

TP16 Dérive génétique et
sélection naturelle, deux
facteurs évolutifs

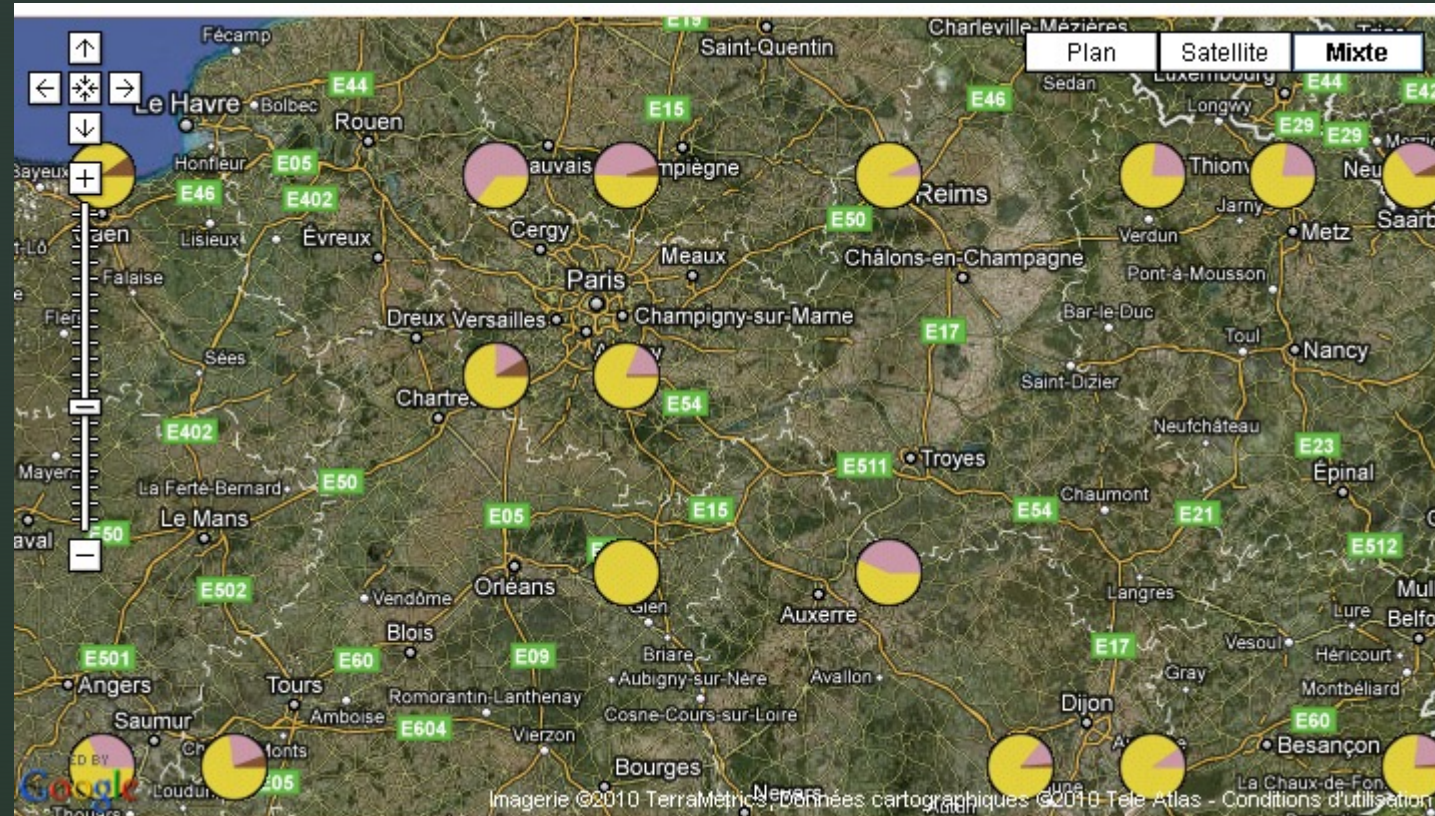


- Les escargots de nos jardins (*Cepaea*) présentent une diversité de couleur de leur coquille.



☞ Rappel : au sein d'une même espèce, la diversité des caractères (couleur, forme de la coquille), s'explique par des allèles différents pour le gène codant la couleur, pour le gène codant la forme....

Fréquence de répartition des différentes variétés de *Cepaea*



Problème : Comment expliquer cette variation de fréquence allélique en fonction de la localisation géographique?

D'après <http://www.evolutionmegalab.org/fr/maps>

Légende des diagrammes de la carte

- Forme rose de *Cepaea* dans la localité
- Jaune
- Marron
- Sans bandes
- Une bande
- Plusieurs bandes
- Pas d'enregistrements

Hypothèses:

- Facteur environnemental:
 - ☐ +/- de prédateurs (ici les grives)
 - ☐ Présence ou absence de forêts (couleur de la coquille +/- voyante selon le support)
- Le hasard explique une loterie des allèles d'une génération à l'autre


L'évolution de la fréquence des allèles est due au hasard

Dérive génétique et évolution des fréquences alléliques

La dérive génétique est la modification de la fréquence allélique au sein d'une population, indépendamment des mutations, sélections, migrations. **La perte ou le gain d'un allèle se faisant au hasard, la dérive génétique est d'autant plus forte que la population est petite.**

Concrètement, chaque individu se reproduisant ne transmet que la moitié de son patrimoine génétique à sa descendance. Dans une population de petite taille, il est statistiquement inévitable que certains allèles (une variante particulière d'un gène) ne soient transmis par aucun adultes à leurs descendance. De plus, certains individus n'ont pas de descendance du tout. Le nombre des allèles (la variabilité génétique) se réduit donc. Parmi les allèles « survivants », certains vont voir leur fréquence originelle diminuer ou au contraire augmenter.

(source : Wikipedia)

en savoir plus : 

Nom de l'allèle 1 :

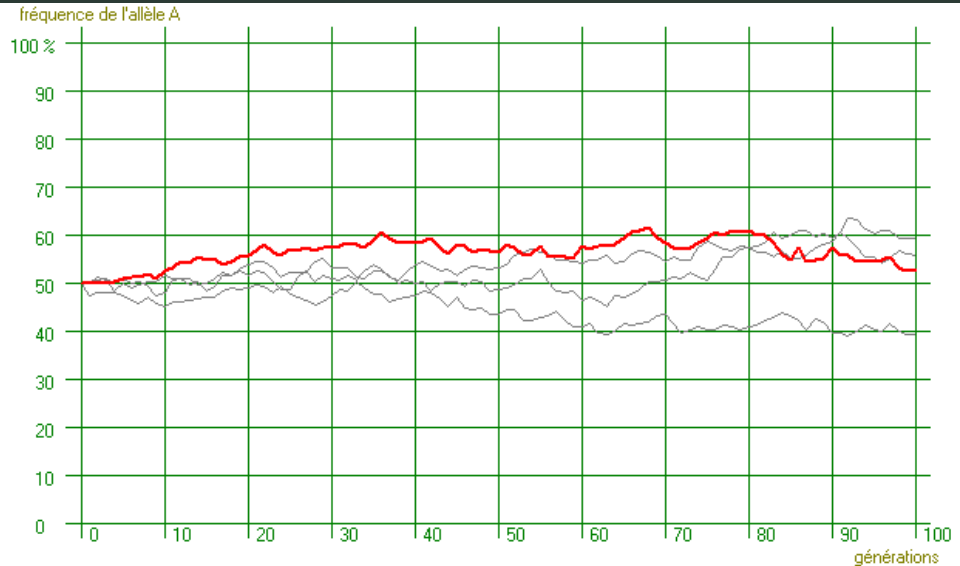
Nom de l'allèle 2 :

Fréquence initiale de l'allèle 1

f = 

Nombre de générations : (max = 100)

Effectif de la population : (max = 10000)



RESULTATS DE LA SIMULATION :

Fréquence des génotypes :

	initiales	finales
A/A :	0.25	0.279
A/a :	0.5	0.502
a/a :	0.25	0.225

Résultats de 4 essais, pour une fréquence de 0,5 pour chaque allèle, une population de 1000 et un nombre de générations de 100.


=> On n'obtient jamais la même fréquence allélique après 100 générations. Même au bout de 10 générations, cette fréquence diffère déjà d'un essai à l'autre.

Dérive génétique et évolution des fréquences alléliques

La dérive génétique est la modification de la fréquence allélique au sein d'une population, indépendamment des mutations, sélections, migrations. **La perte ou le gain d'un allèle se faisant au hasard, la dérive génétique est d'autant plus forte que la population est petite.**

Concrètement, chaque individu se reproduisant ne transmet que la moitié de son patrimoine génétique à sa descendance. Dans une population de petite taille, il est statistiquement inévitable que certains allèles (une variante particulière d'un gène) ne soient transmis par aucun adultes à leurs descendance. De plus, certains individus n'ont pas de descendance du tout. Le nombre des allèles (la variabilité génétique) se réduit donc. Parmi les allèles « survivants », certains vont voir leur fréquence originelle diminuer ou au contraire augmenter.

(source : Wikipedia)

en savoir plus : 

Nom de l'allèle 1 :

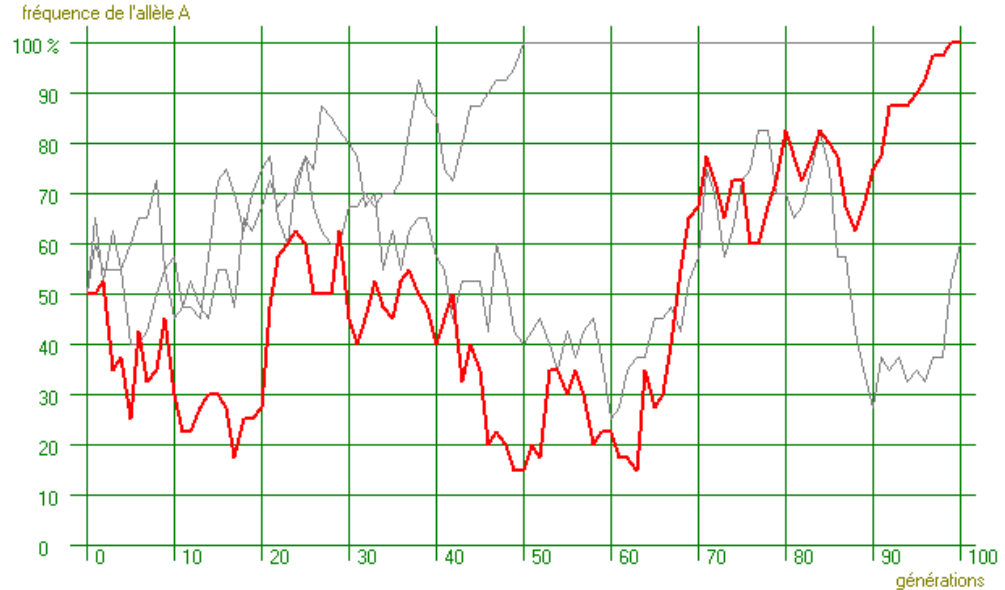
Nom de l'allèle 2 :

Fréquence initiale de l'allèle 1

f = 

Nombre de générations : (max = 100)

Effectif de la population : (max = 10000)



RESULTATS DE LA SIMULATION :

Fréquence des génotypes :

	initiales	finales
A//A :	0.25	1
A//a :	0.5	0
a//a :	0.25	0

L'allèle 'a' a disparu à la 99ème génération.

Cas où l'effectif de la population est réduit à 20.

On constate que sur les 3 essais, deux montrent une disparition de l'allèle a.


=> On en déduit que l'effectif d'une population est un facteur intervenant dans la dérive génétique.

Dérive génétique et évolution des fréquences alléliques

La dérive génétique est la modification de la fréquence allélique au sein d'une population, indépendamment des mutations, sélections, migrations. **La perte ou le gain d'un allèle se faisant au hasard, la dérive génétique est d'autant plus forte que la population est petite.**

Concrètement, chaque individu se reproduisant ne transmet que la moitié de son patrimoine génétique à sa descendance. Dans une population de petite taille, il est statistiquement inévitable que certains allèles (une variante particulière d'un gène) ne soient transmis par aucun adultes à leurs descendance. De plus, certains individus n'ont pas de descendance du tout. Le nombre des allèles (la variabilité génétique) se réduit donc. Parmi les allèles « survivants », certains vont voir leur fréquence originelle diminuer ou au contraire augmenter.

(source : Wikipedia)

en savoir plus : 

Nom de l'allèle 1 :

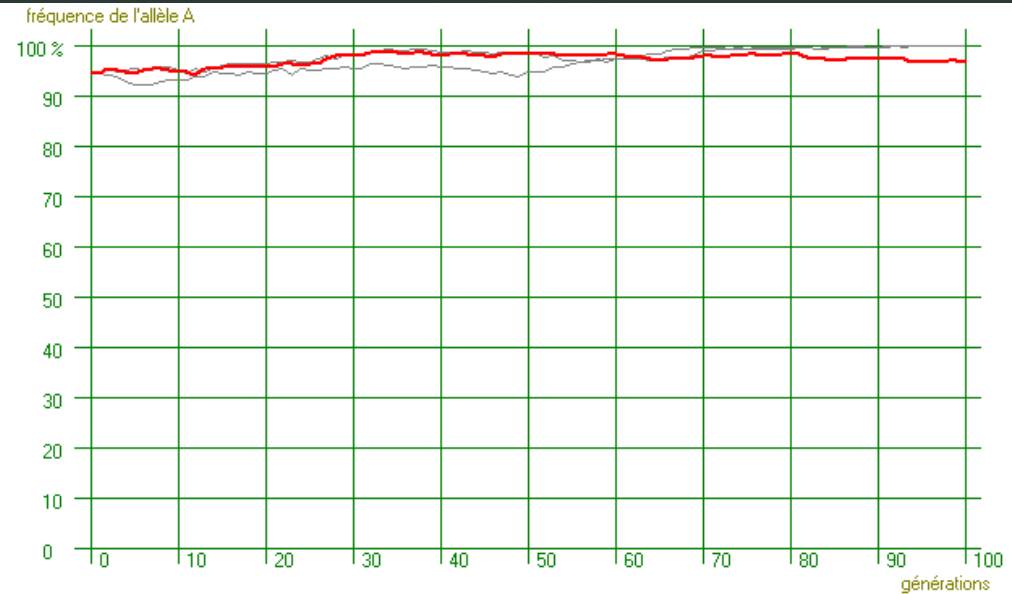
Nom de l'allèle 2 :

Fréquence initiale de l'allèle 1

f = 

Nombre de générations : (max = 100)

Effectif de la population : (max = 10000)



RESULTATS DE LA SIMULATION :

Fréquence des génotypes :

	initiales	finales
A//A	0.902	0.939
A//a	0.095	0.057
a//a	0.003	0.001


Dans le cas d'une fréquence allélique initiale très déséquilibrée (0,95 pour l'allèle le plus fréquent), il faut un grand effectif de population pour voir disparaître un l'allèle le moins fréquent.

Dérive génétique et évolution des fréquences alléliques

La dérive génétique est la modification de la fréquence allélique au sein d'une population, indépendamment des mutations, sélections, migrations. **La perte ou le gain d'un allèle se faisant au hasard, la dérive génétique est d'autant plus forte que la population est petite.**

Concrètement, chaque individu se reproduisant ne transmet que la moitié de son patrimoine génétique à sa descendance. Dans une population de petite taille, il est statistiquement inévitable que certains allèles (une variante particulière d'un gène) ne soient transmis par aucun adulte à leurs descendance. De plus, certains individus n'ont pas de descendance du tout. Le nombre des allèles (la variabilité génétique) se réduit donc. Parmi les allèles « survivants », certains vont voir leur fréquence originelle diminuer ou au contraire augmenter.

(source : Wikipedia)

en savoir plus : 

Nom de l'allèle 1 :

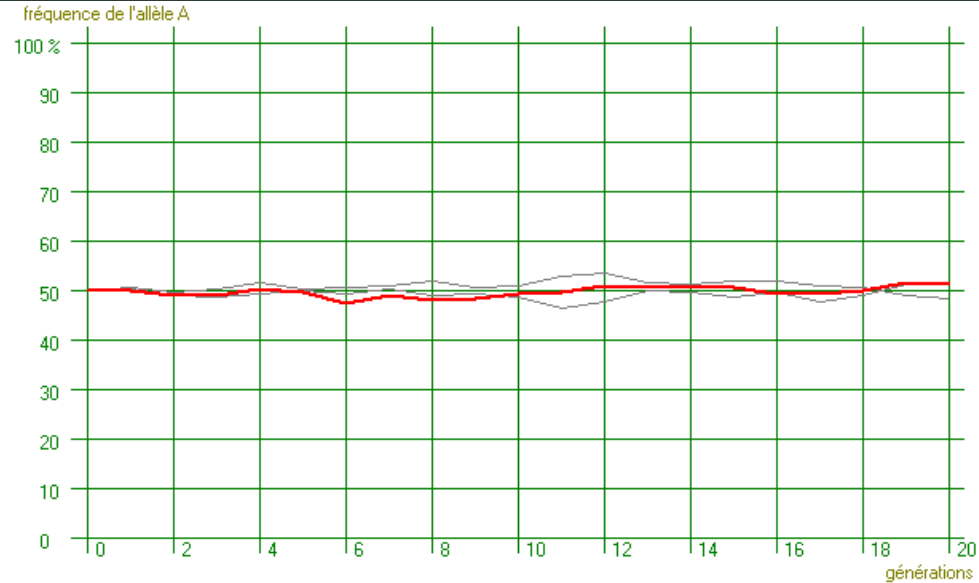
Nom de l'allèle 2 :

Fréquence initiale de l'allèle 1

f = 

Nombre de générations : (max = 100)

Effectif de la population : (max = 10000)



RESULTATS DE LA SIMULATION :

Fréquence des génotypes :

	initiales	finales
A//A :	0.25	0.321
A//a :	0.5	0.508
a//a :	0.25	0.201

Pour étudier l'évolution génétique d'une population, il faut étudier un grand nombre de générations.

Résultats des simulations obtenues avec le logiciel evolution

	$F_{\text{marron}} = 50$ $F_{\text{jaune}} = 50$ Effectif = 10 000	$F_{\text{marron}} = 95$ $F_{\text{jaune}} = 5$ Effectif = 10 000	$F_{\text{marron}} = 50$ $F_{\text{jaune}} = 50$ Effectif = 20	$F_{\text{marron}} = 95$ $F_{\text{jaune}} = 5$ Effectif = 20	$F_{\text{marron}} = 70$ $F_{\text{jaune}} = 30$ Effectif = 10 000	$F_{\text{marron}} = 70$ $F_{\text{jaune}} = 30$ Effectif = 20
Fréquence de l'allèle A (Marron) après 100 générations / moyenne obtenue pour 4 essais	F_{marron} autour de 50%	F_{marron} autour de 95%	F_{marron} très oscillante, 1 chance sur 2 de perdre cet allèle	F_{marron} atteint 100%	F_{marron} autour de 70%	F_{marron} atteint 100%
Fréquence de l'allèle a (Jaune) après 100 générations/ moyenne obtenue pour 4 essais	F_{jaune} autour de 50%	F_{jaune} autour de 5%	F_{jaune} très oscillante, 1 chance sur 2 de perdre cet allèle	Perte de l'allèle jaune	F_{jaune} autour de 30%	Perte de l'allèle jaune



Bilan:

- La fréquence des allèles au sein d'une espèce (ou une population) varie selon le hasard et les facteurs environnementaux.
- On parle de dérive génétique, l'évolution au hasard des fréquences alléliques d'un gène au sein d'une population.
- Cette dérive génétique est favorisée lorsque la population est en effectif réduit, ou la fréquence initiale des allèles très déséquilibrée.
- Ainsi l'évolution de la biodiversité est soumise au hasard mais aussi à l'environnement dont l'homme est devenu un acteur essentiel.



III. Les forces évolutives

A. Les mutations

Les mutations, changements ponctuels, rares et aléatoires de la séquence nucléotidique d'un gène sont à l'origine de nouveaux allèles, et donc de nouveaux caractères phénotypiques. Les mutations constituent donc un mécanisme évolutif important.

B. La dérive génétique

Au sein d'une espèce, on constate une diversité phénotypique et donc allélique. L'évolution, au cours du temps, des fréquences alléliques peut être due au hasard. On parle de dérive génétique. Cette évolution peut entraîner la perte d'un allèle, surtout si l'effectif de la population est faible. Ainsi le tri au hasard des allèles et donc la fixation de certains et la perte d'autres est d'autant plus grand que l'effectif est petit. Actuellement, la perte importante d'individus dans de nombreuses espèces, induit une dérive génétique forte et donc une perte importante de la variabilité génétique.

C. La sélection naturelle

La sélection naturelle est un processus évolutif reposant sur l'avantage adaptif d'un caractère par rapport à un autre à un instant donné, dans un environnement donné. L'environnement (milieu, interactions entre organismes, ressources limitées) exerce une pression de sélection sur les individus, certains individus avantageés par leurs caractères, se reproduiront davantage, et ainsi les allèles « avantageux » verront leur fréquence augmenter.

La sélection naturelle ne crée pas de variabilité. La variation génétique est aléatoire par rapport à son utilité éventuelle laquelle peut être multiple et changeante. La sélection opère un « tri » parmi la variabilité existante.

L'évolution de la biodiversité au cours du temps s'explique donc par des forces évolutives s'exerçant au niveau des populations.

La dérive génétique et la sélection s'observent sur une échelle de temps court (100 générations voire moins), ainsi l'évolution peut être rapide.