

Anatomie végétale

Critiques à envoyer à :
Pierre DIEUMEGARD
professeur de SVT
Lycée Pothier
45044 ORLEANS CEDEX
courriel : pierre.dieumegard@ac-orleans-tours.fr

L'anatomie étudie la structure interne des organes et organismes. Chez les animaux, on étudie l'anatomie par la dissection. Par contre, chez les végétaux, les tissus sont collés entre eux par la paroi squelettique, et en général il n'est pas possible de disséquer un organe tel que tige ou racine. C'est pourquoi on étudie l'anatomie par la réalisation de coupes microscopiques.

Les coupes d'organes en anatomie végétale

coupe transversale (perpendiculaire à l'allongement de l'organe, ou à l'axe ou au plan de symétrie de l'organe)

≠

coupe longitudinale (dans la direction de l'allongement de l'organe, ou dans la direction de l'axe ou du plan de symétrie)

coupe radiale (passant par l'axe de symétrie)

≠

coupe tangentielle (passant par une tangente à l'organe)

Coupes à main levée (c'est à dire sans appareillage compliqué) :

- Si l'organe est mou, par exemple une feuille, ou une tige fine, il faut l'inclure dans un cylindre de moelle de sureau (comme on inclut une saucisse dans un morceau de baguette pour faire un sandwich). Ensuite, on coupera des tranches fines de l'ensemble [moelle + organe], et on jettera les coupes de moelle pour garder les coupes d'organes. Préparation de la moelle : trancher le cylindre en deux, puis faire éventuellement une rainure avec l'ongle pour placer l'organe, afin d'éviter de l'écraser.
- Il faut faire de nombreuses coupes, et les traiter ensemble jusqu'à la coloration. Certaines coupes auront l'ensemble de l'organe, mais seront trop épaisses pour une observation au fort grossissement => on les utilise pour le faible grossissement. Certaines coupes seront assez fines pour l'observation au fort grossissement, mais n'auront pas la totalité de l'organe...
- La coupe doit être faite avec une lame de rasoir, si possible neuve et bien tranchante... Les scalpels ne conviennent pas pour les objet mous.
- Pour bien couper, il faut que le mouvement de la lame soit oblique par rapport à l'objet : surtout ne pas diriger la lame vers le centre de l'objet, car on l'écraserait au lieu de le couper.
- Ne pas appuyer l'ensemble [moelle + organe] sur la table pour le couper : d'une part cela raye la table, d'autre part cela émousse la lame de rasoir, et enfin on voit mal ce que l'on fait. L'idéal est de travailler à hauteur des yeux, pour bien vérifier l'épaisseur de la coupe.



liquide	fonction	durée conseillée
(1) eau de Javel (solution de NaOCl)	destruction du contenu cellulaire	15 minutes
(2) eau	rinçage (très important ! s'il reste du NaOCl, les colorants suivants seront décolorés)	5 minutes
(3) solution d'acide acétique (CH ₃ COOH)	mordançage (aide à la fixation des colorants)	5 minutes
(4) carmin aluné	coloration en rose de la cellulose des parois	5 minutes
(5) vert d'iode	coloration en vert de la lignine, de la subérine, de la cutine ; si l'action du vert d'iode est trop prolongée, toutes les parois sont colorées.	30 secondes
(6) eau	rinçage pour arrêter la fixation du colorant	30 secondes

Ordre classique des traitements des coupes pour la coloration (on peut aussi utiliser du "carmino-vert", qui contient les deux colorants)

Principaux tissus végétaux

Tissus primaires (engendrés par des méristèmes primaires : méristème apical caulinaire (tige), méristème apical racinaire (racine) et autres méristèmes, par exemple méristèmes de feuille, méristèmes intercalaires permettant l'allongement des tiges, etc).

≠

Tissus secondaires (engendrés par des méristèmes secondaires (cambium libéro-ligneux et phellogène) ; les méristèmes secondaires sont constitués d'une seule couche de cellules très plates. Leur existence est facultative : ils n'existent pas chez les Monocotylédones, et même chez les Dicotylédones, leur existence n'est pas universelle.

Tissus secondaires de revêtement : ils proviennent du phellogène (= assise subéro-phellodermique = "cambium subéro-phellodermique").

- liège = suber vers l'extérieur de l'organe. C'est une couche imperméable, ce qui provoque la mort de tous les tissus extérieurs. L'ensemble de ces tissus morts constitue le périderme.

(phellogène = couche de cellule engendrée vers l'intérieur par le phellogène)

Tissus primaires de revêtement :

ils font le contact entre l'organe et le milieu extérieur. Ils proviennent du protoderme embryonnaire.

- épiderme (en principe uniquement pour tiges et feuilles), avec souvent une cuticule et des stomates, parfois avec des poils épidermiques à rôle de protection ou de sécrétion.
- rhizoderme pour la racine (parfois appelé "épiderme de racine"). Il porte des poils absorbants. Il n'a pas de cuticule ni de stomates. Après quelques semaines de fonctionnement, les poils absorbants se désagrègent, et la partie périphérique du parenchyme cortical se différencie en assise subéreuse (parois subérisées, donc imperméables)

Tissus conducteurs

primaires : ce sont les seuls qui existent chez les Monocotylédones et certaines dicotylédones herbacées. Ils proviennent du tissu proconducteur (= procambium).

- xylème, avec une paroi lignifiée. Les fibres ont un rôle de soutien, les trachéides (petit diamètre et forme allongée) et les éléments de vaisseaux (diamètre plus grand, et forme peu allongée) sont les éléments conducteurs.
- phloème, avec une paroi en principe cellulosique. Les éléments conducteurs sont les tubes criblés, constitués de files de cellules criblées, et les cellules compagnes permettent leur métabolisme. Il y existe aussi des fibres

Tissus conducteurs secondaires : ils proviennent du cambium libéro-ligneux (ou "cambium"), constitué de cellules courtes et de cellules longues. L'ensemble des tissus formés par le cambium est le pachyte.

- bois = xylème secondaire. Les vaisseaux vrais, les fibres et le "parenchyme vertical" sont des cellules longues, provenant des initiales longues du cambium. Les cellules du "parenchyme horizontal" proviennent des cellules courtes du cambium et forment les rayons ligneux.
- liber = phloème secondaire. Tubes criblés, cellules compagnes, fibres libériennes proviennent des initiales longues du cambium. Les rayons libériens sont constitués de parenchyme et proviennent des initiales courtes.

Tissus fondamentaux primaires : ce sont les tissus assurant la jonction et le soutien entre les autres tissus.

- parenchymes : ce sont les cellules banales de l'ensemble des organes. Ils permettent la synthèse ou le stockage de matière organique. Ils peuvent se différencier pour se retransformer en méristèmes, ce qui assure la régénération ou la formation d'organes adventifs.
 - collenchyme : c'est un tissu de soutien à épaisse paroi primaire cellulosique.
 - sclérenchyme : c'est un tissu de soutien à paroi lignifiée.
 - tissus sécréteurs variables selon les plantes. Les nectaires des fleurs sécrètent le nectar, liquide attirant les insectes pollinisateurs. Les laticifères sont des canaux contenant du latex.
- (l'endoderme est une couche de tissu imperméable qui contrôle les mouvements de matière entre l'intérieur et l'extérieur de la racine)
(le péricycle est une couche de cellules située à l'intérieur de l'endoderme, et permettant la ramification des racines)

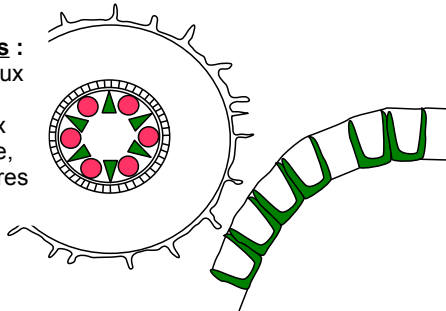
Anatomie d'organes végétatifs d'Angiospermes

Racine

écorce épaisse, moelle réduite, existence d'un endoderme, xylème et phloème primaire en alternance, xylème primaire à différenciation centripète (assise pilifère pour les organes jeunes)

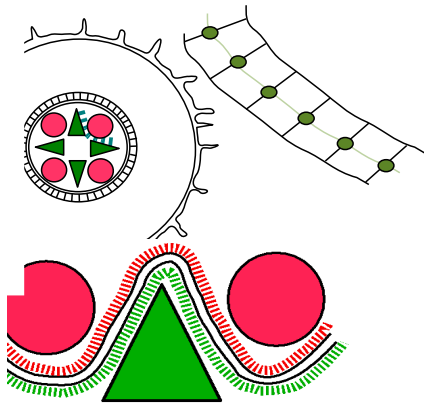
Monocotylédones :

Nombreux faisceaux conducteurs, gros vaisseaux de métaxylème, pas de structures secondaires.



Dicotylédones :

Faisceaux conducteurs peu nombreux, métaxylème peu différent du protoxylème, structures secondaires (bois et liber) fréquentes.



Caractères écologiques et physiologiques :

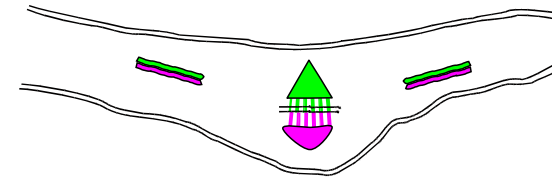
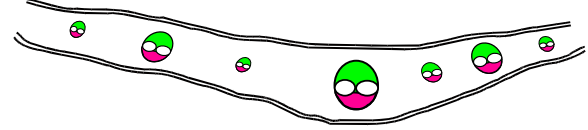
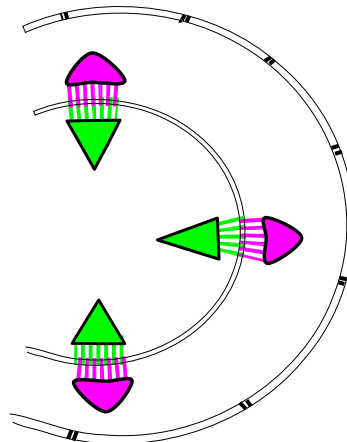
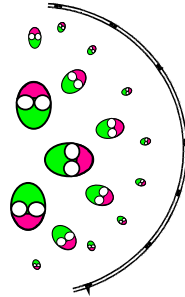
- hydrophytes : peu de tissus de soutien, lacunes aérifères, souvent lacunes aquifères
- xérophytes : cuticule épaisse. Sclérophytes : beaucoup de tissus de soutien ; plantes succulentes = glycophytes : parenchyme aquifère.
- les plantes à feuillage persistant ont souvent des caractères de sclérophytes
- lianes : grand développement des tissus conducteurs (gros vaisseaux et gros tubes criblés)

Organe aérien

épiderme (au moins pour les organes jeunes), avec éventuellement des stomates ; xylème et phloème primaires superposés, tissus de soutien fréquents

tige : symétrie axiale, au moins pour les faisceaux conducteurs ; écorce réduite, moelle développée (parfois remplacée par une lacune)

feuille : symétrie bilatérale, parenchyme photosynthétique, stomates. Dans une feuille typique, le xylème est en haut, et le phloème en bas.



Pétiole, phyllodes, tiges ailées : caractères intermédiaires

Racines de Monocotylédones

Racine

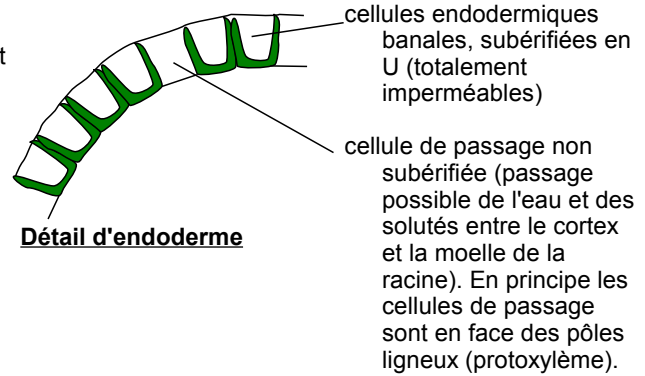
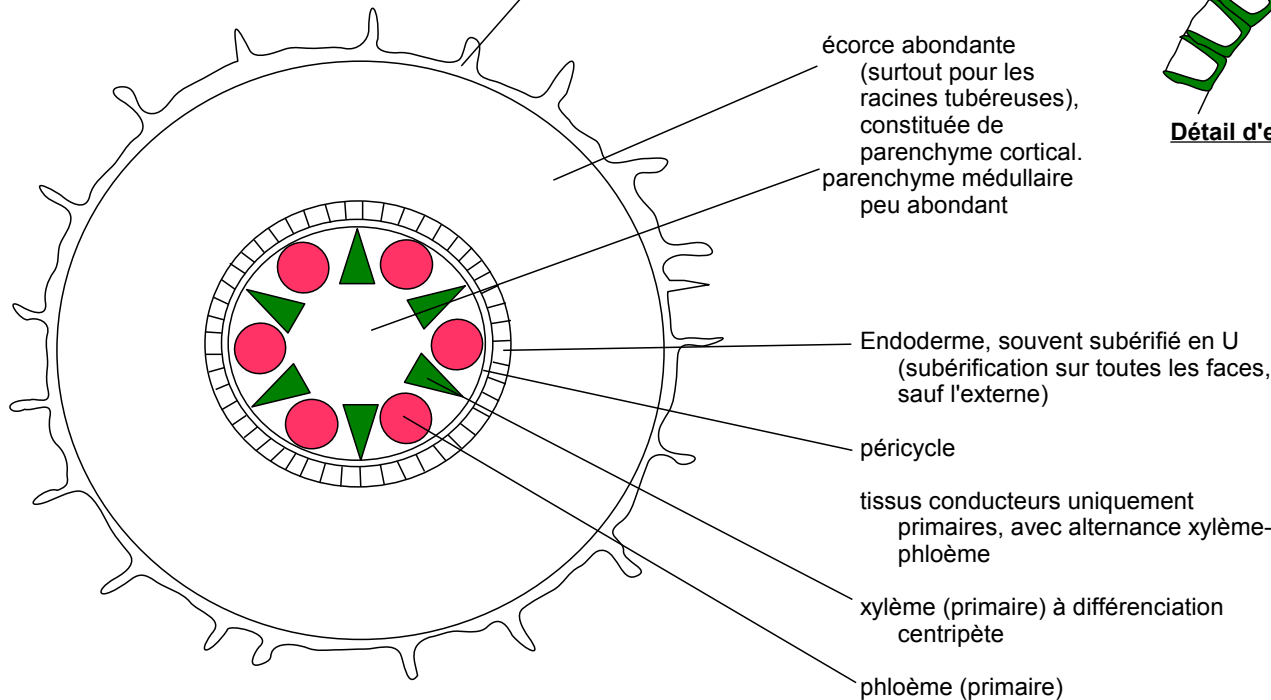
écorce épaisse, moelle réduite, existence d'un endoderme, xylème et phloème primaire en alternance, xylème primaire à différenciation centripète (assise pilifère pour les organes jeunes)

Monocotylédones :

Nombreux faisceaux conducteurs, gros vaisseaux de métaxylème, pas de structures secondaires.

Extérieur :

- rhizoderme = assise pilifère pour les racines jeunes (poils absorbants + cellules rhizodermiques banales)
- assise subéreuse pour les racines âgées : l'assise pilifère s'est dégagée, et les cellules du parenchyme sous-jacent se sont subérisées.



Détail d'endoderme

cellules endodermiques banales, subérisées en U (totalement imperméables)

cellule de passage non subérisée (passage possible de l'eau et des solutés entre le cortex et la moelle de la racine). En principe les cellules de passage sont en face des pôles ligneux (protoxylème).

écorce abondante (surtout pour les racines tubéreuses), constituée de parenchyme cortical. parenchyme médullaire peu abondant

Endoderme, souvent subérisé en U (subérisation sur toutes les faces, sauf l'externe)

péricycle

tissus conducteurs uniquement primaires, avec alternance xylème-phloème

xylème (primaire) à différenciation centripète

phloème (primaire)

Coupe transversale de racine de Monocotylédone

Souvent une douzaine de faisceaux de xylème (exemple : Iris)

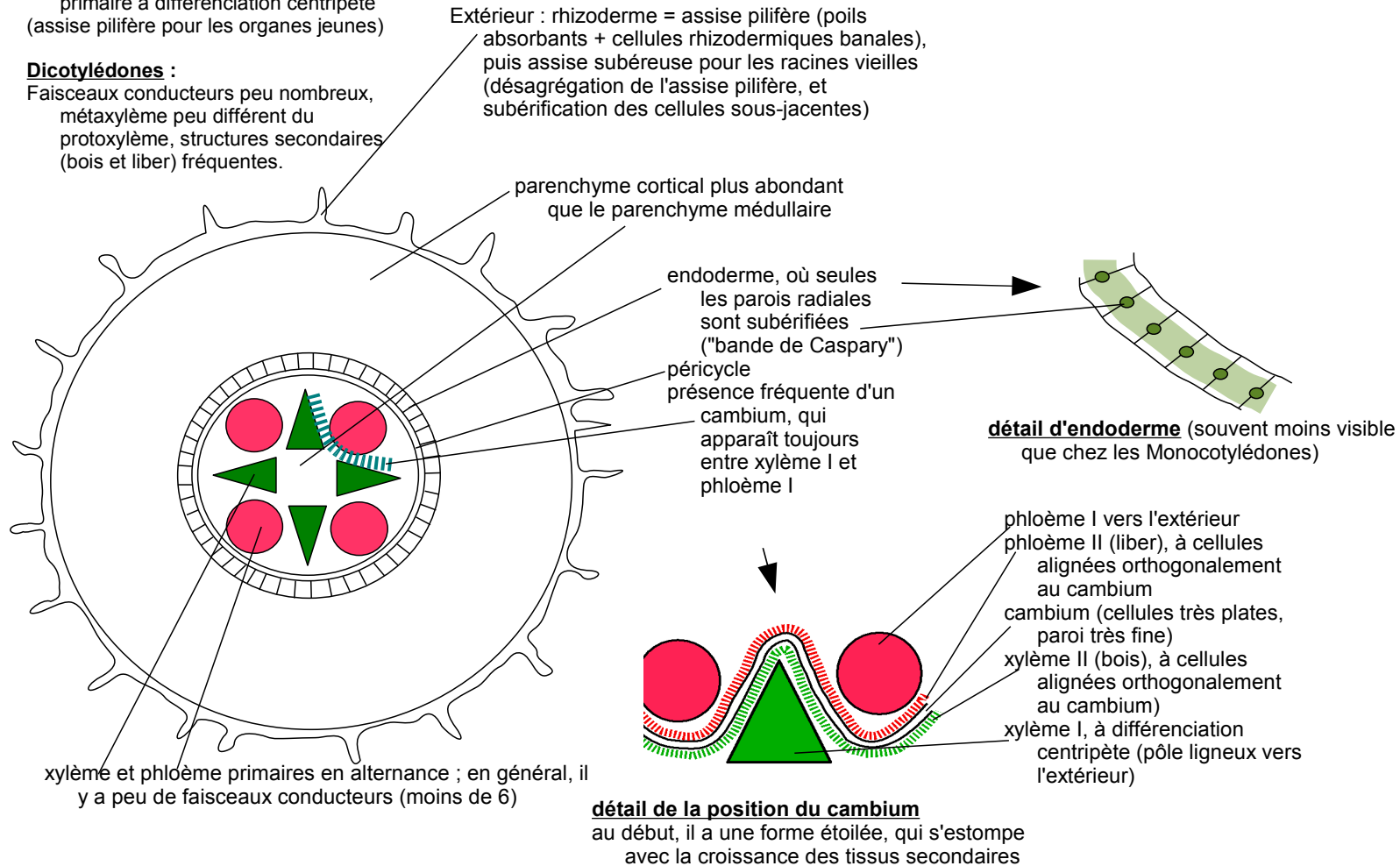
Racines de Dicotylédones

Racine

écorce épaisse, moelle réduite, existence d'un endoderme, xylème et phloème primaire en alternance, xylème primaire à différenciation centripète (assise pilifère pour les organes jeunes)

Dicotylédones :

Faisceaux conducteurs peu nombreux, métaxylème peu différent du protoxylème, structures secondaires (bois et liber) fréquentes.



CT de racine de Dicotylédone

Tiges de Monocotylédone

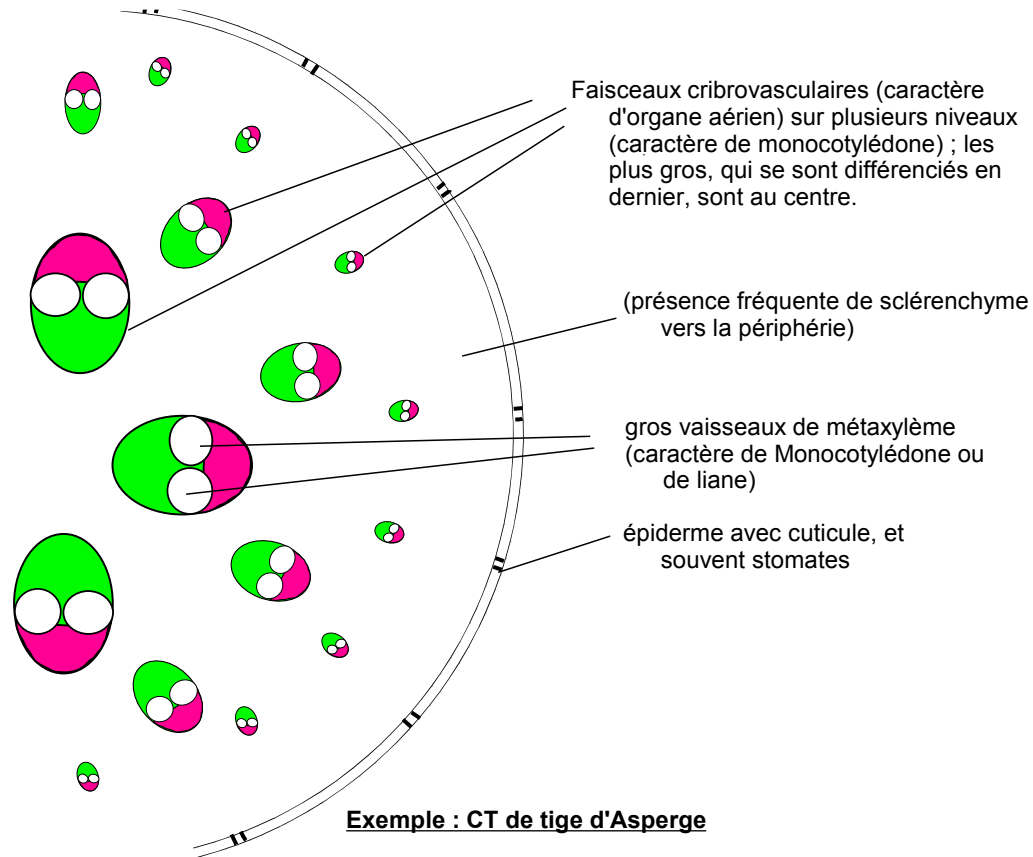
Organe aérien

épiderme (au moins pour les organes jeunes), avec éventuellement des stomates ; xylème et phloème primaires superposés, tissus de soutien fréquents

Monocotylédones :

Nombreux faisceaux conducteurs, gros vaisseaux de métaxylème, pas de structures secondaires.

tige : symétrie axiale, au moins pour les faisceaux conducteurs ; écorce réduite, moelle développée (parfois remplacée par une lacune)



Tiges de Dicotylédones

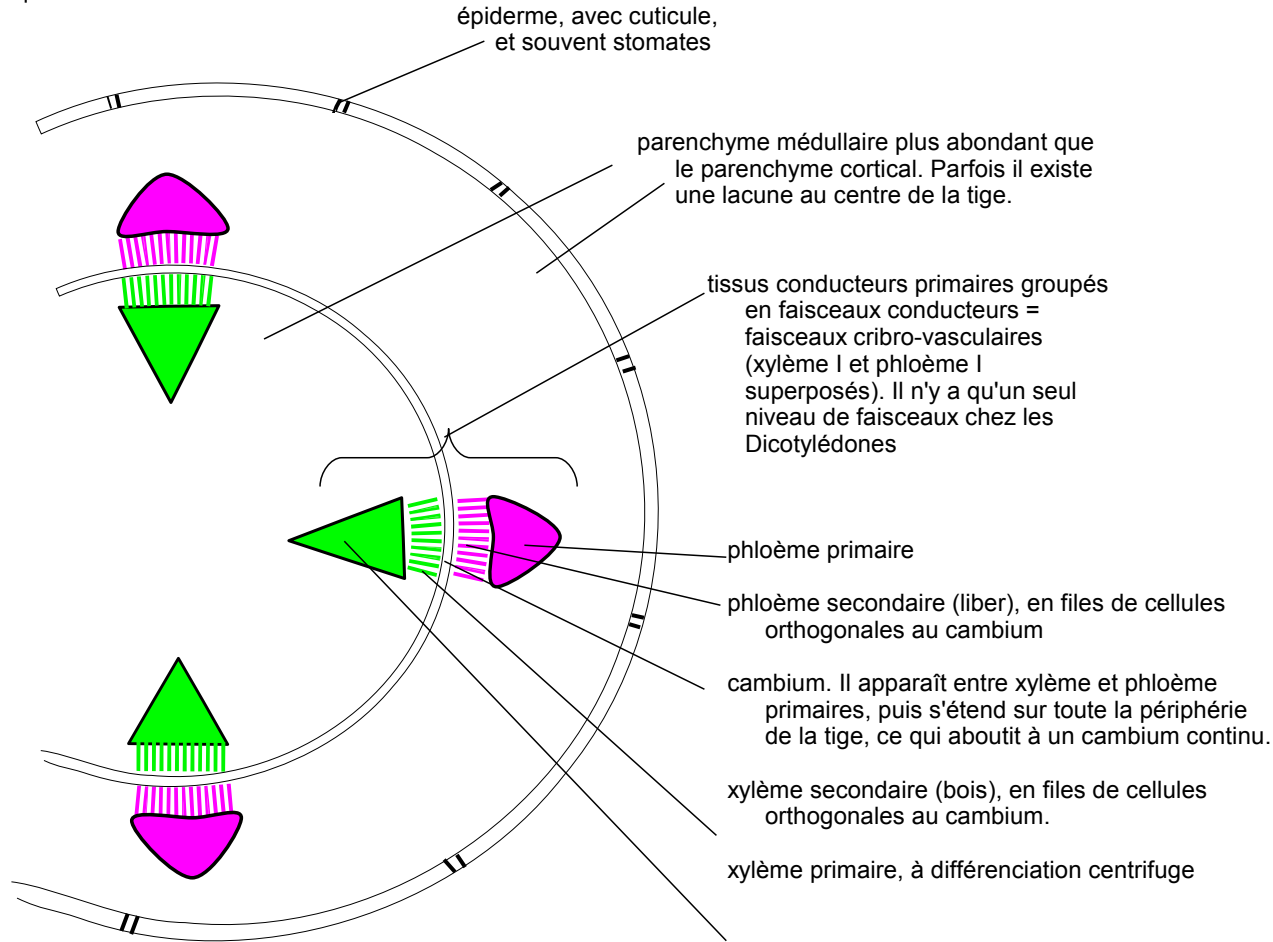
Organe aérien

épiderme (au moins pour les organes jeunes), avec éventuellement des stomates ; xylème et phloème primaires superposés, tissus de soutien fréquents

Dicotylédones :

Faisceaux conducteurs peu nombreux, métaxylème peu différent du protoxylème, structures secondaires (bois et liber) fréquentes.

tige : symétrie axiale, au moins pour les faisceaux conducteurs ; écorce réduite, moelle développée (parfois remplacée par une lacune)



Feuilles de Monocotylédone

Organe aérien

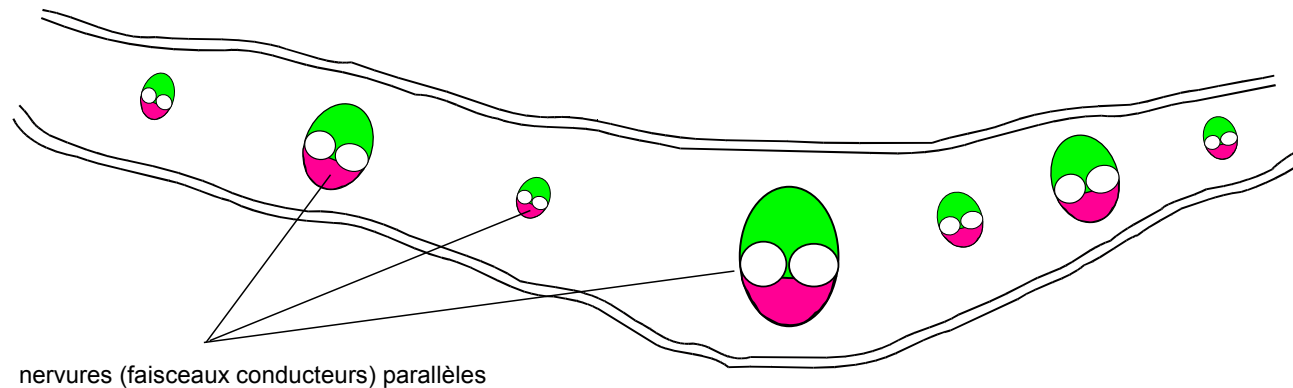
épiderme (au moins pour les organes jeunes), avec éventuellement des stomates ; xylème et phloème primaires superposés, tissus de soutien fréquents

Monocotylédones :

Nombreux faisceaux conducteurs, gros vaisseaux de métaxylème, pas de structures secondaires.

feuille : symétrie bilatérale, parenchyme photosynthétique, stomates.

Feuille de monocotylédone : nervures (= faisceaux conducteurs) parallèles



Chez diverses Monocotylédones (en particulier Graminées = Poacées) les stomates sont localisés sur la face supérieure, qui peut être protégée de la dessiccation par repli de la feuille grâce aux cellules bulliformes de l'épiderme supérieur

Organe aérien

épiderme (au moins pour les organes jeunes), avec éventuellement des stomates ;
xylème et phloème primaires superposés, tissus de soutien fréquents

Dicotylédones :

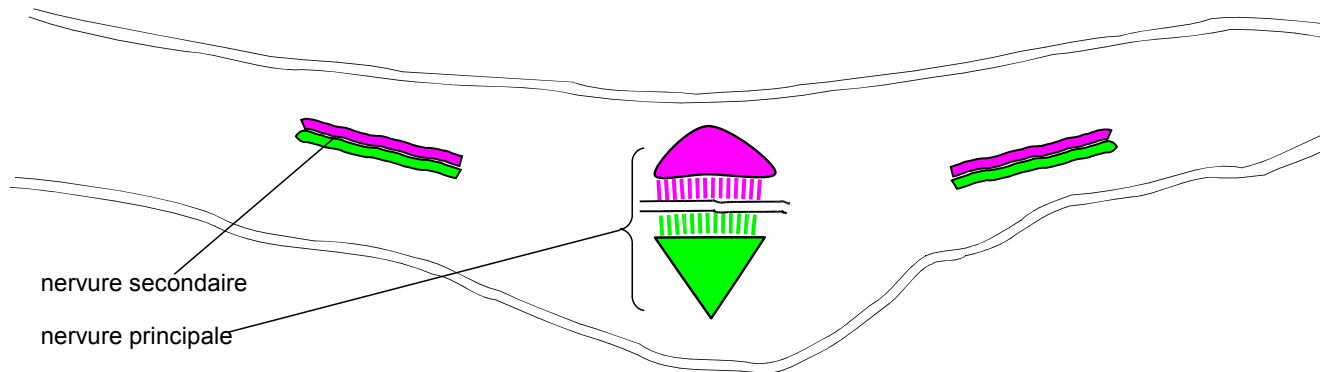
Faisceaux

conducteurs peu nombreux,
métaxylème peu différent du protoxylème,
structures secondaires (bois et liber) fréquentes.

feuille : symétrie bilatérale, parenchyme photosynthétique, stomates.

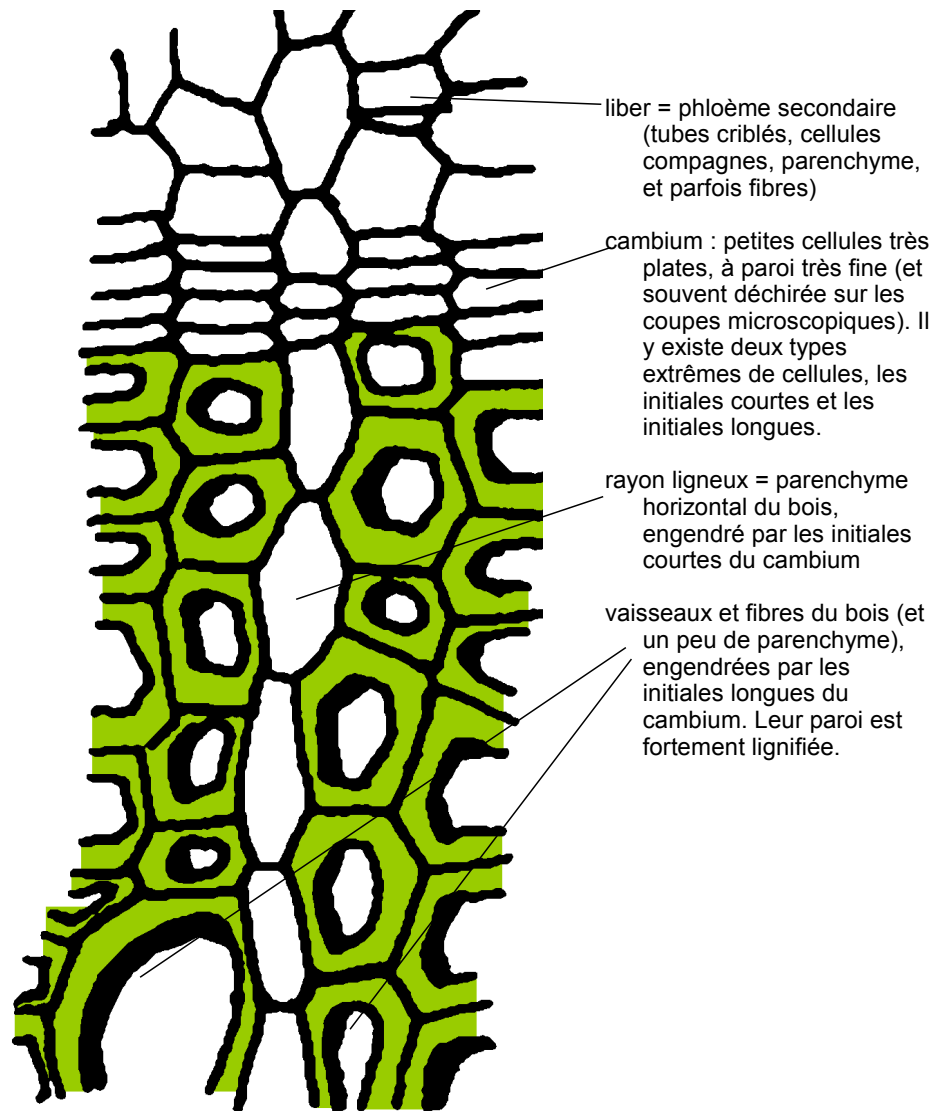
Feuille de Dicotylédone : nervation pennée (une grosse nervure centrale, et des nervures secondaires qui partent obliquement)

Feuilles de dicotylédone

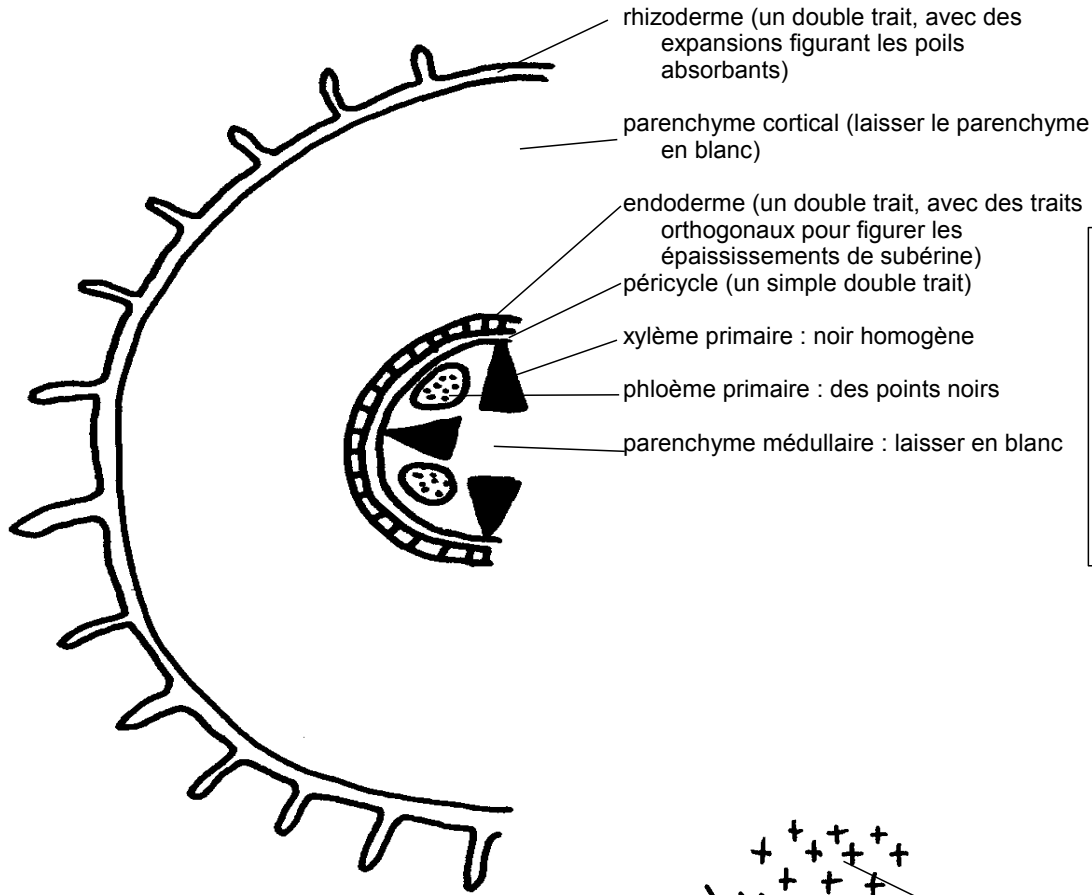


Chez de nombreuses Dicotylédones, les stomates sont localisés sur la face inférieure (la plus protégée de l'évaporation par transpiration).

Cambium, bois et liber



Règle générale : on ne figure pas les cellules individuellement, mais les tissus, c'est à dire les ensembles de cellules semblables.

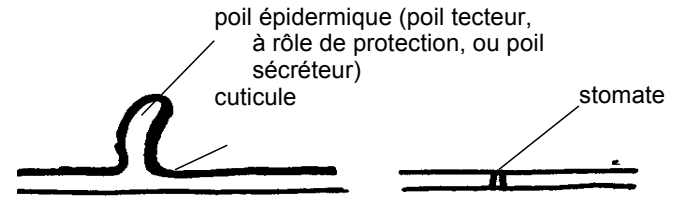


- rhizoderme (un double trait, avec des expansions figurant les poils absorbants)
- parenchyme cortical (laisser le parenchyme en blanc)
- endoderme (un double trait, avec des traits orthogonaux pour figurer les épaissements de subérine)
- péricycle (un simple double trait)
- xylème primaire : noir homogène
- phloème primaire : des points noirs
- parenchyme médullaire : laisser en blanc

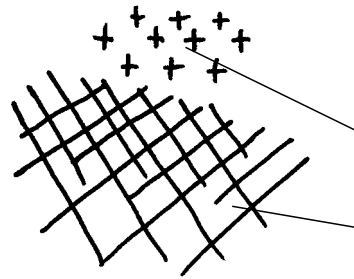
Coupe transversale de racine de Dicotylédone
(ne montrant pas de structures secondaires)

Figurés conventionnels pour les schémas d'anatomie végétale (tissus primaires)

- Les tissus qui forment une simple couche de cellule sont rendus par un double trait (épiderme, rhizoderme, endoderme, péricycle, cambium, phellogène...)
- Les tissus qui forment des massifs cellulaires sont rendus par des taches plus ou moins massives, avec un figuré conventionnel (xylème I, phloème I, sclérenchyme, collenchyme...)
- Les tissus d'origine secondaire, constitués de files de cellules, sont rendus par des figurés montrant cet alignement (bois, liber, suber...)

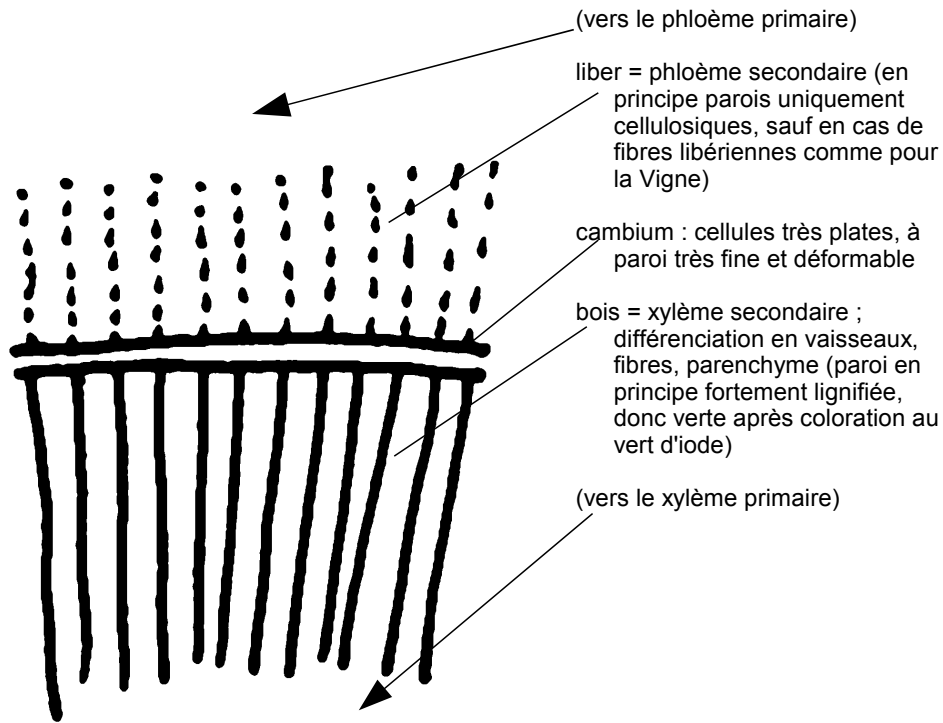


deux types différents d'épiderme

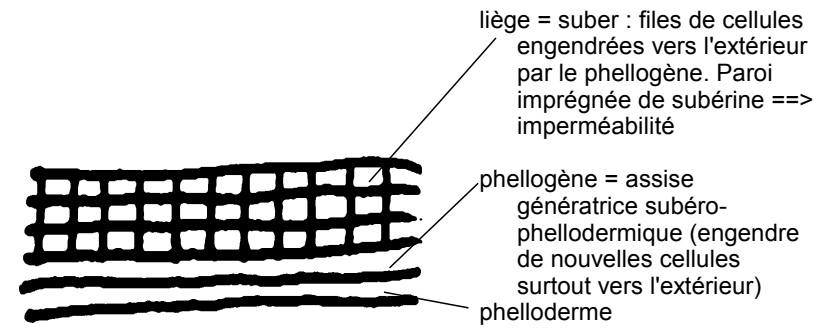


- tissus de soutien**
collenchyme (parois primaires très épaisses, mais uniquement cellulósiques : cellules vivantes)
- sclérenchyme (parois lignifiées, cellules mortes)

Figuration des tissus secondaires



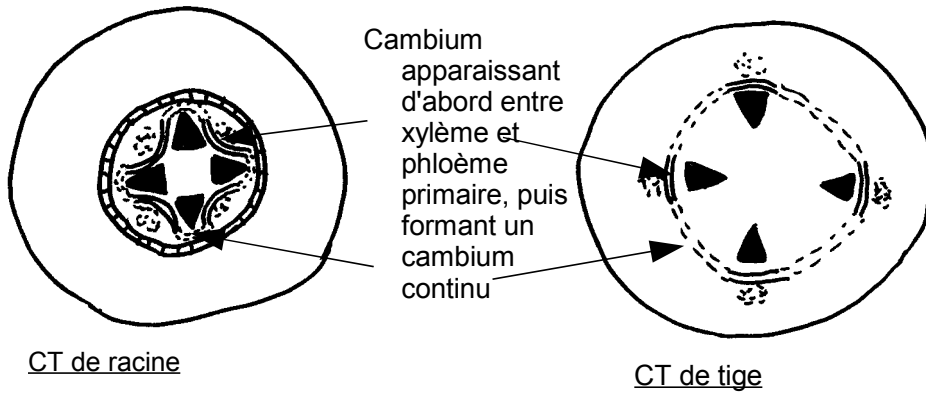
Coupe transversale de cambium, bois et liber



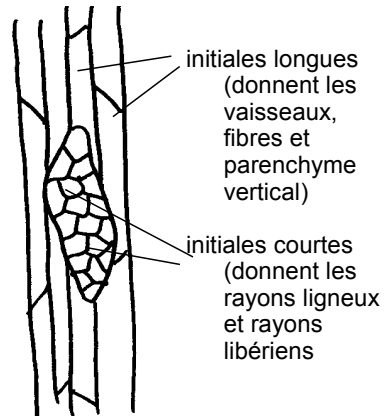
Périderme = tissus engendrés par le phellogène

La subérification des parois du liège entraîne leur imperméabilité, donc la mort des cellules situées à l'extérieur du suber. Ceci impose que le périderme est toujours vers l'extérieur de l'organe. D'année en année, de nouveaux phellogènes apparaissent de plus en plus vers l'intérieur de l'organe, par dédifférenciation de cellules de parenchyme cortical, puis de liber.

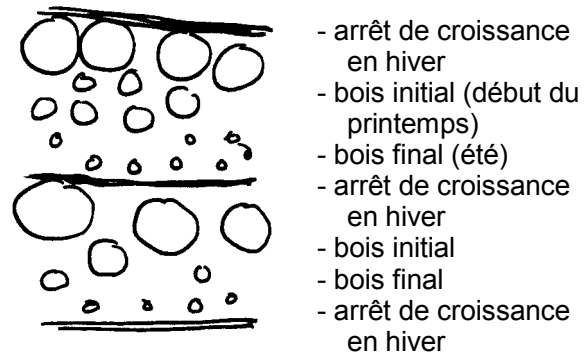
Le bois des Angiospermes (dicotylédones)



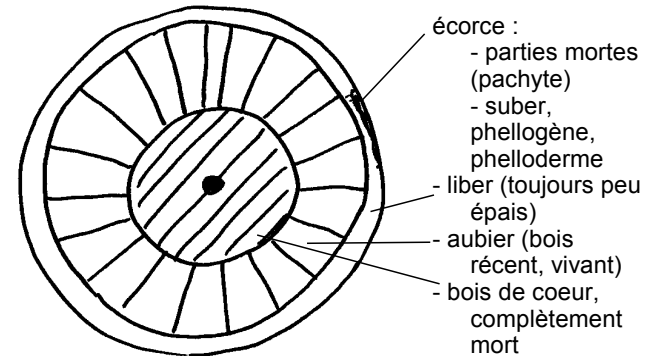
Le bois peut exister aussi bien dans les racines que dans les tiges, même si le bois des racines est moins compact que le bois des tiges.
Il n'existe que chez les Dicotylédones (mais il existe des dicotylédones sans structures secondaires)



Schémas de coupe longitudinale
tangentielle de cambium



Cernes dans le bois d'un arbre de pays tempéré :
après la pause hivernale, le cambium forme de
gros vaisseaux, puis des vaisseaux de plus en
plus petits pendant l'été.



Coupe transversale de vieux
tronc d'arbre

Utilisation des livrets au format pdf, soit par lecture à l'écran, soit par impression

Ces livrets au format pdf sont faciles à consulter à l'écran. Si certaines pages ont une orientation différente, plutôt que de vous tordre le cou en lisant, utilisez la fonction de rotation de l'affichage de votre logiciel (Affichage / Rotation pour Acrobat Reader 7, et Sumatra PDF).

Il n'y a pas de difficulté pour les imprimer à raison d'une page A4 par page du livret, mais cela fait des livrets encombrants, et consomme beaucoup de papier et d'encre.

Pour les imprimer en livrets de format A5 en recto-verso, le mieux est d'utiliser une imprimante où cette fonction est déjà prévue. Par exemple la Hewlett-Packard Laserjet 1018, dans la boîte de dialogue "Options d'impression", l'onglet "Finition"

Si le logiciel de votre imprimante n'a pas cette option, il doit quand même avoir la possibilité d'imprimer deux pages par feuille. Pour imprimer un livret, avec le bon ordre des pages, il faut un logiciel de lecture permettant de choisir l'ordre des pages à imprimer, par exemple SumatraPDF.