

*Sciences  
de la Vie  
et de  
la Terre*

# Les micro-organismes Du gène à la biosphère



---

Yves DUPUY  
Paul NOUGIER

ellipses

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	11
<b>CHAPITRE 1 Organisation des micro-organismes</b> .....	13
<b>I. Interfaces avec l'environnement</b> .....	13
<b>A. Plasmalemme, frontière cellulaire</b> .....	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>B. Des interfaces spécialisées</b> .....	19
1. Paroi des Bactéries .....	19
2. Paroi des Eucaryotes .....	20
3. Capside et enveloppe des Virus et Bactériophages .....	23
<b>II. Compartimentation cellulaire</b> .....	25
<b>A. Un début de compartimentation chez les Procaryotes</b> .....	25
1. Un seul grand compartiment en général .....	25
2. Une compartimentation ébauchée chez certaines Bactéries .....	26
<b>B. Compartimentation et le partage du travail chez les Eucaryotes</b> .....	26
<b>CHAPITRE 2 Mise en évidence de la nature et des caractères de l'information génétique</b> .....	29
<b>I. L'ADN, support chimique de l'information génétique</b> .....	29
<b>A. Mise en évidence chez les Procaryotes</b> .....	29
1. Expérience de Griffith (1928) .....	29
2. Expériences de Avery, MacLeod et Mac Carthy .....	30
<b>B. Mise en évidence chez les Bactériophages</b> .....	31
<b>Conclusion</b> .....	32
<b>II. Structure et propriétés de l'ADN</b> .....	32
<b>A. Structure en double hélice de l'ADN</b> .....	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>B. Une molécule remarquablement stable</b> .....	34

1. Matériel hautement spécifique.....	34
2. Stabilité biochimique.....	35
<b>III. Localisation de l'information génétique .....</b>	<b>36</b>
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
 <b>CHAPITRE 3 Micro-organismes et transmission conforme</b>	
<b>de l'information génétique.....</b>	<b>47</b>
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

<b>CHAPITRE 4 Micro-organismes et dynamisme du génome ; la transmission non conforme de l'information génétique.....</b>	<b>69</b>
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

<b>CHAPITRE 5 Micro-organismes</b>	
<b>et expression de l'information génétique</b> .....	107
<b>I. Relation gène-protéine</b> .....	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
<b>II. Effecteurs de l'expression</b> .....	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
<b>III. Mécanismes fondamentaux de l'expression du gène</b> .....	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
<b>IV. Régulation</b> .....	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

<b>CHAPITRE 6 Micro-organismes, génie génétique et biotechnologies</b> .....	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
<b>CHAPITRE 7 Importance des micro-organismes dans la biosphère</b> ....		<b>179</b>
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 <sup>re</sup>	voie : réaction chimique source d'énergie : la chimiosynthèse.....	182
a.	<i>La chimio-organotrophie</i> .....	183
b.	<i>La chimiolitotrophie</i> .....	184
2 <sup>e</sup>	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 détritivores :	
<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<sup>er</sup> 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 réplication, 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