

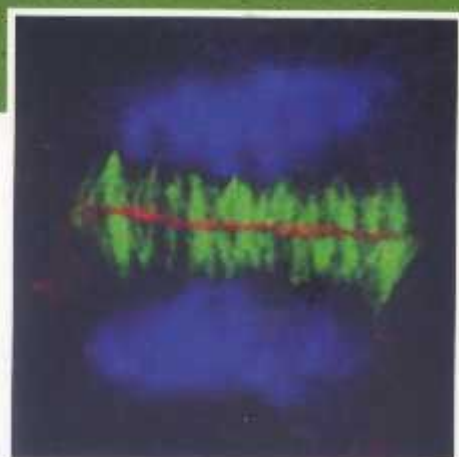
SCIENCES DE LA VIE

DEUG - Licence - CPGE - PCEM

CAPES - Agrégation

3<sup>e</sup> édition

D. Robert, B. Vian



# Éléments de biologie cellulaire

doin

BL 462

**SCIENCES  
DE LA VIE**

DEUG - Licence - CPGE - PCEM  
CAPES - Agrégation

047979

③



# Éléments de biologie cellulaire

**Daniel Robert**

Professeur des Universités

**Brigitte Vian**

Maître de conférences des Universités

3<sup>e</sup> édition

**doin**

# Table des matières

## Première partie

### LA CELLULE ET SES CONSTITUANTS MOLÉCULAIRES

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

3. Les sels minéraux .....	26
4. Les espèces organiques et les propriétés du carbone .....	26
5. Les forces de liaison en biochimie .....	29
5.1. La liaison covalente .....	29
5.2. Les liaisons intermoléculaires ou forces de Van der Waals .....	29
5.3. La liaison hydrogène .....	31
5.4. La liaison ionique .....	31
<b>Chapitre III Les protéines</b> .....	<b>33</b>
1. Les données de base .....	33
1.1. Les acides aminés .....	33
1.2. Enchaînement des acides aminés : la liaison peptidique .....	40
1.3. La structure primaire .....	42
1.4. La structure secondaire .....	44
1.5. La structure tertiaire .....	50
1.6. La structure quaternaire .....	57
1.7. Associations et changement de conformation des molécules protéiques .....	60
1.8. Purification, identification et isolement des protéines .....	61
2. Quelques exemples de protéines .....	68
2.1. L' $\alpha$ -kératine, le collagène et la fibroïne, protéines fibreuses à rôle structural .....	68
2.2. Les enzymes, protéines globulaires à activité catalytique .....	71
2.3. Les anticorps, protéines globulaires à rôle de défense .....	84
<b>Chapitre IV Les lipides</b> .....	<b>93</b>
1. Les acides gras .....	93
1.1. Caractères généraux .....	93
1.2. Les différents acides gras .....	93
1.3. Acides gras et lipides .....	95
2. Les glycérolipides .....	96
2.1. Le glycérol et l'estérification des acides gras .....	96
2.2. Les triglycérides .....	96
2.3. Les phosphoglycérolipides .....	97
3. Les sphingosides .....	98
4. Les cérides .....	99
5. Les stérides .....	100
6. Les lipides isopréniques .....	101

<b>Chapitre V Les glucides</b> .....	102
1. Les monosaccharides ou sucres simples .....	102
1.1. Les aldoses .....	103
1.2. Les cétooses .....	106
1.3. Les dérivés des aldoses et des cétooses .....	107
2. Les disaccharides .....	108
3. Les oligosaccharides .....	109
4. Les polysaccharides .....	110
5. Détection cytochimique des polysaccharides .....	113
<b>Chapitre VI Les acides nucléiques et les nucléotides</b> .....	114
1. L'acide désoxyribonucléique ou ADN .....	114
1.1. Hydrolyse totale de la molécule .....	114
1.2. Hydrolyse partielle de la molécule .....	116
1.3. La structure primaire de l'ADN .....	117
1.4. Propriétés de la molécule: nécessité d'une structure secondaire .....	118
1.5. La double hélice, structure secondaire de l'ADN .....	122
1.6. La double hélice et les propriétés de l'ADN .....	124
1.7. L'ADN dans la cellule .....	125
2. L'acide ribonucléique ou ARN .....	126
2.1. Structure de la molécule d'ARN .....	126
2.2. Les différents types d'ARN .....	127
2.3. Mise en évidence des ARN dans la cellule .....	128
3. Les dérivés de nucléotides .....	129
3.1. Les nucléosides 5' polyphosphates .....	129
3.2. Les nucléosides 3'-5' monophosphate cycliques .....	130
Conclusion .....	130

## Seconde partie

### LES COMPARTIMENTS CELLULAIRES ET LEURS FONCTIONS

<b>Chapitre I La membrane plasmique</b> .....	133
1. Aspects morphologiques .....	133
2. Composition chimique .....	134
2.1. Les techniques d'isolement .....	134
2.2. Analyse chimique .....	135

3. Architecture moléculaire .....	136
3.1. <i>Les premiers modèles membranaires</i> .....	136
3.2. <i>Le modèle en mosaïque fluide</i> .....	136
4. Spécialisations de la membrane plasmique .....	145
4.1. <i>Les microvillosités</i> .....	145
4.2. <i>Les jonctions dans les cellules animales</i> .....	145
4.3. <i>Les plasmodesmes des cellules végétales</i> .....	146
5. Propriétés physiologiques .....	147
5.1. <i>Transport transmembranaire : généralités</i> .....	147
5.2. <i>Transport des ions et de petites molécules</i> .....	148
5.3. <i>Transport de macromolécules et de particules</i> .....	152
5.4. <i>Transfert d'informations : quelques exemples</i> .....	153
5.5. <i>Reconnaissance et adhérence cellulaire</i> .....	157

## Chapitre II Le territoire nucléaire.

### Le nucléoïde des Procaryotes et le noyau des Eucaryotes .....

1. Le nucléoïde des cellules Procaryotes .....	159
1.1. <i>Organisation in situ</i> .....	159
1.2. <i>Les cartes génétiques</i> .....	160
1.3. <i>Les éléments moléculaires</i> .....	160
1.4. <i>Composition et architecture macromoléculaire</i> .....	164
2. Le noyau des cellules Eucaryotes .....	167
2.1. <i>Données fournies par la microscopie photonique</i> .....	167
2.2. <i>Ultrastructure du noyau interphasique</i> .....	169
2.3. <i>La chromatine</i> .....	171
2.4. <i>L'enveloppe nucléaire et les structures associées</i> .....	182
2.5. <i>Disposition intranucléaire du nucléofilament</i> .....	188
Conclusion .....	190

## Chapitre III La transcription de l'information génétique .....

1. Le rôle du noyau .....	194
2. Nécessité d'un intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme .....	196
3. Nature de l'intermédiaire entre le noyau et le cytoplasme .....	197
4. Les modalités de la transcription .....	199
5. La transcription chez les Procaryotes .....	200
5.1. <i>Notion d'unité de transcription</i> .....	200
5.2. <i>L'ARN polymérase et la reconnaissance du site d'initiation</i> .....	201

<b>Chapitre VI Le cytosquelette et la motilité cellulaire</b> .....	271
1. Les microfilaments .....	272
1.1. Détection immunocytochimique des microfilaments .....	272
1.2. Structure de l'actine .....	272
1.3. L'actine est liée à de nombreuses autres protéines .....	273
1.4. Les interactions actine/myosine dans les cellules musculaires .....	274
1.5. Rôle de l'actine dans les cellules non musculaires .....	276
2. Les filaments intermédiaires .....	278
3. Les microtubules .....	279
3.1. Composition chimique et architecture moléculaire .....	280
3.2. Polymérisation et dépolymérisation des microtubules .....	280
3.3. Rôles physiologiques .....	281
3.4. Le cas des microtubules stables .....	283
Conclusion .....	285
<b>Chapitre VII Compartiments intracellulaires : réticulum endoplasmique, appareil de Golgi, lysosomes</b> .....	286
1. Organisation morphologique des compartiments .....	287
1.1. Aspects cytologiques .....	287
1.2. Méthodes d'approche et composition chimique .....	292
2. Rôles physiologiques .....	295
2.1. Biosynthèse des lipides et des glycolipides membranaires .....	296
2.2. Biosynthèse, transfert et concentration de (glyco)protéines .....	297
2.3. Biogenèse des lysosomes : un exemple de tri et d'adressage des glycoprotéines .....	308
2.4. Digestion intracellulaire et détoxication .....	312
2.5. Lysosomes et pathologie .....	315
2.6. La vacuole des cellules végétales comme compartiment de stockage .....	316
Conclusion .....	318
<b>Chapitre VIII La récupération de l'énergie dans la cellule</b> .....	319
1. Une voie universelle de production d'ATP: la glycolyse .....	319
1.1. Une première étape, la formation du fructose 1,6 bisphosphate .....	319
1.2. Le clivage du fructose 1,6-P en deux trioses-phosphate .....	320
1.3. Du phosphoglyceraldéhyde 3-P au pyruvate .....	321
1.4. Le bilan de la glycolyse et le devenir des produits formés .....	322
2. La récupération de l'énergie chez les Eucaryotes .....	323
2.1. Les mitochondries et la respiration .....	324
2.2. Les chloroplastes et la photosynthèse .....	341

3. La récupération de l'énergie chez les Procaryotes .....	355
Conclusion .....	356
<b>Chapitre IX Les divisions cellulaires</b> .....	<b>358</b>
1. Les cycles de développement .....	359
1.1. Cycle de développement à deux générations d'égale importance .....	359
1.2. Cycle de développement monogénétique diploïde .....	361
1.3. Cycle de développement monogénétique haploïde .....	361
2. La duplication du matériel génétique .....	362
2.1. L'hypothèse de Watson et Crick .....	362
2.2. Vérification expérimentale .....	363
2.3. La réplication de l'ADN .....	366
3. Le partage égal des génomes fils .....	378
3.1. Division et cycle cellulaires chez les Procaryotes .....	378
3.2. La bipartition chez les Eucaryotes : mitose et cycle cellulaire .....	380
4. Le partage avec réduction chromatique : la méiose .....	403
4.1. Le déroulement de la méiose .....	403
4.2. Appariement des chromosomes ; le complexe synaptonémal .....	407
4.3. Chiasmata, crossing-over et recombinaison génétique .....	409
4.4. La ségrégation des chromosomes .....	410
4.5. Durée et déclenchement de la méiose .....	412
4.6. Importance de la méiose : la formation de nouvelles associations géniques .....	412
<b>Chapitre X Conclusion</b> .....	<b>414</b>
<b>Index</b> .....	<b>421</b>

## Éléments de biologie cellulaire

Cette troisième édition d'un ouvrage très apprécié des enseignants et des étudiants propose un contenu renouvelé dans le fond et la forme.

**Le fond :** l'évolution rapide des connaissances dans le domaine de la biologie cellulaire a rendu nécessaire, même pour un ouvrage destiné à des étudiants débutant l'étude de la cellule, des remaniements substantiels de certains chapitres. Par ailleurs, il a paru intéressant d'introduire de nouveaux encadrés apportant des informations complémentaires sur des sujets d'actualité ou dans des domaines qui dépendent plus de la biologie moléculaire que de la biologie cellulaire *stricto sensu*. De nombreuses techniques de biologie moléculaire sont en effet des outils pour le biologiste cellulaire moderne; il est souvent fait référence à certaines d'entre elles dans les médias et il a semblé indispensable d'en donner au moins le principe aux futurs biologistes. Plutôt que d'en faire un chapitre, consacré au génie génétique ou à l'ingénierie de l'ADN, les auteurs ont choisi de placer des encadrés traitant de ces sujets dans les chapitres où sont présentés les concepts permettant de comprendre la méthodologie employée ou dans ceux pour lesquels la technique a facilité la résolution de problèmes biologiques.

**Le but de l'ouvrage n'a cependant pas changé :** 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.

**La forme :** l'emploi de deux couleurs rend la mise en page plus attrayante et les schémas - pour la plupart redessinés - plus explicites.

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants en *biologie* du premier cycle universitaire (DEUG ou licence de Sciences et Technologie), à ceux du PCEM 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 : 2-7040-1169-9



9 782704 011698