



U N I V E R S I T É S

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

U N I V E R S I T É S

*Cours  
de génétique  
des populations*

Thierry LODÉ



# SOMMAIRE

---

<i>Introduction générale</i> .....	9
<i>1. Les populations biologiques</i> .....	11
1.1. La reconnaissance spécifique .....	11
1.1.1. L'espèce biologique .....	11
1.1.2. Reproduction asexuée et sexuée .....	12
1.1.3. Les variations de la contribution reproductrice .....	12
1.2. Les variations biogéographiques .....	12
1.2.1. La répartition historique et les variations temporelles .....	13
1.2.2. La distribution des clines .....	14
1.2.3. La structure populationnelle de l'espèce .....	17
1.3. La constitution génétique des populations .....	18
1.3.1. L'hypothèse de la panmixie .....	18
1.3.2. Le modèle de Hardy-Weinberg .....	19
1.3.3. Test d'équilibre .....	20
<i>2. Les gènes dans les populations</i> .....	22
2.1. Fréquence à deux allèles .....	22
2.1.1. La codominance des allèles autosomiques .....	22
2.1.2. La dominance totale .....	24
2.1.3. Les caractères influencés par le sexe .....	25
2.2. Fréquence à allèles multiples .....	26
2.2.1. Généralisation pour k allèles .....	26
2.2.2. La codominance liée au sexe .....	28
2.2.3. Les caractères quantitatifs ou quasi quantitatifs .....	29
2.3. La fréquence des hétérozygotes .....	31
2.3.1. Le taux moyen d'hétérozygotie .....	31
2.3.2. L'homogamie et le coefficient de consanguinité .....	33
2.3.3. Le coefficient de parenté et les systèmes haplo-diploïdes .....	35
<i>3. La variation des gènes</i> .....	38
3.1. La variabilité génétique .....	38
3.1.1. Les polymorphismes morphologiques et biochimiques .....	38
3.1.2. Les taux d'héritabilité .....	41
3.1.3. L'amélioration des races .....	42

3.2. Les apports exogènes d'allèles nouveaux .....	44
3.2.1. Les migrations et l'effet fondateur.....	44
3.2.2. Les flux migratoires : le modèle de l'archipel.....	45
3.2.3. L'organisation populationnelle et l'effet Wahlund .....	47
3.2.4. L'hybridation et l'introggression.....	49
3.3. Les apports endogènes d'allèles nouveaux .....	50
3.3.1. Les mutations géniques .....	50
3.3.2. Les taux de mutation .....	51
3.3.3. L'effet des mutations .....	52
<b>4. La variation des combinaisons et la divergence des populations.....</b>	<b>55</b>
4.1. Le chromosome comme unité .....	55
4.1.1. La recombinaison et la redistribution des allèles.....	55
4.1.2. Les remaniements chromosomiques et la fusion robertsonienne.....	56
4.1.3. Le changement du nombre de chromosomes .....	59
4.2. Les distances génétiques .....	60
4.2.1. La distance relative et la recombinaison .....	60
4.2.2. L'équilibre de liaison .....	61
4.2.3. La variance épistatique et l'auto-stop génétique .....	61
4.3. La divergence des populations .....	62
4.3.1. La différenciation génétique .....	62
4.3.2. Les niveaux de structuration .....	63
4.3.3. La diversification des populations.....	64
<b>5. L'origine du polymorphisme dans les populations naturelles.....</b>	<b>67</b>
5.1. La dérive génétique.....	67
5.1.1. La dérive aléatoire des fréquences .....	67
5.1.2. L'indice de fixation et l'effet goulet d'étranglement.....	69
5.1.3. L'effectif efficace et les paramètres de dispersion .....	71
5.2. L'explication neutraliste : le polymorphisme aléatoire.....	73
5.2.1. Les principes de la théorie des mutations neutres.....	74
5.2.2. La régularité des taux de substitution.....	74
5.2.3. Les objections .....	75
5.3. L'explication sélective : le polymorphisme adaptatif.....	76
5.3.1. La signification de l'adaptation .....	76
5.3.2. La valeur adaptative .....	80
5.3.3. Le coefficient de sélection.....	81
<b>6. Les paysages adaptatifs.....</b>	<b>82</b>
6.1. La sélection naturelle et les valeurs adaptatives.....	82
6.1.1. Le théorème de la sélection naturelle de Fisher .....	82
6.1.2. Les modalités de la sélection et les interactions entre gènes .....	85
6.1.3. L'effet d'hétérosis et le fardeau génétique.....	87

6.2. Les paysages adaptatifs.....	82
6.2.1. Le théorème de la sélection naturelle de Fisher .....	82
6.2.2. Les modalités de la sélection et les interactions entre gènes .....	85
6.2.3. L'effet d'hétérosis et le fardeau génétique.....	87
6.3. La sélection naturelle et les valeurs adaptatives.....	82
6.3.1. Le théorème de la sélection naturelle de Fisher .....	82
6.3.2. Les modalités de la sélection et les interactions entre gènes .....	85
6.3.3. L'effet d'hétérosis et le fardeau génétique.....	87
6.4. L'origine du polymorphisme dans les populations naturelles.....	67
6.4.1. La dérive génétique.....	67
6.4.2. L'explication neutraliste : le polymorphisme aléatoire.....	73

### Conclusion générale.....

### Annexe 1 : Les techniques.....

1. Les plans d'expérience.....
2. L'électrophorèse.....
3. Les méthodes de mesure.....
4. Les perspectives.....

### Annexe 2 : Le polymorphisme.....

1. Le déterminisme.....
2. La répartition.....
3. Les explications.....

### Annexe 3 : Interprétation génétique d'un arbre phylogénétique.....

1. L'analyse des données.....
2. Interprétation des résultats.....
3. Elaboration d'un arbre.....

### Bibliographie .....

### Index .....

..44		
..44	6.2. Les pressions sélectives.....	91
..45	6.2.1. Les pressions combinées.....	91
..47	6.2.2. Sélection disruptive ou stabilisante .....	93
..49	6.2.3. La sélection interdémique et la théorie des équilibres mobiles .....	93
..50	6.3. La transformation génétique des populations .....	95
..50	6.3.1. La spéciation divergente ou oscillatoire.....	95
..51	6.3.2. La parenté et le problème du DNA extra nucléaire .....	96
..52	6.3.3. Les horloges moléculaires et les arbres phylogénétiques.....	96
..55	6.4. L'origine des populations humaines .....	97
..55	6.4.1. A la source du lait.....	97
..55	6.4.2. La divergence des populations humaines.....	98
..56	<i>Conclusion générale</i> .....	99
..59	<i>Annexe 1 : Les techniques d'étude en génétique des populations</i> .....	101
..60	1. Les plans de croisement .....	101
..60	2. L'électrophorèse des protéines .....	102
..61	3. Les méthodes d'étude du DNA .....	104
..61	4. Les perspectives .....	106
..62	<i>Annexe 2 : Le polymorphisme de Cepaea nemoralis</i> .....	107
..62	1. Le déterminisme du polychromatisme .....	107
..63	2. La répartition des phénotypes .....	108
..64	3. Les explications du polymorphisme .....	109
..67	<i>Annexe 3 : Interprétation génétique des zymogrammes et construction</i> <i>d'un arbre phylétique</i> .....	110
..67	1. L'analyse des caractères .....	110
..67	2. Interprétation du zymogramme .....	111
..69	3. Elaboration d'un dendogramme .....	113
..71	<i>Bibliographie</i> .....	115
..73	<i>Index</i> .....	123
..74		
..74		
..75		
..76		
..76		
..80		
..81		
..82		
..82		
..82		
..85		
..87		

« L'évolution, c'est le hasard trié par la mort » affirmait Cuénot. Les organismes vivants tirent leur diversité de la variation aléatoire des gènes mais ne peuvent propager leurs caractères que par une contribution différente de chaque individu à la reproduction. Ainsi, sous les contraintes de l'environnement, les populations divergent inéluctablement, inscrivant dans leurs différences l'émergence irréversible des espèces nouvelles. La génétique des populations étudie la transformation génétique des populations et se dote des moyens de quantifier les divergences et d'évaluer la signification adaptative des changements.

En s'appuyant sur des études de cas précises, ce cours constitue une approche synthétique des principaux fondements de la génétique des populations et s'ouvre sur les perspectives contemporaines de la biologie évolutive. Étayé par une solide bibliographie, le cours s'adresse aussi bien aux étudiants des premier et second cycles universitaires ou en formation dans les grandes écoles qu'aux enseignants des lycées confrontés au besoin de donner une dimension évolutive à leur enseignement de la biologie.

*Thierry Lodé est enseignant-chercheur à l'UFR Sciences de l'Université d'Angers – Belle-Beille.*



ISBN 2-7298-4828-2

U  
N  
I  
V  
E  
R  
S  
I  
T  
É  
S