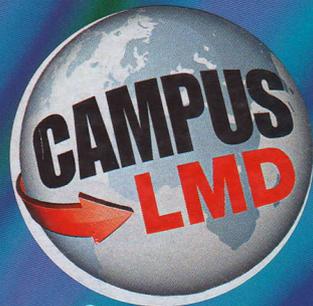


# Manuel

de

# Biologie moléculaire



3<sup>e</sup> édition

Abderrahman Maftah  
Jean-Michel Petit  
Raymond Julien

- L1/L2
- PACES
- IUT

Cours  
+ QCM  
+ QROC

DUNOD

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Structure de l'ADN et de l'ARN</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Les composants des acides nucléiques</b>	<b>1</b>
	La structure des nucléotides	3
	La structure des polynucléotides	5
<b>1.2</b>	<b>La structure en double hélice de l'ADN</b>	<b>5</b>
	La règle de Chargaff et les appariements complémentaires	5
	Les différentes formes d'ADN	8
	Dissociation et réassociation des brins d'ADN	9
	Les surenroulements de l'ADN	11
<b>1.3</b>	<b>Le nucléosome, la chromatine et les chromosomes</b>	<b>13</b>
	La structure du nucléosome	13
	La structure et le remodelage de la chromatine	15
	La structure des chromosomes et le cycle cellulaire	16
<b>1.4</b>	<b>La structure des génomes</b>	<b>19</b>
	Qu'est-ce qu'un génome ?	19
	La taille des génomes	19
	Les génomes viraux	21
	Les génomes procaryotes	21
	Les génomes eucaryotes	21
	Les génomes d'organites	22
<b>1.5</b>	<b>Les différents types d'ARN</b>	<b>22</b>
	Structure et fonction	22
	Qu'est-ce qu'un ARN non codant ?	25
	Qu'est-ce que l'ARN interférence ?	25
	Points clefs	27
	QCM - QROC	28
	Réponses	29

<b>2</b>	<b>Réplication, réparation, recombinaison et transposition de l'ADN</b>	<b>31</b>
	<b>2.1 Les mécanismes de réplication de l'ADN</b>	<b>31</b>
	La chimie de synthèse cellulaire des polydésoxyribonucléotides	32
	L'action de l'ADN polymérase	33
	La fourche de réplication	34
	Les autres enzymes et protéines de la réplication	35
	Les différentes ADN polymérases	38
	Les différentes étapes de la réplication	39
	<b>2.2 Les erreurs de réplication de l'ADN et leur réparation</b>	<b>44</b>
	Les altérations de la structure de l'ADN	45
	Les mécanismes de réparation	46
	<b>2.3 Les détériorations environnementales de l'ADN et leur réparation</b>	<b>48</b>
	L'hydrolyse spontanée et les détériorations physico-chimiques	48
	Les agents intercalants	49
	La réparation des détériorations	49
	<b>2.4 La recombinaison et la transposition de l'ADN</b>	<b>52</b>
	Les mécanismes de recombinaison homologue	52
	La recombinaison en des sites spécifiques et la transposition	59
	<b>Points clefs</b>	<b>67</b>
	<b>QCM - QROC</b>	<b>68</b>
	<b>Réponses</b>	<b>70</b>
<b>3</b>	<b>La transcription de l'ADN</b>	<b>73</b>
	<b>3.1 Les mécanismes de la transcription</b>	<b>73</b>
	Les ARN polymérases	73
	Les différentes étapes de la transcription	75
	<b>3.2 La transcription chez les bactéries</b>	<b>76</b>
	Les promoteurs bactériens	76
	Le démarrage de la transcription	77
	La phase d'allongement	77
	L'arrêt de la transcription	79

<b>3.3 La transcription chez les eucaryotes</b>	<b>80</b>
Les promoteurs eucaryotes et la polymérase II	80
Le démarrage : facteurs de transcription et complexe médiateur	81
Les phases d'allongement et d'arrêt	84
Les modifications des transcrits	84
Les deux autres polymérases eucaryotes	87
<b>3.4 L'épissage de l'ARN</b>	<b>88</b>
Le mécanisme général	88
Le splicéosome	91
L'épissage alternatif et sa régulation	91
Exemples de rôles biologiques de l'épissage alternatif	93
<b>3.5 L'« editing des transcrits »</b>	<b>94</b>
Points clefs	97
QCM - QROC	99
Réponses	100
<b>4 La traduction des ARN messagers</b>	<b>103</b>
<b>4.1 Le code génétique</b>	<b>104</b>
Le code génétique est dégénéré	104
Le code a été établi expérimentalement	106
Le code est lu sur l'ARN messager dans le sens 5'-3'	106
Les codons ne sont pas chevauchants	107
Les mutations modifiant le sens des codons	107
Le code génétique est universel	109
<b>4.2 Les principaux acteurs de la traduction</b>	<b>109</b>
Les ARN messagers	110
Les ARN de transfert	110
Le ribosome	114
<b>4.3 La traduction des ARN messagers bactériens</b>	<b>118</b>
Le démarrage (initiation) de la traduction	118
L'étape d'allongement (élongation) de la chaîne polypeptidique	120
L'arrêt de la synthèse (terminaison)	123

<b>4.4</b>	<b>La traduction des ARN messagers eucaryotes</b>	<b>123</b>
	Le démarrage de la traduction eucaryote	123
	Les étapes d'allongement et d'arrêt de la traduction eucaryote	126
	Traduction et demi-vie des ARN messagers eucaryotes	126
	<b>Points clefs</b>	129
	<b>QCM - QROC</b>	130
	<b>Réponses</b>	132
<b>5</b>	<b>Régulation de l'expression des gènes</b>	<b>135</b>
<b>5.1</b>	<b>Principes généraux</b>	<b>135</b>
	Les protéines régulatrices : activateurs et répresseurs	135
	Le recrutement des ARN polymérases	136
	Autres exemples de facteurs de régulations	137
<b>5.2</b>	<b>Régulation chez les procaryotes</b>	<b>138</b>
	L'exemple historique : l'opéron lactose	138
	Autres exemples	143
	La régulation complexe du cycle vital du bactériophage $\lambda$	147
<b>5.3</b>	<b>Régulation chez les eucaryotes</b>	<b>152</b>
	Les régulateurs transcriptionnels	153
	Le contrôle des régulateurs transcriptionnels	157
	Le contrôle de l'épissage alternatif des transcrits ARN	160
<b>5.4</b>	<b>Régulation traductionnelle de l'expression des gènes eucaryotes</b>	<b>161</b>
	Éléments de structure des ARN messagers influençant la traduction	161
	Le contrôle général par la phosphorylation des facteurs de démarrage	162
	Les mécanismes spécifiques de régulant l'attachement du ribosome à l'ARN messenger	164
	Les mécanismes de régulation plus tardifs	165
	Les mécanismes de régulation de la traduction par les micro-ARN	167

L'irrésistible ascension de l'ARN comme régulateur de l'expression des gènes	170
<b>Points clefs</b>	172
<b>QCM-QROC</b>	174
<b>Réponses</b>	177
<b>6 Techniques de biologie moléculaire</b>	<b>179</b>
<b>6.1 La création de molécules d'ADN recombinant</b>	<b>179</b>
Couper l'ADN : les enzymes de restriction	179
Ligaturer l'ADN	181
<b>6.2 Les vecteurs de clonage</b>	<b>183</b>
Les plasmides	184
Les vecteurs viraux	187
Les cosmides	187
Les chromosomes artificiels bactériens	188
Les vecteurs pour levures	188
Les vecteurs pour les eucaryotes supérieurs	190
<b>6.3 Les banques d'ADN</b>	<b>190</b>
Les banques d'ADN génomique	190
Les banques d'ADN complémentaire	191
<b>6.4 Les techniques d'analyse de l'ADN</b>	<b>191</b>
Le séquençage des acides nucléiques	191
Les nouvelles techniques de séquençage	195
Application au séquençage de l'ARN	197
Application à la métagénomique	199
Une nouvelle révolution dans le séquençage	201
La réaction de polymérisation en chaîne (PCR)	202
La PCR quantitative en temps réel	204
Les techniques d'hybridation des acides nucléiques	206
Les techniques de localisation des sites de liaison à l'ADN	207
<b>6.5 Le criblage de cellules recombinées</b>	<b>210</b>
Criblage par PCR	210
Criblage à l'aide de sites de restriction	211

<b>6.6 Les applications de la technologie de l'ADN recombinant</b>	<b>211</b>
La mutagenèse	211
Le système double-hybride	214
Transfert et expression de gènes eucaryotes chez les procaryotes	215
Transfert et expression de gènes dans les levures	218
Génie génétique et cellules eucaryotes supérieures	219
Utilisation de vecteurs rétroviraux pour la transfection des cellules	220
Les gènes rapporteurs et études des séquences promotrices	220
Un nouvel outil remarquable d'ingénierie des génomes : le système CRISPR-Cas 9	223
<b>Points clés</b>	228
<b>QCM-QROC</b>	230
<b>Réponses</b>	232
<b>Glossaire</b>	<b>235</b>
<b>Index</b>	<b>245</b>

# MINI MANUEL

**Abderrahman MAFTAH**  
**Jean-Michel PETIT**  
**Raymond JULIEN**

**3<sup>e</sup> édition**

## Mini Manuel Biologie moléculaire

### Apprendre et comprendre facilement

Conçus pour faciliter l'apprentissage des notions essentielles, les Mini Manuels proposent un **cours concis** et richement **illustré**, des exemples, des mises en garde et des **méthodes** pour vous accompagner jusqu'à l'examen. Enfin, des **exercices**, **QCM** ou **QROC**, tous **corrigés**, vous permettent de tester vos connaissances.

Cette nouvelle édition du Mini Manuel de **Biologie moléculaire**, entièrement mise à jour, présente en 6 chapitres les connaissances de base sur la structure des acides nucléiques, les mécanismes de réplication, de réparation et de remodelage de l'ADN et de la chromatine, la manière dont les acides nucléiques et les protéines assurent l'expression des gènes chez les organismes procaryotes et eucaryotes, ainsi que les techniques d'analyse des génomes et de leur expression.

### Contenu :

- Structures de l'ADN et de l'ARN
- Réplication, réparation, recombinaison
- Transcription et traduction
- Régulation de l'expression des gènes
- Techniques de biologie moléculaire

**Abderrahman Maftah**

Professeur à l'université de Limoges

**Jean-Michel Petit**

Professeur à l'université de Limoges

**Raymond Julien**

Professeur émérite à l'université de Limoges

### Public :

- ◆ **L1/L2 Sciences de la Vie**
- ◆ **PACES**
- ◆ **IUT**
- ◆ **Classes préparatoires BCPST**



ISBN 978-2-10-072483-3

