

SCIENCES SUP

COURS

Licence • PCEM • Pharmacie • Prépas

BIOLOGIE GÉNÉRALE

4^e édition

*Paulette Van Gansen
Henri Alexandre*

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux	XXI
Avant-propos	XXIII
Introduction	1

PREMIÈRE PARTIE

UNICITÉ DU MONDE VIVANT

1. Diversité des êtres vivants	5
1. Biosphère	5
2. Groupes naturels : approche écologique du monde vivant	6
3. Groupes systématiques	8
4. Variation et évolution	9
2. Unicité chimique des êtres vivants	11
1. Unicité atomique des êtres vivants	11
2. Unicité moléculaire des êtres vivants	12
3. Protéines	14
3.1. Acides α -aminés	14
3.2. Polypeptides	15
3.3. Structure des protéines	18
4. Acides nucléiques	22
4.1. Nucléotides	22
4.2. Polynucléotides	24
4.3. Acides désoxyribonucléiques (DNA)	24
4.4. Acides ribonucléiques (RNA)	26
3. Unicité structurelle des êtres vivants	28
1. Cellules	28
2. Cellules procaryotes et eucaryotes. Virus	29
3. Organismes unicellulaires et pluricellulaires	30
4. Organisme humain	31
4. Unicité métabolique des êtres vivants	32
1. Enzymes et coenzymes	32
2. Voies métaboliques	34
3. Facteurs de croissance et vitamines	35
4. Organismes autotrophes et hétérotrophes	36

5. Écosystèmes	38
1. Les cinq règnes vivants	38
1.1. Évolution du concept de règne	38
1.2. Les cinq règnes selon Whittaker et Margulis	39
2. Réseaux alimentaires terrestres et marins	42
3. Cycles biogéochimiques de la biosphère	45
3.1. Cycle du CO ₂	46
3.2. Cycle de l'azote	47
4. Faim et soif dans le monde	48
6. Origine de la vie et origine de l'homme	50
1. La théorie d'Oparine	50
2. Évolution moléculaire prébiologique	51
2.1. Atmosphère primitive	51
2.2. Biomonomères	51
2.3. Biopolymères	53
2.4. Protobiontes (microgouttes)	53
3. Évolution biologique	55
4. Origine de l'homme	58

DEUXIÈME PARTIE

BIOLOGIE CELLULAIRE

7. Bactéries	65
1. Des bactéries et des hommes	65
1.1. Bactéries commensales et symbiotiques	66
1.2. Bactéries pathogènes	66
1.3. Auxiliaires industriels	67
1.4. Objets de recherche fondamentale	68
2. Organisation de la cellule bactérienne	68
2.1. Formes et dimensions	68
2.2. Organisation générale des cellules bactériennes	69
2.3. Éléments cellulaires non généraux des procaryotes	71
2.4. Archæobactéries et Eubactéries	72
3. Multiplication des bactéries	73
3.1. Division binaire des cellules bactériennes	73
3.2. Croissance des populations bactériennes	74
4. Antibiotiques	75
4.1. Découverte et effets des antibiotiques	75
4.2. Organismes producteurs d'antibiotiques	75
4.3. Constitution chimique des antibiotiques	76
4.4. Niveaux d'action des antibiotiques	76
8. Nature chimique du matériel génétique : le DNA	79
1. Matériel génétique des eucaryotes	79
2. Transformations bactériennes	80
2.1. Expériences de F. Griffith	80
2.2. Expériences de O.T. Avery, C.M. McLeod et M. McCarthy	80

38	3. Autoduplication du DNA ou réplication	82
38	3.1. Réplication semi-conservative	82
38	3.2. Les DNA-réplicases, complexes multi-enzymatiques de la réplication ..	84
39	3.2.1. Mécanisme moléculaire de la synthèse du DNA	84
42	3.2.2. La réplication des deux brins du DNA est asymétrique	86
45	3.3. La réplication est bidirectionnelle	87
46	3. Mécanisme de synthèse des protéines chez les bactéries	90
47	1. Codons	90
48	2. L'expression du DNA génétique s'effectue en deux étapes	91
50	3. Transcription	92
50	4. Code génétique	94
51	5. Traduction	95
51	5.1. Ribosomes bactériens	95
51	5.2. RNA de transfert	96
53	5.3. Démarrage de la traduction	98
53	5.4. Élongation du polypeptide	100
55	5.5. Terminaison de la synthèse	100
58	6. Polyribosomes bactériens	100
	7. Antibiotiques agissant sur la synthèse des protéines bactériennes	101
	III. Organisation des cellules eucaryotes	104
	1. Organites et membranes intracellulaires	104
65	2. Méthodes d'étude des cellules eucaryotes	106
65	3. Cellules végétales et cellules animales	107
66	3.1. Parois, glycocalix et matrice extracellulaire	107
66	3.2. Vacuole et inclusions de réserve	108
67	3.3. Jonctions cellulaires	109
68	III. Biomembranes	111
68	1. Propriétés générales des biomembranes	111
69	1.1. Le double feuillet lipido-protéique	111
71	1.2. Perméabilité sélective	113
72	1.3. Compositions moléculaires spécifiques	113
73	2. Fonctions des membranes plasmiques	114
73	3. Structure moléculaire des membranes plasmiques animales	114
74	4. Récepteurs membranaires	117
75	5. Passage des substances au travers des membranes plasmiques	118
75	5.1. Perméabilité à l'eau. Osmose	118
75	5.2. Transports transmembranaires des électrolytes	119
76	5.3. Transports transmembranaires des molécules organiques	
76	non macromoléculaires	121
79	5.4. Endocytose et exocytose	122
79	6. Biosynthèses membranaires	124
80	IV. Digestion intracellulaire chez les eucaryotes	125
80	1. Lysosomes primaires et secondaires	125

2. Origine golgienne des lysosomes	127
2.1. Structure des dictyosomes	127
2.2. Rôle des dictyosomes	128
13. Synthèse des protéines chez les eucaryotes	130
1. Biosynthèses nucléaires des RNA	130
2. Messagers des eucaryotes	131
3. Ribosomes du cytoplasme eucaryote	131
4. Réseau lisse et réseau rugueux	133
5. Sécrétion protéique	134
14. Mouvements et formes cellulaires	137
1. Motilité et forme cellulaire	137
2. Microfilaments	138
3. Filaments intermédiaires	140
4. Microtubules	141
5. Cytosquelette	143
6. Myofibrilles des muscles striés	143
7. Cils, flagelles et centrioles	147
15. Centrales énergétiques des eucaryotes	150
1. Respiration cellulaire et mitochondries	151
1.1. Échanges gazeux	151
1.2. Structure et composition des mitochondries	151
1.3. Oxydations matricielles	153
1.4. Chaîne respiratoire membranaire	155
1.5. Semi-autonomie génétique des mitochondries	158
2. Photosynthèse et chloroplastes	160
2.1. Structure et composition des chloroplastes	161
2.2. Photolyse de l'eau et photophosphorylation de l'ADP	162
2.3. Synthèse des glucides	165
2.4. Semi-autonomie génétique des chloroplastes	166
2.5. Les plastides	167
3. Peroxysomes et glyoxysomes (microbodies)	167
16. Noyau des eucaryotes	169
1. Constituants du noyau	169
1.1. Enveloppe, lamina et suc nucléaires	170
1.2. Nucléosquelette	171
1.3. Composition chimique de la chromatine	172
1.4. Nucléosomes de la chromatine	175
1.5. Euchromatine, hétérochromatine et chromosomes	175
1.6. Nucléoles et organisateurs nucléolaires	176
2. Mitose	177
2.1. Destinées cellulaires	177
2.2. Processus de la mitose chez les animaux	181
2.3. Modalités de la division mitotique	183
2.4. Caryotypes haploïdes et diploïdes	183

127	3. Biosynthèses nucléaires	184
127	3.1. Échanges nucléo-cytoplasmiques	184
128	3.2. Réplication du DNA chromatinien	185
130	3.3. Transcription du DNA chromatinien	187
130	12. VIRUS	188
131	1. Méthode d'étude et moyens de lutte contre les virus	189
131	2. Virions	190
133	3. Groupes de virus	190
134	3.1. Virus des bactéries (phages)	190
137	3.2. Virus des végétaux (phytovirus)	191
137	3.3. Virus animaux et humains	192
138	4. Matériel génétique des virus : DNA ou RNA	192
140	4.1. Démonstration expérimentale	192
141	4.2. Enzymes de synthèse des acides nucléiques	193
143	5. Virus lytiques	195
143	5.1. Cycle du phage T ₂	195
147	5.2. Effets des virus lytiques	196
150	6. Phages tempérés et lysogénie	197
151	6.1. Cycle du phage λ	197
151	6.2. Induction lytique	199
151	6.3. Transduction	199
153	7. Virus oncogènes et tumeurs	199
155	8. Virus et Sida	201
158	9. Propriétés générales des virus	202
160	10. Viroïdes et prions	203
161	13. Principes élémentaires d'immunologie	205
162	1. Immunité	205
165	1.1. Complexes d'histocompatibilité, marqueurs du soi	206
166	1.2. Immunité naturelle (propre à chaque espèce)	207
167	1.3. Immunité acquise (propre à chaque individu)	208
167	1.4. Vaccins et immunosérum	208
169	1.5. Immunopathologie	210
169	2. Antigènes (AG)	210
170	3. Anticorps (AC)	211
171	3.1. Immunité humorale et immunité cellulaire	211
172	3.2. Structure moléculaire des AC	212
173	3.3. Les classes d'Ig	213
175	3.4. Système du complément et IgG	214
176	3.5. Modes d'actions des AC	215
179	4. Bases cellulaires de l'immunité	216
179	4.1. Lymphocytes et macrophages	216
180	4.2. Organes lymphoïdes	218
182	4.3. Les lymphocytes B	219
183	4.4. Les lymphocytes T	222
	5. Défense immunitaire du corps humain contre les micro-organismes ...	223

TROISIÈME PARTIE

REPRODUCTION ET GÉNÉTIQUE

19. Reproduction des organismes	227
1. Reproduction asexuée et sexuée	227
2. Recombinaisons génétiques des bactéries	229
2.1. Conjugaison bactérienne	229
2.2. Recombinaisons légitimes et illégitimes	230
3. Sexualité des eucaryotes	230
4. Méiose	231
5. Organismes haplophasiques, haplo-diplophasiques et diplophasiques	236
20. Reproduction des protistes	238
1. Phyto- et zooflagellés	239
2. Rhizopodes	241
3. Sporozoaires	241
4. Ciliés ou Infusoires	245
21. Gamétogenèse	248
1. Gamétogenèse des végétaux	248
2. Animaux gonochoriques et hermaphrodites	251
3. Spermatogenèse	252
3.1. Testicules	252
3.2. Étapes de la spermatogenèse	252
3.3. Spermatozoïdes	254
4. Ovogenèse	255
4.1. Ovaires	255
4.2. Étapes de l'ovogenèse	257
4.3. Activité génitale cyclique des Mammifères femelles	260
4.4. Œufs et oocytes	261
22. Fécondation	265
1. Modalités de la fécondation (plantes et animaux)	265
1.1. Fécondation externe	265
1.2. Fécondation interne	266
1.3. Phéromones sexuelles des animaux	266
2. Rencontre des gamètes	267
2.1. Mécanismes végétaux	267
2.2. Mécanismes animaux	267
2.3. Insémination artificielle et fécondation <i>in vitro</i> (Mammifères)	268
3. Les étapes de la fécondation chez les animaux	269
3.1. Réaction acrosomiale du spermatozoïde	269
3.2. Réaction corticale de l'œuf	270
3.3. Amphimixie des noyaux	271
3.4. Symétrisation de l'œuf fécondé	271
3.5. Effets de la fécondation	274
3.6. Reproduction par parthénogenèse	275

	4. Double fécondation des plantes Angiospermes	275
	5. Hétérocaryotes et fécondation des champignons	277
	23. Lois de l'hérédité chez les eucaryotes (génétique mendélienne)	279
227	1. Fondements de la génétique	279
227	1.1. Apport de Mendel	280
229	1.2. Théorie chromosomique de l'hérédité	280
229	2. Constitution génétique et apparence des caractères héréditaires	282
230	2.1. Gènes allèles et famille multigénique	282
230	2.2. Gènes pléiotropes	284
231	2.3. Caractères polygéniques	284
	2.4. Génotype (conventions d'écriture)	285
	2.5. Phénotype	286
236	3. Lois de distribution des caractères héréditaires	287
238	3.1. Distribution d'une paire d'allèles parentaux dans la descendance	
239	(première loi de Mendel)	287
241	3.2. Distribution de plusieurs paires d'allèles parentaux non liées	
241	(deuxième loi de Mendel)	289
245	3.3. Distribution de plusieurs paires d'allèles parentaux liées (<i>linkage</i>)	293
248	3.4. Hérité des caractères fluctuants	294
248	3.5. Longévité de l'espèce humaine	296
251	3.6. Races humaines	296
252	4. Hérité liée au sexe	297
252	4.1. Détermination génétique du sexe	298
252	4.2. Hérité liée aux hétérochromosomes	300
254	4.3. Génétique du daltonisme	301
255	5. Cartes génétiques des chromosomes	302
255	5.1. Cartes factorielles	302
257	5.2. Cartes cytogénétiques	303
260	5.3. Cartes moléculaires et séquençage	305
261	24. Mutations	307
265	1. Caractères des mutations	307
265	1.1. Mutations somatiques et mutations germinales	307
265	1.2. Mutations viables et mutations létales	308
266	1.3. Mutations spontanées et mutations induites	308
266	1.4. Taux de mutation et fréquence des mutants	310
267	2. Mutations aléatoires et sélection adaptative	311
267	2.1. Adaptation génotypique des bactéries	311
267	2.2. Adaptation génotypique des eucaryotes	312
268	3. Aspects chromosomiques des mutations (eucaryotes)	313
269	3.1. Polyploïdie	313
269	3.2. Aneuploïdie et balance numérique	314
270	3.3. Défauts structurels des chromosomes et effet de position	316
271	4. Aspects moléculaires des mutations (procaryotes et eucaryotes)	317
271	4.1. Substitution de bases azotées	318
274	4.2. Insertion ou délétion de séquences nucléotidiques	321
275		

5. Mutations humaines	322
5.1. Ampleur	322
5.2. Diagnostics prénataux	323
5.3. Thérapie génique	323
25. Structures et fonctions des gènes chez les procaryotes	325
1. Notion de gène	325
2. Unités géniques	327
2.1. Croisements entre phages	327
2.2. Cistrons	327
2.3. Mutons et recones	331
2.4. Codons	331
3. Contrôle de l'expression du génome bactérien	333
3.1. Adaptations enzymatiques	333
3.2. Opérons	334
3.3. Systèmes inductibles et systèmes répressibles	335
3.4. Contrôles positifs et négatifs	336
3.5. Adaptations phénotypiques et génotypiques	338
4. Méthodes du génie génétique	339
4.1. Enzymes de restriction	340
4.2. Vecteurs de transfert des gènes	341
4.3. Nature et préparation des gènes transférés	343
4.4. Multiplication et sélection des gènes transférés	346
4.5. Applications industrielles, médicales et agricoles	347
26. Structures et fonctions des gènes chez les eucaryotes	350
1. Propriétés des gènes eucaryotes	350
1.1. Cistrons en mosaïque	351
1.2. Promoteurs et <i>enhancers</i>	353
1.3. Gènes mobiles	354
1.4. Gènes oncogènes viraux et cellulaires	356
2. Expression différentielle du génome des eucaryotes	358
2.1. Protéines de luxe et protéines de ménage	358
2.2. Niveaux possibles du contrôle cellulaire des gènes	359
3. Contrôle au niveau de la constitution du génome	361
3.1. Degré de constance des chromosomes	361
3.2. Degré de constance du DNA	361
3.3. Degré de constance de la position des gènes dans le génome	362
4. Contrôle au niveau transcriptionnel	362
4.1. Contrôles positifs et négatifs	362
4.2. Transcription <i>in vitro</i> de la chromatine	362
4.3. Rôle régulateur des protéines chromosomiques	363
4.4. Facteurs de transcription	363
4.5. Diversité des systèmes de contrôle	365
5. Contrôles post-transcriptionnels	366

4. Généralité de la détermination embryonnaire chez les animaux	409
4.1. Œufs en mosaïque et œufs à régulation	409
4.2. Facteurs morphogènes distribués en gradients	410
5. Caractères des territoires déterminés	410
5.1. Distribution inégale des organites	410
5.2. Présence probable de macromolécules spécifiques	410
5.3. Importance de la région corticale	411
31. Pouvoir d'induction et compétence des territoires embryonnaires	413
1. Pouvoir inducteur du territoire cordal des Amphibiens	413
2. Compétence des territoires embryonnaires	415
3. Caractères de l'induction primaire des Vertébrés	416
3.1. L'induction primaire est régionalisée	416
3.2. Le pouvoir inducteur cordal est limité dans le temps	417
3.3. Le pouvoir inducteur du cordoderme est transmissible	418
3.4. L'induction primaire n'a pas de spécificité zoologique	418
4. Nature chimique des substances inductrices des Vertébrés	418
5. Origine induite de la tridermie des Vertébrés	419
6. Inductions en cascade et organogenèse	420
7. Généralité des phénomènes d'induction	422
32. Embryologie expérimentale des Mammifères	423
1. Culture, transfert et congélation d'embryons	423
2. Régulation embryonnaire	424
2.1. Jumeaux vrais	424
2.2. Chimères	425
3. Transferts nucléaires et clonage	427
4. Parthénogenèse, gynogenèse et androgenèse expérimentales	428
5. Animaux transgéniques	429
33. Différenciation cellulaire	431
1. Morphogenèse et homéostasie	431
2. Importance du noyau dans la différenciation cellulaire	432
2.1. Greffes interspécifiques des Acétabulaires	433
2.2. <i>Puffs</i> des chromosomes géants des Diptères	434
2.3. Qualité des chromosomes et embryogenèse	435
3. Importance du cytoplasme dans la différenciation cellulaire	435
4. Relations nucléocytoplasmiques	436
4.1. Hypothèse de Thomas Morgan	436
4.2. Transferts nucléaires	437
4.3. Hybrides cellulaires	439
4.4. Noyau, cytoplasme et milieu	440
5. Signaux extracellulaires et expression du génome	441
5.1. Nature des signaux et rythmes cellulaires	441
5.2. Hormones végétales	442
5.3. Hormones animales et glandes endocrines	443
5.4. Hormones animales stéroïdes	444
5.5. Hormones animales agissant via des seconds messagers	444
5.6. Prostaglandines	445

.....	409	6. Différenciation membranaire	446
.....	409	6.1. Récepteurs de cellules différenciées	446
.....	410	6.2. Cellules embryonnaires et tératocarcinomes	447
.....	410	30 Génétique du développement	449
.....	410	1. Origine et principes de la génétique du développement	449
.....	411	2. Identification des gènes du développement chez la drosophile	452
.....	413	2.1. Description du développement de la drosophile	452
.....	413	2.2. Gènes responsables de l'établissement des axes embryonnaires	455
.....	415	2.3. Gènes de segmentation	456
.....	416	2.4. Gènes sélecteurs	458
.....	416	3. Gènes du développement et évolution	460
.....	417	3.1. Gènes HOM/HOX, phylotype et zootype	460
.....	418	3.2. Évolution du groupe des gènes HOM/HOX	461
.....	418	3.3. Généralisation de la notion de conservation des gènes	
.....	418	du développement	465
.....	419	Index	467
.....	420		
.....	422		
.....	423		
.....	423		
.....	424		
.....	424		
.....	425		
.....	427		
.....	428		
.....	429		
.....	431		
.....	431		
.....	432		
.....	433		
.....	434		
.....	435		
.....	435		
.....	436		
.....	436		
.....	437		
.....	439		
.....	440		
.....	441		
.....	441		
.....	442		
.....	443		
.....	444		
.....	444		
.....	445		

SCIENCES SUP

Paulette Van Gansen
Henri Alexandre

BIOLOGIE GÉNÉRALE

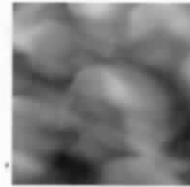
- ▶ Une synthèse claire des principaux champs de connaissance couverts par les Sciences de la vie, que l'étudiant aborde successivement dans son cursus, et où il trouve ici les liens entre les différents domaines.
- ▶ Une édition profondément renouvelée : une présentation plus pédagogique et plus agréable, mais surtout une importante mise à jour sur la réplication de l'ADN, les viroïdes et prions, le séquençage de l'ADN, les thérapies géniques ou le contrôle de l'expression du génome. Le chapitre sur la génétique du développement est renouvelé par des considérations évolutionnistes (gènes hom/hox).
- ▶ Une vision humaniste, mise en valeur par des encadrés, sur les nombreuses questions que posent à nos sociétés les découvertes et leurs applications à l'espèce humaine.

L'ouvrage s'adresse aux étudiants en Licence de Sciences de la Vie, aux élèves en classes préparatoires de biologie et aux étudiants en PCEM et en Pharmacie.



9 782100 490264
6460547
ISBN 978-2-10-049026-4

LICENCE | MASTER | DOCTORAT
1 2 3 4 5 6 7 8



4^e édition

PAULETTE VAN GANSEN
Professeur émérite à
l'Université Libre de Bruxelles,
présidente du Conseil
d'éducation permanente de
l'ULB, a poursuivi pendant
quarante ans ses recherches
sur la différenciation cellulaire.

HENRI ALEXANDRE
est Professeur à la Faculté de
médecine et de pharmacie de
l'Université de Mons-Hainaut,
où il dirige le Laboratoire de
biologie et embryologie.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE


DUNOD
www.dunod.com