

Pr HACENE Hocine

Microbiologie Fondamentale et Appliquée



Tome I

EDITIONS ROUMA
دار
روما

BL 563/T1

Pr HACENE Hocine

060533

(1)



Microbiologie Fondamentale et Appliquée

Tome 1



SOMMAIRE



(Pages)

Avant-propos	15
---------------------------	----

Partie 1 : Introduction à la microbiologie	19
---	----

1. Historique, domaine et importance de la microbiologie	22
1.1. Vue d'ensemble du monde microbien.....	22
1.2. La découverte des microorganismes	27
1.3. Le débat sur la génération spontanée	28
1.4. L'âge d'or de la microbiologie	30
1.5. Les développements modernes de la microbiologie.....	35
1.6. Importance de la microbiologie : Recherche fondamentale et appliquée.....	36
2. Les microorganismes et le bien être humain	42
2.1. Le microbiote humain	42
2.2. Le recyclage des éléments vitaux.....	42
2.3. Le traitement des eaux.....	43
2.4. La biorémediation	43
2.5. Le bio-contrôle.....	44
2.6. Les microorganismes producteurs d'aliments et de métabolites.....	44
2.7. Les applications de la biotechnologie moderne et la recombinaison génétique	45
3. Structures et fonctions des microorganismes : Caractéristiques de la cellule procaryote et eucaryote	46
3.1. La cellule procaryote : structures et fonctions	48
3.2. La cellule eucaryote : structures et fonctions.....	85
3.3. Comparaison entre les cellules procaryotes et eucaryotes	103

Partie 2 : Nutrition, Croissance et Contrôle des microorganismes	107
---	-----

Chapitre I : La Nutrition Microbienne	111
--	-----

1. Les besoins nutritifs vitaux des microorganismes	113
2. Les sources de carbone, d'hydrogène et d'oxygène et d'électrons	114

3. Les types nutritionnels chez les microorganismes	115
4. Les besoins en azote, en phosphore et en soufre.....	119
5. Les facteurs de croissance.....	120
6. Les oligo-éléments.....	121
7. La dégradation et l'utilisation des nutriments complexes.....	121
8. L'absorption des nutriments.....	122
8.1. La diffusion passive	123
8.2. La diffusion facilitée	123
8.3. Le transport actif et la translocation de groupe	125
9. Les milieux de culture.....	128
10. L'enrichissement et l'isolement de cultures.....	131
11. Les techniques de cultures spéciales	134
12. La conservation des cultures pures.....	135

Chapitre 2: La croissance microbienne..... 139

1. Etude de la croissance microbienne,	142
2. Les techniques d'évaluation de la croissance microbienne.....	142
3. La cinétique de croissance	145
3.1. La division cellulaire	145
3.2. Les phases de la croissance microbienne en dis-continue.....	147
3.3 Constantes et expression de la croissance	151
4. Expression mathématique de la croissance	153
4.1. Milieux liquides discontinus	153
4.2. Métabolites de la croissance en discontinue.....	157
5. Croissance microbienne en milieu renouvelé	158
5.1. Mathématiques de la croissance en milieu renouvelé.....	160
5.2. Problèmes des cultures continues.....	162
6. La croissance diauxique	163
7. La croissance synchrone	164
8. L'influence de l'environnement sur la croissance.....	165
8.1. Les solutés et l'activité de l'eau	165
8.2. Le pH.....	170
8.3. La température	173
8.4. La pression osmotique.....	182
9. La croissance des microorganismes dans des environnements naturels ..	185
9.1. Les biofilms.....	186
9.2. La communication intercellulaire dans les populations microbiennes ..	187
9.3. La limitation de la croissance par les facteurs environnementaux ...	188
9.4. Dénombrement des procaryotes viables mais non cultivables.....	189

Chapitre 3 : Le contrôle des microorganismes	193
1. Définitions des termes les plus utilisés	195
2. Contrôle des microorganismes par des agents physiques	196
2.1. Les températures élevées : chaleur humide et chaleur sèche	196
2.2. Les températures basses	201
2.3. La filtration.....	201
2.4. Les radiations	201
3. Contrôle des microorganismes par des agents chimiques	206
4. Les agents Chimiothérapeutiques	208
4.1. Les antibiotiques	208
4.2. Les anti-viraux	213
4.3. Les anti-parasitaires	213
Résumé et perspectives	214

Partie 3 : Le Métabolisme microbien et les fermentations industrielles

1. Notions de métabolisme	219
2. Le métabolisme énergétique	220
3. Le catabolisme des composés complexes	223
3.1. La dégradation des glucides (La glycolyse- les voies alternatives à la glycolyse- Le cycle tricarboxylique)	225
3.2. Autres types de catabolismes (Oxydation des lipides- Oxydation des protéines)	232
4. Fermentation et Respiration	236
4.1. Les fermentations microbiennes.....	236
4.2. La respiration	246
5. La photosynthèse	249
5.1. La photosynthèse oxygénique	251
5.2. La photosynthèse anoxygénique	252
6. L'anabolisme.....	254
6.1. Principes généraux	255
6.2. Les voies anaboliques de biosynthèse des métabolites précurseurs.....	255
Résumé et perspectives	261

Partie 4 : Génétique microbienne et technologie de l'ADN recombinant......

Chapitre 1 : Génétique microbienne et transferts génétiques	269
--	-----

1. Supports moléculaires et mutagenèse	271
1.1. Structure et fonction du matériel génétique (ADN et ARN)	271
1.2. Réplication de l'ADN	273
1.3. Le gène : structure et fonctions	278
1.4. La transcription	279
1.5. Le code génétique	282
1.6. La réparation de l'ADN	289
1.7. Régulation de l'expression génétique (Bactéries; Archaea et Eucaryotes)	292
2. Les mutations et la mutagenèse	294
2.1. Les différents types de mutations	294
2.2. Les agents mutagènes	295
2.3. La détection et l'isolement des mutants	297
2.4. Amélioration génétique des souches microbiennes par mutagenèse	298
2.5. Le test de « Ames » et ses applications	298
3. Transferts génétiques et recombinaison	299
3.1. Chez les procaryotes	300
3.2. Chez les eucaryotes	315

Chapitre 2 : La technologie de l'ADN recombinant et ses applications. 319

1. La technologie de l'ADN recombinant	321
1.1. Procédures générales d'obtention d'un ADN recombinant	321
1.2. Les enzymes de restriction	324
1.3. Les vecteurs de clonage	325
1.4. La réaction de polymérisation en chaîne (P.C.R.) : technique et applications	326
1.5. Les techniques utilisées d'induction des modifications génétiques	329
2. Les grandes applications de la technologie de l'ADN recombinant	333
2.1. Applications fondamentales	333
2.2. Applications thérapeutiques (vaccins, hormones)	335
2.3. Applications industrielles	337
2.4. Applications dans l'agriculture	338
2.5. Défis et risques liés à l'emploi de la technologie de l'ADNr	342
Résumé et perspectives	344

Partie 5 : La diversité du monde microbien347

Chapitre 1 : La taxinomie microbienne351

1. Introduction générale et vue d'ensemble	353
2. L'évolution et la diversité microbienne	354

3. Les rangs taxonomiques et la nomenclature	359
4. Les différentes approches taxinomiques	362
4.1. Les classifications artificielles (phénétique, numérique)	363
4.2. Les classifications naturelles (phylogénétique, polyphasique)	363
5. Les caractéristiques principales utilisées en taxinomie.....	369
5.1. Les critères classiques	369
5.2. Les critères moléculaires.....	370
6. L'évolution de la phylogénie moléculaire.....	375
6.1. Les chronomètres moléculaires.....	377
6.2. Les arbres phylogéniques.....	378
7. Les grandes divisions du monde vivant (les domaines, les règnes)	379
8. La taxinomie du Bergey's Manual of Systematic Bacteriology	382
9. Une vue d'ensemble de la phylogénie et de la diversité des procaryotes ...	388
9.1. Le domaine des <i>Archaea</i>	388
9.2. Le domaine des <i>Bacteria</i>	390
Chapitre 2 : Le domaine des Archaea	399
1. Caractères généraux	401
2. Les parois cellulaires : -Peptidoglycanes vrais et faux	403
3. Les lipides et la membrane cytoplasmique :-Structure et composition	405
4. Génétique et biologie moléculaire des Archaea.....	406
5. Le métabolisme	409
5.1. Les pigments et la photosynthèse chez les <i>Halobacteria</i>	410
5.2. L'halorhodopsine et les rhodopsines	413
6. La taxinomie des Archaea	414
6.1. Phylum des <i>Crenarchaeota</i>	414
6.2. Phylum des Euryarchaeota	415
6.3. Phylum des Nanoarchaeota	420
6.4. Phylum des Taumarchaeota	421
6.5. Phylum des <i>Korarchaeota</i>	421
7. Rôle et importance des Archaea.....	422
Résumé et perspectives.....	423
Chapitre 3 : Le domaine des Bacteria	425
Introduction.....	427
1. Taxinomie du Bergey's Manual.....	427
1.1. Volume 1 du Bergey : Les phyla B1 à B11	427
1.2. Volume 2 du Bergey : Les <i>Proteobacteria</i>	436
1.3. Volume 3 du Bergey : Bactéries Gram+, Non <i>Proteobacteria</i> , pauvres en GC %	455

1.4. Volume 4 du Bergey : phyla B16 à B25	461
1.5. Volume 5 du Bergey : Bactéries Gram+, Non <i>Proteobacteria</i> , riches en GC % <i>Phylum B15 des Actinobacteria</i>	467

Résumé et perspectives	475
-------------------------------------	-----

Chapitre 4 : Le Domaine des Protistes eucaryotes : Mycètes, Algues et Protozoaires

1. Vue d'ensemble du monde des protistes eucaryotes	481
2. Le super-groupe des <i>Opisthokonta</i> incluant les mycètes	485
2.1. Caractéristiques générales des mycètes.....	486
2.2. Structure et morphologie.....	487
2.3. La reproduction	489
2.4. La taxinomie des mycètes	495
2.5. Propriétés des levures.....	498
2.6. Maladies humaines causées par les mycètes	499
2.7. Effets économiques des mycètes.....	500
2.8. Les symbioses	502
2.9. Les lichens.....	503
1. Le super-groupe <i>Chromalveolata</i> et <i>Archaeplastida</i> : Les Algues.....	505
3.1. Caractéristiques générales des algues	505
3.2. Morphologie et structure	506
3.3. Nutrition, physiologie et métabolisme	509
3.4. La reproduction	513
3.5. La taxinomie des algues	514
3.6. Propriétés des algues	519
4. Les Protozoaires des Super-groupes : <i>Excavata</i> , <i>Amoebozoa</i> , <i>Rhizaria</i> , <i>Chromalveolata</i> et <i>Opisthokonta</i>	522
4.1. Caractéristiques générales.....	523
4.2. Morphologie et structure	524
4.3. Cycle de vie.....	526
4.4. Physiologie et nutrition.....	527
4.5. Taxinomie des Protozoaires	529
4.6. Propriétés biologiques des Protozoaires.....	537
4.7. Les Helminthes.....	540

Résumé et perspectives	545
-------------------------------------	-----

Chapitre 5 : Les virus, les bactériophages et les Agents transmissibles non conventionnels.....

.....	549
-------	-----

1. Propriétés générales des virus	551
1.1. Gamme d'hôtes	553
1.2. Taille des virus	554
2. Structure des virus.....	556
2.1. Les différents types de capsides	556
2.2. Les génomes viraux.....	557
2.3. Les protéines virales.....	560
3. Structure des bactériophages.....	561
4. La taxinomie virale et la nomenclature	562
4.1. Les virus d'Archaea et des bactéries	565
4.2. Les virus de protistes eucaryotes : mycètes, algues et protozoaires.....	569
5. Isolement, culture et identification des virus	572
5.1. Les bactériophages	572
5.2. Les virus d'animaux	572
5.3. Les virus de végétaux.....	574
5.4. Purification et titrage des virus.....	574
5.5. Identification des virus	575
6. La multiplication des virus.....	577
6.1 La multiplication des bactériophages	578
6.2. La multiplication des virus d'animaux et de végétaux (-Fixation	
-Pénétration et décapsidation-Réplication et biosynthèse virale-Assemblage et maturation-Libération des virus matures).....	584
7. Les différents types d'infections virales	590
8. Les relations virus et cancers	591
8.1. Transformation des cellules normales en cellules tumorales	591
8.2. Les virus oncogènes à ADN.....	592
8.3. Les virus oncogènes à ARN.....	593
9. Comparaison entre virus d'animaux et de végétaux	593
10. Cas du virus Influenza et le passage de la barrière de l'espèce.....	598
11. Propriétés des virus (-Effets bénéfiques-Effets délétères)	601
12. Les agents transmissibles non conventionnels (ATNC).....	602
<i>Résumé et perspectives</i>	613

Partie 6 : Les applications de la microbiologie

Chapitre 1 : Microbiologie de l'environnement	621
1. Diversité microbienne et habitats.....	624

1.1. Les interactions entre les microorganismes et le milieu.....	625
1.2. Les symbioses	626
2. Microbiologie des sols et cycles biogéochimiques	628
2.1. Le cycle du carbone	629
2.2. Le cycle de l'azote (-Ammonification-Nitrification-Dénitrification -Fixation de l'Azote).....	631
2.3. Le cycle du soufre	639
2.4. Le cycle du phosphore	642
3. Microbiologie des eaux, purification, contrôle et traitement des eaux usées	642
3.1. Microbiologie des eaux	643
3.2. Purification de l'eau (sédimentation, décantation, filtration, désinfection).....	648
3.3. Contrôle microbiologique de l'eau	651
3.4. Auto-épuration et traitement des eaux usées.....	653
4. Rôle des microorganismes dans la protection de l'environnement .	662
4.1. Biodégradation des substances chimiques dans le sol et dans l'eau -La biorémediation.....	662
4.2. Le compostage	667
4.3. Le Biocontrôle par les bactéries, les mycètes, les virus	668
4.4. Les Biolixiviations	672
4.5. Les biosenseurs.....	672
Résumé et perspectives.....	674
Chapitre 2. La microbiologie alimentaire et ses applications	679
1. Les microorganismes dans l'industrie alimentaire.....	681
2. Rôle des microorganismes dans la fabrication des aliments fermentés	682
2.1. Les laits fermentés : yaourts et fromages	682
2.2. Les probiotiques.....	689
2.3. La fabrication des boissons fermentées.....	692
2.4. La production du pain et de la levure (<i>S. cerevisiae</i>)	694
2.5. La lacto-fermentation des végétaux	696
3. Les microorganismes en tant qu'aliments.....	699
3.1. Les Bactéries (- la spiruline)	700
3.2. Les mycètes (-Le champignon de couche -La truffe-Le Quorn -La levu- re).....	701
4. Les microorganismes en tant qu'additifs alimentaires.....	704
5. La contamination des aliments.....	706
5.1. Les aliments responsables d'une intoxication alimentaire : microorganismes en cause.....	707
5.2. Contrôle et prévention des infections et intoxications alimentaires	708

5.3. Méthodes de détection des pathogènes et des toxines dans les aliments	709
5.4. Détection des toxines dans les aliments	713
6. Procédures HACCP et microbiologie prédictive	713
6.1. Microbiologie prédictive	714
6.2. Méthode HACCP	715
Résumé et perspectives	717

Chapitre 3. Microbiologie industrielle et Biotechnologie microbienne ... 719

1. Les microorganismes utiles en Microbiologie Industrielle :	724
1.1. Recherche de nouvelles souches ou molécules bio-actives	724
1.2. Criblage (Screening) des souches microbiennes à partir de milieux naturels	725
1.3. Utilisation de cibles moléculaires ou des bioconversions pour isoler de nouvelles souches	728
1.4. Manipulations génétiques des souches microbiennes (-Mutagenèse classique, -Mutagenèse dirigée, -Transfert de l'information génétique entre organismes différents, -Modification de l'expression génétique)	731
5.1. Méthodes modernes de criblage (ingénierie des voies métaboliques-criblage à haut débit-criblage métagénomique)	736
2. Amélioration des souches ou de la production de métabolites	738
2.1. Ajout de précurseurs	739
2.2. Stress métabolique	739
2.3. Mutagenèse	740
2.4. Fusion des protoplastes et recombinaison génétique	741
2.5. Technologie de l'ADN recombinant	743
3. Contrôle de la stabilité et conservation des souches microbiennes	744
4. Sélection et critères de choix d'un microorganisme	746
5. La croissance des microorganismes en fermenteurs	748
5.1. Principes généraux	748
5.2. Formulation du milieu de culture	751
5.3. Préparation de l'inoculum et des précultures	755
5.4. Les conditions de culture et leurs régulations	758
6. Optimisation et modélisation	762
7. Problèmes d'échelle de production et d'interactions entre les constituants du milieu	764
7.1. Les plans d'expérience	765
7.2. Les changements d'échelle (Scaling-up)	767
7.3. Exemple de production industrielle de la pénicilline	768
8. Extraction et purification des métabolites	769

8.1. Séparation liquide-solide.....	58
8.2. Extraction par solvants.....	62
8.3. Purification.....	64
9. Métabolisme primaire et métabolisme secondaire (-Notion de trophophase et d'idiophase).....	67
10. Les principaux produits de la microbiologie industrielle.....	68
10.1. Production de cellules microbiennes ou P.O.U.....	68
10.2. Les métabolites primaires.....	69
10.3. Les métabolites secondaires.....	70
10.4. Production des enzymes.....	71
10.5. Les bio-conversions microbiennes.....	72
10.6. La bio-lixiviation du cuivre et de l'or.....	73
10.7. Les sources d'énergies alternatives utilisant des microorganismes..	74
11. Les grandes applications de la biotechnologie microbienne.....	75
11.1. Domaine industriel et environnemental	
-Production du blue-jean par des microorganismes.....	77
11.2. Domaine alimentaire.....	78
11.3. Domaine agricole.....	79
11.4. Domaine médical.....	80
12. Les nanobiotechnologies.....	81
12.1. Les biosenseurs.....	82
12.2. Les bio-puces à ADN.....	83
12.3. Les vecteurs non particulaires.....	84
Résumé et perspectives.....	

Glossaire.....

L'auteur de l'ouvrage est Docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine en Biotechnologie et industries Alimentaires et Docteur d'Etat en Microbiologie obtenu à l'U.S.T.H.B. Il est auteur d'une quarantaine d'articles scientifiques dans des revues de renommée internationale et a dirigé et fait soutenir une trentaine de thèse de Doctorat. Il exerce actuellement la fonction de Professeur de Microbiologie à la Faculté des Sciences Biologiques de l'U.S.T.H.B.

دار
شوما

للطباعة والنشر والتوزيع
34 حي الميناء - بوزريعة - الجزائر

الهاتف: 021 94 17 75 الفاكس: 021 94 19 36
021 94 41 19 021 79 91 84

4/635

www.editionshouma.com
e-mail: info@editionshouma.com

رقم التوزيع: 978-9953031581 ISBN



9 789931 031581