

GÉNÉTIQUE

G. PRÉVOST

Table

I. Problèmes de l'hérédité	1
1. Généralités	1
2. Reproduction conforme - variations	3
2.1. Cas des bactéries	3
2.1.1. Notion de clone	3
2.1.2. Mutation	4
2.1.3. Phénotype et génotype	5
2.1.4. Mutations multiples	6
2.1.5. Notion d'allèles	7
2.2. Cas des organismes « supérieurs »	7
2.2.1. Différenciation. Sexualité	7
2.2.2. Phénotype et génotype	9
II. Identification du matériel génétique	11
1. Expérience montrant la nature du matériel génétique	12
1.1. Transformation bactérienne chez le pneumocoque	12
1.2. Bactériophage	17
1.3. Virus à ARN	17
2. Cas des « organismes supérieurs »	18
2.1. Théorie chromosomique de l'hérédité	19
2.2. Concentration de l'ADN cellulaire	19
2.3. Stabilité métabolique de l'ADN	21
2.4. Sensibilité aux rayons ultra-violets	21
2.5. Mutagenèse	23
III. Fonction autocatalytique du matériel génétique	25
1. Processus de reproduction des chromosomes	26
1.1. Expérience de Taylor (1957-58)	27
1.2. Expérience de Cairns (1963)	31
2. Duplication de l'ADN : expérience de Meselson et Stahl	33

3. Biosynthèse de l'ADN	36
3.1. Synthèse d'ADN <i>in vitro</i>	38
3.2. Synthèse de l'ADN <i>in vivo</i>	40
↘ 3.2.1. Mise en évidence d'une synthèse discontinue	40
↘ 3.2.2. Amorce	40
↘ 3.2.3. Enzyme de réplication	42
↘ 3.3. Synthèse bidirectionnelle. Notion de réplicon	42

IV. La méiose et ses conséquences

	47
1. Déroulement de la méiose	47
1.1. Notion de cycle	47
1.2. Étude de la division méiotique	51
1.3. Exemples de quelques cycles	54
1.3.1. Cycle de la levure de boulangerie	54
1.3.2. Cycle de <i>Neurospora crassa</i>	54
1.3.3. Cycle du maïs : <i>Zea mays</i>	57
1.3.4. Cycle de la drosophile : <i>Drosophila melanogaster</i>	57
2. Conséquences de la méiose	60
2.1. Étude de la méiose chez <i>Neurospora</i>	60
2.2. Transmission des facteurs <i>a</i> et <i>A</i> du signe à travers la méiose	62
2.2.1. Étude des ascospores dans les asques	62
2.2.2. Interprétation des résultats	63
↗ 2.3. Transmission de deux caractères dont les gènes sont portés par le même chromosome	66
2.3.1. Résultats	66
2.3.2. Interprétation	66
2.3.3. Unité de distance génétique	67
↗ 2.4. Transmission de deux caractères dont les gènes sont portés par deux chromosomes différents	69
2.4.1. Résultats des croisements	69
2.4.2. Interprétation	69
↗ 2.5. Carte factorielle	70
2.6. Différence entre <i>Neurospora</i> et la levure	71
↗ 3. Passage des gènes à travers la méiose étudié chez un organisme diploïde	72
3.1. « Monohybridisme »	72
3.1.1. Résultats des croisements	72
3.1.2. Interprétation mendélienne	73
↗ 3.2. « Dihybridisme »	75
3.2.1. Premier exemple	75
3.2.2. Deuxième exemple	77
3.2.3. Cartes factorielles	81

3.2.4. Comparaison de la carte factorielle et de la carte cytologique des chromosomes des glandes salivaires	83
4. Génétique du maïs	
4.1. Caractères visibles chez les gamètes	
4.2. Caractères de l'albumen	
5. Hérité du sexe, hérité liée au sexe	88
X 5.1. Déterminisme du sexe	89
X 5.2. Gènes liés au sexe	90
X 5.2.1. Cas de la drosophile	90
X 5.2.2. Cas de l'homme	92
5.2.3. Cas de la poule	93
6. Conversions - Relations entre conversions et crossing-over	94
7. Conclusions	97
V. Modifications du nombre et de la structure des chromosomes	99
1. Variation du nombre des chromosomes	99
1.1. Monoploïdie	100
1.2. Polyploïdie	102
1.2.1. Autopolyploïdes	102
1.2.2. Allopolyploïdes	103
1.2.3. Rôle de l'allopolyploïdie dans l'évolution des plantes	105
1.3. Aneuploïdie	106
1.3.1. L'aneuploïdie et le déterminisme du sexe	107
1.3.2. Trisomie et mongolisme	109
2. Altérations structurales des chromosomes	111
2.1. Nature des altérations	111
2.1.1. Inversions	111
2.1.2. Translocations	114
2.1.3. Déficiences	118
2.1.4. Duplication	119
2.2. Origine des diverses altérations	121
2.3. Importance des altérations structurales	123
VI. Échanges chromosomiques non méiotiques. Parasexualité	125
1. Génétique des cellules somatiques	126
1.1. Cas des champignons	126
X 1.1.1. Crossing-over mitotiques	128
1.1.2. Haploïdisation	129
1.2. Cas des organismes à phase diploïde prépondérante	131
2. Conjugaison bactérienne	131
2.1. Recombinaison à basse fréquence	132

2.1.1. Mise en évidence de la conjugaison bactérienne	132
2.1.2. Polarité des croisements	134
2.2. Recombinaison à haute fréquence	134
2.2.1. Expérience de recombinaison	134
2.2.2. Transmission polarisée	136
2.2.3. Diverses phases de la conjugaison	138
2.2.4. Chromosome circulaire d' <i>Escherichia coli</i>	139
3. Transformation bactérienne	142
4. Transduction	144
4.1. Transduction généralisée	144
4.2. Transduction localisée et sexduction	144
4.2.1. Transduction localisée	144
4.2.2. Sexduction	148
5. Recombinaison génétique chez les bactériophages	149
6. Mutation chez les bactériophages	149
6.1.1. Mutation des caractères de plages	149
6.1.2. Mutation de spécificité d'hôte	150
6.1.3. Mutation de sensibilité à la température	150
6.1.4. Mutation « non sens » (amber)	150
6.2. Recombinaison génétique	152
6. Conclusions	154
VII. Structure fine du gène	155
1. Étude détaillée du locus <i>rII</i> du génome du bactériophage T4	156
1.1. Recombinaison entre les mutants T4- <i>rII</i>	157
1.2. Mutations <i>rII</i> correspondant à des déficiences et leur utilisation	157
1.3. Définition d'une unité de fonction, le cistron	161
1.3.1. Test de dominance	161
1.3.2. Test cis-trans	161
1.4. Comparaison de la taille des diverses unités génétiques	165
2. Étude du locus <i>lozenge</i> de la Drosophile	165
2.1. Recombinaison à l'intérieur du locus <i>lz</i>	166
2.2. Test de complémentation fonctionnelle. Définition d'un cistron <i>lozenge</i>	166
2.3. Carte du cistron <i>lozenge</i>	167
3. Conclusion	167
VIII. Fonction hétérocatalytique du gène	169
1. Évolution des idées au sujet des fonctions hétérocatalytiques des gènes	170
1.1. Étude des pigments des fleurs	170
1.2. Erreur de métabolisme	171
1.3. Étude de la pigmentation des yeux de la drosophile	173

1.4. Étude de mutants auxotrophes	178
1.4.1. Étude génétique des mutants	179
1.4.2. Étude trophique	183
· Modifications de protéines dues à des gènes mutés	185
· La colinéarité gène-protéine	192
3.1. La colinéarité chez la tryptophane synthétase	193
3.1.1. Mutants dépourvus d'activité « tryptophane synthétase » normale	193
3.1.2. Souche CRM	195
3.1.3. Colinéarité	198
3.2. La colinéarité chez les mutants <i>amber</i> du bactériophage T4	199
3.2.1. Synthèse des protéines de la tête du phage par les mutants <i>amber</i>	199
3.2.2. Mutations « non sens » et « faux sens »	201
X. Le code génétique et la synthèse des protéines	203
1. Aspects théoriques du problème du code	204
1.1. Le codon	204
1.2. Mutations induites par la proflavine chez le bactériophage T4	206
2. La biosynthèse des protéines	208
2.1. Acide ribonucléique messenger	208
2.1.1. Mise en évidence de l'acide ribonucléique « messenger »	208
2.1.2. Propriétés de l'ARN messenger et transcription	210
2.1.3. Synthèse des protéines <i>in vitro</i> grâce au mARN	213
2.2. Acides ribonucléiques de transfert tARN	214
2.3. Synthèse des chaînes polypeptidiques	215
2.3.1. Mise en évidence d'une élongation progressive	215
2.3.2. Mécanisme de la traduction	218
3. Détermination du code génétique	220
3.1. Le code et les ARN de synthèse	220
3.1.1. Synthèse acellulaire en présence de polyribonucléotides artificiels	220
3.1.2. Détermination du code à l'aide de trinuécléotides	221
3.1.3. Le code génétique	221
3.2. Vérification de la nature des codons grâce à l'étude des mutations	223
3.2.1. Étude de la protéine de la capsid de VMT	224
3.2.2. Étude de la tryptophane synthétase A	224
3.2.2.1. Filiation des codons	225
3.2.2.2. Étude de la recombinaison	226
4. La suppression	227
4.1. Suppression intragénique	227
4.2. Suppression due à la mutation d'un gène différent	228
4.2.1. Mise en évidence du suppresseur	228

4.2.2. Supresseurs physiologiques et informationnels	229
5. Conclusion	231
X. La mutagenèse	233
1. Mise en évidence et sélection des mutations	234
1.1. Cas des microorganismes	235
1.1.1. Mutations réverses. Suppresseurs	235
1.1.2. Mutations létales	235
1.1.3. Cas des organismes supérieurs	238
2. Mutations spontanées et induites	238
2.1. Taux de mutation	238
2.2. Caractère fortuit des mutations	239
3. Mutations induites	240
3.1. Effet des radiations	240
3.1.1. Courbe d'inactivation	240
3.1.2. Modification du taux de mutation	244
3.1.3. Condition de l'irradiation	245
3.1.4. Mode d'action des radiations	245
3.2. Mutagènes chimiques	245
3.2.1. Mutagenèse par action des analogues des bases	246
3.2.2. Mutagenèse par modification des bases in situ	248
3.2.3. Spectres d'action des mutagènes	251
XI. Hérité non-Mendélienne ou extra-chromosomique	253
1. Hérité des caractères gouvernés par l'ADN des mitochondries	253
1.1. Mutants résistants aux antibiotiques. Critères génétiques d'hérité extra-chromosomique	254
1.2. Mutants « petites » de la levure	256
1.3. Propriétés génétiques des mutants petites	257
1.4. Mutants mitochondriaux et ADN mitochondrial	258
1.5. Recombinaison des gènes mitochondriaux	259
2. Hérité d'un caractère provoqué par la présence d'un symbionte intracellulaire : la sensibilité au gaz carbonique de la drosophile	259
XII. Régulation du métabolisme cellulaire	261
1. Régulation chez les micro-organismes	261
1.1. Influence de la loi d'action des masses sur l'activité d'une chaîne biosynthétique	263
1.2. Modification de l'activité des enzymes	266
1.2.1. Activation	266

1.2.2. Rétroinhibition	267
1.2.3. Interactions allostériques	269
1.2.4. Relations entre chaînes métaboliques	270
1.3. Régulation de la synthèse des enzymes	272
1.3.1. Répression	272
1.3.2. Induction	272
1.3.3. Gènes de régulation	274
1.3.4. L'opéron	276
1.3.5. Cas des micro-organismes autres que les bactéries	280
2. Cas des métazoaires	282
2.1. Les hormones et l'activité génique	283
2.2. Activité intermittente des gènes	284
2.3. Organisation chromosomique et activité des gènes	289
3. Différenciation cellulaire et régulation métabolique	290
<i>Principales lectures d'approfondissement conseillées</i>	293
<i>Index</i>	295