

John **McMurry** - Tadhg **Begley**

Chimie **organique** des processus **biologiques**

Traduction de la 1^{re} édition américaine par Gaëtan L.A. Mislin

**COURS ET
EXERCICES CORRIGÉS**

Licence (L3), Master
et Doctorat de chimie,
de biochimie et de biologie

LMD



de boeck

Sommaire abrégé

Préface xv

Avant-propos à l'édition française xvii

Avant-propos à l'édition américaine xix

Remerciements xxi

Les auteurs xxiii

1 Mécanismes réactionnels en chimie biologique 1

2 Biomolécules 43

3 Métabolisme des lipides 93

4 Métabolisme des glucides 161

5 Métabolisme des acides aminés 221

6 Métabolisme des nucléotides 305

7 Biosynthèse de quelques produits naturels 339

8 Résumé des transformations biochimiques étudiées 409

Appendices 429

A. Visualisation de la structure des protéines avec Swiss PDB Viewer 429

B. Utilisation des bases de données KEGG et BRENDA 436

C. Solutions des exercices 441

D. Abréviations utilisées 474

Index 477

Table des matières

Préface xv

Avant-propos à l'édition française xvii

Avant-propos à l'édition américaine xix

Remerciements xxi

Les auteurs xxiii

1 Mécanismes réactionnels en chimie biologique 1

1.1 Les groupes fonctionnels en chimie biologique 3

1.2 Acides et bases, électrophiles et nucléophiles 6

Acides et bases de Brønsted-Lowry 6

Acides et bases de Lewis 10

Électrophiles et nucléophiles 11

1.3 Réactions d'addition électrophile 12

1.4 Réactions de substitution nucléophile 14

1.5 Réactions d'addition nucléophile sur les composés
carbonylés 17

Réactions d'addition nucléophile 18

Formation d'alcools 20

Formation d'imines (bases de Schiff) 20

Formation d'acétals 22

Réactions d'addition conjuguée-1,4 24

1.6 Réactions de substitution nucléophile sur les composés
carbonylés 26

1.7 Réactions de condensation entre composés carbonylés 28

1.8 Réactions d'élimination 32

1.9 Oxydations et réductions 34

Exercices 37

2 Biomolécules 43

2.1 Chiralité et chimie biologique 44

Énantiomères 45

Diastéréoisomères, épimères et composés méso 47

Notion de prochiralité 50

2.2 Les lipides 52

Triacylglycérols 52

Terpènes, stéroïdes et prostaglandines 54

2.3	Les glucides	56
	Stéréochimie des sucres	57
	Formes anomères des monosaccharides	58
	Disaccharides et polysaccharides	61
	Désoxy sucres et amino sucres	62
2.4	Acides aminés, peptides et protéines	63
	Acides aminés	64
	Peptides et protéines	68
2.5	Les acides nucléiques	72
	ADN : acide désoxyribonucléique	75
	ARN : acide ribonucléique	76
2.6	Enzymes, coenzymes et réactions couplées	77
	Enzymes	77
	Coenzymes	80
	Réactions couplées et composés riches en énergie	83
	Exercices	86

3 Métabolisme des lipides 93

3.1	Digestion et transport des triacylglycérols	94
	Hydrolyse des triacylglycérols	95
	<i>Brève parenthèse sur la visualisation de la structure tridimensionnelle des enzymes</i>	97
	Resynthèse des triacylglycérols	99
3.2	Catabolisme des triacylglycérols : la transformation du glycérol	102
3.3	Catabolisme des triacylglycérols : l'oxydation des acides gras	106
3.4	Biosynthèse des acides gras	115
3.5	Biosynthèse des terpènes	125
	Synthèse de l'isopentényl diphosphate par la voie du mévalonate	126
	Synthèse de l'isopentényl diphosphate par la voie du désoxyxylulose phosphate	132
	Transformation de l'isopentényl diphosphate en terpènes	139
3.6	Biosynthèse des stéroïdes	144
	Transformation du farnésyl diphosphate en squalène	144
	Transformation du squalène en lanostérol	148
	Références	153
	Exercices	156

4

Métabolisme des glucides 161

- 4.1 Digestion et hydrolyse des polysaccharides 162
- 4.2 Catabolisme du glucose : la glycolyse 164
- 4.3 Transformations du pyruvate 178
 - Transformation du pyruvate en lactate 179
 - Transformation du pyruvate en éthanol 179
 - Transformation du pyruvate en acétyl-CoA 171
- 4.4 Cycle de l'acide citrique (cycle de Krebs) 185
- 4.5 Biosynthèse du glucose : la gluconéogénèse 193
- 4.6 Voie des pentoses phosphates 203
- 4.7 Photosynthèse : le cycle réducteur des pentoses phosphates (cycle de Calvin) 211
- Références 216
- Exercices 218

5

Métabolisme des acides aminés 221

- 5.1 Désamination des acides aminés 223
 - Transamination des acides aminés 223
 - Désamination oxydative du glutamate 227
- 5.2 Cycle de l'urée 228
- 5.3 Catabolisme du squelette carboné des acides aminés 232
 - Alanine, sérine, glycine, cystéine, thréonine et tryptophane 234
 - Brève parenthèse sur les degrés d'oxydation dans les complexes de fer* 241
 - Brève parenthèse sur les réactions utilisant le PLP* 251
 - Asparagine et aspartate 252
 - Glutamine, glutamate, arginine, histidine et proline 252
 - Valine, isoleucine et leucine 255
 - Méthionine 259
 - Lysine 264
 - Phénylalanine et tyrosine 265
- 5.4 Biosynthèse des acides aminés non indispensables 271
 - Alanine, aspartate, glutamate, asparagine, glutamine, arginine, et proline 273
 - Sérine, cystéine et glycine 274

5.5	Biosynthèse des acides aminés indispensables	276
	Lysine, méthionine et thréonine	276
	Isoleucine, valine et leucine	284
	Tryptophane, phénylalanine et tyrosine	286
	Histidine	295
	Références	297
	Exercices	301
6	Métabolisme des nucléotides	305
6.1	Catabolisme des nucléotides	307
	Cytidine, uridine et thymidine	307
	Adénosine et guanosine	311
6.2	Biosynthèse des ribonucléotides pyrimidiques	313
	Uridine monophosphate	313
	Cytidine triphosphate	318
6.3	Biosynthèse des ribonucléotides puriques	319
	Inosine monophosphate	319
	Adénosine monophosphate et guanosine monophosphate	325
6.4	Biosynthèse des désoxyribonucléotides	327
	Désoxyadénosine diphosphate, désoxyguanosine diphosphate, désoxycytidine diphosphate et désoxyuridine diphosphate	327
	Thymidine monophosphate	329
	Références	332
	Exercices	334
7	Biosynthèse de quelques produits naturels	339
7.1	Biosynthèse des pénicillines et des céphalosporines	342
	Pénicillines	344
	Céphalosporines	349
7.2	Biosynthèse de la morphine	352
7.3	Biosynthèse des prostaglandines et des autres eicosanoïdes	363

7.4	Biosynthèse de l'érythromycine	369
7.5	Biosynthèse du coenzyme B ₁₂ et autres composés tétrapyrroliques	379
	Uroporphyrinogène III	380
	Hème	384
	Coenzyme B ₁₂	387
	Références	400
	Exercices	403

8	Résumé des transformations biochimiques étudiées	409
	Hydrolyses, estérifications, thioestérifications et amidations	409
	Condensations entre composés carbonylés	411
	Carboxylations et décarboxylations	413
	Aminations et désaminations	416
	Réactions de transfert d'un atome de carbone	417
	Réarrangements	419
	Isomérisations et épimérisations	420
	Oxydations et réductions de composés carbonylés	421
	Hydroxylations et oxydations par des complexes métalliques	424
	Appendices	429
	A. Visualisation de la structures des protéines avec Swiss PDB Viewer	429
	B. Utilisation des bases de données KEGG et BRENDA	436
	C. Solutions des exercices	441
	D. Abréviations utilisées	474
	Index	477