

mini **manuel**

Biologie végétale

L'essentiel du cours
Exercices corrigés

3^e édition

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

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.

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

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. 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).



© Dunod, 2012, 2014, 2019

11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com

ISBN 978-2-10-079105-7

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o 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 ?

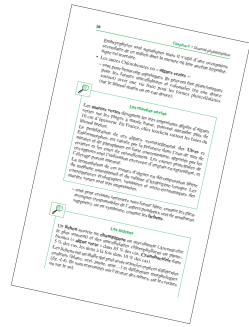
La page d'entrée de chapitre



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

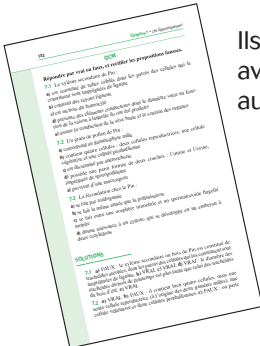


Un exemple pour comprendre



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
Conclusion	26
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	67
	4.1 La Lignée verte	67
	Présentation générale	67
	Les algues rouges ou Rhodophytes	69
	Les Chlorobiontes	70
	Les Embryophytes	73
	4.2 Les S.A.R.	74
	Présentation générale	75
	Présentation de quelques groupes	75
	4.3 D'autres groupes autotrophes	77
	Points clés	77
	QCM	78
	Solutions	79
5	Les Bryophytes	80
	5.1 L'appareil végétatif des Bryophytes	80
	Morphologie	80
	Anatomie et histologie	81
	Adaptations des Bryophytes au milieu aérien	83
	5.2 La reproduction sexuée des Bryophytes	84
	La tige feuillée femelle est le gamétophyte	84
	La tige feuillée mâle est le gamétophyte	85
	La fécondation est une zoïdogamie	86
	Le sporogone est le sporophyte	87
	Les spores donnent de nouvelles tiges feuillées	89
	Le cycle de développement	89
	5.3 Place des Bryophytes au sein des Embryophytes	91
	Points clés	92
	QCM	92
	Solutions	93

6	Les Filicophytes	94
	6.1 L'appareil végétatif des Filicophytes	94
	Morphologie	94
	Anatomie	95
	Histologie des tissus conducteurs	98
	Adaptations des Trachéophytes au milieu aérien	100
	6.2 La reproduction sexuée des Filicophytes	102
	La tige feuillée est le sporophyte	102
	Le prothalle est le gamétophyte	104
	La fécondation est une zoïdogamie	106
	Le zygote donne une nouvelle tige feuillée	106
	Le cycle de développement	107
	6.3 Place des Filicophytes au sein des Embryophytes	107
	Les Filicophytes sont des Trachéophytes	107
	Les Filicophytes, un groupe monophylétique ?	109
	Points clés	111
	QCM	111
	Solutions	112
7	Les Gymnospermes	113
	7.1 L'appareil végétatif des Gymnospermes	113
	Morphologie	113
	Anatomie	114
	Histologie des tissus conducteurs	118
	Adaptations des Gymnospermes au milieu aérien	121
	7.2 La reproduction sexuée des Gymnospermes	121
	Les cônes mâles libèrent du pollen	121
	Les cônes femelles portent des ovules contenant un endosperme	123

La pollinisation se fait par le vent	126
La fécondation est une siphonogamie	126
La graine donne une nouvelle plante feuillée	127
Le cycle de développement	128
7.3 Place des Gymnospermes au sein des Embryophytes	130
Les Gymnospermes sont des Trachéophytes	130
Les Gymnospermes sont des Spermatophytes	130
Les synapomorphies des Gymnospermes	131
Quelques groupes de Gymnospermes	131
Points clés	132
QCM	133
Solutions	134
8 Les Angiospermes : appareil végétatif	135
8.1 Morphologie de l'appareil végétatif	135
Diversité de l'appareil caulinaire	135
Diversité de l'appareil foliaire	138
Diversité de l'appareil racinaire	141
8.2 Structure primaire de l'appareil végétatif	144
Structure primaire des organes végétatifs	144
Histologie des tissus conducteurs primaires	151
Mise en place de la structure primaire	154
8.3 Structure secondaire de l'appareil végétatif	160
Anatomie et histologie des organes ligneux	161
Mise en place de la structure secondaire	163
8.4 Phylogénie et appareil végétatif	166
Les Angiospermes sont des Trachéophytes	166
Les Angiospermes sont des Spermatophytes	167

Les synapomorphies des Angiospermes liées à leur appareil végétatif	167
Quelques groupes d'Angiospermes	168
Points clés	168
QCM	169
Solutions	170
9 Les Angiospermes : reproduction	172
9.1 Organisation des fleurs	172
La structure d'une fleur	172
La diversité structurale des fleurs	175
Les inflorescences	179
La floraison	180
9.2 Fonctions des fleurs	183
Le pollen	183
Le sac embryonnaire	186
La pollinisation	186
La fécondation	193
9.3 Graines et fruits	196
La formation de la graine	197
La formation du fruit	200
La dissémination des graines et des fruits	202
La germination de la graine	205
9.4 Cycle de développement	205
Caractéristiques du cycle de développement	205
Les formes de dissémination	208
Les relations entre les générations	208
La reproduction asexuée chez les Angiospermes	209

9.5 Phylogénie et reproduction	211
Les Angiospermes sont des Spermatophytes	211
Les synapomorphies des Angiospermes liées à leur reproduction	211
Quelques groupes d'Angiospermes	212
Points clés	213
QCM	214
Solutions	214
Annexe 1 : Arbre phylogénétique des Embryophytes	217
Annexe 2 : Les tissus des plantes vasculaires (Trachéophytes)	218
Annexe 3 : Structures et mécanismes reproductifs chez quelques Embryophytes	220
Glossaire	221
Index	225

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.

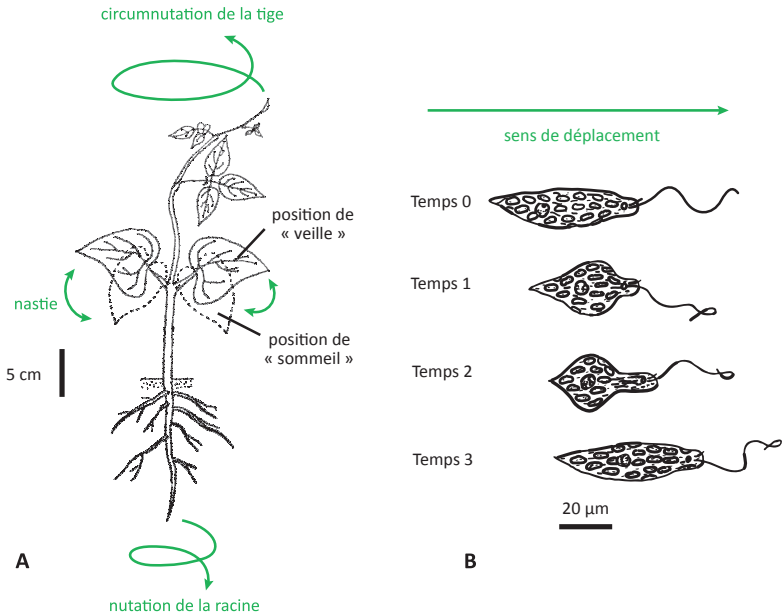


Figure 1.1 Quelques mouvements actifs chez les végétaux.

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...).

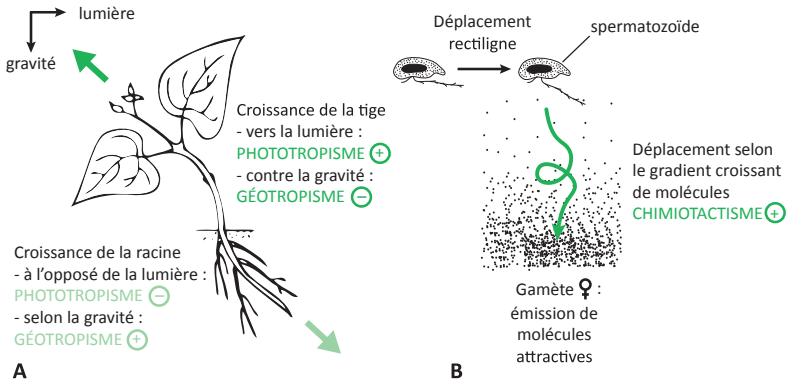


Figure 1.2 Quelques réactions de végétaux à des stimuli du milieu.

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.

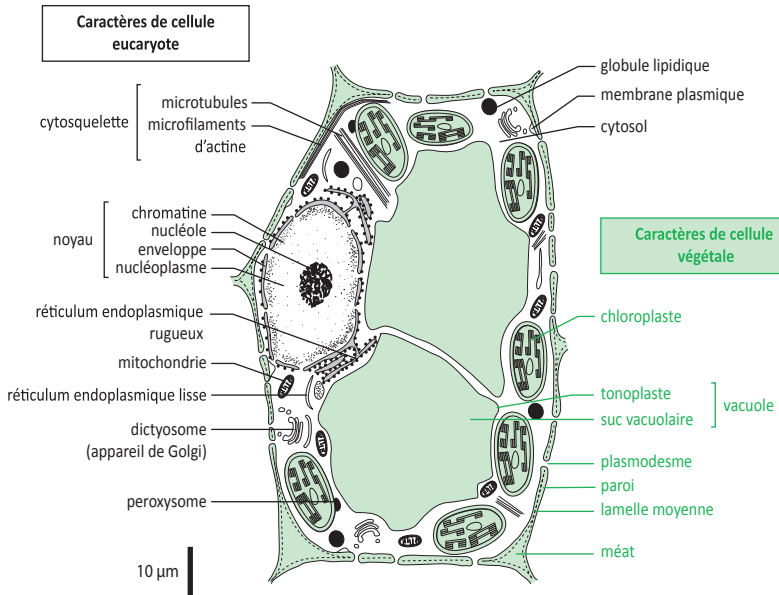


Figure 1.3 Organisation d'une cellule végétale (cellule de parenchyme chlorophyllien de feuille d'Épinard).

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 :