tannins du bois de coeur correspondent à simple modification de paroi ;
- par minéralisation des épidermes (silice, calcaire) ; c'est ce phénomène qui produit en paléontologie le bois silicifié.

. La gélification est une disparition de la cohésion entre cellules voisines ; elle survient soit uniquement aux angles (à l'origine des méats), soit tout autour jusqu'à séparation des cellules (pour la pulpe des fruits charnus, le pollen, les zones d'abscission). Le phénomène va parfois jusqu'à la destruction des cellules (gommes exsudées d'acacias, pruniers, cerisiers).

3.1.2- imperméabilisation

L'imperméabilisation concerne surtout les tissus de revêtement pour limiter les pertes d'eau. Plusieurs types de lipides interviennent :

- cires : de faible poids moléculaire (esters de $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$ de 22-32 CH_2OH + acides gras), constituent la pruine, souvent cristallisée et qui recouvre la cuticule de nombreux épidermes (choux, palmier à cire) ;
- cutines s.l. : polymères d'acides hydroxycarboxyliques, avec plusieurs groupes estérifiables ; elles sont classées en 3 groupes d'après la résistance à la saponification :
- subérines : saponifiées dans NaOH aqueuse à 3 %, sur toutes les faces des cellules du liège, qui meurent, en fines couches,
- cutines s.s. : saponifiées dans KOH méthanol à 5 %, formant la couche de cutine presque pure à l'extérieur de l'épiderme,
- sporopollénines : très résistantes, assurant la conservation de pollen, de spores fossiles.

3.2. ULTRASTRUCTURE DES PAROIS

Aux microscopes électroniques, la paroi apparaît comme une formation extracellulaire, comportant au moins 3 couches :

- lamelle moyenne : produite pendant la division cellulaire,
- paroi primaire : produite pendant l'accroissement cellulaire,

- paroi secondaire : produite après que l'accroissement soit achevé (sauf quelques vaisseaux, de type annelés et spiralés, qui restent extensibles après différenciation).

Les modèles de croissance de MUHLETHALER pour les fibrilles de cellulose sont de 2 types : :

- par **intussusception** de microfibrilles (cas de la paroi primaire),
- par **apposition** (situation de la paroi secondaire).

Les modifications propres à certains types cellulaires sont de 2 types :

- imperméabilisation : par des couches supplémentaires **lipophiles** ("**adcruding substances**"), juxtaposées aux fibrilles de cellulose,
- rigidité : par un **ciment** ("**incrusting substances**") entre les fibrilles de cellulose (cas de la lignine en particulier).

La paroi n'est pas la matière végétale comme le pensait HOOKE ; c'est une sécrétion extracellulaire, par le cytoplasme de chaque cellule.

Toutes les parois d'un tissu ne se différencient pas à la même vitesse ; ces différences sont à l'origine de la notion de sens de différenciation des tissus conducteurs primaires.

3.3. COMPOSITION DES PAROIS

La cellulose comme base pour le bois est mise en évidence par PAYEN (1839). Mais HARTING (1846) n'en trouve pas dans les cellules méristématiques. Les parois sont fondamentalement glucidiques ; l'étude approfondie de leur composition en fonction de l'ultrastructure se fait au milieu du XXème.

	lamelle moyenne	paroi primaire	paroi secondaire
composés pectiques	+++	++	+
hémicelluloses	0	++	+
cellulose	0	++	+++

La paroi primaire contient un peu de protéines (< 10 %, l'extensine en particulier) et quasiment pas de lipides (près de 0 %).

Certaines parois comportent d'autres substances liées à certaines spécialisations : par exemple, la lignine est localisée surtout dans la lamelle moyenne et la paroi primaire.

CONCLUSION

BASES DE L'ANATOMIE

Les végétaux (les Cormophytes en particulier) sont formés de cellules. Ils ont une embryologie potentiellement indéfinie grâce à :

- des **méristèmes terminaux formant les tissus primaires, qui sont de deux types dans chaque plante** :

- à l'extrémité des tiges, un méristème qui produit :
 - la tige (élongation) (nouveaux nœuds au moins, parfois entre-nœuds)
 - les feuilles (nouvelles)
- vers l'extrémité des racines (élongation)
 - chez **certaines espèces seulement, des assises génératrices secondaires**, qui assurent un épaissement des organes déjà formés.

Les aspects théoriques sont importants et complètent la morphologie par :

- la disposition et le sens de différenciation du phloème et xylème primaires (selon l'origine embryologique de l'axe chez les Spermaphytes),
- les structures secondaires.

N.B. : Dans beaucoup d'ouvrages français du XX^e, il y a confusion entre la définition morphologique et les descriptions anatomiques des 2 types d'axes (pour les Angiospermes en particulier). "Il n'y a pas un type propre à la racine et type différent propre à la tige, car l'appareil conducteur peut présenter dans l'une et dans l'autre des dispositions identiques" (CHAUVEAUD, 1910, p. 433).

La morphologie et l'anatomie se complètent pour expliquer l'architecture :

- pour bien comprendre ce qu'est la croissance secondaire : l'anatomie est indispensable ;
- s'il n'y a pas de croissance secondaire, la morphologie est nécessaire pour comprendre l'architecture.

intérêt en **systematique** comme caractères pour les embranchements de plantes vasculaires, les sous-embranchements de Spermaphytes, classes d'Angiospermes (Monocotylédones, Dicotylédones), certaines familles (Ombellifères, Cucurbitacées,...), certaines espèces (Festuca).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BONNIER G., LECLERC DU SABLON, 1905 - Cours de botanique. Librairie Générale de l'Enseignement, Paris, 2783 p.
- BRISSEAU-MIRBEL C.F., 1815 - Eléments de physiologie végétale et de botanique. Magimel, Paris. tome 1 - Principes de l'anatomie et de la physiologie végétale. 470 p.
- BRISSEAU DE MIRBEL, 1816 - Note sur le cambium et le liber. Bulletin des Sciences par la Société Philomatique de Paris. 9 : 107-108 "le cambium est un tissu jeune"
- BRISSEAU DE MIRBEL,, 1839 - Nouvelles notes sur le cambium
- CANDOLLE A.P. de, 1813 - Théorie élémentaire de la botanique. 1ème éd. Deterville, Paris
- CHAUVEAUD G., 1891 - Recherches embryogéniques sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées, Urticacées, Apocynacées et Asclépiadacées; Ann. Sc. Nat. Bot. 7è sér. 14 : 1-155
- CHAUVEAUD G., 1910 - L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. Ann. Sc. Nat. Bot. 9è sér., 8 : 113-438
- CHICOUENE D., observations inédites
- DUCHARTRE P., 1867 - Livre premier : anatomie végétale ou étude des éléments anatomiques des plantes. in Eléments de botanique. Baillière, Paris, 1è édition, 9-111
- ESAU K., 1977 - Anatomy of seed plants. John Wiley , New York.
- HARTING P., 1846 - Recherches microchimiques sur la nature et le développement de la paroi des cellules végétales. Ann. Sc. Nat. 3è sér., 5 : 326-331
- LE MAOUT E., DECAISNE J., 1868 - Traité général de botanique descriptive et analytique. Première partie : abrégé d'organographie, d'anatomie et de physiologie. Firmin Didot, Paris, 746 p.
- MOHL H. von, 1855 - De l'utricule primordiale. Botanische Zeitung. Traduction in Ann. Sc. Nat (1857) 4è sér. 7 : 253-288
- NAEGELI C., 1858 - Beitrage zur wissenschaftliche Botanik. Engelmann, Leipzig, 156 p. [extraits in B.S.B.F. (1859) : 296-299]
- SANIO C., 1863 - Vergleichende Untersuchungen ueber die Elementarorgane des Holzkoerpers. Botanische Zeitung : 93-98 ; 101-111 ; 113-118 ; 121-128
- TOMLINSON P.B., 1970 - Monocotyledons : Towards an understanding of their morphology and anatomy. in R.D. Preston, Advances in Botanical Research, Academic Press, London, vol. 3 : 207-295
- VAN TIEGHEM P., 1869 - Recherche sur la symétrie de structure des végétaux. C.R. Acad. Sc. LXVIII : 151-155
- VAN TIEGHEM P., 1870 - Recherche sur la symétrie de structure des plantes vasculaires. Ann. Sc. Nat. Botanique 13 : 5-39
- VAN TIEGHEM P., 1891 - Livre 2 : Morphologie et physiologie internes. in Traité de botanique. 2è éd. revue et augmentée, Savy, Paris, tome 1. 455-906



Daniel Chicouène

Retour page d'accueil 'plantouz' : <<http://dc.plantouz.chez-alice.fr/>>