

BIOLOGIE VÉGÉTALE

• RAVEN • EVERT • EICHHORN •

Traduction de la 6^e édition américaine par Jules Bouharmont
Avec la collaboration scientifique de Charles-Marie Evrard



de boeck

BIOLOGIE VÉGÉTALE

• Peter H. Raven •

BL 279

Missouri Botanical Garden and Washington University, St. Louis

• Ray F. Evert •

University of Wisconsin, Madison

• Susan E. Eichhorn •

University of Wisconsin, Madison

Traduction de la 6^e édition américaine par Jules Bouharmont
Avec la collaboration scientifique de Charles-Marie Evrard

26028 1/1



de boeck

Sommaire

Chapitre 1			
Botanique : Introduction	1		
Section 1			
BIOLOGIE DE LA CELLULE VÉGÉTALE			16
Chapitre 2			
Composition moléculaire des cellules végétales	17		
Chapitre 3			
Introduction à la cellule végétale	40		
Chapitre 4			
Structure et fonction des membranes	73		
Section 2			
L'ÉNERGÉTIQUE			92
Chapitre 5			
Le flux d'énergie	93		
Chapitre 6			
La respiration	108		
Chapitre 7			
Photosynthèse, lumière et vie	126		
Section 3			
GÉNÉTIQUE ET ÉVOLUTION			154
Chapitre 8			
La reproduction des cellules	155		
Chapitre 9			
Méiose et reproduction sexuée	169		
Chapitre 10			
Génétique et hérédité	183		
Chapitre 11			
L'expression des gènes	207		
Chapitre 12			
L'évolution	235		
Section 4			
LA DIVERSITÉ			260
Chapitre 13			
La systématique : science de la diversité biologique	261		
Chapitre 14			
Les procaryotes et les virus	281		
Chapitre 15			
Les champignons	306		
Chapitre 16			
Les protistes I : euglénoïdes, myxomycètes, cryptophycées, algues rouges, dinoflagellates et haptophytes	347		
Chapitre 17			
Les protistes II : hétérokontrées et algues vertes	370		
Chapitre 18			
Les bryophytes	400		
Chapitre 19			
Les cryptogames vasculaires	424		
Chapitre 20			
Les gymnospermes	467		
Chapitre 21			
Introduction aux angiospermes	495		
Chapitre 22			
L'évolution des angiospermes	517		
Section 5			
LES ANGIOSPERMES :			
STRUCTURE ET DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTE			554
Chapitre 23			
Développement précoce de la plante	555		
Chapitre 24			
Les cellules et les tissus de la plante	570		
Chapitre 25			
La racine : structure et développement	589		
Chapitre 26			
La tige feuillée : structure primaire et développement	610		
Chapitre 27			
La croissance secondaire dans les tiges	647		

Section 6

PHYSIOLOGIE DES ANGIOSPERMES 672

Chapitre 28
Régulation de la croissance et du développement :
les hormones végétales 673

Chapitre 29
Facteurs externes et croissance des plantes 702

Chapitre 30
La nutrition des plantes et le sol 726

Chapitre 31
Le mouvement de l'eau et des solutés
dans les plantes 750

Section 7

ÉCOLOGIE 772

Chapitre 32
Dynamique des communautés et des écosystèmes 773

Chapitre 33

L'écologie globale 796

Chapitre 34
Le point de vue de l'homme 823

Lectures suggérées 851

Appendice A
Bases de la chimie 863

Appendice B
La loi de Hardy et Weinberg 877

Appendice C
Système métrique et conversion des températures 879

Appendice D
Classification des organismes 881

Glossaire 889

Crédits d'illustrations 921

Index 927

Table des matières

Chapitre 1	
Botanique : Introduction	1
L'évolution des plantes	2

L'évolution des communautés	9
L'apparition des hommes	11
Résumé	14

Section 1 BIOLOGIE DE LA CELLULE VÉGÉTALE 16



Chapitre 2	
Composition moléculaire des cellules végétales	17
Les molécules organiques	18
Les glucides	18
Représentation des molécules	19
Les lipides	22
Acides aminés et azote	26
Les protéines	26
Les acides nucléiques	30
Les métabolites secondaires	32
Résumé	39

Chapitre 3	
Introduction à la cellule végétale	40
Développement de la théorie cellulaire	41
Cellules procaryotes et eucaryotes	41
Exploration du monde cellulaire	42
Aperçu général de la cellule végétale	45

La membrane plasmique	46
Les courants cytoplasmiques dans les cellules géantes d'algues	47
Le noyau	47
Les chloroplastes et autres plastes	48
Les mitochondries	52
Les peroxysomes	53
Les vacuoles	54
Les oléosomes	55
Les ribosomes	55
Le réticulum endoplasmique	56
L'appareil de Golgi	57
Le cytosquelette	58
Les flagelles et cils	60
La paroi cellulaire	61
Théorie cellulaire ou théorie de l'organisme	65
Les plasmodesmes	66
Résumé	68

Chapitre 4	
Structure et fonction des membranes	73
Structure des membranes cellulaires	74
Mouvement de l'eau et des solutés	76
Les cellules et la diffusion	78
Osmose et organismes vivants	80
L'imbibition	80
Transport des solutés au travers des membranes	82
L'enregistrement « patch-clamp » dans l'étude des canaux ioniques	83

Transport par vésicules interposées 85

Communications entre cellules 86
Résumé 89

Section 2
L'ÉNERGÉTIQUE 92



Chapitre 6
La respiration 108
Survivance de l'oxydation du glucose 109
La glycolyse 109
La voie aérobie 113
La bioluminescence 122
Autres substrats de la respiration 122
Les voies anaérobies 122
La stratégie du métabolisme énergétique 123
Résumé 124

Chapitre 5
Le flux d'énergie 93
Les lois de la thermodynamique 95
L'oxydo-réduction 98
Les enzymes 99
Les cofacteurs dans l'action des enzymes 102
Les voies métaboliques 103
Régulation de l'activité enzymatique 104
Le facteur énergétique : retour à l'ATP 105
Résumé 106

Chapitre 7
Photosynthèse, lumière et vie 126
La photosynthèse : perspective historique 127
Nature de la lumière 128
L'adéquation de la lumière 130
Le rôle des pigments 130
Les réactions de la photosynthèse
Le couplage chimiosmotique dans les chloroplastes et les mitochondries 137
Les réactions de fixation du carbone 139
Le cycle du carbone 150
Résumé 152

Section 3
GÉNÉTIQUE ET ÉVOLUTION 154



Chapitre 8
La reproduction des cellules 155
La division cellulaire chez les procaryotes 156
La division cellulaire chez les eucaryotes 156
Le cycle cellulaire 157
L'interphase 158
La division cellulaire chez les plantes 158
La microscopie à immunofluorescence 159
Division cellulaire et reproduction de l'individu 166
Résumé 167

Chapitre 9

Méiose et reproduction sexuée	169
Haploïde et diploïde	170
Méiose, cycle de développement et diploïdie	171
Déroulement de la méiose	172
Les stades de la méiose	173
La reproduction asexuée : une stratégie alternative	179
<i>La multiplication végétative : quelques voies et moyens</i>	180
Avantages de la reproduction sexuée	180
Résumé	181

Chapitre 10

Génétique et hérédité	183
Le concept du gène	184
Le principe de ségrégation	185
<i>Mendel et les lois de la probabilité</i>	188
Le principe de l'assortiment indépendant	188
Découverte des bases chromosomiques des lois de Mendel	189
Le linkage	190
Les mutations	192
Conception élargie du gène	194
Les bases chimiques de l'hérédité	197
La chimie du gène : ADN ou protéine ?	197
Structure de l'ADN	197
Réplication de l'ADN	201
Le problème posé par les extrémités de l'ADN linéaire	203
Énergétique de la réplication de l'ADN	203
L'ADN en tant que porteur d'information	204
Résumé	204

Chapitre 11

L'expression des gènes	207
De l'ADN à la protéine : le rôle de l'ARN	208
Le code génétique	209
La synthèse des protéines	210
Régulation de l'expression des gènes	214
Le chromosome procaryote	216
Le chromosome eucaryote	216
Régulation de l'expression génique chez les eucaryotes	220
L'ADN du chromosome eucaryote	221
Transcription et maturation de l'ARNm chez les eucaryotes	223
La technologie de l'ADN recombinant	224
<i>Arabidopsis thaliana, une plante modèle</i>	228
Résumé	231

Chapitre 12

L'évolution	235
La théorie de Darwin	237
Le concept du pool de gènes	239
Comportement des gènes dans les populations : la loi de Hardy-Weinberg	239
Les facteurs de changement	240
Conservation et promotion de la variabilité	242
Réponses à la sélection	243
Le résultat de la sélection naturelle : l'adaptation	245
L'origine des espèces	248
Comment s'opère la spéciation ?	249
<i>Le rayonnement adaptatif chez les composées des Îles Hawaii</i>	250
Maintien de l'isolement reproducteur	255
Origine des grands groupes d'organismes	255
Résumé	258

Section 4

LA DIVERSITÉ 260



Chapitre 13	
La systématique :	
science de la diversité biologique	261
Taxonomie et classification hiérarchique	262
Classification et phylogénie	264
L'évolution convergente	266
Méthodes de classification	267
Systématique moléculaire	268
Les grands groupes d'organismes : <i>Bacteria</i> ,	
<i>Archaea</i> et <i>Eukarya</i>	271
Origine des eucaryotes	272
Les règnes eucaryotes	275
Résumé	280
Chapitre 14	
Les procaryotes et les virus	281
Caractères de la cellule procaryote	282
Diversité de forme	284
Reproduction et échange de gènes	285
Les endospores	286
Diversité métabolique	286
Les bactéries	287
Les archéobactéries (<i>Archaea</i>)	294
Les virus	296
Les viroïdes : autres particules infectieuses	302
Origine des virus	303
Résumé	304
Chapitre 15	
Les champignons	306
Importance des champignons	307
Biologie et caractéristiques des champignons	310
L'évolution des champignons	312
Les chytrides (embranchement	
des <i>Chytridiomycota</i>)	312
Embranchement des <i>Zygomycota</i>	313
<i>Le phototropisme chez un champignon</i>	315
Embranchement des <i>Ascomycota</i>	317
Embranchement des <i>Basidiomycota</i>	320
Les levures	330
Les deutéromycètes	332
<i>Champignons prédateurs</i>	333
Relations symbiotiques des champignons	334
<i>Du pathogène au symbiote : les endophytes</i>	
<i>fungiques</i>	335
Résumé	344
Chapitre 16	
Les protistes I : euglénoïdes, myxomycètes,	
cryptophycées, algues rouges, dinoflagellates	
et haptophytes	347
Écologie des algues	348
Les euglénoïdes : embranchement	
des <i>Euglenophyta</i>	350
Les myxomycètes plasmodiaux : embranchement	
des <i>Myxomycota</i>	352
Les myxomycètes cellulaires : embranchement	
des <i>Dictyosteliomycota</i>	354
Les cryptophycées : embranchement	
des <i>Cryptophyta</i>	356
Les algues rouges : embranchement	
des <i>Rhodophyta</i>	357
Les dinoflagellates : embranchement	
des <i>Dinophyta</i>	361
<i>Marées rouges/fleurs toxiques</i>	364
Les haptophytes : embranchement	
des <i>Haptophyta</i>	366
Résumé	368

Chapitre 17

Les protistes II : hétérokontées et algues vertes	370
Les hétérokontées	371
Les Oomycètes : embranchement des <i>Oomycota</i>	371
Les diatomées : embranchement des <i>Bacillariophyta</i>	375
Les chrysophytes : embranchement des <i>Chrysophyta</i>	378
Les algues brunes : embranchement des <i>Phaeophyta</i>	379
<i>Les algues et l'homme</i>	380
Les algues vertes : embranchement des <i>Chlorophyta</i>	383
Résumé	399

Chapitre 18

Les bryophytes	400
Relations entre les bryophytes et les autres groupes	401
Structure et reproduction comparées des bryophytes	403
Les hépatiques : embranchement des <i>Hepatophyta</i>	407
Les anthocérates : embranchement des <i>Anthocerophyta</i>	412
Les mousses : embranchement des <i>Bryophyta</i>	412
Résumé	423

Chapitre 19

Les cryptogames vasculaires	424
L'évolution des plantes vasculaires	425
Organisation de la plante vasculaire	425
Les systèmes de reproduction	430
Les embranchements de cryptogames vasculaires	431
Embranchement des <i>Rhyniophyta</i>	432
Embranchement des <i>Zosterophyllophyta</i>	434
Embranchement des <i>Lycophyta</i>	435
Embranchement des <i>Trimerophytophyta</i>	443

Embranchement des <i>Psilophyta</i>	445
Embranchement des <i>Sphenophyta</i>	445
Embranchement des <i>Prerophyta</i>	449
<i>Les plantes de l'époque du charbon</i>	456
Résumé	463

Chapitre 20

Les gymnospermes	467
L'évolution de la graine	468
Les progymnospermes	470
Les gymnospermes éteintes	472
Les gymnospermes actuelles	472
L'embranchement des <i>Coniferophyta</i>	474
Les autres embranchements de gymnospermes actuelles : <i>Cycadophyta</i> , <i>Ginkgophyta</i> et <i>Gnetophyta</i>	486
<i>Wollemia nobilis</i> : un fossile vivant récemment découvert	488
Résumé	493

Chapitre 21

Introduction aux angiospermes	495
La diversité dans l'embranchement des <i>Anthophyta</i>	496
La fleur	498
Cycle de développement des angiospermes	500
<i>Le rhume des foins</i>	508
Résumé	515

Chapitre 22

L'évolution des angiospermes	517
Relations évolutives des angiospermes	518
Origine et diversification des angiospermes	519
Les magnolidées sont à la fois les ancêtres des monocotylées et des dicotylées	519
L'évolution de la fleur	524
<i>Une plante aquatique ambiguë</i>	526
L'évolution des fruits	543
La coévolution biochimique	549
Résumé	552

Section 5

LES ANGIOSPERMES : STRUCTURE ET DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTE 554



Chapitre 23

Développement précoce de la plante	555
Développement de l'embryon	556
L'embryon et la graine à maturité	562
<i>Le blé : le pain et le son</i>	563
Conditions de germination de la graine	564
De l'embryon à la plante adulte	566
Résumé	569

Chapitre 24

Les cellules et les tissus de la plante	570
Les méristèmes apicaux et leurs dérivés	571
Organisation interne de la plante	572
Les tissus fondamentaux	573
Les tissus conducteurs	576
Les tissus de revêtement	583
Résumé	588

Chapitre 25

La racine : structure et développement	589
Les systèmes racinaires	590
Origine et croissance des tissus primaires	591
La structure primaire	595
Influence de la croissance secondaire sur la structure primaire de la racine	600
Origine des racines latérales	603

Racines aériennes et pneumatophores	603
<i>À la recherche de l'origine du développement des organes</i>	604
Adaptations au stockage des réserves : les racines tubéreuses	606
Résumé	608

Chapitre 26

La tige feuillée : structure primaire et développement	610
Origine et croissance des tissus primaires de la tige	611
Structure primaire de la tige	614
<i>Les plantes, la pollution de l'air et les pluies acides</i>	616
Relations entre les tissus conducteurs de la tige et de la feuille	622
Morphologie de la feuille	624
Structure de la feuille	626
<i>Le dimorphisme foliaire chez les plantes aquatiques</i>	626
Les feuilles des graminées	632
Développement de la feuille	632
Feuilles d'ombre et de lumière	636
L'abscission de la feuille	636
Transition entre les systèmes conducteurs de la racine et de la tige	636
Développement de la fleur	639
Modifications des tiges et des feuilles	641
Résumé	645

Chapitre 27

La croissance secondaire dans les tiges	647
Plantes annuelles, bisannuelles et vivaces	648
Le cambium	648
Conséquences de la croissance secondaire sur la structure primaire de la tige	650
Le bois, ou xylème secondaire	659
<i>La vérité sur les nœuds</i>	668
Résumé	670

Section 6 PHYSIOLOGIE DES ANGIOSPERMES 672



Chapitre 28

Régulation de la croissance et du développement : les hormones végétales 673

Les auxines	675
Les cytokinines	679
L'éthylène	682
L'acide abscissique	683
Les gibbérellines	684
Les bases moléculaires de l'action hormonale	687
Biotechnologie des plantes	693
La totipotence	695
Résumé	700

Chapitre 29

Facteurs externes et croissance des plantes 702

Les tropismes	703
Les rythmes circadiens	706
Le photopériodisme	709
Base chimique du photopériodisme	711
Contrôle hormonal de la floraison	715
Contrôle génétique de la floraison	716
La dormance	717

Le froid et le déclenchement de la floraison	719
Les nasties ou mouvements nastiques	719
Influence globale des stimulus mécaniques sur la croissance et le développement des plantes : la rhigmomorphogenèse	721
L'héliotropisme	722
Résumé	724

Chapitre 30

La nutrition des plantes et le sol 726

Les éléments essentiels	727
Fonctions des éléments essentiels	729
Le sol	731
Le cycle de l'eau	734
Les cycles des éléments nutritifs	735
L'azote et le cycle de l'azote	736
Les plantes carnivores	737
L'assimilation de l'azote	742
Impact de l'homme sur les cycles des éléments nutritifs et influence de la pollution	743
Les halophytes : une ressource pour l'avenir ?	744
Les sols et l'agriculture	744
La recherche en nutrition des plantes	745
Le compost	746
Résumé	747

Chapitre 31

Le mouvement de l'eau et des solutés dans les plantes 750

Mouvement de l'eau et des éléments minéraux dans la plante	751
Transport de la sève élaborée : déplacement des substances par le phloème	764
Résumé	770



Section 7		
ÉCOLOGIE		772
Chapitre 32		
Dynamique des communautés et des écosystèmes	773	
Interactions entre les organismes	774	
Concurrence pour la lumière	778	
Pesticides et écosystèmes	781	
Le cycle des substances nutritives	782	
Les niveaux trophiques	783	
Développement des communautés et des écosystèmes	786	
Le grand incendie du Yellowstone	790	
Résumé	794	
Chapitre 33		
L'écologie globale	796	
La vie sur la terre ferme	797	
Alexander von Humboldt	802	
Les forêts ombrophiles	803	
Savanes et forêts tropicales tropophiles	805	
Les déserts	807	
Comment fonctionne un cactus ?	809	
Les prairies	810	
Les forêts décidues tempérées	812	
Les forêts mixtes tempérées et les forêts de conifères	815	
Section 7		
ÉCOLOGIE		772
<i>Des emplois contre des chauvettes</i>	815	
Le maquis méditerranéen	816	
La taïga	818	
La toundra arctique	819	
Résumé	821	
Chapitre 34		
Le point de vue de l'homme	823	
La révolution agricole	824	
L'origine du maïs	829	
L'explosion démographique	835	
L'agriculture de l'avenir	837	
Un nouveau millénaire : passage à un développement durable	844	
Résumé	848	
Lectures suggérées	851	
Appendice A		
Bases de la chimie	863	
Appendice B		
La loi de Hardy et Weinberg	877	
Appendice C		
Système métrique et conversion des températures	879	
Appendice D		
Classification des organismes	881	
Glossaire	889	
Crédits d'illustrations	921	
Index	927	

BIOLOGIE VÉGÉTALE

• RAVEN • EVERT • EICHHORN •

Superbement illustré, cet ouvrage didactique a pour objectif de donner une vue d'ensemble de **la biologie des plantes** mais aussi **des autres organismes photosynthétiques** comme **les algues** qui participent à l'élaboration des molécules organiques, **les champignons, les bactéries** ou encore **d'autres micro-organismes** dont le rôle est plutôt de décomposer ces molécules.

Il décrit la composition, la structure, le fonctionnement, l'origine et l'évolution de ces organismes et met l'accent sur leur **complémentarité** et les **interactions** qui existent entre eux et leur environnement.

Partie intégrante de cet écosystème global, l'homme, en raison de l'accroissement des populations et du développement de ses activités, exerce, sur ces organismes, des pressions de plus en plus fortes dont les conséquences peuvent être catastrophiques, voire irréversibles. C'est pourquoi le manuel insiste sur la nécessité impérieuse et urgente de **réduire ces perturbations** tout en assurant à chaque être humain une vie décente.

Avec sa structure pédagogique de première force - résumés, mots clés, bibliographie, glossaire - ce merveilleux volume est destiné aux professeurs et étudiants en biologie, botanique, agronomie et pharmacie. Il s'adresse également à tous ceux qui s'intéressent au maintien de la biodiversité et de l'équilibre du monde vivant.



9 782744 501029

RAVEN

ISBN 2-7445-0102-6