

TABLE DES MATIÈRES

<i>ABRÉVIATIONS, SYMBOLES, ACRONYMES</i>	XIII
<i>PRÉFACE</i>	XVII
<i>AVANT-PROPOS</i>	XIX
<i>MODE D'EMPLOI</i>	XXI
<i>REMERCIEMENTS</i>	XXI
<hr/>	
<i>PARTIE I – SUBSTANCES D'ORIGINE VÉGÉTALE</i>	1
<hr/>	
<i>CHAPITRE 1 – GLUCIDES</i>	3
1.1. Introduction	3
1.2. Classification structurale	3
1.3. Oses	4
1.3.1. Glucose	8
<i>Structure et propriétés</i>	8
<i>APPLICATIONS</i>	8
1.4. Diholosides ou disaccharides	9
1.4.1. Saccharose	9
<i>Structure et propriétés</i>	9
<i>APPLICATIONS</i>	10
1.5. Dérivés glucidiques	12
<i>APPLICATIONS</i>	13
<i>APPLICATIONS</i>	15
<i>APPLICATIONS</i>	17
<i>APPLICATIONS</i>	19
1.6. Polysaccharides	19
1.7. Glucides des parois	19
1.7.1. Cellulose	20
<i>Structure et propriétés physico-chimiques</i>	21
<i>APPLICATIONS</i>	22
1.7.2. Hémicelluloses	23
<i>Structure et propriétés</i>	23
<i>APPLICATIONS</i>	25
1.7.3. Pectines	25
1.7.3.1. <i>Structure et propriétés</i>	25
1.7.3.2. <i>Enzymes pectiques</i>	27
<i>APPLICATIONS</i>	28

1.7.4. Gommés	28
<i>Généralités, structure</i>	28
APPLICATIONS	30
1.7.5. Mucilages	30
<i>Généralités, structure</i>	30
APPLICATIONS	31
1.7.6. Callose	31
1.8. Glucides de réserve	32
1.8.1. Amidon	32
1.8.1.1. <i>Généralités</i>	32
1.8.1.2. <i>Structure et composition</i>	33
1.8.1.3. <i>Propriétés</i>	33
APPLICATIONS	34
1.8.2. Inuline	38
<i>Généralités, structure</i>	38
APPLICATIONS	38
1.9. Cyclodextrines	40
1.9.1. Structure	40
1.9.2. Obtention	41
1.9.3. Formation du complexe d'inclusion	42
<i>Facteurs affectant la complexation</i>	42
APPLICATIONS	43
1.10. Méthodes d'analyse	45
1.10.1. Extraction	45
1.10.2. Purification	46
1.10.3. Identification et dosage	46
1.10.4. Analyse structurale des polysaccharides	47
CHAPITRE 2 – PROTIDES	49
2.1. Introduction	49
2.2. Acides aminés	50
2.2.1. Propriétés générales	50
APPLICATIONS	52
2.2.2. Acides aminés indispensables	54
2.3. Protéines	55
2.3.1. Définitions	55
2.3.2. Structure	55
2.3.3. Modifications post-traductionnelles	56
2.3.4. Dénaturation	57
2.3.5. Diversité et fonctions biologiques	57
2.3.5.1. <i>Protéines de réserve</i>	59
APPLICATIONS ALIMENTAIRES ET INDUSTRIELLES	60

2.3.5.2. Protéines membranaires	64
2.4. Méthodes d'étude générales des protides	66
2.4.1. Extraction	66
2.4.2. Séparation et purification	69
2.4.2.1. Acides aminés	69
2.4.2.2. Protéines	69
2.4.3. Caractérisation	71
2.4.3.1. Acides aminés	71
2.4.3.2. Protéines	73
2.4.4. Dosage	74
2.4.4.1. Dosage titrimétrique	75
2.4.4.2. Dosages colorimétriques	75
2.4.4.3. Méthodes spectrophotométriques	76
2.4.5. Protéomique	77
Techniques et outils	78
APPLICATIONS	79
CHAPITRE 3 – LIPIDES	81
3.1. Définition, généralités	81
3.2. Classification	81
3.3. Lipides simples	82
3.3.1. Acides gras	82
3.3.1.1. Généralités	82
3.3.1.2. Principaux types	83
INCIDENCE MÉDICALE	84
3.3.1.3. Nomenclature	84
3.3.1.4. Acides gras essentiels	86
3.3.1.5. Propriétés physico-chimiques	87
3.3.1.6. Acides gras substitués	87
3.3.1.7. Répartition	89
3.3.2. Glycérides	90
3.3.3. Stérides	91
3.3.4. Cérides	92
3.4. Lipides complexes	92
3.4.1. Phospholipides	92
3.4.1.1. Glycérophospholipides	92
APPLICATIONS	94
3.4.1.2. Sphingolipides	94
3.4.2. Glycolipides	95
3.5. Isoprénoïdes	96
3.5.1. Terpénoïdes	96
3.5.1.1. Monoterpénoïdes	97

APPLICATIONS	98
3.5.1.2. <i>Sesquiterpénoïdes</i>	98
APPLICATIONS	99
3.5.1.3. <i>Diterpénoïdes</i>	99
APPLICATIONS	99
3.5.1.4. <i>Triterpénoïdes</i>	100
3.5.1.5. <i>Tétraterpénoïdes</i>	100
APPLICATIONS	104
3.5.1.6. <i>Polyterpénoïdes</i>	105
APPLICATIONS	106
3.5.2. <i>Stéroïdes</i>	106
3.5.2.1. <i>Structure générale</i>	106
3.5.2.2. <i>Phytostérols et phytostanols</i>	106
PROPRIÉTÉS BIOLOGIQUES ET APPLICATIONS	108
3.5.2.3. <i>Ecdystéroïdes</i>	108
APPLICATIONS	109
3.5.3. <i>Vitamines liposolubles</i>	109
APPLICATIONS	113
3.6. Importance nutritionnelle et métabolique des lipides	114
3.7. Importance médicale	115
3.8. Lipochimie	116
3.8.1. <i>Obtention des huiles végétales</i>	116
3.8.2. <i>Facteurs favorisant l'altération des huiles</i>	119
3.8.3. <i>Traitements de transformation</i>	120
3.8.3.1. <i>Fractionnement</i>	120
3.8.3.2. <i>Hydrogénation</i>	121
3.8.3.3. <i>Interestérisation</i>	121
3.8.3.4. <i>Transestérisation</i>	122
3.8.3.5. <i>Saponification</i>	122
APPLICATIONS ALIMENTAIRES ET INDUSTRIELLES	123
APPLICATIONS PHARMACEUTIQUES ET COSMÉTIQUES	128
3.9. Méthodes d'étude	128
3.9.1. <i>Extraction</i>	128
3.9.2. <i>Méthodes analytiques générales</i>	128
3.9.2.1. <i>Méthodes chimiques</i>	128
3.9.2.2. <i>Méthodes physiques</i>	130
3.9.3. <i>Séparation et identification</i>	130
CHAPITRE 4 – HUILES ESSENTIELLES	133
4.1. Définition	133
4.2. Répartition, localisation	133
4.3. Composition et propriétés physico-chimiques	134

4.4. Propriétés biologiques et pharmacologiques	135
UTILISATIONS INDUSTRIELLES	136
4.5. Modes d'obtention des huiles essentielles	139
4.5.1. Huiles essentielles obtenues par entraînement à la vapeur d'eau	139
4.5.2. Hydrodistillation	140
4.5.3. Huiles essentielles obtenues par expression	140
4.5.4. Autres méthodes d'extraction	141
4.5.4.1. <i>Extraction par solvant</i>	141
4.5.4.2. <i>Extraction par CO₂ à l'état supercritique</i>	142
4.6. Facteurs affectant la composition et le rendement des huiles essentielles	142
4.7. Génie métabolique	143
4.8. Contrôle des huiles essentielles et méthodes d'études	144
CHAPITRE 5 – LIGNINES	147
5.1. Généralités	147
5.2. Biosynthèse	147
5.3. Structure	149
5.4. Propriétés	149
5.5. Importance économique des lignines	151
5.5.1. Industrie papetière	152
5.5.1.1. <i>Amélioration des espèces forestières</i>	152
5.5.1.2. <i>Travaux de génie génétique</i>	154
5.5.1.3. <i>Blanchiment chimique et biologique de la pâte à papier</i>	157
5.5.2. Alimentation animale	158
5.5.3. Amendement du sol	159
5.5.4. Culture des champignons comestibles	159
5.5.5. Synthèse de produits chimiques	160
5.5.6. Autres utilisations	161
5.6. Méthodes d'études	162
5.6.1. Méthodes histochimiques	162
5.6.2. Dosage quantitatif	162
5.6.2.1. <i>Méthode de Klason</i>	162
5.6.2.2. <i>Méthode au bromure d'acétyle</i>	163
5.6.3. Détermination structurale	163
CHAPITRE 6 – LECTINES	165
6.1. Définition	165
6.2. Distribution et localisation	165
6.3. Structure	166
6.4. Propriétés, rôles physiologiques et toxicité	166
6.4.1. Agglutination des érythrocytes	166

6.4.2. Effet antinutritionnel et toxique	167
6.4.3. Activité entomotoxique	167
6.4.4. Action sur la synthèse protéique	168
6.4.5. Lymphostimulation	168
6.4.6. Interactions plantes-microorganismes et défense des plantes	168
6.5. Purification des lectines et utilisations	169
APPLICATIONS	170
<hr/>	
PARTIE II – BIOCHIMIE DES SUBSTANCES ISSUES DES ALGUES	173
<hr/>	
CHAPITRE 7 – POLYSACCHARIDES DES PAROIS DES ALGUES	175
7.1. Introduction	175
7.2. Alginates	175
7.2.1. Structure et propriétés physico-chimiques	175
7.2.2. Extraction	177
IMPORTANCE ÉCONOMIQUE ET UTILISATION	178
7.3. Agars	178
7.3.1. Structure et propriétés physico-chimiques	179
7.3.2. Extraction	180
IMPORTANCE ÉCONOMIQUE ET UTILISATION	180
7.4. Carraghénanes	180
7.4.1. Structure et propriétés physico-chimiques	181
7.4.2. Extraction	183
IMPORTANCE ÉCONOMIQUE ET UTILISATION	183
CHAPITRE 8 – MÉTABOLITES DES MICROALGUES ET DES CYANOBACTÉRIES	185
8.1. Généralités	185
8.2. Pigments et colorants	186
8.3. Acides gras polyinsaturés	187
8.4. Stéroïdes	189
8.5. Production de biocarburants	189
8.6. Production des polysaccharides	192
8.7. Isotopes biochimiques stables	192
8.8. Toxines des microalgues et des cyanobactéries	194
<hr/>	
PARTIE III – SUBSTANCES D'ORIGINE ANIMALE	197
<hr/>	
CHAPITRE 9 – PRODUITS SANGUINS	199
9.1. Constituants du sang	199
9.2. Fonctions du sang	199
9.3. Composition du plasma	199
9.3.1. Facteurs de la coagulation	200

9.3.2. Autres constituants	206
9.4. Valorisation des produits sanguins	208
9.4.1. Fractionnement du plasma	209
9.4.2. Méthodes de purification	212
9.4.2.1. <i>Techniques de chromatographie</i>	212
9.4.2.2. <i>Précipitation par les polyéthylènes glycols</i>	213
9.4.2.3. <i>Ultrafiltration</i>	213
9.4.2.4. <i>Avantages et inconvénients</i>	213
9.4.3. Production des médicaments d'origine sanguine (MDS) recombinés	214
9.4.3.1. <i>Principe</i>	214
9.4.3.2. <i>Avantages et inconvénients des MDS recombinés</i>	215
9.4.4. Obtention des médicaments dérivés du sang et leur utilisation en thérapeutique	216
 CHAPITRE 10 – PRODUITS LAITIERS	221
10.1. Introduction	221
10.2. Obtention et traitement du lactosérum	222
10.3. Fractionnement et utilisation du lactosérum	223
10.4. Protéines du lait	223
10.4.1. Protéines non solubles	223
10.4.1.1. <i>Phosphocaséinate de calcium</i>	224
10.4.1.2. <i>Béta-caséine</i>	224
10.4.1.3. <i>Kappa caséine</i>	225
10.4.1.4. <i>Caséine acide</i>	225
10.4.1.5. <i>Caséinates</i>	225
10.4.1.6. <i>Caséine lactique</i>	225
10.4.1.7. <i>Caséine présure</i>	225
10.4.2. Protéines solubles	226
10.4.2.1. <i>Béta-lactoglobuline (β-Lg)</i>	227
10.4.2.2. <i>Immunoglobulines (Ig)</i>	227
10.4.2.3. <i>Alpha-lactalbumine (α-La)</i>	228
10.4.2.4. <i>Albumine sérique</i>	228
10.4.2.5. <i>Lactoferrine (Lf)</i>	228
10.4.2.6. <i>Lipoprotéine</i>	229
10.4.2.7. <i>Lysozyme</i>	229
10.4.3. Produits commerciaux à base de protéines du lactosérum.	230
10.5. Lactose	231
 CHAPITRE 11 – OVOPRODUITS	233
11.1. Généralités	233
11.2. Structure et composition des œufs	234
11.2.1. Œufs entiers	234

11.2.2. Composition du blanc d'œuf	234
11.2.3. Composition du jaune d'œuf	235
11.3. Valeur nutritionnelle de l'œuf	238
11.3.1. Valeur biologique des protéines	238
11.3.2. Digestibilité des lipides	239
11.3.3. Minéraux et vitamines	239
11.4. Propriétés fonctionnelles	239
11.4.1. Propriétés aromatiques et colorantes	239
11.4.2. Coagulation et gélification	240
11.4.3. Propriétés émulsifiantes	241
11.4.4. Propriétés moussantes	241
11.4.5. Autres propriétés fonctionnelles	241
11.5. Utilisations des ovoproduits	241
11.5.1. Utilisation des ovoproduits comme ingrédients alimentaires	242
11.5.2. Molécules bioactives d'intérêt technologique et pharmaceutique	242
11.5.2.1. Séparation et fractionnement	242
11.5.2.2. Extraits du blanc d'œuf	243
11.5.2.3. Extraits du jaune d'œuf	245
<hr/>	
PARTIE IV – BIOCHIMIE DES SUBSTANCES D'ORIGINE MICROBIENNE	247
<hr/>	
CHAPITRE 12 – PROTÉINES D'ORGANISMES UNICELLULAIRES (P.O.U.)	249
12.1. Introduction	249
12.2. Microorganismes producteurs	250
12.2.1. Levures	251
12.2.2. Champignons filamenteux	251
12.2.3. Bactéries	252
12.2.4. Cyanobactéries	253
12.3. Substrats de culture	253
12.4. Extraction et traitement des protéines	254
<hr/>	
CHAPITRE 13 – ANTIBIOTIQUES	257
13.1. Définition	257
13.2. Classes d'antibiotiques	257
13.3. Microorganismes producteurs	258
13.4. Production	259
13.4.1. Extraction et purification	260
13.4.1.1. Séparation solide-liquide	260
13.4.1.2. Extraction à partir du milieu liquide	260
13.4.1.3 Purification	260
13.4.2. Biotransformations	261
13.5. Applications	262

13.5.1. Biochimie et biologie moléculaire	262
13.5.2. Médecine	265
13.5.3. Agro-alimentaire	266
<hr/>	
PARTIE V – ENZYMOLOGIE APPLIQUÉE	269
<hr/>	
CHAPITRE 14 – ENZYMES EN INDUSTRIE ET EN MÉDECINE	271
14.1. Généralités	271
14.2. Obtention des enzymes	274
14.3. Applications des enzymes	276
14.3.1. Synthèse organique	276
14.3.1.1. Résolution de mélanges racémiques et synthèse d'énantiomères	276
14.3.1.2. Synthèse de l'acrylamide	277
14.3.1.3. Synthèse des composés responsables du goût et des arômes	278
14.3.1.4. Synthèse des exhausteurs de goût	279
14.3.1.5. Synthèse enzymatique des acides organiques et des acides aminés	280
14.3.1.6. Édulcorants	282
14.3.2. Transformation des produits agro-alimentaires	284
14.3.2.1. Utilisation des enzymes dans l'industrie laitière	286
14.3.2.2. Réduction de l'acrylamide dans les aliments préparés	291
14.3.3. Panification et biscuiterie	292
14.3.4. Préparation des sucres alimentaires	293
14.3.4.1. Glucoserie	293
14.3.4.2. Raffinage et transformation du saccharose	296
14.3.5. Préparation des boissons	297
14.3.5.1. Jus de fruits	297
14.3.5.2. Brasserie	298
14.3.6. Enzymes en lipochimie et détergence	299
14.3.6.1. Lipochimie	299
14.3.6.2. Détergence	303
14.3.7. Utilisation des enzymes en industrie du papier	304
14.3.7.1. Peroxydases	305
14.3.7.2. Laccase	305
14.3.7.3. Xylanases	305
14.3.7.4. Lipases	306
14.3.8. Utilisation des enzymes en alimentation animale	306
14.3.9. Valorisation des sous-produits agro-alimentaires	308
14.3.9.1. Cellulose	308
14.3.9.2. Production de biocarburants	309
14.3.10. Traitement de la viande et du poisson	313
14.3.11. Industrie du textile et du cuir	313

14.3.12. Produits cosmétiques et parfums	315
14.3.13. Applications médicales	316
14.3.14. Les enzymes comme outils analytiques	319
14.3.15. Isolement des protoplastes	320
14.3.16. Dépollution et traitement des eaux usées	321
14.3.17. Enzymes et réglementation	322
CHAPITRE 15 – ENZYMES IMMOBILISÉES ET LEURS INTÉRÊTS	325
15.1. Procédés d'immobilisation des enzymes	325
15.2. Avantages des enzymes immobilisées	328
15.3. Réacteurs enzymatiques	329
15.3.1. Réacteur à acides aminés	329
15.3.2. Réacteur à lactose	330
15.4. Biocapteurs enzymatiques	330
15.4.1. Définition	331
15.4.2. Biorécepteur	332
15.4.3. Transducteur	333
15.4.3.1. Transducteurs électrochimiques	333
15.4.3.2. Transducteurs thermiques ou calorimétriques	333
15.4.3.3. Transducteurs optiques	334
15.4.4. Caractéristiques des biocapteurs	334
15.4.5. Immobilisation de l'enzyme	334
15.4.6. Domaines d'application des biocapteurs enzymatiques	335
15.4.6.1. Domaine de la santé	335
15.4.6.2. Industrie agro-alimentaire	335
15.4.6.3. Environnement	336
PARTIE VI – CULTURES CELLULAIRES	339
CHAPITRE 16 – CELLULES VÉGÉTALES ET CELLULES ANIMALES	341
16.1. Définition, généralités	341
16.2. Cultures de cellules végétales	341
16.2.1. Généralités	341
16.2.2. Conduite d'une culture de tissus végétaux	342
16.3. Cultures de cellules animales	344
16.3.1. Conduite d'une culture de cellules animales	344
16.3.1.1. Cultures en milieu liquide	344
16.3.1.2. Cultures sur milieu solide	344
16.3.2. Systèmes de culture cellulaire industrielle	345
16.3.3. Immortalisation des cellules	346
16.4. Amélioration de la production de métabolites secondaires chez les plantes	347

16.4.1. Criblage et sélection de lignées cellulaires hautement productrices	347
16.4.2. Optimisation de la croissance	347
16.4.3. Utilisation de précurseurs	348
16.4.4. Élicitation	348
16.4.5. Immobilisation de cellules	349
16.4.6. Perméabilisation des membranes	350
16.4.7. Stress osmotique	350
16.4.8. Génie métabolique	350
16.5. Applications et perspectives	351
16.5.1. Biologie cellulaire et biochimie	351
16.5.2. Criblage pharmaceutique	351
16.5.3. Production de molécules pharmaceutiques	352
16.5.3.1. Cellules animales	352
16.5.3.2. Cellules végétales	356
16.5.4. Biotransformations	360

ANNEXES	363
AUTOÉVALUATION	365
ANNEXE A – Codes EC des enzymes citées dans le texte	389
ANNEXE B – Additifs alimentaires cités dans le texte	391
ANNEXE C – Principaux groupes caractéristiques rencontrés dans les molécules organiques	393
BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE	395
WEBOGRAPHIE	401
LEXIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS	405
GLOSSAIRE	421
INDEX	449
LISTE DES FIGURES	475
LISTE DES TABLEAUX	481
LISTE DES ENCARTS	485