

**éléments de**  
**biochimie générale**

**G. SCHAPIRA**

**flammarion**

## SOMMAIRE

<b>Introduction : Les buts et les méthodes de la biochimie générale . . . . .</b>	<b>11</b>
Buts. . . . .	11
Place et limites de la biochimie . . . . .	14
Méthodes . . . . .	14
<i>Méthodes analytiques en biochimie</i> . . . . .	15
<i>Méthodes d'étude des métabolismes.</i> . . . .	20
<b>PREMIÈRE PARTIE : CHIMIE DES MOLÉCULES BIOLOGIQUES</b>	
<b>CHAPITRE PREMIER. — Les glucides . . . . .</b>	<b>27</b>
Oses. . . . .	27
<i>Principaux oses</i> . . . . .	29
<i>Propriétés des oses</i> . . . . .	29
<i>Formules cycliques des oses</i> . . . . .	32
Oses et dérivés des oses . . . . .	37
Diholosides (ou disaccharides) . . . . .	38
Triholosides (ou trisaccharides) . . . . .	40
Polyholosides (ou polysaccharides) $(C_6H_{10}O_5)_n$ . . . . .	40
Hétérosides . . . . .	47
<b>CHAPITRE II. — Les protides . . . . .</b>	<b>49</b>
Acides aminés . . . . .	49
<i>Propriétés physiques</i> . . . . .	50
<i>Propriétés chimiques et biochimiques</i> . . . . .	54
<i>Dosage et analyse des acides aminés.</i> . . . .	57
<i>Principaux acides aminés</i> . . . . .	58
Constituants des protéines . . . . .	58
Acides aminés non constitutifs de protéines. . . . .	62
Peptides . . . . .	62
<i>Classification et nomenclature</i> . . . . .	62
<i>Synthèse peptidique.</i> . . . .	63
<i>Analyse.</i> . . . .	64
<i>Principaux peptides naturels</i> . . . . .	68
Protéines. . . . .	69
<i>Structure des protéines</i> . . . . .	70
Structure primaire . . . . .	71
Structure secondaire. . . . .	71
Structure tertiaire. . . . .	74
Structure quaternaire . . . . .	78
<i>Propriétés chimiques et physico-chimiques des protéines</i> . . . . .	78
<i>Isolement et critères de pureté des protéines</i> . . . . .	86
<i>Méthodes de dosage des protéines</i> . . . . .	89
<i>Classification</i> . . . . .	91
Holo protéines . . . . .	91
Hétéroprotéines. . . . .	91
<i>Nucléoprotéines</i> . . . . .	91
<i>Chromoprotéines.</i> . . . .	106
<i>Phosphoprotéines.</i> . . . .	110
<i>Glycoprotéines.</i> . . . .	110
<i>Lipoprotéines</i> . . . . .	111
Dérivés des protéines . . . . .	111
<i>Urée</i> . . . . .	111
<i>Créatine et créatinine.</i> . . . .	112
<i>Amines.</i> . . . .	113
<i>Bétaïnes</i> . . . . .	114
<i>Alcaloïdes.</i> . . . .	114
<i>Antibiotiques</i> . . . . .	114

CHAPITRE III. — Les lipides . . . . .	115
Acides gras . . . . .	115
<i>Composition des acides gras</i> . . . . .	115
<i>Propriétés des acides gras</i> . . . . .	118
Alcools acycliques . . . . .	119
Alcools cycliques . . . . .	119
Hydrocarbures . . . . .	120
Classification . . . . .	120
<i>Lipides simples ou homolipides</i> . . . . .	121
<i>Lipides composés ou hétérolipides</i> . . . . .	121
<i>Complexes lipidiques</i> . . . . .	124
<i>Les prostaglandines</i> . . . . .	124
CHAPITRE IV. — Stéroïls et terpènes . . . . .	127
Stéroïls et vitamines stéroliques . . . . .	127
<i>Classification</i> . . . . .	127
<i>Cholestérol</i> . . . . .	129
<i>Autres stéroïls et vitamines D.</i> . . . .	130
Stéroïls animaux . . . . .	130
Stéroïls végétaux . . . . .	130
Acides biliaires . . . . .	131
Carbures et vitamines terpéniques . . . . .	132
<i>Carbures terpéniques</i> . . . . .	132
<i>Vitamines A.</i> . . . .	134
<i>Vitamines E.</i> . . . .	135
<i>Vitamines K.</i> . . . .	136
CHAPITRE V. — Enzymes . . . . .	139
Introduction . . . . .	139
Spécificité enzymatique . . . . .	140
Cinétique des réactions enzymatiques . . . . .	141
<i>Vitesse de réaction</i> . . . . .	141
<i>Équilibre des réactions</i> . . . . .	146
<i>Effets de la température.</i> . . . .	146
Effecteurs de l'activité enzymatique . . . . .	148
Mécanismes généraux des réactions enzymatiques . . . . .	155
Classification . . . . .	156
Dosage et préparation d'une enzyme purifiée . . . . .	158
Isoenzymes ou isozymes ou formes moléculaires multiples . . . . .	159
CHAPITRE VI. — Vitamines et coenzymes vitaminiques . . . . .	161
Vitamine B <sub>1</sub> . . . . .	161
Vitamine B <sub>2</sub> . . . . .	162
Vitamine PP . . . . .	164
Acide folique . . . . .	167
Acide pantothénique . . . . .	167
Vitamine B <sub>6</sub> . . . . .	168
Vitamine B <sub>12</sub> . . . . .	170
Biotine . . . . .	171
Méso-inositol . . . . .	172
Autres vitamines du groupe B . . . . .	172
Vitamine C . . . . .	173
Vitamines P . . . . .	175
CHAPITRE VII. — Hormones . . . . .	177
Mode d'action . . . . .	177
<i>Hormones peptidiques</i> . . . . .	178
<i>Hormones stéroïdes</i> . . . . .	181
Hormones protéiques . . . . .	182
<i>Hormones hypophysaires et hypothalamiques</i> . . . . .	182
<i>Hormones de la posthypophyse</i> . . . . .	182
<i>Hormones de l'antéhypophyse</i> . . . . .	183
<i>Hormones thalamiques</i> . . . . .	185
<i>Hormones pancréatiques</i> . . . . .	186
Insuline . . . . .	186
Glucagon . . . . .	189

<i>Hormones intervenant dans le métabolisme du calcium (parathormone, thyrocalcitonine et vitamine D)</i> . . . . .	190
Vitamine D . . . . .	190
Parathormone . . . . .	190
Thyrocalcitonine . . . . .	192
<i>Hormones de la médullo-surrénale</i> . . . . .	192
Biosynthèse . . . . .	192
Catabolisme . . . . .	193
<i>Hormones thyroïdiennes (sauf la calcitonine)</i> . . . . .	195
Métabolisme de l'iode . . . . .	195
Catabolisme . . . . .	197
Mécanismes régulateurs . . . . .	198
Hormones stéroïdes . . . . .	199
<i>Biogenèse</i> . . . . .	199
Premiers stades de la biogenèse . . . . .	199
Biogenèse des hormones sexuelles . . . . .	204
<i>Catabolisme</i> . . . . .	205
Catabolismes des corticostéroïdes . . . . .	205
Catabolismes des androgènes (testiculaires et rénaux) . . . . .	205
Catabolisme de la progestérone . . . . .	206
Catabolisme des œstrogènes . . . . .	207

## DEUXIÈME PARTIE : MÉTABOLISME DES MOLÉCULES BIOLOGIQUES

CHAPITRE PREMIER. — Bioénergétique et respiration intra-cellulaire . . . . .	211
Notions de thermodynamique en biochimie . . . . .	212
Liaisons riches en énergie . . . . .	214
<i>Types de liaisons riches en énergie</i> . . . . .	214
<i>Utilisation des liaisons riches en énergie et réactions couplées</i> . . . . .	216
<i>Transfert de liaisons riches en énergie</i> . . . . .	217
<i>Synthèses de liaisons riches en énergie</i> . . . . .	217
Oxydoréduction . . . . .	217
Cycle citrique de Krebs . . . . .	218
Chaînes de transferts d'électrons intracellulaires . . . . .	223
Phosphorylation oxydative . . . . .	225
Rôle de l'ATP . . . . .	227
CHAPITRE II. — Métabolisme des glucides . . . . .	229
Glycogénolyse . . . . .	229
<i>Glycogénolyse jusqu'au stade du glucose-6-phosphate</i> . . . . .	231
<i>Catabolisme du glucose-6-phosphate jusqu'au stade d'acide pyruvique</i> . . . . .	232
<i>Catabolisme de l'acide pyruvique</i> . . . . .	235
Glycogénèse . . . . .	237
Glycolyse et glycogénolyse . . . . .	243
Voie des pentoses-phosphates . . . . .	243
Voie des acides uroniques . . . . .	246
CHAPITRE III. — Métabolisme des lipides . . . . .	249
Catabolisme des acides gras . . . . .	249
<i>Catabolisme des acides gras saturés</i> . . . . .	249
$\beta$ -oxydation . . . . .	249
Mécanisme de la $\beta$ -oxydation . . . . .	250
Catabolisme de l'acétyl CoA . . . . .	252
<i>Catabolisme des acides gras non saturés</i> . . . . .	253
Anabolisme des acides gras . . . . .	253
Anabolisme du glycérol et des lipides . . . . .	255
<i>Glycérol</i> . . . . .	255
<i>Glycérides</i> . . . . .	256
<i>Lécithines</i> . . . . .	256
<i>Sphingolipides</i> . . . . .	257
Voie isoprénique . . . . .	257
<i>Anabolisme du cholestérol</i> . . . . .	257
<i>Catabolisme du cholestérol</i> . . . . .	258
<i>Biosynthèse des prostaglandines</i> . . . . .	259
<i>Anabolisme des dérivés isopréniques</i> . . . . .	259

<b>CHAPITRE IV. — Métabolisme des protides.</b> . . . . .	261
<b>Métabolisme des acides aminés</b> . . . . .	261
<i>Métabolisme général des acides aminés</i> . . . . .	261
Désamination . . . . .	262
Transamination. . . . .	263
Uréogenèse . . . . .	264
Ammoniogenèse . . . . .	266
<i>Métabolismes particuliers des acides aminés</i> . . . . .	266
Métabolisme du glycofolle et de la sérine . . . . .	266
Métabolisme des acides aminés soufrés . . . . .	267
Métabolisme des acides diamminés (acides aminés basiques) . . . . .	272
Métabolisme de la phénylalanine et de la tyrosine. . . . .	274
Métabolisme du tryptophane. . . . .	277
Métabolisme de l'histidine . . . . .	280
Renouvellement des protéines. . . . .	281
Métabolisme de l'hémoglobine . . . . .	282
<b>CHAPITRE V. — Métabolisme des acides nucléiques</b> . . . . .	289
Métabolisme des nucléotides puriques et pyrimidiques. . . . .	289
Métabolisme des acides nucléiques . . . . .	293
<b>CHAPITRE VI. — Biosynthèse des protéines et acides nucléiques</b> . . . . .	295
DNA : substrat moléculaire de l'hérédité. . . . .	295
<i>Facteur transformant</i> . . . . .	295
<i>Duplication semi-conservative du DNA</i> . . . . .	297
<i>Replication du DNA in vitro</i> . . . . .	299
<i>Transcriptases réverses-DNA polymérases (RNA-dépendants des virus)</i> . . . . .	302
Les étapes de la biosynthèse des protéines . . . . .	302
<i>RNA de transfert</i> . . . . .	302
<i>Activation et transfert des acides aminés</i> . . . . .	303
<i>Ribosomes</i> . . . . .	305
<i>Initiation des chaînes peptidiques</i> . . . . .	306
<i>Elongation</i> . . . . .	308
<i>Polarité de la traduction</i> . . . . .	309
<i>Terminaison</i> . . . . .	310
Acide ribonucléique messager et information génétique. . . . .	311
<i>Existence du RNA messager (RNAm)</i> . . . . .	311
<i>RNA polymérase-DNA dépendante</i> . . . . .	314
<i>Propriété du RNAm</i> . . . . .	315
Synthèse protéique : vue d'ensemble . . . . .	316
<i>Synthèse protéique des procaryotes</i> . . . . .	316
<i>Synthèse protéique des eucaryotes</i> . . . . .	317
<i>RNA messager et synthèse de protéines spécifiques</i> . . . . .	319
<i>Inhibiteurs de la synthèse protéique</i> . . . . .	321
Code génétique . . . . .	321
<i>La colinéarité</i> . . . . .	321
<i>Le code</i> . . . . .	322
<i>Codon et anticodon</i> . . . . .	324
<i>Bases moléculaires des mutations du gène de structure</i> . . . . .	325
Régulation génétique. . . . .	326
<i>Gène opérateur</i> . . . . .	326
<i>Gène régulateur, induction et répression enzymatiques</i> . . . . .	326
<b>CHAPITRE VII. — La cellule. Ultra-structure et fonctions biochimiques, régulation biochimique et intégration</b> . . . . .	331
Noyaux. . . . .	332
Mitochondries . . . . .	332
Lysosomes . . . . .	333
Réticulum endoplasmique, ribosomes . . . . .	333
Membranes . . . . .	333