

TABLE DES MATIÈRES

Préface	V
Avant-propos	VII
Sommaire	XIII
Abréviations, symboles et acronymes	1

Partie I - Substances d'origine végétale

1 - Les glucides	9
1.1. Introduction	9
1.2. Classification structurale	9
1.3. Oses	10
Glucose	13
1.4. Diholosides ou disaccharides	14
Saccharose	15
1.5. Dérivés glucidiques	17
1.6. Polysaccharides	23
1.7. Glucides des parois	23
1.7.1. Cellulose	24
1.7.2. Hémicelluloses	27
1.7.3. Pectines	29
1.7.3.1. Structure et propriétés	29
1.7.3.2. Enzymes pectiques	31
1.7.4. Gommés	32
1.7.5. Mucilages	34
1.7.6. Callose	35
1.8. Glucides de réserve	36
1.8.1. Amidon	36
1.8.1.1. Généralités	36
1.8.1.2. Structure et composition	37
1.8.1.3. Propriétés	38
1.8.2. Inuline	42
1.9. Cyclodextrines	43
1.9.1. Structure	43
1.9.2. Obtention	44
1.9.3. Formation du complexe d'inclusion	44
1.10. Méthodes d'analyse	48
1.10.1. Extraction	48
1.10.2. Purification	49
1.10.3. Identification et dosage	49
1.10.4. Analyse structurale des polysaccharides	50
1.10.5. Glycomique	51

2 - Les protides	55
2.1. Introduction	55
2.2. Acides aminés	55
2.2.1. Propriétés générales	56
2.2.2. Acides aminés indispensables	60
2.3. Protéines	61
2.3.1. Définitions	61
2.3.2. Structure	61
2.3.3. Modifications post-traductionnelles	62
2.3.4. Dénaturation	62
2.3.5. Diversité et fonctions biologiques	63
2.3.5.1. Protéines de réserve	65
2.3.5.2. Protéines membranaires	70
2.4. Méthodes d'étude des protides	71
2.4.1. Extraction	71
2.4.1.1. Etat de la protéine	73
2.4.1.2. Méthodes d'extraction	73
2.4.2. Séparation et purification	74
2.4.2.1. Acides aminés	74
2.4.2.2. Protéines	74
2.4.3. Caractérisation	76
2.4.3.1. Acides aminés	76
2.4.3.2. Protéines	78
2.4.4. Dosage	79
2.4.4.1. Dosage titrimétrique	80
2.4.4.2. Dosages colorimétriques	80
2.4.4.3. Méthodes spectrophotométriques	81
2.4.5. Protéomique	81
3 - Les lipides	87
3.1. Définition, généralités	87
3.2. Classification	87
3.3. Lipides simples	88
3.3.1. Acides gras	88
3.3.1.1. Généralités	88
3.3.1.2. Principaux types	89
3.3.1.3. Nomenclature	90
3.3.1.4. Acides gras essentiels (AGE)	92
3.3.1.5. Propriétés physico-chimiques	93
3.3.1.6. Acides gras substitués	93
3.3.1.7. Répartition	95
3.3.2. Glycérides	95
3.3.3. Stérides	97
3.3.4. Cérides	97
3.4. Lipides complexes	98
3.4.1. Phospholipides	97
3.4.1.1. Glycérophospholipides	98
3.4.1.2. Sphingolipides	100
3.4.2. Glycolipides	100

3.5. Isoprénoïdes	101
3.5.1. Terpénoïdes	102
3.5.1.1. Monoterpénoïdes	102
3.5.1.2. Sesquiterpénoïdes	103
3.5.1.3. Diterpénoïdes	105
3.5.1.4. Triterpénoïdes	106
3.5.1.5. Tétraterpénoïdes	106
3.5.1.6. Polyterpénoïdes	110
3.5.2. Stéroïdes	111
3.5.2.1. Structure générale	111
3.5.2.2. Phytostérols et phytostanols	112
3.5.2.3. Ecdystéroïdes	114
3.5.3. Vitamines liposolubles	115
3.6. Importance nutritionnelle et métabolique des lipides	118
3.7. Importance médicale des lipides	120
3.8. Lipochimie	120
3.8.1. Obtention des huiles végétales	121
3.8.2. Facteurs favorisant l'altération des huiles	124
3.8.3. Traitements de transformation	125
3.8.3.1. Fractionnement	125
3.8.3.2. Hydrogénation	126
3.8.3.3. Interestérisation	126
3.8.3.4. Transtérisation	127
3.8.3.5. Saponification	127
3.9. Méthodes d'étude	133
3.9.1. Extraction	133
3.9.2. Méthodes analytiques générales	134
3.9.2.1. Méthodes chimiques	134
3.9.2.2. Méthodes physiques	136
3.9.3. Séparation et identification	136
3.9.4. Lipidomique	137
4 - Les huiles essentielles	141
4.1. Définition	141
4.2. Répartition, localisation	141
4.3. Composition et propriétés physico-chimiques	142
4.4. Propriétés biologiques et pharmacologiques	144
4.5. Modes d'obtention des huiles essentielles	147
4.5.1. Huiles essentielles obtenues par entraînement à la vapeur d'eau	148
4.5.2. Hydrodistillation	148
4.5.3. Huiles essentielles obtenues par expression	149
4.5.4. Autres méthodes d'extraction	149
4.5.4.1. Extraction par solvant	149
4.5.4.2. Extraction par CO ₂ à l'état supercritique	150
4.6. Facteurs affectant la composition et le rendement des huiles essentielles	150
4.7. Génie métabolique	152
4.8. Contrôle des huiles essentielles et méthodes d'étude	152
5 - Les lignines	157
5.1. Généralités	157

5.2. Biosynthèse	157
5.3. Structure	159
5.4. Propriétés	159
5.5. Importance économique des lignines	161
5.5.1. Industrie papetière	162
5.5.1.1. Amélioration des espèces forestières	162
5.5.1.2. Travaux de génie génétique	163
5.5.1.3. Blanchiment chimique et biologique de la pâte à papier	166
5.5.2. Alimentation animale	167
5.5.3. Amendement du sol	169
5.5.4. Culture des champignons comestibles	169
5.5.5. Synthèse de produits chimiques	169
5.5.6. Autres utilisations	170
5.6. Méthodes d'étude	171
5.6.1. Méthodes histochimiques	171
5.6.2. Dosage quantitatif	171
5.6.2.1. Méthode de Klason	171
5.6.2.2. Méthode au bromure d'acétyle	172
5.6.3. Détermination structurale	172
6 - Les lectines	173
6.1. Définition	173
6.2. Distribution et localisation	173
6.3. Structure	174
6.4. Propriétés, rôles physiologiques et toxicité	174
6.4.1. Agglutination des érythrocytes	174
6.4.2. Effet antinutritionnel et toxique	175
6.4.3. Activité entomotoxique	176
6.4.4. Action sur la synthèse protéique	176
6.4.5. Lymphostimulation	176
6.4.6. Interactions plantes/micro-organismes et défense des plantes	177
6.5. Purification des lectines et utilisations	178
 Partie II - Substances issues des algues	
7 - Les polysaccharides des parois des algues	183
7.1. Introduction	183
7.2. Alginates	183
7.2.1. Structure et propriétés physico-chimiques	183
7.2.2. Extraction	185
7.3. Agars	186
7.3.1. Structure et propriétés physico-chimiques	186
7.3.2. Extraction	187
7.4. Carraghénanes	188
7.4.1. Structure et propriétés physico-chimiques	188
7.4.2. Extraction	190
8 - Les métabolites des microalgues et des Cyanobactéries	193
8.1. Généralités	193
8.2. Pigments et colorants	194
8.3. Acides gras polyinsaturés	198

8.4. Stérols.....	201
8.5. Production de biocarburants.....	202
8.5.1. Avantages de la culture des microalgues.....	202
8.5.2. Modes de production.....	203
8.5.3. Principales voies de production d'énergie à partir de la biomasse microalgale.....	204
8.5.3.1. Méthanisation.....	204
8.5.3.2. Production de biodiesel.....	205
8.5.3.3. Production de bioéthanol.....	209
8.5.4. Défis à relever.....	210
8.6. Production des polysaccharides.....	211
8.7. Isotopes biochimiques stables.....	211
8.8. Toxines des microalgues et des Cyanobactéries.....	212
 Partie III - Substances d'origine animale	
9 - Les produits sanguins.....	221
9.1. Constituants du sang.....	221
9.2. Fonctions du sang.....	221
9.3. Composition du plasma.....	221
9.3.1. Facteurs de la coagulation.....	222
9.3.2. Autres constituants.....	228
9.4. Valorisation des produits sanguins.....	230
9.4.1. Fractionnement du plasma.....	231
9.4.2. Méthodes de purification.....	234
9.4.2.1. Techniques de chromatographie.....	234
9.4.2.2. Précipitation par les polyéthylènes glycols.....	235
9.4.2.3. Ultrafiltration.....	235
9.4.2.4. Avantages et inconvénients.....	235
9.4.3. Production des médicaments d'origine sanguine (MDS) recombinés.....	236
9.4.3.1. Principe.....	236
9.4.3.2. Avantages et inconvénients des MDS recombinés.....	237
9.4.4. Obtention des médicaments dérivés du sang et leur utilisation en thérapeutique.....	238
9.5. L'hémoglobine en biochimie médicale.....	242
9.5.1. Hémoglobine glyquée.....	243
9.5.2. Méthodes de dosage de l'hémoglobine glyquée.....	245
10 - Les produits laitiers.....	249
10.1. Introduction.....	249
10.2. Obtention et traitement du lactosérum.....	249
10.3. Fractionnement et utilisation du lactosérum.....	250
10.4. Protéines du lait.....	251
10.4.1. Protéines non-solubles.....	251
10.4.1.1. Phosphocaséinate de calcium.....	252
10.4.1.2. β -caséine.....	252
10.4.1.3. κ -caséine.....	253
10.4.1.4. Caséine acide.....	253
10.4.1.5. Caséinates.....	253
10.4.1.6. Caséine lactique.....	253
10.4.1.7. Caséine présure.....	253

10.4.2. Protéines solubles	254
10.4.2.1. β -lactoglobuline (β -Lg).....	255
10.4.2.2. Immunoglobulines (Ig).....	255
10.4.2.3. α -lactalbumine (α -La)	255
10.4.2.4. Albumine sérique.....	256
10.4.2.5. Lactoferrine (Lf).....	256
10.4.2.6. Lipoprotéine.....	257
10.4.2.7. Lysozyme	257
10.4.3. Produits commerciaux à base de protéines du lactosérum	258
10.5. Lactose.....	259
11 - Les ovoproduits	261
11.1. Généralités.....	261
11.2. Structure et composition des œufs	262
11.2.1. Œufs entiers	262
11.2.2. Composition du blanc d'œuf	262
11.2.3. Composition du jaune d'œuf	264
11.3. Valeur nutritionnelle de l'œuf	266
11.3.1. Valeur biologique des protéines	266
11.3.2. Digestibilité des lipides	267
11.3.3. Minéraux et vitamines	267
11.4. Propriétés fonctionnelles.....	267
11.4.1. Propriétés aromatiques et colorantes	267
11.4.2. Coagulation et gélification	268
11.4.3. Propriétés émulsifiantes.....	269
11.4.4. Propriétés moussantes	269
11.4.5. Autres propriétés fonctionnelles	269
11.5. Utilisations.....	269
11.5.1. Utilisation des ovoproduits comme ingrédients alimentaires	270
11.5.2. Molécules bioactives d'intérêt technologique et pharmaceutique	270
11.5.2.1. Séparation et fractionnement	270
11.5.2.2. Extraits du blanc d'œuf.....	271
11.5.2.3. Extraits du jaune d'œuf.....	273
12 - La gélatine	275
12.1. Introduction	275
12.2. Matières premières utilisées pour la production de la gélatine	277
12.3. Procédés de production	278
12.3.1. Traitements préliminaires.....	278
12.3.2. Hydrolyse	280
12.3.2.1. Hydrolyse alcaline.....	280
12.3.2.2. Hydrolyse acide.....	281
12.3.2.3. Hydrolyse enzymatique.....	282
12.4. Nature protéique de la gélatine	283
12.5. Propriétés physico-chimiques.....	283
12.5.1. Solubilité	284
12.5.2. Propriétés amphotères.....	284
12.5.3. Viscosité.....	285
12.5.4. Force du gel	285
12.5.5. Dérivés chimiques	286

12.5.6. Action protectrice	286
12.5.7. Coacervation	287
12.5.8. Couleur.....	287
12.5.9. Turbidité.....	287
12.5.10. Cendres	287
12.6. Propriétés fonctionnelles	287
12.6.1. Gélification	288
12.6.2. Emulsification et formation de mousse	288
12.6.3. Pouvoir filmogène	288
12.7. Statut réglementaire et sécurité alimentaire	289
12.8. Avenir de la gélatine	296
12.9. Conclusion	297
 Partie IV - Substances d'origine microbienne	
13 - Les protéines d'organismes unicellulaires (POU)	301
13.1. Introduction	301
13.2. Micro-organismes producteurs	302
13.2.1. Levures	303
13.2.2. Champignons filamenteux	303
13.2.3. Bactéries	304
13.2.4. Cyanobactéries	305
13.3. Substrats de culture	305
13.4. Extraction et traitement des protéines.....	306
14 - Les antibiotiques.....	309
14.1. Définition.....	309
14.2. Classes d'antibiotiques.....	309
14.3. Micro-organismes producteurs	310
14.4. Production	311
14.4.1. Extraction et purification	312
14.4.1.1. Séparation solide-liquide	312
14.4.1.2. Extraction à partir du milieu liquide.....	312
14.4.1.3. Purification	313
14.4.2. Biotransformations	313
14.5. Applications.....	314
14.5.1. Biochimie et biologie moléculaire	314
14.5.2. Médecine	317
14.5.3. Agro-alimentaire	318
15 - Les polymères microbiens	321
15.1. Introduction	321
15.2. Homopolysaccharides	323
15.2.1. β -D-glucanes	323
15.2.1.1. Cellulose	323
15.2.1.2. Curdlane.....	326
15.2.2. α -D-glucanes.....	327
15.2.2.1. Pullulane.....	327
15.2.2.2. Dextrane	330
15.3. Hétéropolysaccharides.....	334
15.3.1. Xanthane	334

15.3.1.1. Structure et composition chimique	334
15.3.1.2. Production.	335
15.3.1.3. Propriétés physico-chimiques	336
15.3.2. Gellane et polymères apparentés	339
15.3.2.1. Structure et composition chimique	339
15.3.2.2. Propriétés physico-chimiques	339
15.3.2.3. Production	340
15.4. Polyesters bactériens	341
15.4.1. Introduction	341
15.4.2. Historique des polyhydroxyalcanoates	341
15.4.3. Structure et composition chimique	342
15.4.4. Biosynthèse des PHA.	343
15.4.5. Production	345
15.4.5.1. Substrats pour la production des PHA.	346
15.4.5.2. Extraction et purification.	346
15.4.5.3. Propriétés physico-chimiques	347
15.5. Conclusion	352

Partie V - Enzymologie appliquée

16 - Les enzymes en industrie et en médecine	355
16.1. Généralités	355
16.2. Obtention des enzymes	358
16.3. Applications et perspectives	359
16.3.1. Synthèse organique.	359
16.3.1.1. Résolution de mélanges racémiques et synthèse d'énantiomères	361
16.3.1.2. Synthèse de l'acrylamide	361
16.3.1.3. Synthèse des composés responsables du goût et des arômes.	362
16.3.1.4. Synthèse des exhausteurs de goût.	364
16.3.1.5. Synthèse enzymatique des acides organiques et des acides aminés.	364
16.3.1.6. Édulcorants	367
16.3.2. Transformation des produits agro-alimentaires	368
16.3.2.1. Utilisation des enzymes dans l'industrie laitière	370
16.3.2.2. Réduction de l'acrylamide dans les aliments préparés.	375
16.3.3. Panification et biscuiterie	376
16.3.4. Préparation des sucres alimentaires	377
16.3.4.1. Glucoserie	377
16.3.4.2. Raffinage et transformation du saccharose	380
16.3.5. Préparation des boissons	381
16.3.5.1. Jus de fruits	381
16.3.5.2. Brasserie.	383
16.3.6. Enzymes en lipochimie et détergence	383
16.3.6.1. Lipochimie.	383
16.3.6.2. Détergence.	387
16.3.7. Utilisation des enzymes en industrie du papier.	388
16.3.7.1. Peroxydases.	389
16.3.7.2. Laccases	389
16.3.7.3. Xylanases	389
16.3.7.4. Lipases	390
16.3.8. Utilisation des enzymes en alimentation animale	390

16.3.9. Valorisation des sous-produits agro-alimentaires	392
16.3.9.1. Cellulose	392
16.3.9.2. Production de biocarburants	393
16.3.10. Traitement de la viande et du poisson	397
16.3.11. Industrie du textile et du cuir	398
16.3.12. Produits cosmétiques et parfums	399
16.3.13. Applications médicales	400
16.3.14. Les enzymes comme outils analytiques	403
16.3.15. Isolement des protoplastes	405
16.3.16. Dépollution et traitement des eaux usées	406
16.3.17. Enzymes et réglementation	407
17 - Les enzymes immobilisées et leurs intérêts	411
17.1. Procédés d'immobilisation des enzymes	411
17.2. Avantages des enzymes immobilisées	414
17.3. Réacteurs enzymatiques	415
17.3.1. Réacteur à acides aminés	415
17.3.2. Réacteur à lactose	416
17.4. Biocapteurs enzymatiques	416
17.4.1. Définition	417
17.4.2. Biorécepteurs	418
17.4.3. Transducteurs	419
17.4.3.1. Transducteurs électrochimiques	419
17.4.3.2. Transducteurs thermiques ou calorimétriques	419
17.4.3.3. Transducteurs optiques	420
17.4.4. Caractéristiques des biocapteurs	420
17.4.5. Immobilisation de l'enzyme	420
17.4.6. Domaines d'application des biocapteurs enzymatiques	421
17.4.6.1. Domaine de la santé	421
17.4.6.2. Industrie agro-alimentaire	421
17.4.6.3. Environnement	422
18 - Les extrémozymes	423
18.1. Introduction	423
18.2. Organismes thermophiles et hyper-thermophiles	425
18.3. Organismes psychrophiles	426
18.4. Organismes piézophiles	427
18.5. Organismes halophiles	428
18.6. Organismes acidophiles/alcalinophiles	429
18.7. Organismes radiophiles	430
18.8. Organismes metallophiles	431
18.9. Organismes xerophiles	432
18.10. Organismes oligophiles	432
18.11. Production des enzymes extrêmophiles	432
Partie VI - Cultures cellulaires	
19 - Les cellules végétales et les cellules animales	437
19.1. Définition, généralités	437
19.2. Cultures de cellules végétales	437
19.2.1. Généralités	437

19.2.2. Conduite d'une culture de tissus végétaux.....	438
19.3. Cultures de cellules animales.....	440
19.3.1. Conduite d'une culture de cellules animales.....	440
19.3.1.1. Milieux de culture.....	440
19.3.1.2. Conditions de culture.....	445
19.3.2. Systèmes de culture cellulaire industrielle.....	446
19.3.3. Immortalisation des cellules.....	447
19.4. Amélioration de la production de métabolites secondaires chez les plantes.....	448
19.4.1. Criblage et sélection de lignées cellulaires hautement productrices.....	448
19.4.2. Optimisation de la croissance.....	448
19.4.3. Utilisation de précurseurs.....	449
19.4.4. Élicitation.....	449
19.4.5. Immobilisation de cellules.....	450
19.4.6. Perméabilisation des membranes.....	451
19.4.7. Stress osmotique.....	451
19.4.8. Génie métabolique.....	451
19.5. Applications et perspectives.....	452
19.5.1. Biologie cellulaire et biochimie.....	452
19.5.2. Criblage pharmaceutique.....	452
19.5.3. Production de molécules pharmaceutiques.....	453
19.5.3.1. Cellules animales.....	453
19.5.3.2. Cellules végétales.....	457
19.5.4. Biotransformations.....	460
Bibliographie sommaire.....	465
Ouvrages généraux.....	465
Chapitre 1 - Glucides.....	466
Chapitre 2 - Protides.....	466
Chapitre 3 - Lipides.....	466
Chapitre 4 - Huiles essentielles.....	467
Chapitre 5 - Lignines.....	467
Chapitre 6 - Lectines.....	467
Chapitres 7 et 8 - Substances issues des algues.....	467
Chapitre 9 - Produits sanguins.....	468
Chapitre 10 - Produits laitiers.....	468
Chapitre 11 - Ovoproduits.....	468
Chapitre 12 - Gélatine.....	469
Chapitres 13 et 14 - Substances d'origine microbienne.....	469
Chapitre 15 - Polymères microbiens.....	469
Chapitres 16 et 17 - Enzymologie appliquée.....	469
Chapitre 18 - Extrémozymes.....	470
Chapitre 19 - Cultures cellulaires.....	470
Glossaire.....	473
Index.....	555
Table des matières.....	569