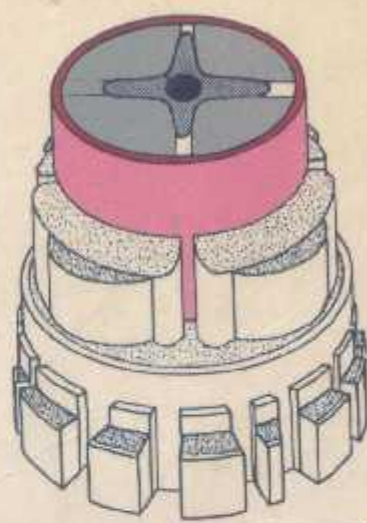
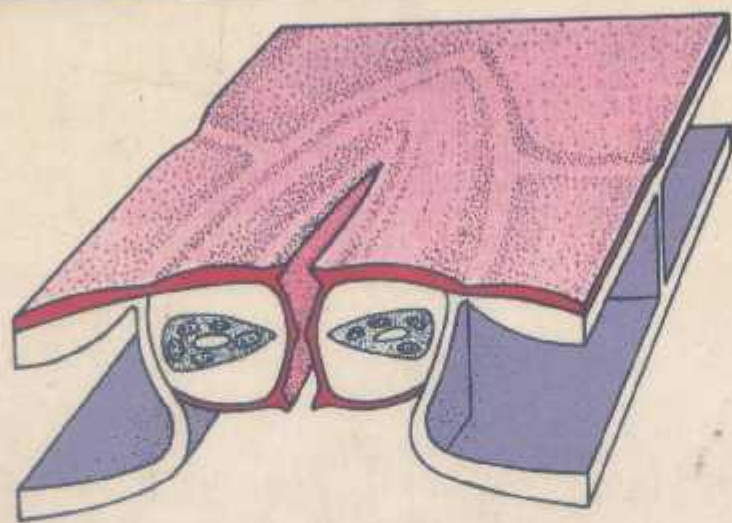
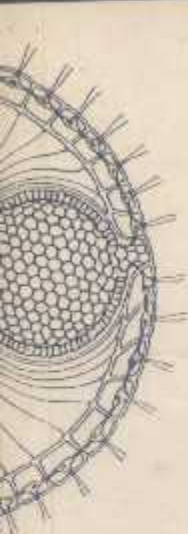


# BOTANIQUE GÉNÉRALE

• Wilhelm NULTSCH •

Traduction de la 10<sup>e</sup> édition allemande  
par Roger Miesch et Yves Sell



De Boeck  Université  
Thieme Verlag

BL 151

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

• Wilhelm NULTSCH •

Traduction de la 10<sup>e</sup> édition allemande  
par Roger Miesch et Yves Sell

Maîtres de conférences, Faculté des Sciences de la Vie  
Université Louis Pasteur, Strasbourg



6516  $\frac{2}{2}$

De Boeck  Université  
Thieme Verlag

# Table des matières

**Introduction** ..... 1

## **Chapitre 1** **Structure moléculaire de l'organisme végétal**

1.1 Constitution élémentaire du végétal ..... 4	1.5 Macromolécules ..... 20
1.2 Le carbone ..... 5	1.5.1 Evolution des macromolécules ..... 21
1.3 Formation de la molécule ..... 8	1.5.2 Protéines ..... 22
1.4 Constituants moléculaires les plus importants ..... 9	1.5.3 Acides nucléiques ..... 28
	1.5.4 Polysaccharides ..... 32

## **Chapitre 2** **Structure du protoplasme**

2.1 Evolution des structures ..... 40	2.4.2 Modèles membranaires ..... 50
2.2 L'eau ..... 43	2.4.3 Fonctions des biomembranes ..... 53
2.3 Structure fondamentale du protoplasme ..... 47	2.4.4 Diffusion et osmose ..... 54
2.4 Biomembranes ..... 48	2.4.5 Perméabilité et transport transmembranaire ..... 56
2.4.1 Composition chimique ..... 50	2.5 Cytosquelette ..... 60

## **Chapitre 3** **La cellule**

3.1 Evolution de la cellule ..... 68	3.5.2 Chromosomes ..... 104
3.2 Cytoplasme ..... 72	3.5.3 Cycle nucléaire et cycle cellulaire ..... 112
3.3 Mitochondries ..... 82	3.5.4 Polyploidie somatique ..... 118
3.4 Plastes ..... 85	3.6 Paroi cellulaire ..... 120
3.4.1 Chloroplastes ..... 85	3.6.1 Constitution chimique de la paroi cellulaire ..... 121
3.4.2 Chromoplastes ..... 98	3.6.2 Structure submicroscopique de la paroi cellulaire ..... 124
3.4.3 Leucoplastes ..... 100	3.6.3 Structure microscopique de la paroi cellulaire ..... 125
3.5 Noyau cellulaire ..... 100	
3.5.1 Organisation du noyau cellulaire ..... 101	

## Chapitre 4 La différenciation de la cellule

4.1	Types de tissus .....	134	4.4.1	<i>La cellule isodiamétrique</i> .....	150
4.2	Formation de la vacuole .....	136	4.4.2	<i>La cellule prosenchymateuse</i> .....	153
4.3	Contenu vacuolaire .....	137	4.4.3	<i>Fusion de cellules</i> .....	156
4.3.1	<i>Substances de réserve</i> .....	138	4.5	Modifications secondaires	
4.3.2	<i>Sécrétions et autres substances</i>			de la paroi cellulaire .....	163
	<i>vacuolaires</i> .....	141	4.5.1	<i>Lignification</i> .....	163
4.4	Différenciation par croissance		4.5.2	<i>Minéralisation</i> .....	165
	de la paroi cellulaire .....	144	4.5.3	<i>Cutinisation, subérification,</i>	
				<i>dépôt de cires</i> .....	165

## Chapitre 5 Les formes d'organisation des végétaux

5.1	Arbre généalogique des végétaux .....	174	5.3.2	<i>Coenocyte</i> .....	194
5.2	Protophytes .....	175	5.3.3	<i>Thalle filamenteux</i> .....	194
5.2.1	<i>Protophytes procaryotes</i> .....	175	5.3.4	<i>Thalles filamenteux complexes</i> .....	197
5.2.2	<i>Protophytes eucaryotes</i> .....	189	5.3.5	<i>Thalles parenchymateux</i> .....	198
5.3	Thalle .....	192	5.4	Formes d'organisation des Bryophytes .....	199
5.3.1	<i>Colonie cellulaire</i> .....	192	5.5	Cornus .....	202

## Chapitre 6 Organisation interne et externe de la tige

6.1	Différenciation des tissus et structure		6.2.3	<i>Pénderme</i> .....	222
	primaire de la tige .....	208	6.2.4	<i>Croissance en épaisseur</i>	
6.1.1	<i>Structure du faisceau conducteur</i> .....	209		<i>des Monocotylédones</i> .....	224
6.1.2	<i>Structure primaire</i> .....	212	6.3	Morphologie de la tige .....	224
6.2	Croissance en épaisseur .....	214	6.3.1	<i>Ramification</i> .....	224
6.2.1	<i>Bois</i> .....	217	6.3.2	<i>Adaptations morphologiques</i>	
6.2.2	<i>Liber</i> .....	221		<i>de la tige</i> .....	226

## Chapitre 7 La feuille

7.1	Développement de la feuille .....	232	7.3	Structure anatomique de la feuille .....	237
7.2	Insertion des feuilles sur la tige .....	233	7.3.1	<i>Structure des stomates</i> .....	240
7.2.1	<i>Disposition des feuilles - Phyllotaxie</i> .....	233	7.3.2	<i>Disposition des faisceaux conducteurs</i> ..	241
7.2.2	<i>Succession des feuilles</i> .....	235	7.4	Adaptations morphologiques .....	243

## Chapitre 8 La racine

8.1	Le méristème racinaire .....	248	8.4	Croissance secondaire de la racine .....	254
8.2	Structure primaire de la racine .....	250	8.5	Adaptations morphologiques de la racine ..	256
8.3	Racines latérales .....	252			

## Chapitre 9

### Bilans hydrique et minéral, circulation des métabolites

9.1 Bilan hydrique de la cellule .....	260	9.5 Absorption des sels minéraux .....	273
9.2 Absorption de l'eau .....	264	9.6 Transport et excrétion de substances .....	276
9.3 Emission de l'eau .....	266	9.6.1 Transport des ions .....	276
9.4 Translocation de l'eau .....	270	9.6.2 Translocation de substances organiques .....	276
		9.6.3 Excrétion .....	278

## Chapitre 10

### Transformation d'énergie et capacité de synthèse des plantes autotrophes

10.1 Réactions métaboliques et transfert d'énergie dans la cellule .....	282	10.3.5 Photorespiration .....	304
10.2 Biocatalyse .....	285	10.3.6 Photosynthèse bactérienne .....	306
10.3 Photosynthèse .....	290	10.3.7 Photosynthèse dans les stations naturelles .....	309
10.3.1 Absorption du rayonnement .....	292	10.4 Chimiosynthèse (chimolithoautotrophie) .....	311
10.3.2 Réactions lumineuses .....	294	10.5 Utilisation des photoassimilats .....	313
a) Transport non cyclique des électrons .....	295	10.5.1 Synthèse de lipides .....	313
b) Transport cyclique d'électrons .....	300	10.5.2 Substances végétales secondaires .....	316
c) Régulation de la distribution d'énergie .....	301	a) Glycosides .....	317
10.3.3 Photophosphorylation .....	301	b) Terpènes .....	318
10.3.4 Réduction du dioxyde de carbone et synthèse des glucides .....	302	c) Tannins .....	319
		d) Alcaloïdes .....	319

## Chapitre 11

### Dissimilation

11.1 Mise à disposition des substrats initiaux .....	324	b) Phosphorylation de la chaîne respiratoire .....	332
11.1.1 Hydrolyse de l'amidon .....	324	11.3 Dégradation des lipides et cycle glyoxylique .....	334
11.1.2 Phosphorolyse de l'amidon .....	325	11.4 Fermentations .....	337
11.2 Dégradation oxydative des glucides .....	325	11.4.1 Fermentation alcoolique .....	337
11.2.1 La glycolyse .....	325	11.4.2 Oxydation de l'alcool .....	338
11.2.2 Décarboxylation oxydative de l'acide pyruvique .....	327	11.4.3 Fermentation lactique .....	339
11.2.3 Le cycle de l'acide citrique (ou cycle de Krebs) .....	328	11.4.4 Respiration anaérobie .....	340
11.2.4 Endoxydation .....	330	11.5 Voie oxydative des pentoses-phosphates .....	340
a) Chaîne respiratoire .....	330	11.6 Cycle du carbone .....	342

## Chapitre 12

### Bilan en azote, en soufre et en phosphore

12.1 Bilan en azote .....	346	b) Réduction des nitrates .....	348
12.1.1 Sources d'azote .....	346	c) Incorporation de l'azote réduit dans les composés organiques .....	348
12.1.2 Incorporation de l'azote .....	346	12.1.3 Dégradation des composés azotés .....	351
a) Fixation de l'azote moléculaire .....	347	a) Dégradation des protéines .....	351

b) Transformation et dégradation des acides aminés.....	353	12.1.4 Cycle de l'azote .....	354
c) Détoxification de l'ammoniac.....	354	12.2 Bilan du soufre .....	355
		12.3 Le phosphore .....	357

### Chapitre 13 L'hétérotrophie

13.1 Les saprophytes .....	360	13.3.1 Les nodosités racinaires .....	365
13.2 Les parasites .....	360	13.3.2 Les lichens .....	368
13.3 Symbiose .....	364	13.3.3 Les mycorhizes .....	371
		13.4 Les plantes carnivores .....	375

### Chapitre 14 La reproduction

14.1 La multiplication végétative .....	382	14.3.2 Le cycle de développement hétéromorphe .....	395
14.1.1 Les organes de multiplication chez les plantes supérieures .....	382	14.4 La reproduction des champignons .....	397
14.1.2 Les conidies .....	383	14.4.1 Zygomycètes .....	397
14.2 La reproduction sexuée .....	385	14.4.2 Ascomycètes .....	397
14.2.1 La méiose .....	385	14.4.3 Basidiomycètes .....	399
14.2.2 La formation des gamètes et la fécondation .....	390	14.5 Le cycle de développement chez les Archégoniates .....	400
14.3 Le cycle de développement et l'alternance des générations .....	393	14.5.1 Bryophytes .....	400
14.3.1 Le cycle de développement isomorphe .....	394	14.5.2 Ptéridophytes .....	401
		14.6 Le cycle de développement chez les Spermatophytes .....	403

### Chapitre 15 Hérédité

15.1 Notion de gène en génétique formelle .....	410	15.4.4 Intérêt des mutants .....	432
15.2 La nature chimique des gènes .....	414	15.5 Plantes transgéniques .....	433
15.2.1 Structure primaire du DNA et code génétique .....	415	15.6 Transfert de l'information génétique .....	435
15.2.2 Le génome des procaryotes .....	416	15.6.1 Transcription .....	435
15.2.3 Virus et bactériophages .....	420	15.6.2 Traduction .....	437
15.2.4 Le génome des eucaryotes .....	423	15.7 Détermination du sexe .....	440
15.3 Réplication du DNA .....	425	15.8 Hérité extrachromosomique .....	441
15.3.1 Réplication du DNA chez les procaryotes .....	425	15.8.1 Génome plastidial .....	442
15.3.2 Réplication du DNA chez les eucaryotes .....	426	15.8.2 Génome mitochondrial .....	445
15.4 Mutations .....	427	15.9 Bases génétiques de l'évolution .....	445
15.4.1 Mutations génomiques .....	427	15.9.1 Mutation .....	445
15.4.2 Mutations chromosomiques .....	428	15.9.2 Recombinaison .....	446
15.4.3 Mutations géniques .....	429	15.9.3 Sélection .....	446
		15.9.4 Isolement .....	447

## Chapitre 16 Croissance et développement

16.1 Croissance des organismes unicellulaires .....	452	b) Régulation de l'expression des gènes chez les eucaryotes.....	473
16.1.1 Facteurs de croissance .....	453	16.3 La régulation du développement des organes .....	475
16.1.2 Antimétabolites .....	455	16.3.1 Polarité .....	475
16.1.3 Antibiotiques .....	456	16.3.2 Détermination et différenciation .....	478
• 16.2 Croissance des végétaux supérieurs .....	460	16.3.3 Morphogenèse .....	480
16.2.1 Phytohormones .....	460	16.3.4 Restaurations .....	482
a) Les auxines .....	461	16.3.5 Tumeurs végétales .....	483
b) Les gibbérellines .....	464	16.4 Influence des facteurs externes sur le développement .....	485
c) Les cytokinines .....	465	16.4.1 Lumière .....	485
d) Les abscissiques .....	466	16.4.2 Température .....	493
e) L'acide jasmonique .....	467	16.4.3 Pesanteur .....	496
f) L'éthylène .....	468	16.4.4 Influences chimiques .....	497
16.2.2 Croissance et cytokinèse .....	469	16.5 Rythmes de croissance .....	498
16.2.3 Croissance en longueur .....	469		
16.2.4 Croissance par différenciation .....	470		
a) Régulation de l'expression des gènes chez les procaryotes .....	471		

## Chapitre 17 Les mouvements

17.1 Mécanismes des mouvements .....	506	17.2.1 Circumnutations .....	520
17.1.1 Mouvements d'imbibition .....	506	17.2.2 Mouvements circadiens .....	520
17.1.2 Mouvements de turgescence .....	506	17.3 Mouvements induits .....	521
a) Mouvements des stomates .....	507	17.3.1 Déclenchement des processus d'excitation et de réactions motrices .....	522
b) Mouvements des feuilles .....	512	17.3.2 Effets des radiations lumineuses .....	526
17.1.3 Mouvements de projection .....	514	a) Mouvements d'orientation .....	527
17.1.4 Mécanismes de cohésion .....	514	b) Réactions à des modifications passagères de l'intensité lumineuse .....	533
17.1.5 Mouvements de croissance .....	515	c) Effets de la lumière sur les mouvements intracellulaires .....	535
17.1.6 Mouvements des flagelles .....	515	17.3.3 Effets de la pesanteur .....	536
17.1.7 Mouvements arborescents .....	519	17.3.4 Effets chimiques .....	543
17.1.8 Mouvements de glissement .....	519	17.3.5 Excitations mécaniques .....	549
17.1.9 Mouvements intracellulaires .....	519		
17.2 Mouvements autonomes .....	520		

Ouvrages à consulter .....	555
----------------------------	-----

Glossaire .....	559
-----------------	-----

Index .....	587
-------------	-----

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

• Wilhelm NULTSCH •

Cet ouvrage embrasse **tous les domaines de la biologie végétale**.  
Commençant par l'origine chimique de la vie, les étapes successives de **l'édification  
des organismes multicellulaires** sont exposées : unicellulaires procaryotes  
et eucaryotes, tissus et organes des divers groupes de végétaux des Thallophytes  
aux Spermaphytes.

L'exposé du mécanisme des **grandes fonctions physiologiques** comporte  
les apports récents de la biologie moléculaire. La multiplication, la reproduction  
et l'hérédité sont traitées en tenant compte de la diversité de ces phénomènes.  
Cet ouvrage est adapté aux besoins des étudiants en biologie, en biochimie,  
en microbiologie. Il répond aux exigences des candidats se préparant aux divers  
concours (grandes écoles, CAPES, Agrégation, INRA).

ISBN 2-7445-0022-4



9 782744 500220

NULTSCH A514