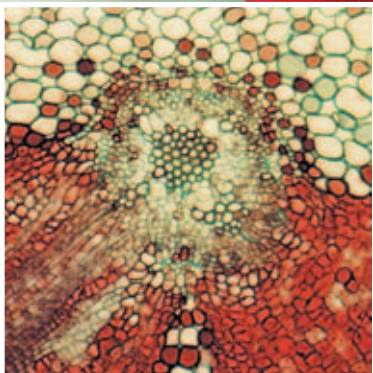


# Structure des plantes

Deuxième édition

**Bryan G. Bowes**  
**James D. Mauseth**



éditions  
**Quæ**



# Structure des plantes

*Deuxième édition*

**BRYAN G. BOWES**

Ancien du département de Botanique  
de l'université de Glasgow, Royaume-Uni

**JAMES D. MAUSETH**

Département de Biologie intégrative  
de l'université du Texas, États-Unis

Traduction française de Mickaël Legrand

éditions  
**Quæ**

L'édition originale de cet ouvrage a été publiée en anglais sous le titre :  
*Plant Structure – A colour guide (second edition)*

© Manson Publishing Ltd, 2008  
Londres, Angleterre  
[www.mansonpublishing.com](http://www.mansonpublishing.com)  
ISBN : 978-1-84076-092-7

© Éditions Quæ, 2012 – version française  
ISBN : 978-2-7592-1689-5

Éditions Quæ  
RD 10  
78026 Versailles Cedex, France  
[www.quae.com](http://www.quae.com)

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup>.

# Sommaire

|  |    |  |     |
|--|----|--|-----|
| PRÉFACE  | 5  | Ribosomes  | 34  |
| ABRÉVIATIONS   | 6  | Microtubules et microfilaments   | 35  |
| REMERCIEMENTS  | 6  | La paroi cellulaire  | 35  |
| DÉDICACES  | 7  |  |     |
| LES AUTEURS  | 8  | <b>CHAPITRE 3 HISTOLOGIE VÉGÉTALE</b>  | 65  |
|  |    | Distribution des cellules<br>et des tissus   | 65  |
| <b>CHAPITRE 1 INTRODUCTION</b>                                 | 9  | Parenchyme   | 65  |
| Les différentes plantes terrestres                             | 9  | Collenchyme  | 66  |
| Transpiration et translocation<br>chez les plantes vasculaires | 10 | Sclérenchyme   | 66  |
| Morphologie générale<br>des Angiospermes                       | 10 | Tissus sécréteurs  | 66  |
| Anatomie vasculaire des Angiospermes                           | 11 | Phloème  | 67  |
| Reproduction et caractères floraux<br>des Angiospermes         | 11 | Xylème   | 68  |
| Thématique de l'ouvrage  | 11 | Structure du bois  | 69  |
|  |    | Techniques d'anatomie végétale   | 71  |
|  |    | <b>CHAPITRE 4 MÉRISTÈMES APICAUX :<br/>GENÈSE DE LA TIGE<br/>ET DE LA RACINE PRIMAIRES</b> | 102 |
| <b>CHAPITRE 2 LA CELLULE VÉGÉTALE</b>                          | 30 | Introduction   | 102 |
| Introduction   | 30 | Point végétatif caulinaire   | 102 |
| Membranes cellulaires  | 30 | Premier développement de la feuille<br>et du bourgeon                                      | 103 |
| Noyau  | 31 | Point caulinaire reproducteur  | 104 |
| Plastes  | 31 | Différenciation tissulaire<br>dans la jeune tige   | 104 |
| Mitochondries  | 33 | Apex racinaire   | 104 |
| Substances ergastiques   | 33 | Différenciation tissulaire<br>dans la jeune racine   | 105 |
| Réticulum endoplasmique (RE)                                   | 33 |  |     |
| Appareil de Golgi  | 34 |  |     |
| Vacuole  | 34 |  |     |
| Microsomes   | 34 |  |     |

|  |     |  |     |
|--|-----|--|-----|
| <b>CHAPITRE 5 LA FEUILLE</b>                       | 122 | <b>CHAPITRE 8 LA REPRODUCTION</b>                        |     |
| Introduction                                       | 122 | VÉGÉTALE   | 212 |
| Morphologie et nervation                           | 122 | Reproduction asexuée (végétative)                        | 212 |
| Anatomie du limbe                                  | 123 | Reproduction sexuée des plantes vasculaires sans graines | 214 |
| Anatomie du pétiole                                | 125 | Reproduction sexuée chez les plantes à graines           | 214 |
| Modifications de la feuille                        | 125 |  |     |
| <br>   |     |  |     |
| <b>CHAPITRE 6 LA TIGE</b>                          | 153 | <b>BIBLIOGRAPHIE</b>                                     | 259 |
| Croissance primaire                                | 153 | <b>GLOSSAIRE</b>   | 260 |
| Anatomie de la tige primaire mature                | 153 | <b>INDEX</b>   | 275 |
| Modifications de la tige primaire                  | 154 |  |     |
| Croissance secondaire                              | 156 |  |     |
| Tige monocotylédone épaissie                       | 159 |  |     |
| Périderme  | 159 |  |     |
| <br>   |     |  |     |
| <b>CHAPITRE 7 LA RACINE</b>                        | 185 |  |     |
| Introduction                                       | 185 |  |     |
| Anatomie de la racine primaire mature              | 185 |  |     |
| Racines adventives et secondaires                  | 186 |  |     |
| Croissance secondaire des racines                  | 186 |  |     |
| Racines succulentes                                | 186 |  |     |
| Plantes parasites                                  | 187 |  |     |
| Plantes à fourmis (myrmécophiles)                  | 188 |  |     |
| Systèmes racinaires polymorphes dans les mangroves | 188 |  |     |
| Mycorhizes et nodosités racinaires                 | 189 |  |     |

# Préface

À quoi bon s'intéresser à l'histogénèse de la feuille, ou encore à celle des racines adventives ?...

Le public réclame des transplants cardiaques, un remède contre le sida, un moyen de guérir la sénilité. Il se moque éperdument de la structure des plantes, et d'ailleurs pourquoi devrait-il s'en soucier ? À la limite, il peut au moins tolérer ceux qui l'étudient... Des chercheurs pas trop coûteux, qui plus est. Deux prisonniers à Stateville reviennent plus cher à garder qu'un botaniste à son poste.

*More Die by Heartbrake*, Saul Bellow

Même si Kenneth Trachtenberg, le personnage de Saul Bellow, a l'art de reléguer l'étude de la structure des plantes à une science de seconde zone, il n'en reste pas moins évident que notre survie sur Terre dépend bel et bien de la présence végétale. Les découvertes agronomiques qui permettent d'améliorer les récoltes et de créer de nouvelles variétés de plantes soulignent à l'envi l'importance de la recherche en physiologie, en biochimie et en biologie moléculaire végétales, disciplines qui passent toutes obligatoirement par l'étude de la forme et de la structure internes des végétaux chlorophylliens.

Or, les programmes universitaires de biologie ne cessant de s'alourdir, le temps consacré à l'étude de la morphologie végétale s'en trouve immanquablement réduit. Les étudiants ne peuvent plus entreprendre une lecture approfondie des excellentes sommes publiées sur le sujet ; en outre, bon nombre d'entre eux trouvent que la structure de ces organismes se comprend mieux lorsqu'elle est illustrée par des planches et des photographies légendées.

Telle est donc l'idée qui a motivé la réalisation de ce guide : dispenser cette connaissance de la structure

des plantes, fondamentale en botanique, de façon claire et concise.

Après un chapitre introductif sur la morphologie des plantes vasculaires, le lecteur en trouvera sept autres traitant chacun d'un des aspects essentiels de leur structure, le tout complété d'un glossaire des termes de botanique utilisés. Chaque chapitre expose les éléments fondamentaux de son thème et renvoie abondamment tant aux illustrations qui l'accompagnent directement qu'à celles présentes dans le reste du livre. Photographies et dessins sont systématiquement légendés et, afin d'assurer une lisibilité optimale, leurs caractères essentiels sont numérotés – et non fléchés – et explicités dans un encadré. Nous espérons que cette présentation rendra la lecture de ce guide à la fois intéressante et agréable.

Cet ouvrage s'adressant à plusieurs publics, il offre autant de possibilités d'utilisation. L'étudiant pourra y avoir recours comme à un texte introductif concis ou à un manuel de révision pour préparer ses examens. L'enseignant et le chercheur devraient y trouver une source de références facilement accessibles. Enfin, l'artiste ou le simple étudiant amateur d'histoire naturelle pourront apprécier les beautés intrinsèques d'un grand nombre de plantes, vues dans leur ensemble ou sous le microscope, mises en valeur par les photographies et les dessins.

Notre intention générale a été de fournir un précis abondamment illustré des connaissances actuelles sur la structure des plantes vasculaires et tout particulièrement des plantes à fleurs.

Bryan G. Bowes,  
James D. Mauseth

# Abréviations

|      |   |              |   |
|------|---|--------------|---|
| µm   | Micromètre, un millième de millimètre                   | MP           | Microscopie photonique                      |
| C-C  | Cryo-cassure  | MP Phase     | Microscopie photonique à contraste de phase |
| CL   | Coupe longitudinale                                     | MP Polarisée | Microscopie photonique polarisée            |
| CLR  | Coupe longitudinale radiale                             | nm           | Nanomètre, un millième de micromètre        |
| CLT  | Coupe longitudinale tangentielle                        | RE           | Réticulum endoplasmique                     |
| CT   | Coupe transversale                                      | RER          | Réticulum endoplasmique rugueux             |
| G-Os | Fixation dans du glutaraldéhyde puis de l'acide osmique | REL          | Réticulum endoplasmique lisse               |
| KM   | Fixation dans du permanganate de potassium              |              |   |
| MEB  | Microscopie électronique à balayage                     |              |   |
| MET  | Microscopie électronique à transmission                 |              |   |

# Remerciements

Bryan G. Bowes remercie le *Teresa Lozano Long Institute of Latin American Studies*, de l'université du Texas et la *Cactus and Succulent Society of America* pour leur généreux soutien financier.

Bryan G. Bowes et James D. Mauseth souhaitent aussi rendre hommage à la talentueuse équipe de Manson Publishing qui a su marier si harmonieusement ces textes et ces images dont ils sont en grande partie les auteurs. Avec des remerciements tout particuliers à Paul Bennett et Ruth Maxwell pour leurs patientes et habiles contributions au projet.

Le traducteur, pour sa part, remercie vivement M. Jean-Pierre Boutin (ex-directeur de recherche à l'Inra) pour sa relecture pointue du manuscrit français, qu'il aura grandement participé à améliorer, et pour sa gentillesse.



# Dédicaces

Extrait de *Fruits de la solitude*, de William Penn, 1693

D'où qu'elles viennent, les âmes humbles, douces, miséricordieuses, justes, pieuses et sincères, appartiennent toutes, à une seule et même religion : lorsque la mort aura ôté les masques et les différentes livrées qui les affublent et les font passer entre elles pour des étrangères, alors elles se reconnaîtront.

Extrait d' « En dépit de ça » (« *For A' That And A'* ») de Robert Burns, 1795  
(poète écossais renommé – N.d.T.)

Alors prions pour qu'enfin arrive,  
Comme il arrivera, malgré tout ça,  
Le moment où bon sens et valeur, sur Terre,  
Emporteront tout et tout ça,  
Car malgré tout ça et tout ça,  
Le moment arrive, malgré tout ça,  
Où l'homme pour l'homme, sur toute la Terre,  
Sera un frère, en dépit de tout ça.

Extrait de *My First Summer in the Sierra* de John Muir (première publication en 1911  
des textes tirés d'un journal rédigé au début des années 1870).

(2 septembre : Tuolumne Camp) On ne peut s'empêcher de penser constamment à l'infinie générosité et fertilité de la Nature – une abondance intarissable au milieu de ce qui semble un énorme gaspillage. Et pourtant, il suffit d'étudier la moindre de ses manifestations qui vient à l'esprit, pour apprendre que pas une seule particule de sa matière n'est gaspillée ou usée. Elle passe éternellement d'un usage à un autre ...

Bryan G. Bowes

À mon collègue Tommy R. Navarre, pour vingt-quatre années de soutien et d'encouragements.

James D. Mauseth

# Les auteurs

**Bryan Bowes** fut pendant plus de trente ans maître de conférence au département de Botanique de l'université de Glasgow (Écosse), tout en étant aussi chercheur à la Haute école de Zurich (ETH, Suisse), à l'université de Harvard (États-Unis) et à celle d'Armidale (New South Wales, Australie).

Ses domaines de recherche ont eu surtout pour objet la structure et le développement des Angiospermes, notamment leur anatomie et leur microstructure, ainsi que leur régénération et leur morphogenèse *in vitro*. Il est l'auteur à part entière de la première édition de cet *Atlas en couleur de la structure des plantes* (1996, publiée en français en 1998 par l'Inra), ainsi que le coordinateur et le contributeur de *Colour Atlas of Plant Propagation and Conservation* (1999) et de *Colour Atlas of Trees* (2008), tous publiés par Manson Publishing.

Bien qu'à la retraite, il continue à nourrir un vif intérêt pour la morphologie végétale (notamment celle des arbres vétérans) et enregistre aujourd'hui ses observations botaniques sous forme de photographies numériques – plusieurs milliers à ce jour – prises à la faveur de longs voyages en Écosse et ailleurs.

**James Mauseth** est depuis 1975 professeur de botanique à l'université du Texas, à Austin (États-Unis), après des études supérieures réalisées à l'université de Washington, à Seattle.

Ses recherches se sont concentrées sur les modifications évolutives de la structure végétale qui ont permis aux Cactacées d'être aussi bien adaptées aux milieux désertiques. Ses investigations de terrain l'ont mené en Amérique du Sud, au Mexique, aux Caraïbes et dans le sud-ouest des États-Unis, comme dans les jardins botaniques de Kew, Zurich, Monaco, Pasadena (The Huntington) et de Phoenix (Desert Botanical Garden). Les plantes parasites ont fait également partie de ses sujets d'étude, et tout particulièrement celles qui présentent une grande modification des traits d'anatomie ordinaire et de la morphogenèse. Il a publié par ailleurs deux manuels (*Botany, An Introduction to Plant Biology*, 3<sup>e</sup> éd. [2003], Jones and Bartlett Publishers ; *Plant Anatomy* [1988], Addison/Wesley Publishers) et un livre de vulgarisation sur la biologie végétale (*A Cactus Odyssey : Travels in the Wilds of Bolivia, Peru and Argentina*, Mauseth J.D., Kiesling R. et Ostolaza C. [2002], Timber Press, Portland, Oregon).



## CHAPITRE 1

# Introduction

### LES DIFFÉRENTES PLANTES TERRESTRES

Les plantes à fleurs, ou Angiospermes (1, 2), qui couvrent de vastes zones des terres émergées, représentent le plus haut degré d'évolution atteint par les plantes vasculaires. Elles occupent des habitats très variés et, à ce jour, on en a dénombré près d'un quart de million d'espèces. Un chiffre qui serait considérablement augmenté si l'on y intégrait toutes les espèces encore inédites, tout particulièrement en régions tropicales. Elles adoptent une grande diversité de formes et leur taille varie des quelques millimètres de diamètre de la *Lemna* aquatique (3) aux plus de 90 mètres de hauteur de l'eucalyptus (4). Certaines accomplissent leur cycle de vie sur moins de deux mois ; d'autres, comme certains spécimens de *Quercus* (chêne), ont une longévité qui peut approcher le millier d'années (5).

Elles constituent non seulement la plus grosse part des végétaux destinés à la consommation humaine (6, 7) ou animale mais fournissent également différents bois durs, dont beaucoup revêtent une importance économique majeure, tels qu'*Acacia*, *Carya*, *Eucalyptus*, *Fagus*, *Juglans* et *Quercus* (4, 8, 9), ainsi que des fibres (*Corchorus*, *Linum*, 10) et des substances stimulantes ou médicinales (*Coffea*, *Papaver*, 7). Enfin, leur floraison est l'attrait préféré des jardins d'ornement (1, 2).

Mais en dépit de leur domination actuelle dans bien des habitats, d'autres groupes de plantes vasculaires

plus anciens ont perduré et se maintiennent encore dans la flore. On compte parmi eux l'autre sous-embanchement des plantes à graines que sont les Gymnospermes et dont la caractéristique est de posséder des graines nues et non enfermées dans un fruit (13), telles qu'elles le sont chez les Angiospermes. Elles englobent, outre les 289 espèces tropicales / subtropicales des Cycadées (11) et quelques autres, les quelques 700 espèces de conifères connues (12). Ces derniers dominent les grands espaces de forêt boréale que l'on rencontre en Amérique du Nord, en Europe et en Asie, et ils sont nombreux à fournir un bois d'œuvre tendre très recherché, que ce soit pour la construction ou la pâte à papier. Un groupe auquel s'ajoute celui des Fougères à spores et de leurs cousines (14 à 16), qui recense environ 12 000 espèces.

En dehors de cet ensemble de 260 000 espèces, la flore terrestre se compose également des Bryophytes à spores, non vasculaires (17, 18). Ces plantes de petite taille regroupent environ 15 000 espèces de Mousses (18) et une quantité bien moindre d'Hépatiques (17) et de Cératophyllacées. Leur épiderme étant dépourvu de cuticule, elles se cantonnent en général aux zones humides. Si les Cératophyllacées et Hépatiques se présentent habituellement comme des structures thalloïdes simples, dépourvues de feuilles, les Mousses (ainsi que quelques Hépatiques) sont des organismes plus complexes, aux tiges vertes feuillées.

Les tiges de bien des Mousses et de quelques Hépatiques montrent un filament central de tissu qui

sert apparemment au transport de l'eau et des nutriments minéraux solubles. Néanmoins, hormis chez quelques taxons, tels que *Polytrichum* (19), il ne présente pas la complexité structurale du xylème et du phloème (20) des plantes vasculaires, ces réseaux qui assurent la circulation rapide et sur de grandes distances de l'eau et des substances minérales solubles (21).

Il faudrait enfin mentionner les Lichens, qui ne sont pas des plantes à proprement parler mais des associations symbiotiques de Champignons et d'Algues, ce qui ne les empêche pas de souvent présenter la forme d'une plante complexe (22).

## TRANSPIRATION ET TRANSLOCATION CHEZ LES PLANTES VASCULAIRES

Le système racinaire absorbe dans le sol de l'eau contenant des sels minéraux dissous. Cette solution passe à travers le cortex et l'endoderme de la jeune racine pour arriver jusqu'au xylème central (23). Les éléments morts de ce tissu présentent des parois épaisses (20) et une cavité remplie par des colonnes d'eau qui montent dans la partie aérienne de la plante (21).

L'évaporation de l'eau à la surface de la partie aérienne engendre ce flux transpiratoire qui s'effectue principalement à travers les stomates de l'épiderme foliaire. Ces pores minuscules (24) restent habituellement ouverts pendant la journée, ce qui rend possible la pénétration du dioxyde de carbone dans la feuille. Cet échange gazeux est essentiel à la photosynthèse des feuillages verts. Les sucres élaborés par ce processus sont transportés (21), sous forme de solution, à travers les tubes criblés vivants du phloème (20) en direction de la tige et des racines où ils sont soit emmagasinés (23, 25), soit transformés.

## MORPHOLOGIE GÉNÉRALE DES ANGIOSPERMES

La jeune pousse de la plante à fleurs (26) porte habituellement un certain nombre de feuilles qui, d'ordinaire, présentent toutes un bourgeon axillaire. La feuille s'insère dans la tige au niveau du nœud, les espaces entre chaque nœud étant qualifiés d'entrenœuds. La feuille est généralement plate et portée par un pétiole (27). Sur une feuille horizontale, on nomme face adaxiale la face supérieure (celle qui était la plus proche de l'apex caulinaire dans le bourgeon, 28), et face abaxiale la face inférieure.

Une feuille simple peut être lobée ou dentée, tandis qu'une feuille composée est constituée de plusieurs folioles (29), dénués de bourgeons axillaires. Le limbe foliaire présente un réseau de nervures (30) qui

est relié au système vasculaire de la tige. Il arrive que les bourgeons axillaires (latéraux) restent dormants, mais ils évoluent d'habitude en pousses secondaires ou en fleurs. À la base de la tige principale, les cotylédons (premières feuilles formées dans l'embryon, 31) marquent la limite supérieure de l'hypocotyle, zone de transition entre la racine et la tige.

Jusqu'à récemment, on pensait pouvoir diviser les Angiospermes en seulement deux groupes : les Dicotylédones et les Monocotylédones. Depuis, des approches cladistiques basées sur l'analyse de l'ADN et d'autres caractéristiques ont suggéré que cette diversification fondamentale des Angiospermes ne serait intervenue qu'à la suite de l'apparition d'environ 8 petits ordres de base (représentant moins de 3 % de la totalité des espèces d'Angiospermes). Quatre de ces ordres de base sont à présent regroupés dans le clade des « Magnoliidées », un autre a un lien avec les nénuphars (ordre des Nymphéales). Le reste des Angiospermes se partage entre les Monocotylédones (recensant environ 22 % de toutes les Angiospermes), l'ordre distinct des Cératophyllales et les « Eudicotylédones » (75 % environ de toutes les Angiospermes). Si l'on se base sur leurs caractéristiques structurelles les plus générales, tous ces ordres continuent de former deux groupes fondamentaux : ceux dont la structure s'apparente à celle des Monocotylédones (et qui, évidemment, englobe ces dernières) et ceux dont la structure s'apparente à celle des Dicotylédones (soit presque tout ce qui n'est pas Monocotylédone). Étant donné qu'il n'existe pas de terme pour désigner « toutes les Angiospermes à l'exception des Monocotylédones » en dehors du vieux terme « Dicotylédones », nous continuerons à employer ce dernier sauf dans les cas d'Angiospermes basales qui différencieraient à la fois des Monocotylédones et des Eudicotylédones.

Monocotylédones et Dicotylédones présentent des caractères morphologiques, anatomiques et floraux spécifiques (32). Les Dicotylédones (Crucifères, bégonias, saules, chênes...) regroupent la plupart des espèces de plantes à fleurs et la grande majorité d'entre elles présentent un certain épaississement secondaire (ligneux) (4, 5, 8). Les Monocotylédones (Graminées, bananiers, lis...) ne forment pas d'épaississement secondaire similaire, bien que les arbres de certains genres puissent atteindre de grandes dimensions (33, 39).

Les feuilles des premières sont en général pétiolées (27) et insérées dans la tige par une attache étroite. Chez les secondes, la feuille est souvent sessile (dépourvue de pétiole, 34) et sa gaine basale recouvre fréquemment une grande partie de la tige (35, 36). Les feuilles des Dicotylédones adoptent des formes et une disposition des nervures principales

variées mais elles présentent en général un réseau réticulé de nervures secondaires interconnectées (30). En revanche, la feuille des Monocotylédones est habituellement allongée (33, 34) et présente des nervures principales longitudinales. Leurs connexions latérales plutôt peu nombreuses sont habituellement non ramifiées (37).

Chez les Dicotylédones, la racine (racine de la plantule) est normalement persistante, le diamètre de la région la plus âgée s'accroissant souvent par épaississement secondaire (38). Chez les Monocotylédones, au contraire, la racine est en général non persistante et un système racinaire adventif se développe à partir de la base de la tige qui grandit. Parmi les Monocotylédones les plus grandes, un certain nombre présente des racines-échasses adventives qui viennent étayer leurs lourdes tiges verticales (39).

## ANATOMIE VASCULAIRE DES ANGIOSPERMES

Les systèmes conducteurs primaires des Monocotylédones et des Dicotylédones sont en règle générale radicalement différents (32). La coupe transversale d'une tige de Monocotylédone (40) laisse apparaître de nombreux faisceaux conducteurs éparpillés, alors qu'ils sont en moins grand nombre chez les Dicotylédones et habituellement disposés en cercle autour d'une moelle épaisse (41). Les racines des Monocotylédones présentent souvent une moelle centrale encerclée d'un grand nombre de faisceaux de xylème, alternant avec des faisceaux de phloème (42). Chez les Dicotylédones, en revanche, le xylème de la stèle centrale revêt habituellement la forme d'une étoile dont les branches sont entourées de faisceaux de phloème (23).

Chez la majeure partie des Dicotylédones et des Gymnospermes, un cambium fasciculaire sépare le xylème et le phloème primaires dans la tige et la racine (38, 41, 43). Si un épaississement secondaire apparaît, les faisceaux de cambium normalement séparés se raccordent et l'anneau continu de cambium libéro-ligneux produit un xylème secondaire vers l'intérieur et un phloème secondaire vers l'extérieur (10, 43). La grande majorité des Monocotylédones sont des Herbacées, mais un certain nombre de Palmiers forment de grands arbres soutenus par leur grand nombre de fibres, tandis que d'autres (*Dracaena*, *Yucca* et *Cordylone*) produisent de nouveaux faisceaux conducteurs (secondaires) à partir d'un méristème secondaire assurant la croissance en épaisseur et peuvent ainsi former des arbres de grande taille (33, cf. également Chapitre 6, Croissance secondaire anormale).

## REPRODUCTION ET CARACTÈRES FLORAUX DES ANGIOSPERMES

Comme il a été dit, et contrairement aux Gymnospermes dont les graines sont nues (11, 45A), les Angiospermes ont pour caractéristique fondamentale d'avoir leurs graines enfermées dans une enveloppe (45B). Parmi elles, les Monocotylédones présentent des pièces florales (sépalés, pétales, étamines et carpelles) qui se développent généralement par groupes de trois (1, 32), tandis que chez les Dicotylédones elles apparaissent fréquemment par groupes de quatre ou de cinq (2, 32), voire dans de nombreux cas en nombre élevé et indéfini (44). Lorsqu'il arrive à maturité, le carpelle (partie femelle de la fleur, 44, 45) se compose de plusieurs pièces : le stigmate terminal qui reçoit le pollen (1, 2, 44), un style intermédiaire (1, 2) et l'ovaire basal (45B). Chez la plupart des taxons, les carpelles sont soudés (syncarpie, 13) au lieu d'être libres entre eux (apocarpie, 44). À l'intérieur de l'ovaire, on trouve de un à plusieurs ovules qui contiennent tous une oosphère au pôle micropylaire (45B). Le grain de pollen germe sur le stigmate et le tube pollinique traverse le style pour pénétrer l'ovule (45B), où il libère deux noyaux gamétiques mâles haploïdes.

L'un de ces noyaux féconde l'œuf, qui forme ainsi le zygote diploïde, tandis que l'autre fusionne avec les deux noyaux polaires (45C) pour donner naissance à l'albumen nutritif de l'embryon. L'embryon issu du zygote augmente de volume au fur et à mesure de son développement et les tissus environnants de l'ovule font de même pour former la graine mature. Parallèlement, la taille de l'ovaire s'accroît pour produire le fruit mûr (13). Comme leur nom l'indique, les Dicotylédones possèdent un embryon doté de deux cotylédons (31, 32, 46), contre un seul chez les Monocotylédones (32).

## THÉMATIQUE DE L'OUVRAGE

Sont traités ici le développement et la forme adulte des plantes vasculaires, et tout particulièrement leur anatomie, leur histologie et leur ultrastructure. Comme nous l'avons déjà dit, les Angiospermes représentent le degré le plus évolué du règne végétal et constituent, dans toutes sortes d'habitats, la majorité des plantes rencontrées. La plupart des plantes terrestres en font partie ainsi que pratiquement toutes celles exploitées par l'homme, à l'exception des Conifères, source de bois tendre. Étant donné notre dépendance à leur égard, les exemples sélectionnés dans les chapitres suivants sont logiquement centrés sur les différentes formes anatomiques des plantes à fleurs.

Le but de guide est de fournir un texte concis, illustré d'une série d'images clairement décrites. Lorsqu'une caractéristique est mise en évidence dans un genre donné, il convient généralement de la considérer comme représentative d'un ensemble de plantes plutôt qu'exclusive de la plante citée. Dans cet ouvrage, les plantes sont désignées par leurs noms scientifiques (c'est-à-dire nom de genre et éventuellement d'espèce), sauf dans le cas des végétaux les plus familiers, dont le nom commun peut être précisé. Cette présentation est destinée avant tout à faciliter l'approche et la compréhension des éléments de base de l'anatomie végétale et n'a pas l'ambition d'une couverture encyclopédique. Cet ouvrage est

destiné tant aux étudiants en biologie qu'à ceux qui font des recherches en physiologie ou biochimie végétales, en horticulture ou dans des domaines connexes, sans posséder de connaissances botaniques préalables. Il pourra également intéresser les lycéens et un public plus large grâce à ses nombreuses illustrations clairement légendées.

On trouvera dans sa courte bibliographie les références de plusieurs ouvrages susceptibles de compléter les connaissances de base dispensées dans ce livre. Enfin, le glossaire fournira des renseignements précieux au lecteur qui consulterait les illustrations sans se référer directement au texte du chapitre correspondant.

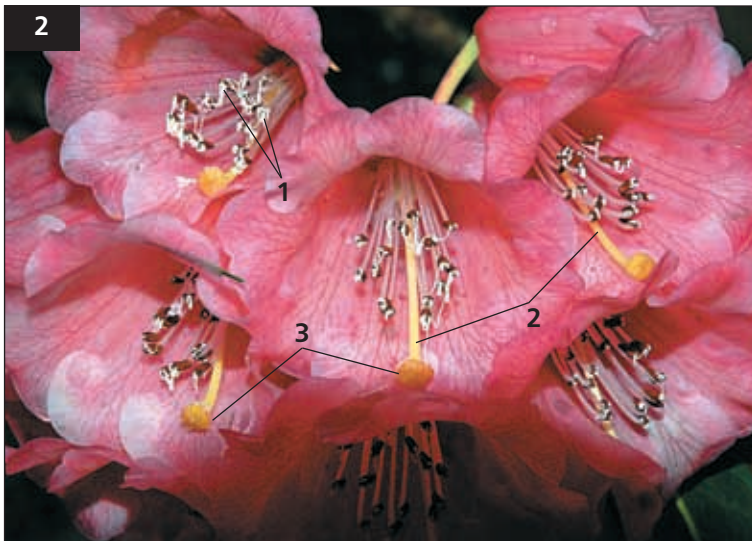


### 1 Fleurs hermaphrodites de *Lilium*

'Destiny' (lis). Ses pièces florales sont groupées par trois : six pièces périanthaires tachetées d'orange, six étamines coiffées d'anthères orange (1) et un stigmate trilobé de même couleur (2). Cet agencement par trois des pièces florales est caractéristique des Monocotylédones, tout comme les feuilles étroites et allongées (cf. 32).

1 Anthère

2 Stigmate



### 2 Fleurs de *Rhododendron*

*falconeri* (Dicotylédone). Chacune présente une corolle proéminente composée de cinq pétales fusionnés, de dix étamines avec des « filaments » de pollen (1), expulsés des pores terminaux de ses anthères, et d'un style central (2, formé par la fusion de cinq carpelles) surmonté d'un stigmate réceptif renflé (3).

1 Filaments  
de pollen

3 Stigmate

2 Style

**3** Spécimens adultes de la plus petite Angiosperme connue, *Lemna minor*.

Ils sont ici amassés par centaines, chacun ne mesurant que quelques millimètres de diamètre. Leurs fleurs sont microscopiques. Leurs fleurs sont microscopiques.



**4** Gigantesque tronc d'*Eucalyptus diversicolor* (karri, Dicotylédone), un arbre originaire du sud-ouest de l'Australie où l'on a mesuré des spécimens de 87 mètres de haut pour un diamètre de 4 mètres. Il a été énormément exploité car son bois très dur est prisé dans le bâtiment.



**5** Un spécimen très âgé (et aujourd'hui abandonné) de *Quercus petraea* (chêne sessile) qui fut à l'origine conduit en têtard (au XIII<sup>e</sup> s., à Cadzow, Écosse) à 2 mètres environ du sol (pour empêcher les troupeaux de consommer son feuillage). Ses grandes branches furent utilisées pour la construction navale et le bâtiment.

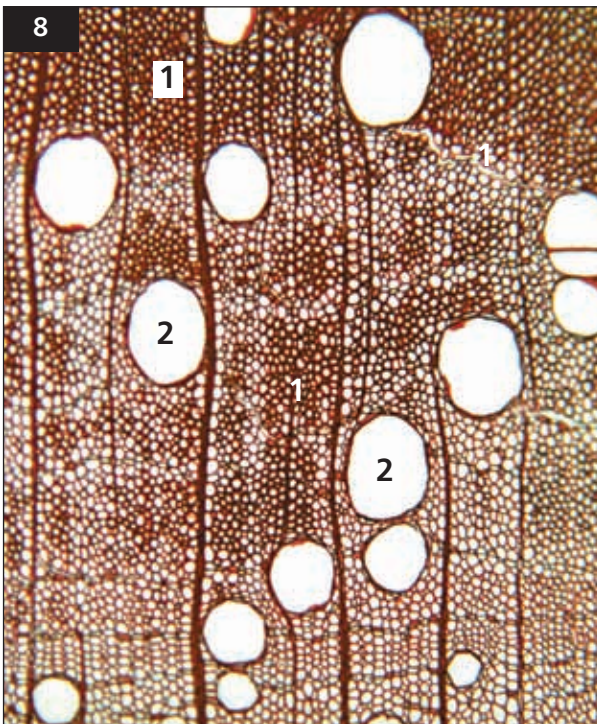


**6** La plupart des plantes que nous consommons sont des Angiospermes, des plantes à fleurs, telles que le blé (*Triticum*). La structure illustrée est un ensemble de plusieurs fruits, entourés par les restes secs des pièces florales. Chaque fruit contient une graine unique, née d'une fleur elle-même unique et discrète.



### 7 Fruits mûrissant de *Coffea arabica*.

Chaque baie renferme deux graines de café (« les grains ») qui seront torréfiées et moulues pour donner la délicieuse infusion que nous connaissons. Le café dit instantané (qui n'a plus grand-chose à voir avec le café) est préparé industriellement par la lyophilisation ou atomisation d'un mélange de différents cafés.



### 8 CT du bois de *Juglans cinerea* (noyer cendré).

Les arbres angiospermes fournissent des bois durs, dont beaucoup présentent des textures et des couleurs d'une beauté qui les font rechercher pour l'ébénisterie d'art. Leurs fibres, généralement très nombreuses (1), ainsi que leurs vaisseaux (2) qui assurent le transport de l'eau, leur confèrent résistance et durabilité. (MP.) (× 63)

#### 1 Fibres du bois

#### 2 Vaisseaux conducteurs de l'eau

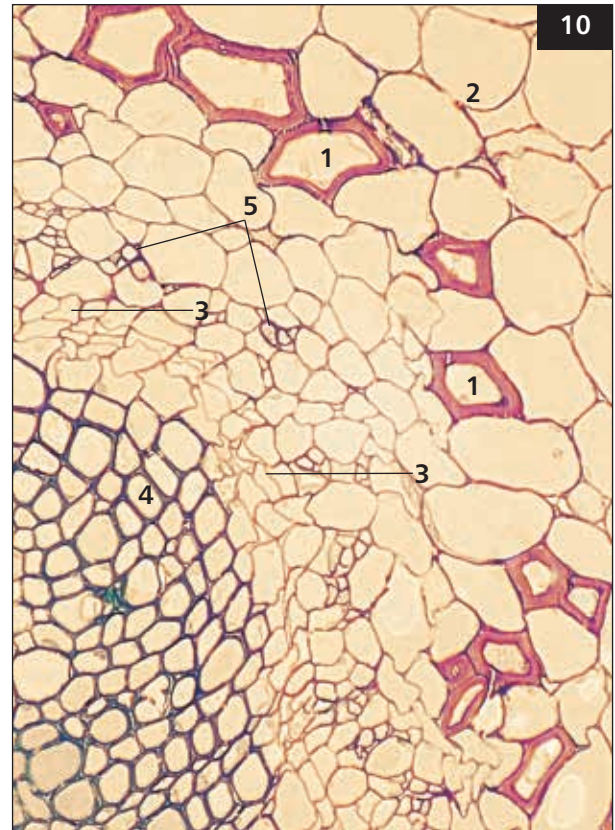


9 Charpente d'origine, datant du XIV<sup>e</sup> s., faite à partir de *Quercus robur* (chêne pédonculé) et supportant le toit du hall principal, dans le Stokesey Castle, Angleterre.



**10** CT de la tige de *Linum usitatissimum* (lin, Dicotylédone) présentant de nombreuses fibres de grande taille et aux parois épaisses (1), qui arrivent à maturité à côté du parenchyme cortical aux parois fines (2). À l'intérieur du cylindre conducteur, une mince couche cambiale (3) est en train de former un xylème secondaire (4). Les groupes d'éléments de faible diamètre (5) correspondent aux éléments de transport du phloème. (G-Os.)

- |                            |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| 1 Fibres à parois épaisses | 4 Xylème secondaire                |
| 2 Parenchyme cortical      | 5 Éléments de transport du phloème |
| 3 Couche cambiale          |                                    |



**11** Spécimen de Cycadée (Gymnosperme), *Cycas circinalis*, portant de nombreuses graines nues, c'est-à-dire non contenues dans un fruit, à la différence des Angiospermes (cf. 46).



**12** *Pinus ponderosa* (pin jaune) portant des cônes femelles et des feuilles en forme d'aiguilles, groupées par trois.



**13 Fruit de *Lycopersicon esculentum* (tomate).** La CT met en évidence les nombreuses graines (1) attachées aux placentas axiaux (2) et noyées dans un tissu juteux issu du placenta. La présence de quatre locules indique que le fruit s'est formé à partir d'un ovaire constitué de quatre carpelles soudés. La face externe permet de voir les restes du pédoncule floral à la base duquel s'étalent les sépales verts (3). Ce fruit charnu de Dicotylédone s'est développé à partir d'un unique ovaire supère situé au-dessus du périanthe.

1 Graines

3 Sépales

2 Placentas axiaux



**14 Portion desséchée d'une fronde (feuille) fertile provenant de la Fougère arborescente subtropicale *Dicksonia antarctica*.** En s'ouvrant, les innombrables sporanges situés sur la face foliaire abaxiale ont libéré sur le support des milliards de spores jaunes haploïdes de taille uniforme.



**15 Si ces plantes d'*Equisetum arvense* (prêle) possèdent des tissus conducteurs, elles se reproduisent sans graines ; en cela, ce sont des Cryptogames vasculaires, comparables aux Fougères.**

Il n'y a ici qu'une seule et même plante, se propageant par ses rhizomes souterrains et dont on voit les nouvelles pousses émerger ici sur la droite.

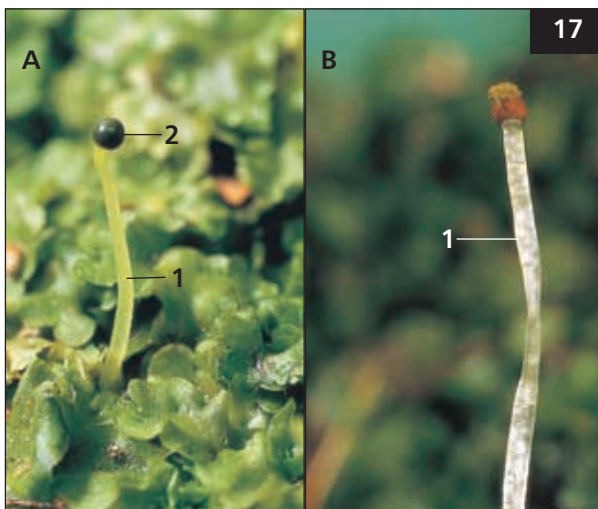
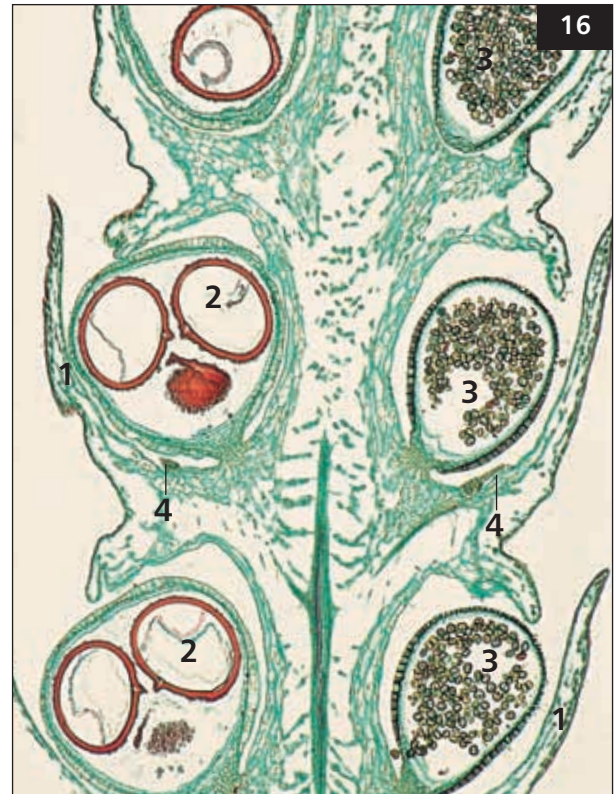
**16 CL du cône hétérospore de *Huperzia selago* (une cousine des Fougères).** Les sporanges sont portés à l'angle des sporophylles (1) et de l'axe du cône. À l'intérieur des sporanges, les cellules mères des spores subissent la méiose : les mégasporanges contiennent quelques grandes mégaspores haploïdes à parois épaisses (2), tandis que les microsporanges contiennent de nombreuses petites microspores à parois minces (3). Remarquez les petites ligules (4) sur la face adaxiale des sporophylles. Ce caractère démontre la parenté de la *Selaginella* actuelle avec le *Lepidodendron* fossile, arbre dominant dans les analyses de charbon du Carbonifère. (MP.)

1 Sporophylles

3 Microspores

2 Mégaspores

4 Ligule



**17 A : gamétophytes agglutinés de l'Hépatique *Pellia epiphylla*.** Chaque thalle vert, aplati et lobé porte des organes sexuels mâles et femelles et, après fécondation, l'embryon évolue en un sporophyte diploïde, parasite du gamétophyte. On aperçoit ici un unique sporophyte mature constitué d'un pédicelle (1) et d'une capsule terminale (2). B montre une capsule déhiscente portant encore quelques spores jaunes.

1 Pédicelle

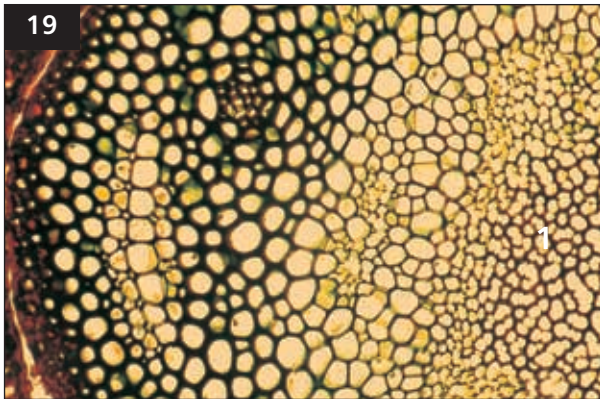
2 Capsule



**18 Les végétaux verts poussant au niveau du sol sont les gamétophytes, étroitement rassemblés, de la Mousse *Polytrichum*.** Peuplant les sous-bois lumineux, ils adoptent une forme de petites tiges feuillées, dressées et haploïdes, de quelques centimètres de haut, portant à la fois organes sexuels mâles et femelles. Une fois qu'un œuf est fécondé, il se transforme en un sporophyte diploïde doté d'une tige (1) et d'un sporange (2 ; la plupart sont recouverts ici d'une calyptré protectrice). Bien que d'une complexité et d'une durée de vie supérieures à celles des Hépatiques, les sporophytes des Mousses se développent également en parasitant les gamétophytes feuillés.

1 Tige du sporophyte

2 Sporange du sporophyte avec calyptré



19 CT de la tige de la Mousse *Polytrichum* montrant sa grande complexité histologique, avec son faisceau central (1) de cellules conductrices d'eau à parois épaisses. (MP.)

#### 1 Faisceau conducteur d'eau



20 CT de *Zea mays* (maïs, Monocotylédone) montrant un faisceau conducteur périphérique entouré de nombreuses petites fibres sclérenchymateuses à parois épaisses (1). Le phloème est situé sur la face externe du xylème et ses cellules compagnes (2), plus sombres sur l'illustration, contrastent avec les tubes criblés (3) de plus grande dimension. Le xylème endarche est formé de plusieurs vaisseaux de grand diamètre aux parois secondaires épaissies (4). Durant l'élongation internodale, l'élément central a été trop étiré et sa paroi primaire s'est déchirée en ne laissant qu'une cavité (5). (MP.)

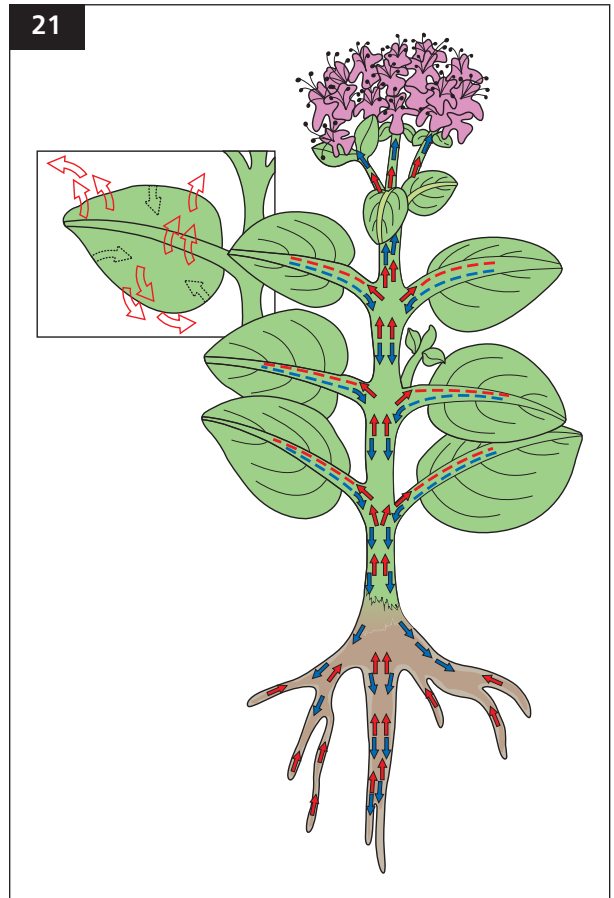
1 Fibres sclérenchymateuses

2 Cellules compagnes du phloème

3 Tubes criblés

4 Vaisseaux du xylème

5 Cavité dans le xylème



21 Schéma d'une plante à fleurs herbacée illustrant les fonctions suivantes : 1. La montée de l'eau dans le xylème (flèches bleues), des racines à la tige, puis aux feuilles qui assurent la transpiration. 2. Le transport des sucres dans le phloème (flèches rouges) des feuilles photosynthétiques aux organes en croissance active ou aux zones de réserve dans la tige et les racines. 3. L'évapotranspiration (flèches vides) dans l'atmosphère et la diffusion du dioxyde de carbone (flèches vides en pointillé) dans la feuille au travers des stomates ouverts.