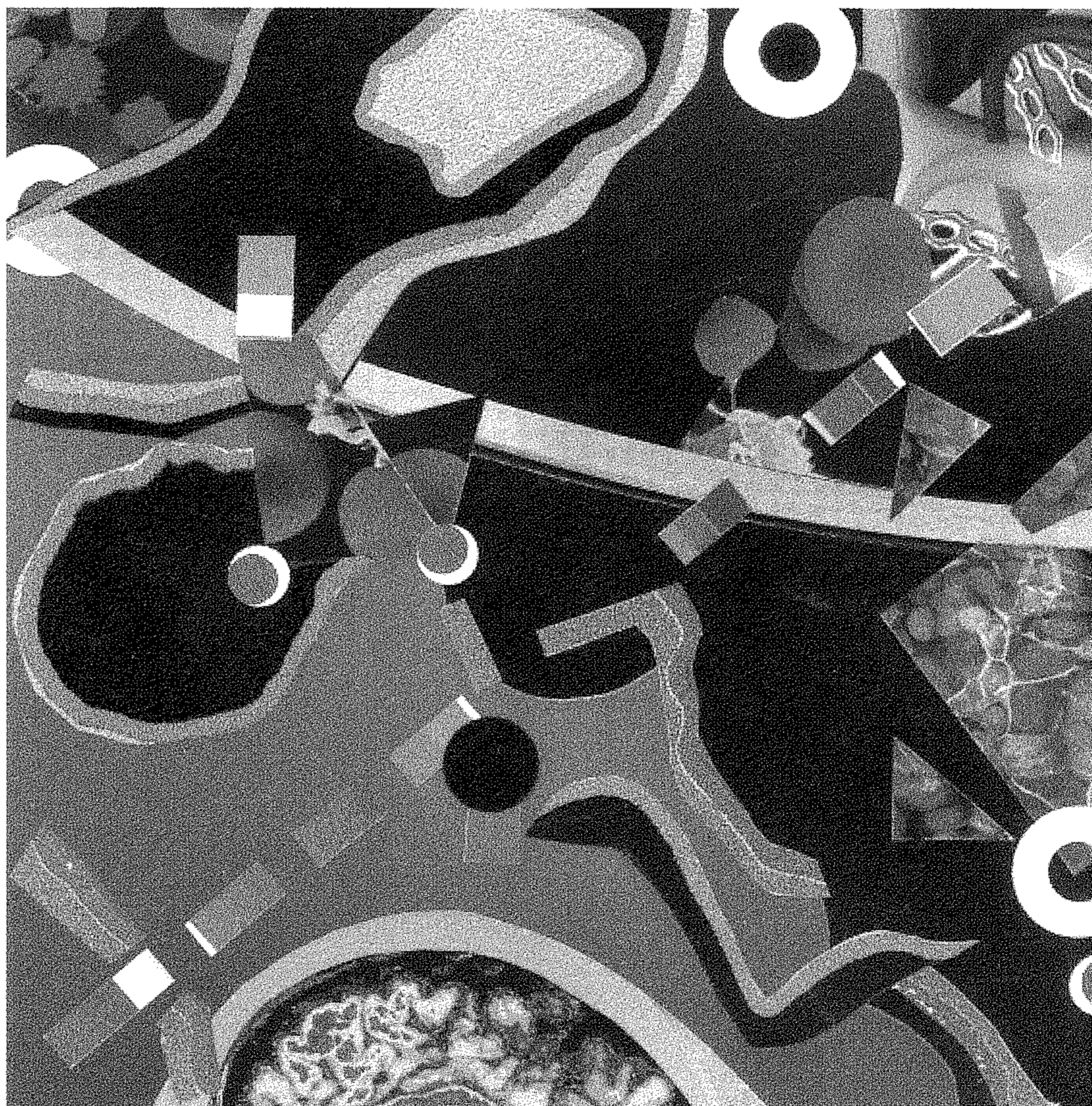


Jean Joly / Daniel Boujard

Biologie pour psychologues

Cours et Exercices

2^e édition



DUNOD



Table des matières



| | |
|--|------|
| AVANT-PROPOS À LA NOUVELLE ÉDITION | XVII |
| AVANT-PROPOS À LA 1 ^{ÈRE} ÉDITION | XIX |

COURS

| | |
|---|----|
| CHAPITRE 1 LES ÊTRES VIVANTS ET LEUR ÉVOLUTION | 1 |
| <i>1. Peut-on définir la vie ?</i> | 3 |
| <i>2. 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 |
| <i>3. 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 |
| <i>4. L'évolution biologique : les faits</i> | 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 | 41 |
| 2.3. | Les lipides ou corps gras | 42 |
| 2.3.1. | Les lipides simples | 42 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2. Les lipides conjugués | 43 |
| 2.3.3. Les stéroïdes | 44 |
| 2.3.4. Les prostaglandines | 44 |
| 2.4. Les protides | 44 |
| 2.4.1. Les acides aminés | 45 |
| 2.4.2. Les peptides | 46 |
| 2.4.3. Les protéines | 47 |
| 2.5. Nucléotides et acides nucléiques | 49 |
| 2.5.1. Les nucléotides | 50 |
| 2.5.2. Les acides nucléiques | 51 |
| 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 ? | 61 |
| 3.3. Que peuvent faire pour se reproduire les rétrovirus comme celui du SIDA ? .. | 61 |
| 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 | 64 |
| 4.1.3. Principaux rôles de la membrane plasmique | 67 |
| 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 | 86 |
| 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 polymérases | 99 |
| 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. L'organisation tridimensionnelle | 130 |
| 4. Les différents tissus d'un organisme adulte | 130 |
| 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 | 132 |
| 4.2.1. Les tissus conjonctifs | 132 |
| 4.2.2. Les tissus squelettiques | 133 |
| 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 |
| Lectures conseillées | 137 |
| 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 |
| 2. L'hérédité | 158 |
| 2.1. Les fondements de la génétique | 158 |
| 2.2. Génotype et phénotype | 158 |
| 2.3. Notion de génétique formelle | 160 |
| 2.3.1. Les « lois » de Mendel | 160 |
| 2.3.2. Cas des gènes portés sur le même chromosome | 164 |
| 2.3.3. Hérité liée au sexe | 165 |

| | |
|--|-----|
| 3. Le génome humain décrypté | 165 |
| 4. Interventions sur le génome dans l'espèce humaine : les thérapies géniques | 166 |
| Lectures conseillées | 168 |
| CHAPITRE 7 LES CELLULES NERVEUSES | 169 |
| 1. Introduction : la théorie neuronique | 171 |
| 2. La neurulation : mise en place du tissu nerveux | 172 |
| 2.1. Les premières étapes de la morphogenèse (figure 7.1 p. 173) | 172 |
| 2.2. L'embryon pendant la neurulation | 172 |
| 2.2.1. Évolution du tube neural | 174 |
| 2.2.2. Les crêtes neurales et leurs dérivés | 174 |
| 2.3. Les cellules au cours de la neurulation : une première différenciation | 176 |
| 3. Les différentes cellules du tissu nerveux | 178 |
| 3.1. Les cellules gliales | 178 |
| 3.1.1. Les astrocytes | 178 |
| 3.1.2. Les oligodendrocytes | 178 |
| 3.1.3. La microglie | 179 |
| 3.2. Les neurones | 179 |
| 3.2.1. Caractères généraux | 179 |
| 3.2.2. Les principaux types de neurones | 180 |
| 3.3. Structure fine du neurone | 180 |
| 3.3.1. Organites non spécifiques | 181 |
| 3.3.2. Cytosquelette et transport axonique | 181 |
| 3.3.3. La barrière sang-tissu nerveux | 182 |
| 3.4. Comment s'effectue la croissance des neurones ? | 182 |
| 3.5. Maturation des neurones et des circuits neuroniques | 183 |
| 3.5.1. Notion de maturation neuronique | 183 |
| 3.5.2. Plasticité de l'organisation du système nerveux | 183 |
| 3.5.3. La myélinisation : un événement majeur | 185 |
| 3.5.4. Anomalies de la myélinisation : la sclérose en plaques | 187 |
| 4. Fonctions du neurone : l'influx nerveux | 188 |
| 4.1. Comment « mesurer » l'activité du neurone ? | 188 |
| 4.2. Le potentiel de membrane (ou potentiel trans-membranaire de repos) | 189 |
| 4.2.1. Mise en évidence du potentiel de membrane | 189 |
| 4.2.2. Origine du potentiel de membrane | 190 |

| | |
|---|-----|
| 4.3. Les potentiels d'équilibre des ions | 191 |
| 4.4. Le potentiel d'action (ou influx nerveux) | 192 |
| 4.4.1. Mise en évidence du potentiel d'action | 192 |
| 4.4.2. Interprétation ionique du potentiel d'action | 194 |
| 4.4.3. Propagation du potentiel d'action le long de l'axone | 195 |

Lectures conseillées 197

CHAPITRE 8 LA NEUROTRANSMISSION 199

1. La synapse : lieu de communication entre neurones 201

| | |
|---|-----|
| 1.1. Définition de la synapse | 201 |
| 1.2. Principaux types de synapses | 201 |
| 1.3. Structure fine de la synapse | 202 |
| 1.3.1. Les composantes de la synapse | 202 |
| 1.3.2. Les récepteurs synaptiques | 203 |
| 1.4. La transmission synaptique | 204 |
| 1.4.1. Vue d'ensemble sur le phénomène | 204 |
| 1.4.2. Les étapes de la transmission synaptique | 205 |

2. Les neuromédiateurs (ou médiateurs chimiques) 209

| | |
|--|-----|
| 2.1. Importance des neuromédiateurs | 209 |
| 2.2. Caractères généraux des neuromédiateurs | 209 |
| 2.3. Les principaux neuromédiateurs simples | 210 |
| 2.3.1. L'acétylcholine (ACh) | 210 |
| 2.3.2. La dopamine | 211 |
| 2.3.3. La noradrénaline (NA) | 214 |
| 2.3.4. Autres médiateurs simples | 214 |
| 2.4. Les neuropeptides | 214 |
| 2.4.1. Comment peut-on définir les neuropeptides ? | 214 |
| 2.4.2. Principaux neuropeptides | 215 |
| 2.4.3. Co-localisations de neuromédiateurs simples et de neuropeptides ; récepteurs aux neuropeptides | 216 |
| 2.4.4. Importance des neuropeptides | 217 |
| 2.5. Potentialisation à long terme et mémoire | 217 |

3. Synapses et substances psychotropes 218

| | |
|---|-----|
| 3.1. Une découverte majeure : des molécules pour soigner les malades mentaux | 218 |
| 3.2. Qu'appelle-t-on substances psychotropes ? | 219 |
| 3.2.1. Les grandes familles de substances psychotropes | 219 |
| 3.3. Conclusions | 221 |

| | |
|---|-----|
| 4. <i>Des ensembles de neurones au cerveau humain</i> | 223 |
| <i>Lectures conseillées</i> | 223 |
| CHAPITRE 9 LE SYSTÈME NERVEUX ET LES FONCTIONS DE RELATION | |
| 1. <i>Organisation générale du système nerveux</i> | 227 |
| 2. <i>Quelques méthodes d'étude de la structure et du fonctionnement du système nerveux central</i> | 229 |
| 3. <i>Structure du système nerveux central</i> | 231 |
| 3.1. La moelle épinière | 232 |
| 3.2. Le tronc cérébral | 233 |
| 3.3. Le cervelet | 234 |
| 3.4. Le paléencéphale (noyaux gris centraux) | 235 |
| 3.5. Le néencéphale | 236 |
| 3.5.1. Le paléocortex | 236 |
| 3.5.2. Le néocortex | 237 |
| 3.6. Les grandes voies de conduction du SNC | 238 |
| 4. <i>Quelques fonctions importantes du système nerveux</i> | 240 |
| 4.1. Les arcs réflexes | 240 |
| 4.1.1. Réflexe monosynaptique | 240 |
| 4.1.2. Réflexes polysynaptiques | 243 |
| 4.2. Le tact : du bout des doigts au cortex | 243 |
| 4.3. Transmission et perception de la douleur (vive) | 246 |
| 4.3.1. Structure des voies | 246 |
| 4.3.2. Fonctionnement des voies de la douleur | 247 |
| 4.4. Les voies motrices et l'acte moteur | 248 |
| 4.4.1. Anatomie des voies motrices | 248 |
| 4.4.2. L'acte moteur | 250 |
| 4.5. Système nerveux et vigilance (éveil et sommeils) | 251 |
| 4.5.1. Pourquoi dormir ? | 251 |
| 4.5.2. L'éveil et les sommeils | 251 |
| 4.5.3. Formation réticulée et niveaux de vigilance | 253 |
| 4.5.4. Signification, importance du rêve | 254 |
| 5. <i>Système nerveux et glandes endocrines</i> | 254 |
| 5.1. Les différents systèmes de transmission chimique | 254 |

| | |
|---|------------|
| 5.2. Notion de neuro-sécrétion | 255 |
| 5.3. L'axe hypothalamo-hypophysaire | 256 |
| 5.3.1. La neurohypophyse | 257 |
| 5.3.2. L'adénohypophyse | 257 |
| 5.4. Système nerveux et stress | 258 |
| 6. Système nerveux et toxicomanies | 260 |
| 6.1. Importance du problème | 260 |
| 6.2. Définition | 261 |
| 6.3. Mots-clés de la toxicomanie : euphorie, assuétude, accoutumance | 261 |
| 6.4. Les substances toxicomanigènes | 262 |
| 6.5. Mécanismes principaux des toxicomanies | 264 |
| 6.6. Les traitements | 266 |
| 7. Aperçu sur les fonctions d'intégration du système nerveux central | 267 |
| Lectures conseillées | 269 |

QCM, EXERCICES ET CORRIGÉS

| | |
|---|------------|
| CHAPITRE 1 : LES ÊTRES VIVANTS ET LEUR ÉVOLUTION | 273 |
| 1. QCM | 273 |
| 2. Vrai ou faux | 275 |
| 3. Corrigés | 277 |
| CHAPITRE 2 : LES MOLÉCULES DU VIVANT | 281 |
| 1. QCM | 281 |
| 2. Vrai ou faux | 282 |
| 3. Exercices | 286 |
| 4. Corrigés | 287 |
| CHAPITRE 3 : LA CELLULE | 293 |
| 1. QCM | 293 |
| 2. Vrai ou faux | 295 |

| | |
|--|-----|
| 3. Exercices | 298 |
| 4. Corrigés | 303 |
| CHAPITRE 4 : UN PROGRAMME COMPACT D'INFORMATION GÉNÉTIQUE | 309 |
| 1. QCM | 309 |
| 2. Vrai ou faux | 310 |
| 3. Exercices | 315 |
| 4. Corrigés | 318 |
| CHAPITRE 5 : CYCLE CELLULAIRE ET DIFFÉRENCIATION | 323 |
| 1. QCM | 323 |
| 2. Vrai ou faux | 325 |
| 3. Exercices | 329 |
| 4. Corrigés | 331 |
| CHAPITRE 6 : REPRODUCTION ET HÉRÉDITÉ | 337 |
| 1. QCM | 337 |
| 2. Vrai ou faux | 339 |
| 3. Exercices | 343 |
| 4. Corrigés | 346 |
| CHAPITRE 7 : LES CELLULES NERVEUSES | 355 |
| 1. QCM | 355 |
| 2. Vrai ou faux | 357 |
| 3. Exercices | 360 |
| 4. Corrigés | 362 |
| CHAPITRE 8 : LA NEUROTRANSMISSION | 367 |
| 1. QCM | 367 |
| 2. Vrai ou faux | 369 |

| | |
|--|-----|
| 3. Exercices | 373 |
| 4. Corrigés | 374 |
| CHAPITRE 9 : LE SYSTÈME NERVEUX ET LES FONCTIONS DE RELATION..... | |
| 1. QCM | 379 |
| 2. Vrai ou faux | 380 |
| 3. Exercices | 383 |
| 4. Corrigés | 387 |
| INDEX DES NOTIONS | 393 |
| INDEX DES AUTEURS | 401 |