

Les facteurs d'évolution de la fréquence des allèles dans une population Modèle d'Hardy-Weinberg

Grâce aux travaux de Mendel au XIXe siècle, on a mis en évidence la transmission des caractères héréditaires par des gènes, existant sous différents allèles. Au début du XXème siècle, le mathématicien Godfrey Hardy et le médecin Wilhem Weinberg tentent de découvrir un modèle mathématique qui permet de prévoir l'évolution des fréquences alléliques dans une population théorique au cours du temps.

Objectifs : On cherche à comprendre ce qu'est l'équilibre d'Hardy-Weinberg et à comparer l'évolution d'une population réelle avec celle de la population théorique d'Hardy-Weinberg.

Documents ressource													
<p>Document 1 : Le modèle théorique de Hardy-Weinberg (énoncé de la loi)</p> <p>La loi de Hardy-Weinberg énonce que, dans une population respectant 5 conditions (voir doc 3), pour un gène donné, on peut prévoir la fréquence des génotypes des zygotes issus de la fécondation « si » l'on connaît la fréquence des parents.</p> <p>Dans ces conditions, les fréquences des allèles et des génotypes chez les individus sont stables dans le temps : c'est ce qu'on appelle l'équilibre de Hardy-Weinberg.</p> <p>On dit alors que la « <i>structure génétique de la population</i> » suit la loi de Hardy-Weinberg.</p>	<p>Document 2 : Expression mathématique de la loi de Hardy-Weinberg</p> <p>P et Q désignent les fréquences relatives de 2 allèles d'un gène.</p> <p>Cette formule permet de prédire la stabilité des fréquences relatives de 2 allèles d'un gène.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">L'équilibre théorique de Hardy-Weinberg</p> <p style="text-align: center; background-color: #e0e0ff; border-radius: 15px; padding: 5px;">Si dans une population, il y a seulement 2 allèles pour un caractère donné, alors :</p> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 10px 0;"> $P^2 + 2PQ + Q^2 = 1$ </div> <table style="width: 100%; text-align: center; font-size: 0.8em;"> <tr> <td>Fréquence du génotype homozygote dominant</td> <td>Fréquence du génotype hétérozygote</td> <td>Fréquence du génotype homozygote récessif</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-size: 0.7em;">Corps sombre est dominant sur corps clair</p> </div> <p style="font-size: 0.8em; margin-top: 10px;"><i>NB : La démonstration de la loi n'est pas l'objet d'étude en Spé SVT mais en Ens.Scient.</i></p>	Fréquence du génotype homozygote dominant	Fréquence du génotype hétérozygote	Fréquence du génotype homozygote récessif									
Fréquence du génotype homozygote dominant	Fréquence du génotype hétérozygote	Fréquence du génotype homozygote récessif											
<p>Document 3 : Conditions d'application de la loi de Hardy-Weinberg</p> <p>La loi de HW s'applique à une population respectant 5 conditions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les couples se forment au hasard, il n'y a pas de préférence sexuelle. On dit qu'il y a « panmixie » - elle est de grande taille, sans croisement entre générations (parents/descendants) - il n'a pas de sélection naturelle agissant sur les allèles, - il n'y a pas de mutation donc pas de nouvel allèle dans la population, - il n'y a pas de migration d'individus donc pas de flux de gènes. 	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold; margin: 0;">Assumptions of Hardy-Weinberg Equilibrium</p> <table style="width: 100%; text-align: center; font-size: 0.8em;"> <tr> <td style="width: 33%;">1. No Selection</td> <td style="width: 33%;">2. No Mutation</td> <td style="width: 33%;">3. No Migration</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">4. Large Population</td> <td>5. Random Mating</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: right; font-size: 0.7em; margin-top: 5px;">@AmoebaSisters</p> </div>	1. No Selection	2. No Mutation	3. No Migration				4. Large Population		5. Random Mating			
1. No Selection	2. No Mutation	3. No Migration											
4. Large Population		5. Random Mating											

Affiche réalisée par les "AmoebaSisters"

Activités proposées

1^{ère} partie : le modèle théorique de Hardy Weinberg

On cherche à montrer, en utilisant un modèle numérique de suivi de deux allèles d'un gène dans une population théorique, que les connaissances sur la reproduction sexuée vérifient la prédiction du modèle théorique de Hardy-Weinberg.

A l'aide des documents ressource et du document 1 de l'annexe 1,

1- **Préciser** comment évoluent les fréquences relatives des allèles dans une population quand le modèle théorique de Hardy-Weinberg est à l'équilibre.

2- **Expliquer** pourquoi, dans la descendance d'un croisement de 2 hétérozygotes, on obtient les fréquences de génotypes p^2 et q^2 pour les homozygotes et $2pq$ pour les hétérozygotes ?

3- A partir des effectifs obtenus par le comptage de gueule de loup dans une prairie (doc 2 annexe 1), **montrer** par le calcul que cette population respecte l'équilibre de Hardy-Weinberg pour le gène codant la couleur de la fleur. Quelques aides de calculs vous sont fournis ci-dessous :

Calcul de la fréquence des allèles A et a : p = fréquence de l'allèle A et q = fréquence de l'allèle a

p =

q =

Calcul des fréquences génotypiques théoriques d'après la loi de Hardy-Weinberg

$f(A//A)$ =

$f(A//a)$ =

$f(a//a)$ =

Calcul des fréquences génotypiques observées

$f(A//A)$ =

$f(A//a)$ =

$f(a//a)$ =

2^{ème} partie : Comparaison de l'évolution d'une population réelle avec celle théorique d'Hardy-Weinberg

4- **Montrer** par le calcul que les populations de moustiques (doc 1 annexe 3) ne possèdent pas la structure génotypique de Hardy-Weinberg. **Proposer** une explication à l'absence d'équilibre et **compléter** le tableau bilan.

5- Chaque exemple de l'annexe 3 ne respecte pas l'équilibre de Hardy-Weinberg. **Déterminer** la(s) condition(s) de la population ne respectant pas le modèle de Hardy Weinberg puis l'évolution des fréquences relatives des allèles et les forces évolutives mises en jeu. **Compléter** le tableau fourni.

Aide : Si vous avez besoin de rappels sur les forces évolutives, les documents de l'annexe 2 vous remémoreront quelques souvenirs sur la sélection naturelle, la dérive génétique....

Population étudiée	Facteur(s) ne respectant pas le modèle de Hardy Weinberg	Evolution des fréquences relatives des allèles	Forces évolutives mises en jeu
Guppy			
Geais à gorge blanche			
Moustiques du Languedoc-Roussillon			
Drosophile (allèle Bw)			
Afrikaners La porphyrie variegata			

