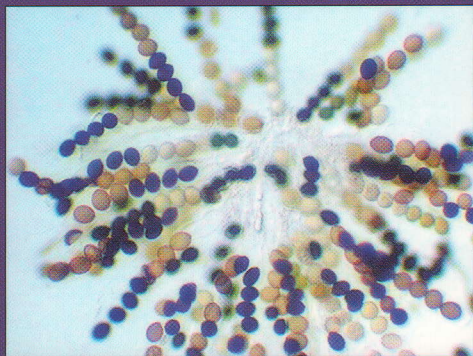


*Sciences
de la Vie
et de
la Terre*

Les micro-organismes Du gène à la biosphère



Yves DUPUY
Paul NOUGIER

ellipses

Table des matières

Introduction	11
CHAPITRE 1 Organisation des micro-organismes	13
I. Interfaces avec l'environnement	13
A. Plasmalemme, frontière cellulaire	13
1. Sa structure chez les micro-organismes eucaryotes	13
2. Sa structure chez les Procaryotes	15
3. Caractéristiques et échanges avec le milieu de vie	18
B. Des interfaces spécialisées	19
1. Paroi des Bactéries	19
2. Paroi des Eucaryotes	20
3. Capside et enveloppe des Virus et Bactériophages	23
II. Compartimentation cellulaire	25
A. Un début de compartimentation chez les Procaryotes	25
1. Un seul grand compartiment en général	25
2. Une compartimentation ébauchée chez certaines Bactéries	26
B. Compartimentation et le partage du travail chez les Eucaryotes	26
CHAPITRE 2 Mise en évidence de la nature et des caractères de l'information génétique	29
I. L'ADN, support chimique de l'information génétique	29
A. Mise en évidence chez les Procaryotes	29
1. Expérience de Griffith (1928)	29
2. Expériences de Avery, MacLeod et McCarty	30
B. Mise en évidence chez les Bactériophages	31
Conclusion	32
II. Structure et propriétés de l'ADN	32
A. Structure en double hélice de l'ADN	32
1. Approche historique	32
2. Modèle B de l'ADN d'après Watson et Crick	34
3. Des structures alternatives pour la molécule d'ADN	34
B. Une molécule remarquablement stable	34

1. Matériel hautement spécifique.....	34
2. Stabilité biochimique.....	35
III. Localisation de l'information génétique	36
A. Nature et localisation dans le cas des Virus et des Procaryotes.....	36
1. Matériel génétique des Virus et des Bactériophages	36
2. Matériel génétique des Procaryotes.....	36
B. Matériel génétique des Eucaryotes	37
1. Matériel génétique nucléaire	37
2. Information génétique extra-nucléaire.....	44
 CHAPITRE 3 Micro-organismes et transmission conforme	
de l'information génétique.....	47
I. Micro-organismes et la réplication de L'ADN.....	47
A. Expériences de Meselson et Stahl (1958).....	47
B. Mécanisme de la réplication chez Bactéries et Virus.....	48
1. Brin meneur et brin suiveur (Cairns 1963)	48
2. Réplisome	50
3. Régulation.....	51
C. Mécanisme de la réplication chez les Eucaryotes.....	52
II. Modalités de la transmission conforme	54
A. Modalités chez les Phages et Virus	54
1. Phages et Virus à ADN.....	54
2. Virus à ARN.....	57
B. Division cellulaire des Procaryotes.....	57
C. Mitose astrale ou non astrale des Eucaryotes	58
1. Mitose permet d'observer les chromosomes	58
2. Déroulement en continu et phases reconnaissables.....	58
3. Condensation du matériel génétique	61
4. Matériel cinétique en jeu	61
5. Séparation en deux cellules filles.....	64
III. Contrôle de la transmission	66
A. Contrôle extra-cellulaire.....	66
B. Contrôle intracellulaire.....	66
1. Mise en évidence	66
2. Molécules du contrôle	67
3. Contrôle du cycle cellulaire	67

CHAPITRE 4 Micro-organismes et dynamisme du génome ; la transmission non conforme de l'information génétique.....	69
I. Variations brutales du génome : les mutations	69
A. Mise en évidence des mutations	69
1. Observation de mutations	69
2. Techniques de révélation	69
B. Déclenchement d'une mutation	70
1. Mutations spontanées	70
2. Mutations induites.....	71
C. Ampleur variable de la modification	72
1. Localisation.....	72
2. Taux de mutation	72
D. Conséquences plus ou moins importantes.....	73
1. Mutations contresens, mutations non-sens	73
2. Retour au phénotype d'origine	73
3. Cas plus complexe des Diploïdes	75
E. Intérêts des mutations.....	75
1. Intérêt pour le micro-organisme	75
2. Intérêt pour l'Homme.....	75
II. Évolution du génome par transfert de matériel génétique.....	76
A. Transposition	76
B. Transformation bactérienne	79
C. Conjugaison.....	80
1. Conjugaison bactérienne.....	80
2. Conjugaison des Ciliés	85
D. Transduction virale.....	86
1. Transduction généralisée	86
2. Transduction spécialisée	88
III. Recombinaison génétique avec réduction chromosomique : méiose des Eucaryotes	90
A. Prophase, phase longue et essentielle.....	90
B. Processus assurant la réduction chromatique	92
C. Brassage génétique.....	93
1. Brassage chromosomique, l'intérêt des micro-organismes	93
2. Brassage intrachromosomique.....	94
3. Brassage interchromosomique.....	99
4. Cartographie génique	101

CHAPITRE 5 Micro-organismes	
et expression de l'information génétique	107
I. Relation gène-protéine	107
A. Postulat de Beadle et Tatum (1940) ; notion de gène unité de fonction	107
1. Test trophique	107
2. Test de complémentation	109
B. Test d'allélisme et notion de cistron	110
1. Test d'allélisme et la recombinaison intragénique	110
2. Notion de cistron	111
II. Effecteurs de l'expression	112
A. Intervention des ARN	112
1. Mise en évidence	112
2. ARN messagers, ARN de transfert et code génétique	113
B. Intervention des ribosomes	116
1. Mise en évidence de leur intervention	116
2. Caractéristiques des ribosomes	118
C. Machinerie enzymatique	119
III. Mécanismes fondamentaux de l'expression du gène	120
A. Transcription : synthèse des ARN	120
1. Mise en évidence de la synthèse	120
2. Étapes de la synthèse	122
3. ARN messenger	127
B. Traduction ou la synthèse des protéines	129
1. Initiation	129
2. Élongation	130
3. Terminaison	132
4. Localisation de la traduction et devenir des protéines	133
IV. Régulation	136
A. Contrôle global	136
1. Transduction d'un signal	136
2. Importance de ces systèmes	137
B. Régulation de la transcription	137
1. Régulation négative, régulation positive	137
2. Atténuation	142
3. Protéines et mécanismes régulateurs	144
C. Différents niveaux de régulation	146
1. Lors de la transcription-traduction	147
2. Au niveau des protéines	148

CHAPITRE 6 Micro-organismes, génie génétique et biotechnologies	149
I. Principe du génie génétique.....	149
II. Contribution des micro-organismes au génie génétique.....	150
A. Fourniture de différentes enzymes utilisables	150
1. Caractéristiques des enzymes de restriction	150
2. Mécanismes d'action des enzymes de restriction	150
3. Utilisation des enzymes de restriction	152
4. Autres enzymes importantes	153
B. Fourniture de vecteurs et insertion dans les cellules hôtes.....	154
1. Exemple du plasmide <i>pBR 322</i>	154
2. Vecteurs utilisables.....	156
3. Cellules hôtes utilisées et contrôle de leur transformation.....	158
C. Origine de l'ADN étudié et difficultés rencontrées	160
1. Gènes naturels et gènes de synthèse.....	160
2. Difficultés rencontrées.....	161
III. Applications du génie génétique.....	162
A. Intérêt en recherche fondamentale	162
1. Présentation générale.....	162
2. Connaissance de l'organisation de l'information génétique.....	162
3. Cartographie de restriction et existence de régulation de l'expression.....	165
B. Génie génétique et biotechnologies	166
1. Applications dans le domaine de la santé	167
2. Applications dans le domaine agroalimentaire	168
3. Applications en chimie industrielle.....	168
4. Applications dans le domaine de l'environnement	169
C. Génie génétique, technologie controversée	169
1. Risques invoqués	169
2. Des alternatives ?.....	170
3. Une technologie puissante hautement contrôlée.....	171
IV. Micro-organismes et autres biotechnologies.....	171
A. Principes des biotechnologies microbiennes	171
1. Propriétés des micro-organismes	171
2. Croissance des populations et formation des produits.....	172
3. Caractéristiques des fermentations en grand	173

B.	Diversité des produits utilisables obtenus par biotechnologie.....	173
1.	Dans le domaine de la santé.....	173
2.	Dans le domaine alimentaire.....	173
3.	Dans le domaine agricole et industriel.....	175
C.	Épuration biologique et dépollution.....	176
1.	Traitement des effluents.....	176
2.	Dépollution.....	178
CHAPITRE 7 Importance des micro-organismes dans la biosphère		179
I.	Besoins des micro-organismes, diversité des métabolismes.....	179
A.	La Glycolyse anaérobie et les fermentations.....	180
B.	De l'hétérotrophie primitive à l'autotrophie.....	182
1 ^{re}	voie : réaction chimique source d'énergie : la chimiosynthèse.....	182
a.	<i>La chimio-organotrophie</i>	183
b.	<i>La chimiolitotrophie</i>	184
2 ^e	voie : la lumière source d'énergie : la photosynthèse.....	190
a.	<i>La photophosphorylation sans chlorophylle des Bactéries halophiles</i>	190
b.	<i>Les premières photosynthèses, un seul photosystème</i>	191
c.	<i>Les photosynthèses sensu stricto, deux photosystèmes</i>	193
C.	Respiration aérobie.....	194
D.	Micro-organismes diazotrophes.....	195
1.	Enzyme de fixation, la nitrogénase.....	196
2.	Cyanobactéries : des autotrophes pour C et pour N.....	197
a.	<i>Activité des Cyanobactéries à hétérocystes</i>	198
b.	<i>Activité des Cyanobactéries sans hétérocystes</i>	198
E.	Conclusion.....	200
II.	Micro-organismes dans la biosphère.....	202
A.	Production de matière organique.....	202
1.	Producteurs.....	202
2.	Initiation de chaînes trophiques.....	203
a.	<i>Les chaînes trophiques d'origine photosynthétique</i>	203
b.	<i>Une chaîne trophique d'origine chimiosynthétique</i>	208
B.	Consommation de matière organique.....	210

C. Décomposition de la matière organique et minéralisation des sols	212
1. Étude d'un exemple :	
décomposition d'une feuille morte tombée sur le sol.....	212
a. Colonisation par la microflore mycélienne	212
b. Enfouissement et fragmentation par les animaux détritvores :	
<i>Lombrics, Vers, Cloportes, Collemboles, Myriapodes...</i>	212
c. Décomposition de la matière organique	
et minéralisation primaire rapide	213
d. Minéralisation secondaire lente et humification	214
e. Formation du complexe argilo-humique	214
2. Généralisation.....	214
III. Associations entre micro-organismes et autres Êtres vivants	216
A. Aide à la production primaire	217
1. Bactéries symbiotes des Légumineuses	217
a. La formation des nodosités	217
b. Le mécanisme de fixation de l'azote atmosphérique.....	218
c. La notion de symbiose	219
2. Mycorhizes.....	221
a. Morphologie d'une ectomycorhize	221
b. Rôle physiologique	221
3. Lichens	222
B. Aide à la consommation ou production secondaire	223
1. Symbiose entre Zooxanthelles et Madrépores	223
2. Symbiose entre Micro-organismes et Ruminants.....	225
a. Anatomie et fonctionnement de la panse, rumination	225
b. Caractères physico-chimiques du rumen	225
c. Les rôles des micro-organismes.....	226
d. Relations métabolique entre micro-organismes et Ruminants	226
C. Nuisances aux Êtres vivants, le parasitisme	228
1. Exemple de Bactérie pathogène : <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	228
2. Exemple de Champignon parasite : <i>Plasmopara viticola</i>	230
a. Mycélium et nutrition.....	231
b. Sporocystes, spores et dissémination de l'espèce	231
c. L'œuf et la pérennité de l'espèce	232
3. Deux exemples de Protozoaires parasites de l'Homme	233
a. L'agent de la maladie du sommeil, le <i>Trypanosome</i>	233
b. L'agent du paludisme, le <i>Plasmodium</i>	240
4. Un exemple de maladie virale, la Mosaïque du Tabac	245
a. Structure du VMT.....	245
b. Caractères de la maladie.....	245
c. Infection virale et dissémination	246
d. Multiplication du Virus	247
e. Les moyens de protection	248
Bibliographie.....	251
Index	253

Sciences
de la Vie
et de
la Terre

CET OUVRAGE fait partie d'une collection de livres thématiques couvrant pour l'essentiel les programmes du 1^{er} cycle universitaire et des classes préparatoires à vocation biologique et géologique dites BCPST.

L'ouvrage se veut à la fois un livre de génétique, de biologie et d'écologie. Les micro-organismes sont partout. Par leur biologie et leur métabolisme ils se rencontrent à tous les niveaux de la biosphère, ils participent activement à l'équilibre du monde vivant, ils ont une place importante dans la nature.

Par la simplicité de leur organisation, la rapidité de leur reproduction, ils constituent des outils remarquables et indispensables à la recherche en génétique, à ses progrès et à ses découvertes fondamentales. Les auteurs nous font comprendre comment les micro-organismes ont largement contribué à la découverte et à la compréhension des bases de la chimie de l'hérédité. Après les travaux de Mendel qui ont mis en évidence l'idée de gènes et montré leur transmission héréditaire, les Virus, les Bactéries, les Champignons ont permis de découvrir la vraie nature chimique du gène puis de comprendre sa répllication, sa transmission, son expression.

Ainsi, en même temps qu'un livre de biologie et d'écologie, cet ouvrage est un véritable livre de génétique où l'étudiant, les enseignants trouveront les bases de la génétique moderne exposées avec méthode et rigueur.

L'utilisation des micro-organismes par l'homme, les biotechnologies trouvent tout naturellement leur place ici. Les OGM, thème d'actualité très médiatisé, y sont traités avec l'objectivité qui convient : leur fabrication, leur intérêt — faut-il être pour ou contre ?

Illustration de couverture :
asques de *Sorbaria*, Champignon Ascomycète (microscopie
optique).
Photographie de Michel Guimbaud.



ISBN 2-7298-2193-7