

ÉVOLUTION
GÉNÉTIQUE DES
POPULATIONS. ÉVOLUTION
MOLÉCULAIRE

C. PETIT
E. ZUCKERKANDL

Hermann  Collection
Paris *Méthodes*

Table

PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉTIQUE DES POPULATIONS ET ÉVOLUTION

<i>Introduction</i>	<i>xvii</i>
Chapitre I : Espèce et populations	3
1. Espèce	3
2. Populations.	6
3. Polymorphisme des populations	7
3.1. Polymorphismes biochimiques.	7
3.1.1. Polymorphisme sérologique	7
3.1.2. Polymorphisme enzymatique.	9
3.2. Polymorphismes morphologiques	11
3.3. Polymorphismes chromosomiques.	14
3.4. Polymorphismes physiologiques et idiosyncrasies.	15
4. Génotype, phénotype et homéostasie	15
4.1. Génotype, phénotype et milieu	16
4.2. Homéostasie	17
5. Origine de la variabilité.	18
5.1. Variabilité due aux mutations.	18
5.1.1. Mutations géniques	18
5.1.2. Mutations chromosomiques.	18
5.1.3. Mutations du génomes	18
5.2. Variabilité de recombinaison	19
5.3. Duplications	19
<i>Conclusion.</i>	<i>19</i>

TABLE

Chapitre II : Rôle de la sélection dans l'adaptation des populations naturelles	21
1. Adaptation individuelle ou sélection de populations?	22
2. Sélection conservatrice	26
3. Sélection novatrice.	27
3.1. Mélanisme industriel.	28
3.2. Résistance aux insecticides	30
4. Divers exemples de sélection naturelle	36
4.1. Aptérisme des insectes marins.	36
4.2. Escargot des haies.	36
4.3. Ecotypes	38
5. Rôle de la sélection dans certaines adaptations complexes.	39
5.1. Sélection sexuelle et caractères sexuels secondaires	39
5.2. Mimétisme	41
6. Sélection naturelle, sélection artificielle et évolution.	44
 Chapitre III : Lois théoriques de l'évolution des populations	 47
1. Loi de Hardy-Weinberg	48
2. Modes de croisement.	51
2.1. Croisements maintenant les fréquences génétiques	51
2.1.1. Consanguinité et autofécondation	52
2.1.2. Homogamie.	54
2.2. Croisements modifiant les fréquences géniques.	56
3. Sélection	57
4. Mutations et migrations	59
4.1. Mutations	59
4.2. Migrations	60
5. Effectif et dérive génétique	60
6. Loi de Hardy, modèle de référence.	61
 Chapitre IV : Dynamique des populations, hasard et sélection	 65
1. Effectif des populations.	65
1.1. Méthodes d'évaluation.	65
1.2. Effectifs réels	66
2. Croissance et équilibre des populations.	67
2.1. Croissance théorique.	67
2.2. Facteurs limitants	68

TABLE

3. Facteurs limitants, interactions entre espèces et équilibres biologiques	69
4. Limitation de l'effectif, hasard et sélection	71
4.1. Elimination massive	72
4.2. Elimination sélective.	73
5. Effectif des populations et dérive génétique	74
5.1. Principe	74
5.2. Mise en évidence expérimentale	77
6. Interactions entre la dérive et la sélection.	77
6.1. Sélection seule	78
6.2. Sélection et dérive	79
7. Populations naturelles et dérive	79
7.1. Effectif efficace	79
7.2. Fluctuations d'effectif et dérive	80
7.3. Isolement et dérive.	80
7.4. Principe de la fondatrice	81
7.5. Fondatrice et révolution génétique.	82
Chapitre V : Maintien du polymorphisme	85
1. Possibilités théoriques de maintien du polymorphisme équilibré	87
2. Mode d'action des gènes et maintien du polymorphisme	90
2.1. Hétérosis.	90
2.1.1. Mise en évidence.	90
2.1.2. Nature et mécanisme d'apparition	95
2.2. Récessivité complète.	96
2.3. Pénétrance et expressivité.	96
2.4. Protection des combinaisons favorables.	96
3. Interactions entre individus d'une même espèce	97
3.1. Avantage du rare	97
3.1.1. Sélection sexuelle	97
3.1.2. Concurrence larvaire.	98
3.1.3. Avantage du rare chez les plantes	100
3.1.4. Avantage du rare et maintien du polymorphisme.	100
3.1.5. Mécanisme de l'avantage du type rare	100
3.2. Hétérogamie	103
4. Variation des forces sélectives.	104
4.1. Variabilité des forces sélectives dans le temps	104
4.2. Variabilité des forces sélectives dans l'espace	105

TABLE

5. Fardeau génétique, maintien du polymorphisme et évolution non darwinienne	106
5.1. Variabilité génétique et coût de l'évolution	106
5.1.1. Variabilité mutationnelle	107
5.1.2. Variabilité de ségrégation.	107
5.2. Polymorphisme enzymatique et fardeau génétique	107
5.2.1. L'hypothèse non darwinienne	107
5.2.2. L'hypothèse non darwinienne et les populations naturelles.	109
5.2.3. Evaluation expérimentale de la valeur sélective des alloenzymes	113
<i>Conclusion.</i>	114
Chapitre VI : Spéciation	117
<i>Introduction</i>	<i>117</i>
1. Variation géographique.	117
1.1. Description.	117
1.2. Signification biologique de la variation géographique.	120
2. Espèces polytypiques, races géographiques et structure de l'espèce	121
2.1. Sous-espèces	121
2.2. Structuration de l'espèce	122
2.2.1. Clines	122
2.2.2. Isolats	122
2.2.3. Zones d'intergradation	124
2.3. Populations centrales et périphériques	125
3. Mécanismes d'isolement	126
3.1. Types d'isolement	126
3.2. Isolement sexuel.	128
3.2.1. Sa nature.	128
3.2.2. Déterminisme génétique.	131
3.2.3. Isolement et milieu.	134
3.3. Isolements post-copulatoires.	134
4. Spéciation	135
4.1. Polyploïdie	138
4.2. Spéciation sympatrique.	139
4.3. Spéciation géographique	140
4.3.1. Isolement sous-produit de la différenciation génétique.	140
4.3.2. Rôle de la sélection dans la construction des isolements.	145
4.3.3. Les barrières dans la spéciation géographique	146

TABLE

4.4. Conditions génétiques de la spéciation	146
4.4.1. Effectif de la population et effet de la fondatrice	146
4.4.2. Révolution génétique.	148
4.4.3. Remaniements chromosomiques	148
<i>Conclusion</i>	150

Chapitre VII : Différenciation des grands groupes 151

1. Echelle géologique.	151
2. Méthodes d'étude	153
3. Fossiles et filiation.	154
3.1. Discontinuités limitées au sein d'une série.	155
3.2. Discontinuités systématiques	156
3.2.1. Etude des vitesses d'évolution	157
3.2.2. Processus de spéciation et probabilité de fossilisation.	158
4. Evolution géologique.	159
4.1. Radiations adaptatives.	162
4.2. Phénomènes de convergence.	165
4.3. Paléogénétique chimique et évolution.	167

Chapitre VIII : Évolution humaine 169

1. Hommes et Primates.	169
2. L'espèce humaine et les méthodes d'étude de sa phylogénie	173
2.1. Anatomie comparée et phylogénie humaine.	173
2.2. Spéciation humaine et cytogénétique.	174
2.3. Spéciation humaine et immunologie	174
3. Evolution de la lignée humaine	179
3.1. Ramapithecus.	181
3.2. Australopithèques	181
3.3. Homo habilis.	182
3.4. Homo erectus.	184
3.5. Homo sapiens.	185
3.6. Homme moderne	187
4. Races humaines.	189
<i>Conclusion</i>	195

TABLE

DEUXIÈME PARTIE : L'ÉVOLUTION MOLÉCULAIRE

Chapitre IX : La diversification génique	201
1. Diversification et polymorphisme génétique	202
1.1. Deux allèles dans une cellule	202
1.2. Limites qualitatives du polymorphisme.	202
1.3. Causes possibles de l'élimination des polymorphismes anciens.	204
2. Diversification et duplication génique.	207
2.1. Duplications	207
2.2. Notion d'homologie et mise en évidence des duplications.	209
2.2.1. Homologies.	209
2.2.2. Homologie et duplication.	211
2.3. Régulation de l'activité des gènes issus de duplications	214
2.3.1. Duplicats sous contrôle différent.	215
2.3.2. Duplicats sous contrôle commun.	216
2.3.3. Contrôle de l'activité des gènes dupliqués et ancienneté de la duplication	218
2.3.4. Devenir évolutif des duplicats	219
2.3.5. Eclipse temporelle et spatiale des activités de duplicats	224
2.4. Différenciation de duplicats et classes de protéines.	228
 Chapitre X : Classes de protéines, molécules ancestrales et phylogénèse	 231
1. Classes de protéines, filiation et unités taxonomiques.	231
1.1. Constitution des classes de protéines et néoformations	231
1.2. Quantité d'information et espèce.	233
1.3. Variation des gènes de structure et grandes unités taxonomiques des organismes	235
1.4. Gènes « anciens » et « récents ».	237
2. Arbres polygénétiques et distance génétique.	238
2.1. Archétypes et molécules ancestrales	239
2.2. Arbres phylogénétiques moléculaires.	240
2.3. Horloge moléculaire de l'évolution.	248
3. Vérification des déductions de la phylogénèse moléculaire.	252
3.1. Vérification au niveau moléculaire.	252
3.2. Vérification par comparaison avec l'évolution des organismes	253

Chapitre XI : Innovation et directionalité	257
1. La nouveauté en évolution	257
1.1. Altérations des rapports d'activité entre gènes de structure préexistants.	257
1.2. Apparition de gènes à fonction nouvelle	261
1.3. Mutation et innovation.	262
2. Parallélismes et directionalité	263
2.1. Directionnalité intrinsèque de l'évolution	264
2.2. Remarques à propos d'une directionnalité extrinsèque de l'évolution.	268
2.3. Le « miracle » des coaptations.	270
<i>Bibliographie</i>	272
<i>Index</i>	274