

**Jerome J. Perry  
James T. Staley  
Stephen Lory**

*Cours et questions de révision*

PCEM • PCEP • 1<sup>er</sup> cycle/Licence • 2<sup>e</sup> cycle/Master

# MICROBIOLOGIE

DUNOD



Jerome J. Perry • James T. Staley • Stephen Lory

Traduit de l'américain par Marc Grandadam,  
Joseph-Pierre Guiraud, Françoise le Hégarat,  
Anne-Marie Marrière, Golbahar Pahlavan

## MICROBIOLOGIE

Les micro-organismes sont anciens puisqu'ils furent sans aucun doute les premiers colonisateurs de notre planète. Ils vécurent pendant plusieurs milliards d'années sans concurrence et furent à l'origine de la biosphère.

Cet ouvrage souligne l'évolution des concepts dans l'étude de la microbiologie et l'apport des approches moléculaires dans la recherche sur la vie microbienne. La cellule, la biologie moléculaire, l'évolution, la génétique, les génomes, le métabolisme, la physiologie, la taxonomie et la phylogénie microbiennes, ainsi que leurs impacts sur d'autres domaines de la recherche biologique, sont également présentés.

Le cours est organisé en huit parties. La première donne une vue d'ensemble de la microbiologie. La physiologie microbienne est le sujet des parties II et III qui présentent les stratégies énergétiques diverses utilisées par les micro-organismes pour leur survie. La quatrième partie donne un aspect actualisé de la génétique et de la virologie. Une présentation de l'évolution et de la diversité microbienne constitue la partie V. L'impact des micro-organismes sur les processus écologiques et les transformations géochimiques est présenté dans la partie VI « Écologie microbienne ».

Un aspect très important des associations hôte/parasite touche à la santé et aux pathologies. La partie VII présente la microbiologie immunologique et médicale. La partie VIII, « Microbiologie appliquée », décrit l'utilisation des micro-organismes en tant qu'outils.

De nombreuses illustrations pédagogiques et des photographies complètent ce cours. Des encadrés sur l'histoire de cette discipline, sur les techniques et sur la recherche permettent d'approfondir les connaissances dans certains domaines.

Ce manuel est un outil précieux pour les étudiants des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles en Médecine, Pharmacie et Sciences de la Vie.

JEROME J. PERRY

a enseigné la microbiologie générale pendant plus de 25 ans au premier cycle universitaire.

JAMES T. STALEY

est professeur au département de microbiologie de l'université Washington, Seattle.

STEPHEN LORY

est professeur de microbiologie et de génétique moléculaire à la Harvard Medical School.



ISBN - 2 10 007234 X



www.dunod.com



BL 319/2



33105  
③

# MICROBIOLOGIE

## Cours et questions de révision

**Jerome J. Perry**

Raleigh, Caroline du Nord

**James T. Staley**

Professeur à l'université Washington

**Stephen Lory**

Professeur à la Havard Medical School

Traduit de l'américain par :

**Marc Grandadam**  
**Joseph-Pierre Guiraud**  
**Françoise le Hégarat**  
**Anne-Marie Marrière**  
**Golbahar Pahlavan**

DUNOD

# Table des matières

## 1 Origine de la terre et de la vie

Suivre l'évolution biologique	7
Les micro-organismes procaryotes et eucaryotes	8
Évolution microbienne et cycles biogéochimiques	15
Évolution des eucaryotes	18
Séquence des événements majeurs dans l'évolution biologique	20
Résumé	23
Questions	24

## 2 Rappels historiques

Effets des maladies sur la civilisation	25
Pourquoi étudier l'histoire d'une science ?	27
Statut de la microbiologie avant 1650	27
La microbiologie de 1650 à 1850	28
Microbiologie médicale et immunologie	31
La microbiologie après 1850 : le début de la microbiologie moderne	32
Transition vers l'ère moderne	39
Résumé	40

## 3 Chimie fondamentale de la cellule

Les atomes	43
Structure électronique des molécules	44
Les molécules	46
Les liaisons chimiques	46
L'eau	51
Acides, bases et solutions tampons	52
Les constituants chimiques de la cellule	53
Les principaux monomères	53
Les composés isomériques	55
Résumé	59
Questions	59

## 4 Structures et fonctions des Bacteria et des Archaea

La microscopie	61
Morphologie des bacteria et des archaea	70
Division cellulaire des Bacteria et des Archaea	72
Structure fine, composition et fonction des Bacteria et des Archaea	74
Les structures extracellulaires	84
Résumé	100
Questions	102

## 5 Isolement, nutrition et culture des micro-organismes

Aspects fondamentaux de la diversité	103
Évolution de la diversité métabolique	104
Les différents types nutritionnels des Bacteria	104
Les substrats indispensables à la croissance	105
Entrée des nutriments dans les cellules	111
Culture des micro-organismes	114
Isolement sélectif des micro-organismes par enrichissement	118
Résumé	126
Questions	127

## 6 Croissance des micro-organismes

La croissance de la population	129
Caractéristiques d'une courbe de croissance	132
Mesure de la croissance	134
Effet de la concentration en nutriments sur le taux de croissance	138
Effet des conditions environnementales sur la croissance	141
Résumé	147
Questions	148

## 7 Contrôle de la croissance microbienne

Perspective historique	152
Stérilisation par la chaleur et pasteurisation	152
Stérilisation par radiations	154
Stérilisation par filtration	156

Stérilisation ou contrôle par substances chimiques toxiques	157
Agents chimiothérapeutiques	160
Résistance aux antibiotiques	164
Résumé	165
Questions	165

## 8 Énergie cellulaire d'origine chimique

Les principes élémentaires de la génération d'énergie	167
Les réactions d'oxydo-réduction	169
La conservation d'énergie dans le monde microbien	172
Les composants de la chaîne de transport d'électrons	176
L'orientation dans la chaîne de transport des électrons	180
La théorie chimiosmotique de conservation de l'énergie	182
Le système ATP-synthétase	183
Résumé	184
Questions	185

## 9 Énergie cellulaire d'origine lumineuse

Les organismes photosynthétiques	187
La photosynthèse chez les bactéries pourpres non-sulfureuses	192
La photosynthèse chez les bactéries vertes sulfureuses	196
La photosynthèse chez les héliobactéries	197
La photosynthèse chez les cyanobactéries	197
La photosynthèse en absence de chlorophylle	200
Résumé	200
Questions	203

## 10 Biosynthèse des monomères

Synthèse des macromolécules à partir de substrats monocarbonés	206
Réactions essentielles à l'origine des précurseurs biosynthétiques	207
Rôle du pyruvate dans la synthèse des métabolites précurseurs	210
Le cycle des acides tricarboxyliques (cycle de Krebs)	212
Le cycle de Calvin et la fixation du CO <sub>2</sub>	212
Voies alternatives d'assimilation des molécules à 1 carbone	213
Assimilation de l'azote	218
Fixation de l'azote	219
Assimilation du soufre	220
Biosynthèse des acides aminés, des purines et des pyrimidines	220
Biosynthèse des composés lipidiques	222
Biosynthèse des chaînes ramifiées	223
Résumé	227
Questions	227

## 11 Agencement des structures de la cellule bactérienne

Agencement, structure et fonction des protéines	229
Organisation de la membrane cytoplasmique	233
Biosynthèse du peptidoglycane	235
Résumé	240
Questions	240

## 12 Rôles des micro-organismes dans la biodégradation

Un aperçu du cycle du carbone	244
Catabolisme des polysaccharides	245
Catabolisme des lipides	249
Catabolisme des protéines et de l'acide urique	250
Catabolisme des composés aromatiques	253
Résumé	257
Questions	257

## 13 Bases de génétique

Nature de l'information héréditaire chez les Bacteria	259
La réplication de l'ADN	261 X
La transcription et sa régulation	268 X
Régulation de l'expression des gènes	271 X
La synthèse protéique	275
Mutations	280
Agents mutagènes	283
Réparation de l'ADN	286
Résumé	288
Questions	289

## 14 Les virus

Origine des virus	292
Taille et structure des virus	293
Propagation virale	294
Culture des virus	295
Quantification des virus	296
Purification des particules virales	297

<i>Génome viral et reproduction</i>	298
<i>Virus bactériens</i>	299
<i>Restriction et modification virale</i>	307
<i>Virus eucaryotes</i>	307
<i>Virus des animaux</i>	308
<i>Virus des insectes</i>	315
<i>Virus des plantes</i>	315
<i>Virus des champignons et des algues</i>	316
<i>Viroïdes</i>	317
<i>Résumé</i>	317
<i>Questions</i>	318

## 15 Les échanges génétiques

<i>Plasmides et bactériophages</i>	320
<i>Recombinaison</i>	324
<i>Les échanges génétiques chez les bactéries</i>	329
<i>Éléments génétiques mobiles et transposons</i>	336
<i>Résumé</i>	338
<i>Questions</i>	339

## 16 Génomique microbienne

<i>Bases du génie génétique</i>	341
<i>Analyse de l'ADN traité par des endonucléases de restriction</i>	342 x
<i>Construction de plasmides recombinants</i>	347 v
<i>Clonage de gènes eucaryotes chez les bactéries</i>	352 <sup>r</sup>
<i>Applications pratiques de la technologie de l'ADN recombinant</i>	352 *
<i>Génomique microbienne</i>	356
<i>Génomique fonctionnelle</i>	362
<i>Résumé</i>	364
<i>Questions</i>	367

## 17 Taxonomie des Bacteria et des Archaea

<i>Nomenclature</i>	369
<i>Unités taxonomiques</i>	382
<i>Principaux groupes d'archaea et de bacteria</i>	387
<i>Identification</i>	391
<i>Résumé</i>	394
<i>Questions</i>	395

## 18 Archaea

<i>Pourquoi étudier les archaea ?</i>	397
<i>Modèles de vie primitive</i>	398
<i>Diversité des archaea</i>	399
<i>Différences et similarités biochimiques avec d'autres organismes</i>	401
<i>Principaux groupes d'archaea</i>	404
<i>Résumé</i>	422
<i>Questions</i>	422

## 19 Proteobacteria non photo synthétiques

<i>Bacilles vibrions et fermentaires</i>	423
<i>Bacilles oxydatifs et coques</i>	430
<i>Bactéries engainées</i>	440
<i>Les bactéries à prosthèque</i>	442
<i>Bdellovibrio : le prédateur bactérien</i>	449
<i>Spirilles et magnetospirillum</i>	450
<i>Myxobactéries : les bactéries fructifiantes mobiles par glissement</i>	452
<i>Bactéries réductrices des sulfates et du soufre</i>	455
<i>Protéobactéries chimiolithotrophes</i>	456
<i>Bactéries méthylotrophes</i>	466

Résumé	468
Questions	470

## 20 Bactéries Gram-positives : Firmicutes et Actinobacteria

Phylum : firmicutes	471
Phylum : actinobacteria	492
Résumé	501
Questions	502

## 21 Bactéries phototrophes

Réactions lumineuses et obscures	503
Phylums phototrophes	506
Résumé	529
Questions	529

## 22 Autres phylums bactériens

Phylums incluant des bactéries thermophiles	531
Autres phyla	535
Résumé	547
Questions	547

## 23 Micro-organismes eucaryotes

Caractéristiques des cellules eucaryotes	550
Les groupes de protistes : algues et protozoaires	559
Champignons	575

Les eucaryotes et la pluricellularité	583
Résumé	583
Questions	584

## 24 Micro-organismes et écosystèmes

Introduction	585
Le micro-environnement	586
Auto-écologie : écologie des espèces	587
Communautés microbiennes	594
Les principaux types d'environnements	602
Cycles biogéochimiques	614
Le cycle de l'azote	617
Dispersion, colonisation et succession	621
Biogéographie des bactéries	622
Résumé	622
Questions	623

## 25 Les associations symbiotiques favorables

Introduction	625
Intérêts des relations symbiotiques	626
Établissement des symbioses	627
Différents types de symbioses	627
Symbioses entre micro-organismes	628
Symbioses entre micro-organismes et végétaux	629
Résumé	645
Questions	645

## 26 Interaction entre l'Homme et les micro-organismes

La flore microbienne normale de l'Homme	648
Défenses innées de l'hôte	652
Phagocytes et phagocytose	654
Mécanismes de la pathogenèse	657
Les toxines	662
Résumé	664
Questions	665

## 27 Immunologie

L'immunité « de barrière »	667
Inflammation et immunité innée	669
Système immunitaire adaptatif	678
Inter-relations entre les différents types de réponses immunes	695
Les vaccins	702
Dysfonctionnements du système immunitaire	705
Résumé	708
Questions	709

## 28 Maladies microbiennes de l'Homme

Infections de la peau	711
Maladies respiratoires	714
Maladies fongiques	723
Maladies bactériennes de l'appareil digestif	724
Infections urinaires	731
Maladies sexuellement transmissibles	731

Les protozoaires comme agents pathogènes	739
Les zoonoses	744

## 29 Les maladies virales de l'Homme

Infections virales transmises par l'appareil respiratoire	748
Virus pathogènes à réservoir humain	756
Maladies virales à réservoirs non-humains	765
Résumé	769
Questions	770

## 30 Épidémiologie et microbiologie clinique

Épidémiologie	771
Porteurs et réservoirs	774
Modes de transmission des maladies infectieuses	775
Maladies nosocomiales (contractées à l'hôpital)	779
Mesures de santé publique	780
Mesures de contrôle des maladies contagieuses	782
Santé mondiale	784
Méthodes cliniques et de diagnostic	786
Identification des pathogènes	789
Sensibilité aux antibiotiques	800
Résumé	802
Questions	803

## 31 Microbiologie industrielle

Le micro-organisme	806
Les produits industriels majeurs	807
Aliments, agents de sapidité, compléments alimentaires, vitamines et boissons	808
Les acides organiques	822
Les enzymes, les transformations microbiennes et les inoculums	822
Les inhibiteurs	825
Micro-organismes génétiquement modifiés	831
Résumé	834
Questions	835

## 32 Microbiologie environnementale

Traitement des eaux usées	837
Traitement de l'eau potable	842
Les décharges et le compostage	847
Les pesticides	848
La bioremédiation (dépollution biologique)	849
Drainage de mines acides et pluies acides	855
Résumé	856
Questions	856
Glossaire	859-874
Index des genres et des espèces	875-880
Index général	881-892