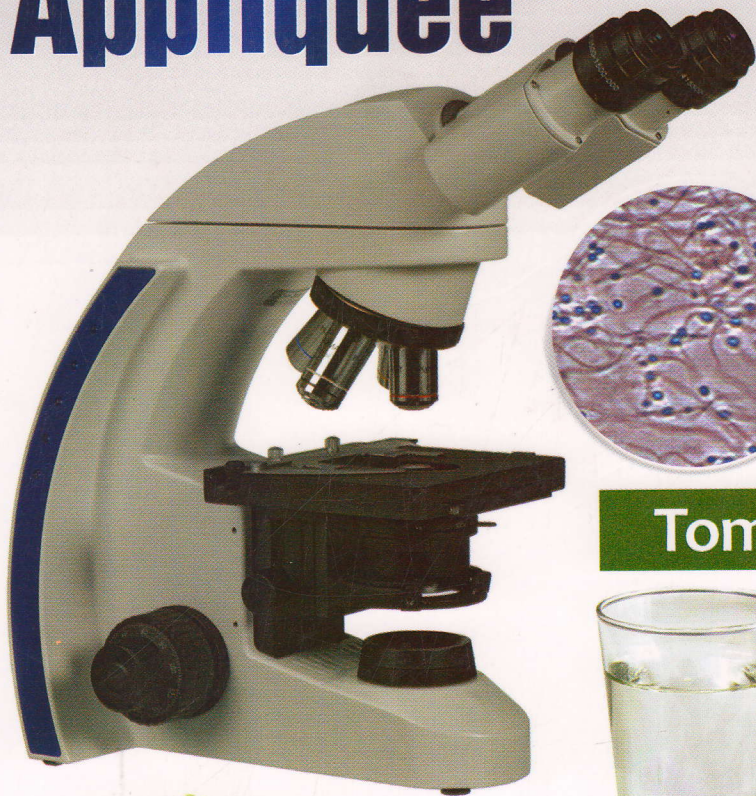


Pr HACENE Hocine

# Microbiologie Fondamentale et Appliquée



Tome I

EDITIONS HOUMA  
دار  
هوما

# SOMMAIRE

(Pages)

<b>Avant-propos</b> .....	15
---------------------------	----

---

## **Partie 1 : Introduction à la microbiologie** ..... 19

---

<b>1. Historique, domaine et importance de la microbiologie</b> .....	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
<b>2. Les microorganismes et le bien être humain</b> .....	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 gé-	45
né-	
3. <b>Structures et fonctions des microorganismes : Caractéristiques de la</b>	
<b>cellule procaryote et eucaryote</b> .....	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 micro-**

### **organismes** .....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

<b>Chapitre 3 : Le contrôle des microorganismes.....</b>	<b>193</b>
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
<b>Résumé et perspectives .....</b>	<b>214</b>

---

### **Partie 3 : Le Métabolisme microbien et les fermentations industrielles .....**

<b>1. Notions de métabolisme.....</b>	<b>219</b>
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
<b>Résumé et perspectives.....</b>	<b>261</b>

---

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

<b>Chapitre 1 : Génétique microbienne et transferts génétiques.....</b>	<b>269</b>
---	------------

1. Supports moléculaires et mutagénèse .....	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 mutagénèse .....	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 mutagénèse.....	298
2.5Le 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
<b>Résumé et perspectives.....</b>	<b>344</b>

---

**Partie 5 : La diversité du monde microbien .....347**

<b>Chapitre 1 : La taxinomie microbienne .....</b>	<b>351</b>
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
<b>Chapitre 2 : Le domaine des Archaea</b> .....	<b>399</b>
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 <i>Euryarchaeota</i> .....	415
6.3. Phylum des <i>Nanoarchaeota</i> .....	420
6.4. Phylum des <i>Taumarchaeota</i> .....	421
6.5. Phylum des <i>Korarchaeota</i> .....	421
7. Rôle et importance des Archaea .....	422
<b>Résumé et perspectives</b> .....	<b>423</b>
<b>Chapitre 3 : Le domaine des Bacteria</b> .....	<b>425</b>
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

<b>Résumé et perspectives</b> .....	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

<b>Résumé et perspectives</b> .....	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	584
-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 .....** 617

---

### **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 biorémédiation.....	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
<b>Résumé et perspectives.....</b>	<b>674</b>

## **Chapitre 2. La microbiologie alimentaire et ses applications .....**

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
<b>Résumé et perspectives.....</b>	<b>717</b>

**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. Ajoût 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.....	24
8.2. Extraction par solvants.....	24
8.3. Purification.....	24
9. Métabolisme primaire et métabolisme secondaire (-Notion de trophophase et d'idiophase).....	24
10. Les principaux produits de la microbiologie industrielle.....	24
10.1. Production de cellules microbiennes ou P.O.U.....	24
10.2. Les métabolites primaires.....	24
10.3. Les métabolites secondaires.....	24
10.4. Production des enzymes.....	24
10.5. Les bio-conversions microbiennes.....	24
10.6. La bio-lixiviation du cuivre et de l'or.....	24
10.7. Les sources d'énergies alternatives utilisant des microorganismes..	24
11. Les grandes applications de la biotechnologie microbienne.....	24
11.1. Domaine industriel et environnemental	
-Production du blue-jean par des microorganismes.....	24
11.2. Domaine alimentaire.....	24
11.3. Domaine agricole.....	24
11.4. Domaine médical.....	24
12. Les nanobiotechnologies.....	24
12.1. Les biosenseurs.....	24
12.2. Les bio-puces à ADN.....	24
12.3. Les vecteurs non particulaires.....	24
<b>Résumé et perspectives.....</b>	24

---

## **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 لادويار - بوزريعة - الجزائر

للتاسف، 021 94 17 75 الهاتف، 021 94 19 36  
021 94 41 19 021 79 91 84

4/635

[www.editionshouma.com](http://www.editionshouma.com)

[e-mail.info@editionshouma.com](mailto:e-mail.info@editionshouma.com)

ردمك: ISBN: 978-9931031581



9 789931 031581