

SCIENCES DE LA VIE

BGPC – Licence et masters des Sciences du vivant
PACES – CAPES – Agrégation

4^e édition

D. Robert, B. Vian



Éléments de biologie cellulaire

doin

Table des matières

Première partie

LA CELLULE ET SES CONSTITUANTS MOLÉCULAIRES

Chapitre I	Caractéristiques des êtres vivants	3
1.	Analyse du comportement d'une culture cellulaire	3
2.	Propriétés communes aux différents types cellulaires	4
2.1.	Stockage et transmission des informations génétiques	4
2.2.	Synthèse de macromolécules spécifiques	5
2.3.	Gestion de l'énergie	5
2.4.	Adaptation aux conditions extérieures	6
3.	Organismes cellulaires	7
3.1.	Archéobactéries	7
3.2.	Eubactéries : le modèle Procaryote	7
3.3.	Modèle Eucaryote	10
3.4.	Comparaison des organismes Procaryotes et Eucaryotes	13
3.5.	Spécialisation cellulaire : unité et diversité en biologie	14
4.	Cas des virus	14
4.1.	Différents types de virus	16
4.2.	Cycles de développement des virus	17
4.3.	Voies de synthèse des composants du virus	18
4.4.	Origine des virus	19
Chapitre II	Composition chimique de la matière vivante	20
1.	Analyse élémentaire	20
2.	L'eau	21
2.1.	Teneur en eau des organismes	21
2.2.	Structure de la molécule d'eau	21
2.3.	Organisation tridimensionnelle	22
2.4.	Propriétés de l'eau	23

3. Sels minéraux	27
4. Espèces organiques et propriétés du carbone	27
5. Forces de liaison en biochimie	30
5.1. Liaison covalente	30
5.2. Liaisons intermoléculaires ou forces de Van der Waals	30
5.3. Liaison hydrogène	32
5.4. Liaison ionique	32
Chapitre III Les protéines	34
1. Données de base	34
1.1. Acides aminés	34
1.2. Enchaînement des acides aminés : la liaison peptidique	41
1.3. Structure primaire	43
1.4. Structure secondaire	45
1.5. Structure tertiaire	51
1.6. Structure quaternaire	58
1.7. Associations et changement de conformation des molécules protéiques	61
1.8. Purification, identification et isolement des protéines	62
2. Quelques exemples de protéines	69
2.1. α -kératine, collagène et fibroïne, protéines fibreuses à rôle structural	69
2.2. Enzymes, protéines globulaires à activité catalytique	72
2.3. Anticorps, protéines globulaires à rôle de défense	86
Chapitre IV Les lipides	94
1. Acides gras	94
1.1. Caractères généraux	94
1.2. Différents acides gras	94
1.3. Acides gras et lipides	97
2. Glycérolipides	97
2.1. Glycérol et estérification des acides gras	97
2.2. Triglycérides	98
2.3. Phosphoglycérolipides	99
3. Sphingosides	100
4. Cérides	101
5. Stérides	101
6. Lipides isopréniques	102

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre V Les glucides	104
1. Monosaccharides ou sucres simples	104
1.1. Aldoses	105
1.2. Cétoses	108
1.3. Dérivés des aldoses et des cétoses	109
2. Disaccharides	110
3. Oligosaccharides	111
4. Polysaccharides	112
5. Détection cytochimique des polysaccharides	115
Chapitre VI Les acides nucléiques et les nucléotides	116
1. Acide désoxyribonucléique ou ADN	116
1.1. Hydrolyse totale de la molécule	116
1.2. Hydrolyse partielle de la molécule	118
1.3. Structure primaire de l'ADN	119
1.4. Propriétés de la molécule : nécessité d'une structure secondaire	120
1.5. Double hélice, structure secondaire de l'ADN	124
1.6. Double hélice et propriétés de l'ADN	126
1.7. ADN dans la cellule	128
2. Acide ribonucléique ou ARN	128
2.1. Structure de la molécule d'ARN	128
2.2. Différents types d'ARN	129
2.3. Mise en évidence des ARN dans la cellule	130
3. Dérivés de nucléotides	131
3.1. Nucléosides 5' polyphosphates	131
3.2. Nucléosides 3'-5' monophosphate cycliques	132
Conclusion	132

Seconde partie

LES COMPARTIMENTS CELLULAIRES ET LEURS FONCTIONS

Chapitre I La membrane plasmique	135
1. Aspects morphologiques	135

2. Composition chimique	136
2.1. Techniques d'isolement	136
2.2. Analyse chimique	137
3. Architecture moléculaire.....	138
3.1. Premiers modèles membranaires	138
3.2. Modèle en mosaïque fluide	138
4. Spécialisations de la membrane plasmique	146
4.1. Microvillosités.....	146
4.2. Jonctions dans les cellules animales	147
4.3. Plasmodesmes des cellules végétales	148
5. Propriétés physiologiques	149
5.1. Transport transmembranaire : généralités	149
5.2. Transport des ions et de petites molécules	150
5.3. Transport de macromolécules et de particules	153
5.4. Transfert d'informations : quelques exemples.....	157
5.5. Reconnaissance et adhérence cellulaire	159
Chapitre II Le territoire nucléaire.	
Le nucléoïde des Procaryotes et le noyau des Eucaryotes....	162
1. Nucléoïde des cellules Procaryotes	162
1.1. Organisation in situ	162
1.2. Cartes génétiques.....	163
1.3. Étalements moléculaires	163
1.4. Composition et architecture macromoléculaire	167
2. Noyau des cellules Eucaryotes	171
2.1. Données fournies par la microscopie photonique	171
2.2. Ultrastructure du noyau interphasique.....	172
2.3. Chromatine	174
2.4. Enveloppe nucléaire et structures associées.....	187
2.5. Disposition intranucléaire du nucléofilament	193
Conclusion.....	194
Chapitre III La transcription de l'information génétique	199
1. Rôle du noyau	199
2. Nécessité d'un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme	201
3. Nature de l'intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme.....	202
4. Modalités de la transcription	204

TABLE DES MATIÈRES

5. Transcription chez les Procaryotes	205
5.1. Notion d'unité de transcription	205
5.2. ARN polymérase et reconnaissance du site d'initiation	206
5.3. Progression et terminaison de la transcription	208
5.4. Localisation et visualisation des synthèses chez les Procaryotes	208
6. Transcription chez les Eucaryotes	210
6.1. ARN polymérases et unités de transcriptions	210
6.2. ARN polymérases et sites d'initiation	211
6.3. Localisation intranucléaire des synthèses	213
6.4. Transcription nucléolaire	214
6.5. Transcription au niveau de la chromatine dispersée	222
Conclusion	228
Chapitre IV La traduction	230
1. Localisation de la traduction	230
2. Importance des ARN dans la synthèse protéique	232
2.1. ARN ribosomal et ribosomes	232
2.2. ARN messenger (ARNm) et code génétique	236
2.3. ARN de transfert (ARNt) comme « adaptateurs »	239
3. Étapes de la traduction chez les Procaryotes	243
3.1. Organisation de l'ARN messenger et son rôle dans la traduction	243
3.2. Initiation	244
3.3. Élongation et translocation	245
3.4. Terminaison de la chaîne	247
3.5. Fonctionnement des polysomes	247
4. Étapes de la traduction chez les Eucaryotes	248
5. Agents de blocage de la traduction	249
6. Routage des protéines dans la cellule Eucaryote	249
6.1. Protéines synthétisées sur les polysomes libres	249
6.2. Protéines synthétisées sur des ribosomes fixés à la membrane du réticulum endoplasmique	250
Chapitre V Quelques éléments de régulation	251
1. Régulation chez les Procaryotes	251
1.1. Concept d'opéron : l'opéron lactose	252
1.2. Différentes modalités de la régulation chez les bactéries	254

2. Régulation chez les Eucaryotes.....	258
2.1. Régulation au niveau de l'information génétique	258
2.2. Régulation au niveau de la transcription	261
2.3. Régulation post-transcriptionnelle	267
2.4. Régulation traductionnelle et post-traductionnelle	270
3. Perturbation de la régulation cellulaire : virus et oncogènes	273
Chapitre VI Le cytosquelette et la motilité cellulaire	278
1. Microfilaments.....	279
1.1. Détection immunocytochimique des microfilaments	279
1.2. Structure de l'actine.....	279
1.3. Liaison de l'actine à de nombreuses autres protéines	280
1.4. Interactions actine/myosine dans les cellules musculaires.....	281
1.5. Rôle de l'actine dans les cellules non musculaires.....	283
2. Filaments intermédiaires.....	285
3. Microtubules	286
3.1. Composition chimique et architecture moléculaire	287
3.2. Polymérisation et dépolymérisation des microtubules	287
3.3. Rôles physiologiques	288
3.4. Cas des microtubules stables	290
Conclusion.....	292
Chapitre VII Les compartiments intracellulaires : réticulum endoplasmique, appareil de Golgi, lysosomes	293
1. Organisation morphologique des compartiments.....	294
1.1. Aspects cytologiques	294
1.2. Méthodes d'approche et composition chimique	299
2. Rôles physiologiques.....	302
2.1. Biosynthèse des lipides et des glycolipides membranaires.....	303
2.2. Biosynthèse, transfert et concentration de (glyco)protéines.....	304
2.3. Biogenèse des lysosomes : un exemple de tri et d'adressage des glycoprotéines	315
2.4. Digestion intracellulaire et détoxification	319
2.5. Lysosomes et pathologie	322
2.6. Vacuole des cellules végétales : un compartiment de stockage	323
Conclusion.....	325

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre VIII La récupération de l'énergie dans la cellule	326
1. Une voie universelle de production d'ATP : la glycolyse	326
1.1. Une première étape, la formation du fructose 1,6 biphosphate	326
1.2. Clivage du fructose 1,6-P en deux trioses-phosphate	327
1.3. Du phosphoglyceraldéhyde 3-P au pyruvate	328
1.4. Bilan de la glycolyse et devenir des produits formés	329
2. Récupération de l'énergie chez les Eucaryotes	330
2.1. Mitochondries et respiration	331
2.2. Chloroplastes et photosynthèse	349
3. Récupération de l'énergie chez les Procaryotes	363
Conclusion	364
Chapitre IX Les divisions cellulaires	366
1. Cycles de développement	367
1.1. Cycle de développement à deux générations d'égale importance	367
1.2. Cycle de développement monogénétique diploïde	369
1.3. Cycle de développement monogénétique haploïde	369
2. Duplication du matériel génétique	370
2.1. Hypothèse de Watson et Crick	370
2.2. Vérification expérimentale	371
2.3. Réplication de l'ADN	374
3. Partage égal des génomes fils	388
3.1. Division et cycle cellulaires chez les Procaryotes	388
3.2. Bipartition chez les Eucaryotes : mitose et cycle cellulaire	390
4. Mort cellulaire : nécrose ou mort cellulaire programmée ?	416
5. Partage avec réduction chromatique : la méiose	417
5.1. Déroulement de la méiose	417
5.2. Appariement des chromosomes : le complexe synaptonémal	420
5.3. Chiasmata, crossing-over et recombinaison génétique	423
5.4. Ségrégation des chromosomes	425
5.5. Durée et déclenchement de la méiose	427
5.6. Importance de la méiose : la formation de nouvelles associations géniques	428
Conclusion	431
Index	439

SCIENCES DE LA VIE

D. Robert, B. Vian

Éléments de biologie cellulaire

À l'occasion de la quatrième édition de cet ouvrage très apprécié des enseignants et des étudiants, les auteurs ont apporté des compléments d'information dans la plupart des chapitres, amélioré la présentation de certains schémas et rendu plus accessibles des notions devenues de plus en plus complexes.

De plus, les progrès réalisés dans certains domaines de la biologie cellulaire ont entraîné le remaniement de plusieurs chapitres concernant les domaines du support de l'information génétique, les modalités de régulation de son expression et celles de sa transmission d'une génération à la suivante, domaines faisant l'objet de recherches intensives.

Les connaissances nouvelles sont intégrées à l'ouvrage sous une forme nécessairement simplifiée car elles doivent être accessibles à ceux qui abordent des études de biologie cellulaire.

Le but de cet ouvrage est de permettre aux étudiants d'acquérir de solides notions sur l'organisation et les modalités du fonctionnement de la cellule et d'établir les liens existant entre les structures et les fonctions.

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants en biologie du premier cycle universitaire, à ceux des trois premières années des études médicales et aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles biologiques. Les candidats aux concours de recrutement de l'enseignement du second degré (CAPES, Agrégations externe et interne) pourront y trouver, sous une forme facilement accessible, des informations qui faciliteront la restructuration rapide de leurs connaissances.

ISBN : 978-2-7040-1374-6



9 782704 013746