

Jean Joly
Daniel Boujard

Biologie pour psychologues

Cours et exercices



DUNOD

3^e édition



Table des matières

AVANT-PROPOS À LA NOUVELLE ÉDITION.....	XVII
AVANT-PROPOS À LA 1 ^{RE} ÉDITION	XIX

COURS

CHAPITRE 1 LES ÊTRES VIVANTS ET LEUR ÉVOLUTION.....	1
1. <i>Peut-on définir la vie ?</i>	3
2. <i>Les êtres vivants, objets de la biologie</i>	4
2.1. La notion d'être vivant.....	4
2.2. Un être vivant est avant tout un organisme	4
2.3. Un être vivant est un système ouvert.....	5
2.4. Un être vivant peut se reproduire	5
2.5. Un être vivant, appartenant au règne animal, assume des fonctions de relation.....	6
3. <i>L'idée d'évolution : naissance et développement des principales théories</i>	7
3.1. L'idée d'évolution.....	7
3.2. Historique de la notion d'évolution.....	7

4. L'évolution biologique : les faits	11
4.1. Ce qu'enseigne la paléontologie.	11
4.1.1. L'époque précambrienne : apparition des êtres vivants	11
4.1.2. Ère primaire : les premiers vertébrés	14
4.1.3. Ère secondaire : les reptiles sont les maîtres du monde... mais les mammifères arrivent	14
4.1.4. Ère tertiaire : la diversification des mammifères, la montée des primates... ..	15
4.1.5. Ère quaternaire : la mise en place des espèces actuelles	15
4.2. Ce qu'enseigne la chimie du vivant	15
4.2.1. Comment sont apparus les premiers êtres vivants ?	15
4.2.2. Les mêmes matériaux pour tous les êtres vivants	19
4.2.3. L'histoire évolutive et le développement embryonnaire	20
4.3. L'hominisation (origine de l'espèce humaine).	21
4.4. Le « genre humain »	22
Lectures conseillées	25
CHAPITRE 2 LES MOLÉCULES DU VIVANT	27
1. Des atomes aux molécules	29
1.1. Qu'est-ce qu'un atome ?	29
1.2. La règle de l'octet	30
1.3. Les liaisons chimiques	31
1.3.1. La liaison covalente	32
1.3.2. La liaison ionique	33
1.3.3. La liaison hydrogène	33
1.4. La molécule d'eau	35
1.4.1. La structure de l'eau	35
1.4.2. Molécules hydrophiles et molécules hydrophobes	35
1.4.3. Les acides et les bases	36
1.5. Quelques propriétés des atomes fondamentaux de la matière vivante	37
1.5.1. Le carbone, squelette de la cellule	37
1.5.2. L'oxygène et l'azote, en se liant au carbone, vont permettre la création de groupements fonctionnels.	38
2. Les molécules organiques (matériaux des êtres vivants)	38
2.1. Les familles de molécules organiques	39
2.2. Les glucides ou sucres	39
2.2.1. Généralités	39
2.2.2. Les oses	40

2.2.3. Les osides	41
2.2.4. Les polysaccharides	42
2.3. Les lipides ou corps gras	42
2.3.1. Les lipides simples	43
2.3.2. Les lipides conjugués	44
2.3.3. Les stéroïdes	44
2.3.4. Les prostaglandines	44
2.4. Les protides	45
2.4.1. Les acides aminés	46
2.4.2. Les peptides	47
2.4.3. Les protéines	49
2.5. Nucléotides et acides nucléiques	50
2.5.1. Les nucléotides	51
2.5.2. Les acides nucléiques	52
Lectures conseillées	52
CHAPITRE 3 LA CELLULE	53
1. Pourquoi s'intéresser particulièrement à la cellule ?	55
2. Les bactéries	56
2.1. Où trouve-t-on des bactéries ?	56
2.2. Quelles sont les caractères d'une cellule bactérienne ?	57
2.3. Comment prolifèrent les bactéries ?	58
2.4. En quoi consistent les antibiotiques ?	58
3. Les virus	59
3.1. Comment prolifèrent les virus à ADN ?	59
3.2. Comment se reproduisent les virus à ARN ?	60
3.3. Que peuvent faire pour se reproduire les rétrovirus comme celui du SIDA ?	60
4. La cellule eucaryote	62
4.1. La membrane plasmique et les jonctions cellulaires (frontière de la cellule)	64
4.1.1. Structure	64
4.1.2. Constituants chimiques de la membrane	66
4.1.3. Principaux rôles de la membrane plasmique	66
4.2. Le noyau (mémoire de la cellule)	70
4.2.1. Forme et structure	70
4.2.2. Constituants chimiques du noyau	71
4.2.3. Principales fonctions du noyau	72

4.3. Les ribosomes (des « têtes de lecture » du message génétique)	73
4.3.1. Structure	73
4.3.2. Constitution chimique	73
4.3.3. Rôle	74
4.4. Le réticulum endoplasmique (un lieu d'élaboration de molécules)	74
4.4.1. Structure	74
4.4.2. Constitution chimique	74
4.4.3. Rôles du réticulum endoplasmique	75
4.5. L'appareil de Golgi (un atelier d'emballage)	76
4.5.1. Structure	76
4.5.2. Constitution chimique	76
4.5.3. Rôles physiologiques	77
4.5.4. Adressage des protéines	78
4.6. Le hyaloplasme et le cytosquelette (responsables de la forme et des mouvements de la cellule)	78
4.6.1. Structure	78
4.6.2. Constitution chimique	79
4.6.3. Rôles du hyaloplasme et du cytosquelette	80
4.7. La mitochondrie (une centrale énergétique)	80
4.7.1. Structure et ultrastructure de la mitochondrie	80
4.7.2. Les fonctions respiratoires de la mitochondrie	81
4.8. Les lysosomes et les peroxysomes : lieux de traitement des déchets cellulaires	85
4.8.1. Les lysosomes	85
4.8.2. Les peroxysomes	85
5. Conclusion : le fonctionnement cellulaire	86
Lectures conseillées	86

CHAPITRE 4 UN PROGRAMME COMPACT D'INFORMATION GÉNÉTIQUE	87
1. Introduction	89
2. La molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique), support de l'hérédité	89
3. La réplication de l'ADN	92
3.1. D'abord, comprendre l'essentiel	92
3.2. Des enzymes pour la réplication	92
3.3. Formation des fourches de réplication	93

3.4. Un problème « technique » résolu grâce aux « fragments » d'Okazaki	94
4. Les ARN (acides ribonucléiques)	95
5. La synthèse protéique	96
5.1. Le code génétique	96
5.2. Les grandes étapes de la synthèse protéique	98
5.3. La transcription des ARN : les ARN polymérase	98
5.4. La transcription et la maturation des ARN messagers	99
5.5. La traduction des ARNm en protéines	102
5.5.1. Les ARN de transfert : des adaptateurs-décodeurs	102
5.5.2. Le ribosome : une machine à fabriquer des protéines	102
5.5.3. Les différentes étapes de la synthèse protéique (figure 4.6)	102
6. Le contrôle de l'expression génétique	105
6.1. La régulation de la transcription	106
6.2. La régulation de l'activité post-transcriptionnelle	107
6.2.1. La régulation de l'épissage	107
6.2.2. Régulation par modification de la stabilité des messagers	109
6.3. La régulation de l'activité traductionnelle	109
6.4. La régulation post-traductionnelle	110
Lectures conseillées	111
CHAPITRE 5 CYCLE CELLULAIRE ET DIFFÉRENCIATION	113
1. La cellule se divise	115
1.1. Notion de cycle cellulaire	115
1.2. La mitose	116
1.2.1. Description	116
1.2.2. Les chromosomes mitotiques	118
1.3. Le contrôle du cycle cellulaire	120
1.3.1. Facteurs internes à la cellule	120
1.3.2. Les antimitotiques	122
1.4. Mitose et vieillissement : rôle des télomères	123
2. Prolifération et différenciation cellulaire	123
2.1. Les facteurs de croissance	124

2.2. Les oncogènes et le cancer	125
2.3. L'apoptose : mort cellulaire programmée	125
3. Les grandes étapes de la différenciation cellulaire dans l'embryon humain	126
3.1. De l'œuf aux tissus	126
3.2. Les étapes-clés du développement	126
3.3. Détermination et différenciation	129
3.4. Les cellules souches embryonnaires	130
4. Les différents tissus d'un organisme adulte	131
4.1. Les tissus épithéliaux	131
4.1.1. Les épithéliums de revêtement	131
4.1.2. Les épithéliums glandulaires	132
4.2. Les tissus conjonctifs et squelettiques	133
4.2.1. Les tissus conjonctifs	133
4.2.2. Les tissus squelettiques	134
4.3. Les tissus musculaires	134
4.4. Le tissu nerveux (cf. chapitres 7, 8 et 9)	135
4.5. Le tissu sanguin et les tissus hématopoïétiques	135
4.5.1. Le sang	135
4.5.2. Les tissus hématopoïétiques	136
4.6. Les cellules souches chez l'adulte	137
Lectures conseillées	138
CHAPITRE 6 REPRODUCTION ET HÉRÉDITÉ	139
1. La reproduction sexuée : formation de la cellule-œuf	141
1.1. Les caractéristiques de la reproduction sexuée	141
1.2. Détermination et différenciation du sexe	143
1.2.1. Détermination du sexe	143
1.2.2. Différenciation des gonades et des voies génitales	144
1.3. La gamétogenèse	145
1.3.1. La méiose	145
1.3.2. La spermatogenèse	149
1.3.3. L'ovogenèse	151
1.4. La fécondation	154

1.5. La procréation médicalement assistée (PMA) et ses limites	157
1.6. Le clonage thérapeutique : un espoir ?	158
2. L'hérédité	159
2.1. Les fondements de la génétique	159
2.2. Génotype et phénotype	160
2.3. Notion de génétique formelle	161
2.3.1. Les « lois » de Mendel	161
2.3.2. Cas des gènes portés sur le même chromosome	165
2.3.3. Hérité lié au sexe	166
3. Le génome humain décrypté	166
4. Interventions sur le génome dans l'espèce humaine : les thérapies géniques	168
Lectures conseillées	169
CHAPITRE 7 LES CELLULES NERVEUSES	171
1. Introduction : la théorie neuronique	173
2. La neurulation : mise en place du tissu nerveux	174
2.1. Les premières étapes de la morphogenèse (figure 7.1)	174
2.2. L'embryon pendant la neurulation	174
2.2.1. Évolution du tube neural	176
2.2.2. Les crêtes neurales et leurs dérivés	176
2.3. Les cellules au cours de la neurulation : une première différenciation	178
3. Les différentes cellules du tissu nerveux	180
3.1. Les cellules gliales	180
3.1.1. Les astrocytes	180
3.1.2. Les oligodendrocytes	180
3.1.3. La microglie	181
3.2. Les neurones	181
3.2.1. Caractères généraux	181
3.2.2. Les principaux types de neurones	182
3.3. Structure fine du neurone	182
3.3.1. Organites non spécifiques	183
3.3.2. Cytosquelette et transport axonique	183
3.3.3. La barrière sang-tissu nerveux	184

3.4.	Comment s'effectue la croissance des neurones ?	184
3.5.	Maturation des neurones et des circuits neuroniques	185
3.5.1.	Notion de maturation neuronique	185
3.5.2.	Plasticité de l'organisation du système nerveux	185
3.5.3.	La myélinisation : un événement majeur	187
3.5.4.	Anomalies de la myélinisation : la sclérose en plaques	189
4.	Fonctions du neurone : l'influx nerveux	190
4.1.	Comment « mesurer » l'activité du neurone ?	190
4.2.	Le potentiel de membrane (ou potentiel trans-membranaire de repos) 191	
4.2.1.	Mise en évidence du potentiel de membrane	191
4.2.2.	Origine du potentiel de membrane	192
4.3.	Les potentiels d'équilibre des ions	193
4.4.	Le potentiel d'action (ou influx nerveux)	194
4.4.1.	Mise en évidence du potentiel d'action	194
4.4.2.	Interprétation ionique du potentiel d'action	196
4.4.3.	Propagation du potentiel d'action le long de l'axone	197
	Lectures conseillées	199
	CHAPITRE 8 LA NEUROTRANSMISSION	201
1.	La synapse : lieu de communication entre neurones	203
1.1.	Définition de la synapse	203
1.2.	Principaux types de synapses	203
1.3.	Structure fine de la synapse	204
1.3.1.	Les composantes de la synapse	204
1.3.2.	Les récepteurs synaptiques	205
1.4.	La transmission synaptique	206
1.4.1.	Vue d'ensemble sur le phénomène	206
1.4.2.	Les étapes de la transmission synaptique	207
2.	Les neuromédiateurs (ou médiateurs chimiques)	211
2.1.	Importance des neuromédiateurs	211
2.2.	Caractères généraux des neuromédiateurs	211
2.3.	Les principaux neuromédiateurs simples	212
2.3.1.	L'acétylcholine (Ach)	212

2.3.2. La dopamine	213
2.3.3. La noradrénaline (NA)	216
2.3.4. Autres médiateurs simples	216
2.4. Les neuropeptides	216
2.4.1. Comment peut-on définir les neuropeptides ?	217
2.4.2. Principaux neuropeptides	218
2.4.3. Co-localisations de neuromédiateurs simples et de neuropeptides ; récepteurs aux neuropeptides	219
2.4.4. Importance des neuropeptides	220
2.5. Potentialisation à long terme et mémoire	221
3. Synapses et substances psychotropes	221
3.1. Une découverte majeure : des molécules pour soigner les malades mentaux	222
3.2. Qu'appelle-t-on substances psychotropes ?	222
3.2.1. Les grandes familles de substances psychotropes	224
3.3. Conclusions	226
4. Des ensembles de neurones au cerveau humain	226
Lectures conseillées	226
CHAPITRE 9 LE SYSTÈME NERVEUX ET LES FONCTIONS DE RELATION	227
1. Organisation générale du système nerveux	229
2. Quelques méthodes d'étude de la structure et du fonctionnement du système nerveux central	231
3. Structure du système nerveux central	233
3.1. La moelle épinière	234
3.2. Le tronc cérébral	235
3.3. Le cervelet	236
3.4. Le paléencéphale (noyaux gris centraux)	237
3.5. Le néencéphale	238
3.5.1. Le paléocortex	238
3.5.2. Le néocortex	239
3.6. Les grandes voies de conduction du SNC	240

4. Quelques fonctions importantes du système nerveux	242
4.1. Les arcs réflexes	242
4.1.1. Réflexe monosynaptique	242
4.1.2. Réflexes polysynaptiques	245
4.2. Le tact : du bout des doigts au cortex	245
4.3. Transmission et perception de la douleur (vive)	248
4.3.1. Structure des voies	248
4.3.2. Fonctionnement des voies de la douleur	249
4.4. Les voies motrices et l'acte moteur	250
4.4.1. Anatomie des voies motrices	250
4.4.2. L'acte moteur	252
4.5. Système nerveux et vigilance (éveil et sommeils)	253
4.5.1. Pourquoi dormir?	253
4.5.2. L'éveil et les sommeils	253
4.5.3. Formation réticulée et niveaux de vigilance	254
4.5.4. Signification, importance du rêve	256
5. Système nerveux et glandes endocrines	256
5.1. Les différents systèmes de transmission chimique	256
5.2. Notion de neuro-sécrétion	257
5.3. L'axe hypothalamo-hypophysaire	259
5.3.1. La neurohypophyse	259
5.3.2. L'adénohypophyse	259
5.4. Système nerveux et stress	260
6. Système nerveux et toxicomanies	263
6.1. Importance du problème	263
6.2. Définition	263
6.3. Mots-clés de la toxicomanie : euphorie, assuétude, accoutumance	264
6.4. Les substances toxicomanigènes	264
6.5. Mécanismes principaux des toxicomanies	266
6.6. Les traitements	268
6.7. Alcoolisme et tabagisme	269
6.7.1. L'alcoolisme	269
6.7.2. Le tabagisme	270
6.8. En conclusion	271

7. Aperçu sur les fonctions d'intégration du système nerveux central.....	272
Lectures conseillées	274

QCM, EXERCICES ET CORRIGÉS

CHAPITRE 1 : LES ÊTRES VIVANTS ET LEUR ÉVOLUTION	277
1. QCM	277
2. Vrai ou faux.....	279
3. Corrigés	281
CHAPITRE 2 : LES MOLÉCULES DU VIVANT	285
1. QCM	285
2. Vrai ou faux.....	286
3. Exercices	290
4. Corrigés	291
CHAPITRE 3 : LA CELLULE.....	297
1. QCM	297
2. Vrai ou faux.....	299
3. Exercices	302
4. Corrigés	307
CHAPITRE 4 : UN PROGRAMME COMPACT D'INFORMATION GÉNÉTIQUE	313
1. QCM	313
2. Vrai ou faux.....	314

3. Exercices	319
4. Corrigés	322
CHAPITRE 5 : CYCLE CELLULAIRE ET DIFFÉRENCIATION	327
1. QCM	327
2. Vrai ou faux	329
3. Exercices	333
4. Corrigés	335
CHAPITRE 6 : REPRODUCTION ET HÉRÉDITÉ	341
1. QCM	341
2. Vrai ou faux	343
3. Exercices	347
4. Corrigés	350
CHAPITRE 7 : LES CELLULES NERVEUSES	359
1. QCM	359
2. Vrai ou faux	361
3. Exercices	364
4. Corrigés	366
CHAPITRE 8 : LA NEUROTRANSMISSION	371
1. QCM	371
2. Vrai ou faux	373
3. Exercices	377
4. Corrigés	378

CHAPITRE 9 : LE SYSTÈME NERVEUX ET LES FONCTIONS DE RELATION	383
1. QCM	383
2. Vrai ou faux	384
3. Exercices	387
4. Corrigés	391
INDEX DES NOTIONS	397
INDEX DES AUTEURS	405

Jean Joly
Daniel Boujard

3^e édition

BIOLOGIE POUR PSYCHOLOGUES

Cours et Exercices

Correspondant au programme de biologie et de neurosciences enseigné dans le cadre de la licence de psychologie, cet ouvrage reprend les points forts de la biologie. Il permet à l'étudiant :

- de découvrir la place de l'homme dans la filiation des êtres vivants depuis les origines ;
- de connaître l'organisation de la cellule, de savoir avec quels matériaux elle est construite et comment y circule l'information génétique ;
- de comprendre de quelle manière les mécanismes de la reproduction et de la génétique assurent la conservation du message à travers les générations ainsi que son expression ;
- de s'initier au domaine fascinant des neurosciences, tant à l'échelle des neurones qu'à celle des cerveaux.

Cette nouvelle édition, actualisée et augmentée, intègre les recherches les plus récentes, plus particulièrement dans le domaine de la génétique. De plus, une section « Exercices et QCM », qui permet une auto-évaluation indispensable à la préparation des examens, complète l'ouvrage.

Le souci pédagogique des auteurs, la clarté de l'exposé et la qualité des synthèses proposées font de ce livre l'outil idéal pour tout lecteur désireux d'acquérir les bases de la biologie humaine : étudiants en reprise d'études ou en formation permanente, étudiants du secteur paramédical, formateurs et instituteurs.

JEAN JOLY

Professeur émérite
de biologie cellulaire
à l'université Rennes I.

DANIEL BOUJARD

Professeur à l'université
de Rennes I et directeur
d'une unité de recherches
associée au CNRS,
il enseigne la biologie
cellulaire aux étudiants
de biologie
et de psychologie.



ISBN 2 10 048910 0

www.dunod.com

