

mini Manuel

de

biologie végétale

Cours + QCM

Vincent Chassany

Professeur agrégé
à l'université Paris-Diderot.

Marie Potage

Professeure agrégée
à l'université de Cergy-Pontoise.

Maud Ricou

Professeure agrégée
à l'université de Cergy-Pontoise.

DUNOD

Les figures de cet ouvrage ont été conçues et dessinées par :
Vincent Chassany : chapitres 1 à 4 et arbres phylogénétiques ;
Marie Potage : chapitres 2, 8 et 9 ;
Maud Ricou : chapitres 5 à 7.

Réalisation graphique
des illustrations intérieures : Sébastien Arico

<p>Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.</p> <p>Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements</p>		<p>d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.</p> <p>Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).</p>
--	--	--

© Dunod, Paris, 2012
ISBN 978-2-10-053436-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^e et 3^e a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Comment utiliser ce Mini-Manuel ?

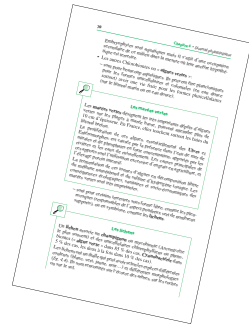
La page d'entrée de chapitre



Elle donne le plan du cours, ainsi qu'un rappel des objectifs pédagogiques du chapitre.

Le cours

Le cours, concis et structuré, expose les notions importantes du programme.



Les rubriques



Une erreur à éviter



Un peu de méthode

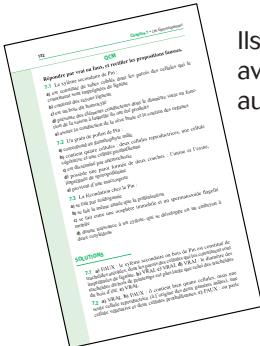


Un exemple pour comprendre



Les points clés à retenir

Les exercices, QCM



Ils sont proposés en fin de chapitre, avec leur solution, pour se tester tout au long de l'année.

Table des matières

Introduction	1
1 Comment définir les végétaux ?	3
1.1 Définition historique des végétaux	3
L'immobilité présumée des végétaux	3
L'insensibilité présumée des végétaux	4
1.2 Définition cellulaire des végétaux	5
Les cellules végétales sont eucaryotes	5
Les cellules végétales sont entourées d'une paroi	6
Les cellules végétales possèdent des plastes	10
Les cellules végétales possèdent des vacuoles	14
1.3 Définition écologique des végétaux	16
Les végétaux sont des producteurs primaires	16
Les limites de la définition écologique des végétaux	16
1.4 Les végétaux au regard de la phylogénie	18
Principes de la phylogénie	18
Place des végétaux dans le monde vivant	23
Les origines évolutives de l'autotrophie	23
Points clés	28
QCM	28
Solutions	29
2 Diversité de l'appareil végétatif	30
2.1 Les thalles	32
La diversité morphologique des thalles	32

Les fonctions des thalles	35
Les limites du concept de thalle	35
2.2 Les cormus	39
Les organes de la tige feuillée	39
Des rhizoïdes ou des racines	41
Diversité des cormus et longévité de la plante	44
Points clés	46
QCM	47
Solutions	48
3 Diversité de la reproduction	49
3.1 Structures et mécanismes de la reproduction	49
Structures impliquées	49
Mécanismes impliqués	51
3.2 Diversité de la reproduction asexuée	52
Sans différenciation de structures spécialisées	52
Par production de structures spécialisées : les propagules	53
3.3 Diversité de la reproduction sexuée	54
Diversité des modalités de fécondation	54
Différenciation sexuelle des organismes	56
Diversité des cycles de reproduction	56
Points clés	64
QCM	64
Solutions	65
4 Diversité phylogénétique	66
4.1 La Lignée verte	66
Présentation générale	66
Les algues rouges ou Rhodophytes	68

Les Chlorobiontes	69
Les Embryophytes	72
4.2 Les Chromalvéolés	73
Présentation générale	74
Présentation de quelques groupes	74
4.3 D'autres lignées autotrophes	76
Points clés	76
QCM	77
Solutions	78
5 Les Bryophytes	79
5.1 L'appareil végétatif des Bryophytes	79
Morphologie	79
Anatomie et histologie	80
Adaptations des Bryophytes au milieu aérien	82
5.2 La reproduction sexuée des Bryophytes	83
La tige feuillée femelle est un gamétophyte	83
La tige feuillée mâle est un gamétophyte	84
La fécondation est une zoïdogamie	85
Le sporogone est le sporophyte	86
Les spores donnent de nouvelles tiges feuillées	88
Le cycle de développement	88
5.3 Place des Bryophytes au sein des Embryophytes	90
Points clés	91
QCM	91
Solutions	92
6 Les filicophytes	93
6.1 L'appareil végétatif des filicophytes	93
Morphologie	93

Anatomie	94
Histologie des tissus conducteurs	97
Adaptations des Trachéophytes au milieu aérien	99
6.2 La reproduction sexuée des filicophytes	101
La tige feuillée est le sporophyte	101
Le prothalle est le gamétophyte	103
La fécondation est une zoïdogamie	105
Le zygote donne une nouvelle tige feuillée	105
Le cycle de développement	106
6.3 Place des Filicophytes au sein des Embryophytes	106
Les filicophytes sont des Trachéophytes	106
Les filicophytes, un groupe monophylétique ?	108
Points clés	110
QCM	110
Solutions	111
7 Les Gymnospermes	112
7.1 L'appareil végétatif des Gymnospermes	112
Morphologie	112
Anatomie	113
Histologie des tissus conducteurs	117
Adaptations au milieu aérien	120
7.2 La reproduction sexuée des Gymnospermes	120
Les cônes mâles libèrent du pollen	120
Les cônes femelles portent des ovules contenant un endosperme	122
La pollinisation se fait par le vent	125
La fécondation est une siphonogamie	125
La graine redonne une plante feuillée	126
Le cycle de développement	127

7.3	Place des Gymnospermes au sein des Embryophytes	129
	Les Gymnospermes sont des Trachéophytes	129
	Les Gymnospermes sont des Spermatophytes	129
	Les synapomorphies des Gymnospermes	130
	Quelques groupes de Gymnospermes	130
	Points clés	131
	QCM	132
	Solutions	132
8	Les Angiospermes : appareil végétatif	134
8.1	Morphologie de l'appareil végétatif	134
	Diversité de l'appareil caulinaire	134
	Diversité de l'appareil foliaire	137
	Diversité de l'appareil racinaire	140
8.2	Structure primaire de l'appareil végétatif	143
	Structure primaire des organes végétatifs	143
	Histologie des tissus conducteurs primaires	150
	Mise en place de la structure primaire	153
8.3	Structure secondaire de l'appareil végétatif	159
	Anatomie et histologie des organes ligneux	160
	Mise en place de la structure secondaire	162
8.4	Phylogénie et appareil végétatif	165
	Les Angiospermes sont des Trachéophytes	165
	Les Angiospermes sont des Spermatophytes	166
	Les synapomorphies des Angiospermes liées à leur appareil végétatif	166
	Quelques groupes d'Angiospermes	167
	Points clés	167
	QCM	168
	Solutions	169

9	Les Angiospermes : reproduction	170
9.1	Organisation des fleurs	170
	La structure d'une fleur	170
	La diversité structurale des fleurs	173
	Les inflorescences	177
	La floraison	178
9.2	Fonctions des fleurs	181
	Le pollen	181
	Le sac embryonnaire	184
	La pollinisation	184
	La fécondation	191
9.3	Graines et fruits	194
	La formation de la graine	195
	La formation du fruit	198
	La dissémination des graines et des fruits	200
	La germination de la graine	203
9.4	Cycle de développement	203
	Caractéristiques du cycle de développement	203
	Les formes de dissémination	206
	Les relations entre les générations	206
	La reproduction asexuée chez les Angiospermes	207
9.5	Phylogénie et reproduction	209
	Les Angiospermes sont des Spermatophytes	209
	Les synapomorphies des Angiospermes liées à leur reproduction	209
	Quelques groupes d'Angiospermes	210
	Points clés	211
	QCM	212
	Solutions	212

Annexe 1	Arbre phylogénétique des Embryophytes	213
Annexe 2	Les tissus des plantes vasculaires (Trachéophytes)	214
Annexe 3	Structures et mécanismes reproductifs chez quelques Embryophytes	216
Glossaire		217
Index		221

Introduction

Le concept de végétal a considérablement évolué de l'Antiquité à nos jours. Les avancées récentes de la phylogénie ont profondément modifié la vision du monde vivant, en bouleversant les classifications traditionnelles basées sur l'existence de règnes et en rendant obsolète l'opposition historique entre le règne végétal et le règne animal.

Ce mini-manuel de biologie végétale commence ainsi par un chapitre consacré à la discussion du concept de végétal au regard de différentes disciplines de la biologie : biologie cellulaire, écologie et phylogénie. Les trois chapitres suivants sont consacrés aux grands traits rendant compte de la diversité des végétaux à savoir leur plan d'organisation, souvent lié au milieu de vie, les modalités de reproduction assurant la pérennité des espèces, et l'histoire évolutive dans laquelle ils s'intègrent, marquée par des innovations propres aux différents groupes.

Au sein des végétaux, un groupe se distingue par l'abondance de ses espèces et son milieu de vie : les plantes terrestres ou Embryophytes. Les cinq chapitres suivants sont consacrés à quatre groupes d'Embryophytes : les Bryophytes ou Mousses au sens strict, les filicophytes ou fougères, les Gymnospermes dont les Conifères, et enfin les Angiospermes ou plantes à fleurs, qui représentent à elles seules plus de 80 % de l'ensemble des espèces végétales décrites actuellement. Pour chacun de ces groupes, une démarche comparable à celle du début de l'ouvrage a été adoptée, comportant une description détaillée de leur plan d'organisation et de leur reproduction sexuée, en lien avec les contraintes de la vie en milieu terrestre. Ils ont ensuite été replacés dans l'histoire évolutive des Embryophytes. Une première annexe replace les principales innovations évolutives de ces groupes ; une seconde récapitule les différents tissus rencontrés ; une troisième permet une approche comparée des modalités de reproduction.

Comment définir les végétaux ?

PLAN

- 1.1 Définition historique des végétaux
- 1.2 Définition cellulaire des végétaux
- 1.3 Définition écologique des végétaux
- 1.4 Les végétaux au regard de la phylogénie

OBJECTIFS

- Comprendre ce qui définit les végétaux selon les différentes disciplines scientifiques, et les limites des critères utilisés.
- Comprendre ce qu'est la phylogénie et ce que deviennent les végétaux dans cette approche de classification.
- Comprendre ce que l'on entend aujourd'hui par « végétaux ».

1.1 DÉFINITION HISTORIQUE DES VÉGÉTAUX

Historiquement, les végétaux ont été définis comme des organismes incapables de se déplacer activement, « végétatifs », par rapport aux animaux, capables de se mouvoir activement, « animés ». Selon cette définition, l'immobilité des végétaux est liée à une insensibilité, conséquence de l'absence de système nerveux. Cette opposition est largement présente à l'esprit du grand public mais ne résiste pas aux arguments scientifiques.

L'immobilité présumée des végétaux

De nombreuses plantes présentent des mouvements lents de leurs organes. Par exemple certaines feuilles se positionnent différemment au cours de la journée par des mouvements de **nastie** (fig. 1.1.A). Certaines tiges décrivent des mouvements d'exploration du milieu en hélice au cours de leur croissance, appelés **circumnutations** (fig. 1.1.A).

De nombreux végétaux microscopiques unicellulaires se déplacent activement dans l'eau avec ou sans **flagelles** (fig. 1.1.B). À l'inverse, de nombreux animaux ont une mobilité réduite. Les éponges ou les coraux sont par exemple fixés à l'état adulte.

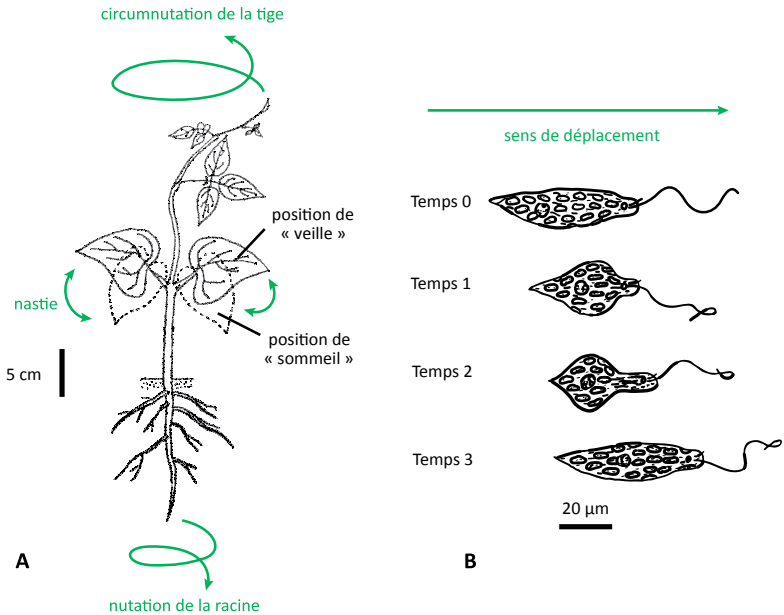


Figure 1.1 Quelques mouvements actifs chez les végétaux.

A : mouvements d'un plant de Haricot. **B** : mouvements d'une Euglène.



Une erreur commune est de restreindre les végétaux aux seules plantes terrestres. Il existe pourtant d'autres végétaux fixés ou libres, visibles à l'œil nu ou microscopiques.

L'insensibilité présumée des végétaux

Sensibilité : capacité d'un organisme à réagir à des informations du milieu, ou stimuli.

Les réactions des végétaux sont nombreuses et variées avec par exemple :

- les **tropismes** (fig. 1.2.A) : croissances orientées d'organes en réponse à un stimulus (lumière, gravité...);

- les **tactismes** (fig. 1.2.B) : déplacements orientés d'organismes unicellulaires ou de cellules reproductrices en réponse à un stimulus (lumière, gradient de molécules...).

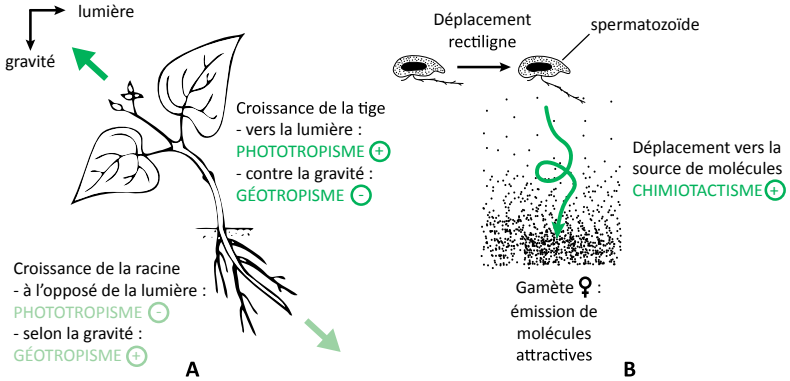


Figure 1.2 Quelques réactions d'organismes à des stimuli du milieu.

A : tropismes d'un jeune plant de Haricot. **B** : chimiotactisme positif d'un spermatozoïde d'algue brune.

Les végétaux ne sont ni immobiles ni insensibles. La diversité de leurs réactions leur confère de grandes capacités d'ajustement aux conditions du milieu, même lorsqu'ils sont fixés. La division animaux/végétaux basée sur ces critères n'est donc pas pertinente.



Bactéries et champignons ont historiquement été rattachés aux végétaux, car considérés, à tort également, comme immobiles et insensibles. Des arguments cellulaires et moléculaires les en distinguent très nettement.

1.2 DÉFINITION CELLULAIRE DES VÉGÉTAUX

Les cellules végétales sont eucaryotes

Comme les cellules des animaux et des champignons, les cellules végétales sont compartimentées. Leur matériel génétique est principalement contenu dans un compartiment spécialisé, le noyau : ce sont des cellules **eucaryotes** (fig. 1.3).

Les cellules des Bactéries et des Archées sont quant à elles en général non compartimentées. Leur matériel génétique se trouve directement dans le cytoplasme : ce sont des cellules procaryotes.

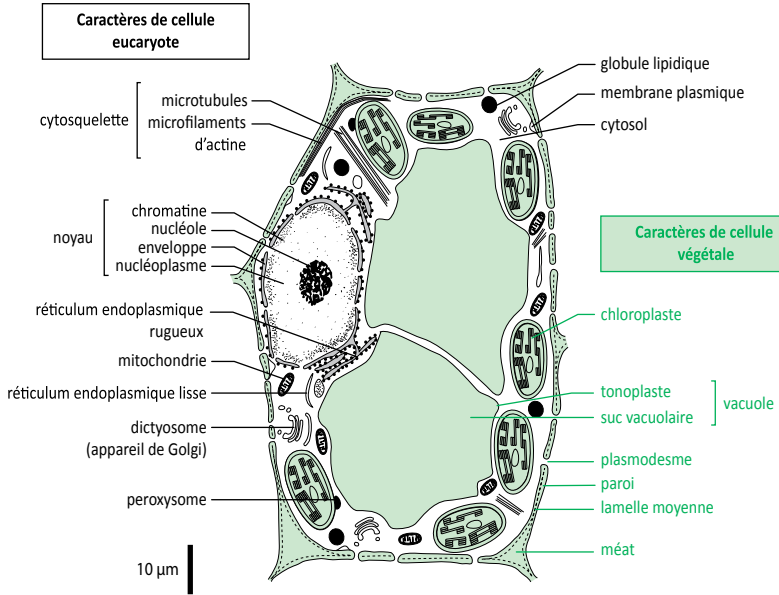


Figure 1.3 Organisation d'une cellule végétale (cellule de parenchyme chlorophyllien de feuille d'Épinard).

Les cellules végétales sont entourées d'une paroi

Contrairement aux cellules animales, la membrane cytoplasmique des cellules végétales est entourée d'une **paroi** (fig. 1.3). Chez les organismes pluricellulaires comme les plantes terrestres, les parois de deux cellules voisines peuvent présenter :

- une **lamelle moyenne** commune autour de laquelle elles sont structurées ;
- des **méats**, espaces intercellulaires situés au niveau de zones de décollement ;
- des **plasmodesmes**, petits canaux permettant la communication du cytoplasme des deux cellules.

Architecture de la paroi (fig. 1.4.A)

La paroi est une matrice extracellulaire. C'est un ensemble structuré de macromolécules dans une solution aqueuse complexe. L'exemple choisi est celui des plantes terrestres dont la paroi est dite **pectocellulosique**. Les principaux éléments constitutifs sont les suivants :

- une « armature » de cellulose : la cellulose est un polymère de glucose. Les chaînes de cellulose s'associent par des liaisons faibles et forment des structures cristallines, mécaniquement résistantes, les microfibrilles (fig. 1.4.B) ;
- un gel hydraté de pectines : ces polysaccharides complexes, chargés négativement, sont reliés entre eux par des ions calcium, chargés positivement, au niveau de structures en « boîte à œufs ». Le réseau ainsi formé retient de l'eau constituant un gel. Les pectines constituent également le « ciment pectique » de la lamelle moyenne (fig. 1.4.C) ;

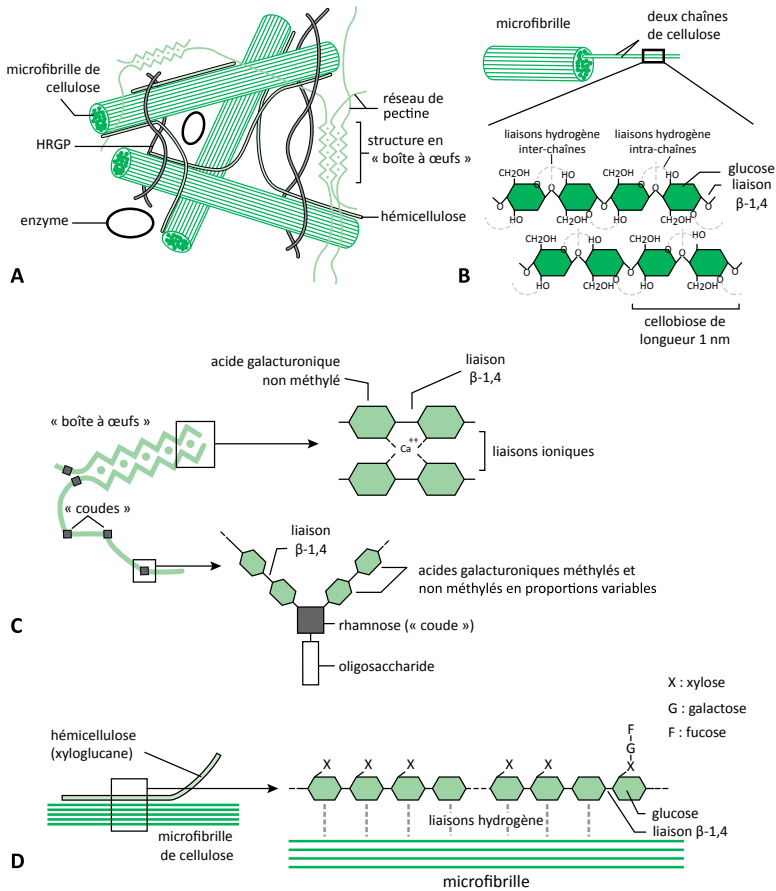


Figure 1.4 Paroi d'une cellule de plante terrestre ou Embryophyte.

A : modèle architectural. **B** : organisation de la cellulose. **C** : organisation de la pectine. **D** : organisation de l'hémicellulose (exemple d'un xyloglucane).