

Corrigé de l'activité sur la dérive génétique :

1. *La chute de la diversité génétique peut s'expliquer par la réduction de l'effectif de la population*

2. *La fréquence allélique est donnée par la formule :*

$$f = (\text{nombre de fois où l'allèle est présent}) / (\text{nombre total d'allèles dans la population}) , \text{ à savoir ici } 40.$$

Selon vos paramétrages, les fréquences alléliques seront différentes car les dispositions alléliques se font au hasard par le logiciel.

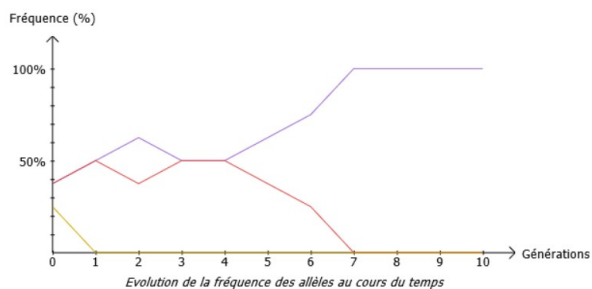
3.

4. *On remarque d'après le logiciel que lorsque l'on effectue différentes reproductions ; ce ne sont pas toujours les mêmes individus qui se reproduisent entre eux. Les partenaires peuvent varier dans la même génération. De plus on remarque que si par hasard on observe plusieurs reproductions pour les mêmes partenaires, les individus obtenus lors des différentes reproductions ne seront pas forcément génétiquement identiques, la fécondation ne se fait pas forcément à partir des gamètes ayant les mêmes allèles à chaque fécondation. La rencontre des partenaires et des gamètes semblent donc être aléatoire. Cette modélisation représente la pangamie et la panmixie.*

5. *Lorsque l'on réalise une première génération. On remarque que les fréquences alléliques varient. Certains allèles seront plus présents tandis que d'autres seront moins fréquents. Et ce par l'effet de la pangamie et de la panmixie.*

6. *Quelques exemples de résultats :*

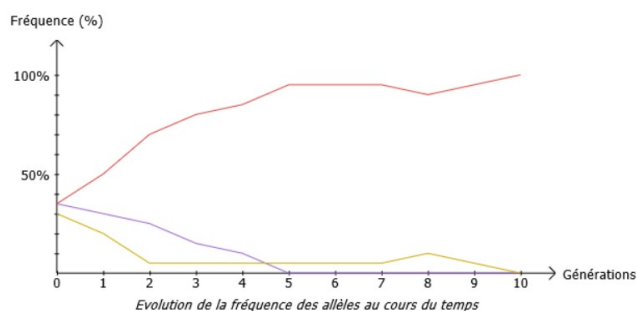
4 individus :



Fréquences pour la génération n° 10 :

Allèle	Nombre	Fréquence	Disparu à la génération n°
A	8	100%	---
B	0	0%	7
O	0	0%	1

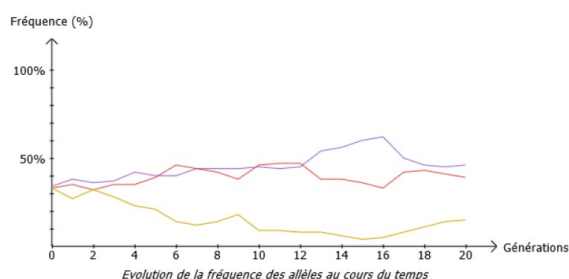
10 individus :



Fréquences pour la génération n° 10 :

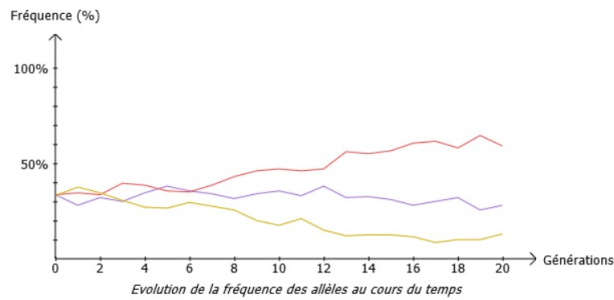
Allèle	Nombre	Fréquence	Disparu à la génération n°
A	0	0%	5
B	20	100%	---
O	0	0%	10

50 individus :



Fréquences pour la génération n° 20 :

Allèle	Nombre	Fréquence	Disparu à la génération n°
A	46	46%	---
B	39	39%	---
O	15	15%	---



Fréquences pour la génération n° 20 :

Allèle	Nombre	Fréquence	Disparu à la génération n°
A	56	28%	---
B	118	59%	---
O	26	13%	---

7. On observe au cours des différents tirages que si on a affaire à une population de petits effectifs (4 individus) on voit que les fréquences alléliques varient fortement voire la disparition très rapide de la diversité génétique (perte d'au moins un allèle en quelques générations). Alors que si on travaille sur des effectifs de plus en plus grand, les fréquences alléliques varient de façon moins importante et il est plus difficile d'observer la perte de diversité génétique (le nombre de générations doit augmenter pour aboutir à la perte d'allèles) voire impossible. Par cette modélisation, il est possible de voir le caractère aléatoire des variations des fréquences alléliques car si on compare les résultats avec un autre groupe, les résultats ne seront pas les mêmes et on remarque que la variation allélique n'est pas linéaire au cours du temps. Par exemple si à un temps t , la fréquence d'un allèle augmente. Il n'est pas dit que sa fréquence va continuer à augmenter à la génération suivante. Il s'agit bien d'un phénomène aléatoire et non déterminé. Ces observations sont en accord avec le document annexe 1. Donc on peut supposer qu'effectivement la perte de la diversité génétique s'explique par une réduction de l'effectif.

8. Lors de cette modélisation, nous pouvons expliquer le phénomène observé par le mécanisme suivant. Lors de la formation des gamètes chez les deux partenaires sexuels, on observe à une ségrégation aléatoire des allèles sous l'effet des brassages chromosomiques. Lors de la rencontre aléatoire des partenaires on va avoir également une rencontre aléatoire des gamètes qui disposent d'un patrimoine génétique déterminé aléatoirement. Lors de ces mécanismes aléatoires, on peut assister à la perte de diversité génétique. Ce mécanisme se nomme la dérive génétique.

9. Si une mutation ou un mutant apparaît ; la mutation aura plus de chance de se maintenir dans le temps dans une population à petit effectif car la probabilité de transmission aléatoire d'un allèle par reproduction est plus grande lorsque la population est petite car la probabilité de rencontre (aléatoire) entre les partenaires sexuels augmente. Par contre dans une population à grands effectifs ; une mutation aura moins de chances de se maintenir car la probabilité de rencontre entre partenaires et donc la probabilité de reproduction diminue.

10. Dans notre situation il s'agit d'un phénomène d'étranglement à l'origine de la situation.

Bilan :

Quand un groupe d'individus se trouve séparé du reste d'une population (suite à une migration ou à la mise en place d'une barrière géographique), il subit une dérive génétique dont l'effet sera d'autant plus fort et rapide que l'effectif du groupe est réduit. Le groupe isolé peut ainsi se différencier du reste de la population, c'est l'effet fondateur (on donne ce nom car ce groupe fonde une nouvelle population). Cette dérive peut aussi se mettre en place lorsque la population est fortement réduite (suite à une épidémie ou par l'influence d'un prédateur...), on appelle ce phénomène, un phénomène de goulot d'étranglement. En phénomène externe à la population exerce une pression telle que certains individus survivront.

On appelle dérive génétique la variation aléatoire des fréquences alléliques au cours du temps. La variation aléatoire des fréquences alléliques est due à la rencontre aléatoire des gamètes et des partenaires sexuels et brassage inter et intrachromosomique. La dérive génétique est une force diversifiante dans une petite population et alors qu'elle est homogénéisante dans une population à grand effectif. Elle est diversifiante car elle peut entraîner une perte de diversité génétique par rapport à la population de départ et les mutations ont plus de chance de se

maintenir dans une petite population car la fréquence allélique de ce nouvel allèle est plus important dans une population à petit effectif. Par contre dans une grande population, il est plus difficile de perdre des allèles au cours du temps sous l'influence de la dérive. Les fréquences alléliques restent à peu près constantes au cours du temps et les mutations ont peu de chance de se maintenir dans une grande population car leur fréquence allélique est faible donc la probabilité de transmission est faible.

Rq : pour étudier la dérive et afin de bien mettre en évidence son influence, on travaille sur des allèles dits « neutre », c'est-à-dire des allèles qui ne confèrent ni avantage ni désavantage sélectifs. Si on prend ces derniers, il faudra prendre en compte un autre phénomène, c'est la sélection naturelle.

c) La sélection naturelle

support : activité 3

Situation déclenchante : La diversification nécessite des mutations et la dérive joue un rôle primordial dans cette première

Situation problème : Mais la nature ne peut-elle pas jouer sur les fréquences alléliques en plus de la dérive et des mutations ?

Consigne

Premier temps : Un jeu sérieux sur la sélection naturelle.

La phalène du bouleau est un papillon nocturne qui est caractérisé par deux sous-espèces :



Biston blatularia



Biston carbonaria

Pendant le jour, les phalènes s'immobilisent sur les troncs d'arbres ; elles sont alors des proies faciles pour les oiseaux.

On peut observer que dans les régions rurales, les arbres sont plutôt clairs puisqu'ils sont recouverts de lichen. Au contraire, dans les régions industrielles, les arbres sont plutôt foncés. En effet, les lichens, sensibles à la pollution, disparaissent tandis que les arbres se couvrent de suie.

Jusqu'au milieu du 19^{ème} siècle, avant l'industrialisation massive, les populations de phalènes du bouleau étaient composées, en Angleterre, exclusivement de la sous-espèce claire.

Suite à l'industrialisation qui a eu lieu en Angleterre, un recensement du début du 20^{ème} siècle a mis en évidence que l'importance relative de ces deux phénotypes a fluctué au cours du temps dans les régions rurales et industrielles. La sous-espèce claire était majoritaire dans les régions rurales et la sous-espèce foncée était quand à elle largement majoritaire dans les régions industrielles.

1) A la lecture du document proposé, quelle relation semble exister entre couleur des phalènes et milieu de vie ?

2) On sait que la couleur des phalènes est déterminée génétiquement. On va donc essayer d'expliquer le phénomène observé en utilisant le jeu sérieux proposé sur le lien suivant : <http://www.pedagogie.ac-nice.fr/wp-content/uploads/sites/5/productions/phalenes/>

1. Dans les paramètres du logiciel, vous prendrez « 50 % phalènes noires et 50 % phalènes blanches », et tronc clair, vous prendrez une fréquence de mutation courante. Effectuez plusieurs chasses sur plusieurs années puis modifiez la couleur des troncs
2. Analysez les résultats expérimentaux présentés sous la forme de graphique.

3) Expliquez les résultats obtenus de manière la plus rigoureuse possible.

4) La phénomène observée qui semble responsable de ces observations se nomme la sélection

naturelle. Celle-ci a été proposée par Darwin en 1859 et repose sur trois conditions :

- **pour un caractère (ou phénotype) étudié, il existe de la variabilité**
- **le phénotype étudié est héréditaire,**
- **la variabilité du caractère étudié octroie des aptitudes nouvelles (ou différentes) ou bien fournit un avantage (ou un désavantage)**

Dans ce cas la Nature exerce une pression de sélection, il joue le rôle de filtre. A l'aide de la définition précédente. Montrez que toutes les conditions sont réunies et que l'on a affaire à de la sélection naturelle dans cette situation.

Deuxième temps : Un autre exercice, type bac, de sélection naturelle (facultatif)

Les insecticides organophosphorés sont utilisés depuis les années 60 pour combattre les moustiques. On observe dans certaines régions une diminution de leur efficacité.

Afin de comprendre l'origine de la résistance de certaines souches de moustiques, on a analysé leur génome.

Consigne :

À partir des informations extraites des documents 1 à 3 mises en relation avec vos connaissances, vous montrerez que l'émergence de souches résistantes découle d'une sélection exercée par l'Homme; puis vous identifierez l'origine moléculaire et génétique de cette résistance.

Document 1 : étude phénotypique des populations de moustiques.

Le tableau ci-dessous donne des indications sur la sensibilité des moustiques à une dose standard* d'insecticide organophosphoré dans deux localités.

*(dose standard : dose considérée comme efficace en 1968)

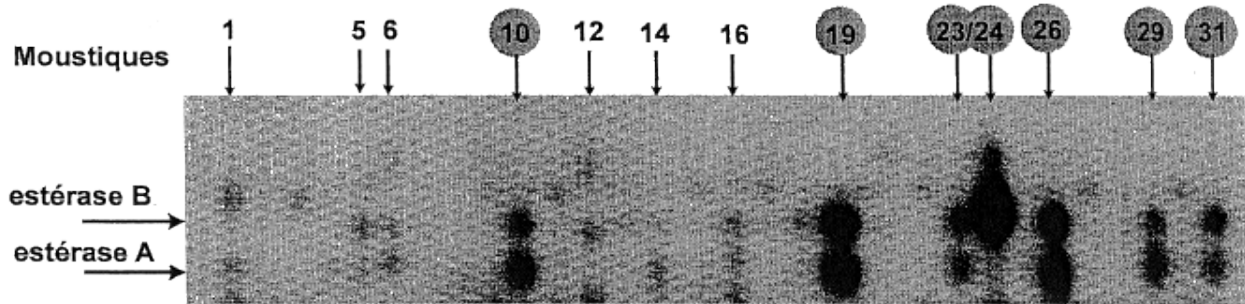
Localités :	% de survivants
Dans la zone traitée par les insecticides organophosphorés depuis 1968	de l'ordre de 85%
Dans la zone voisine non traitée par les insecticides organophosphorés.	de l'ordre de 10%

Les moustiques résistants supportent une concentration d'insecticide jusqu'à 1000 fois supérieure à la dose standard.

Document 2 : comparaison de la production d'estérase chez des moustiques sensibles et des moustiques résistants aux insecticides organophosphorés.

Les estérases sont des enzymes naturellement produites par tous les moustiques : elles dégradent les insecticides organophosphorés.

Les protéines de moustiques ont été séparées par électrophorèse. Les estérases apparaissent sous forme de taches dont la taille est proportionnelle à la quantité d'enzyme..



Les moustiques 10, 19, 23, 24, 26, 29, et 31 sont des moustiques **résistants** ; les autres sont des moustiques sensibles.

Document 3 : la variabilité des génomes rencontrés chez les moustiques.

Il existe 2 gènes A et B situés sur le même chromosome, qui codent respectivement pour l'estérase A et l'estérase B, toutes deux actives.

Souche de moustique	Gènes A et B portés par une portion du chromosome	Sensibilité aux insecticides organophosphorés
G		sensible
D		résistant
E		résistant

Travail à faire :

- étudier le cours
- faire l'activité 3