

SVT	Thème 1A : Génétique et évolution	TSpéSVT
Ac	Chapitre 3 : L'inéluctable évolution de la structure génétique des populations	ESTHER

Correction de l'activité 1 : Une population est-elle à l'équilibre de Hardy-Weinberg - Exercices par niveau

Exercice 1 - La couleur des vaches Shorthorn

Effectifs	Phénotypes	Génotypes
108	Rouge	$C^R C^R$
144	Rouan	$C^R C^B$
48	Blanc	$C^B C^B$
total 300		

- D'abord nous allons calculer la fréquence de l'allèle C^R . Il y a 108 individus rouges chacun portant deux allèles C^R ; $2 \times 108 = 216$ allèles C^R .
Il y a 144 individus rouans portant chacun seulement un allèle C^R ; $1 \times 144 = 144$ allèles C^R .
Ainsi le nombre total d'allèles C^R dans notre échantillon est de $216 + 144 = 360$. Chaque individu étant diploïde (possédant deux copies des chromosomes, chacun portant un des allèles considérés), le nombre total d'allèles dans cet échantillon est de 600. La fraction de tous les allèles C^R présente dans l'échantillon devient $360/600 = 0,6$ ou 60%.
Les 40% d'allèles restants sont du type C^B .
- Si $p = 0,6$ est la fréquence de l'allèle C^R et $q = 0,4$ celle de l'allèle C^B , alors les fréquences attendues des génotypes seraient :
 - $p^2 = (0,6)^2 = 0,36$ ($C^R // C^R$);
 - $2pq = 2(0,6)(0,4) = 0,48$ ($C^R // C^B$);
 - $q^2 = (0,4)^2 = 0,16$ ($C^B // C^B$);
 Dans un échantillon de 300 nous pourrions nous attendre à $0,36(300) = 108$ ($C^R // C^R$) [rouge], $0,48(300) = 144$ ($C^R // C^B$) [rouan], et $0,16(300) = 48$ ($C^B // C^B$) [blanc].
Cela correspond exactement à notre échantillon. On en déduit que la population respecte l'équilibre de Hardy-Weinberg.

Exercice 2 - Les molécules de surface des globules rouges

Calcul des fréquences alléliques des allèles M et N

Il y a 1 482 individus donc $1\,482 \times 2 = 2\,964$ allèles dans cette population.

Les individus de génotype MM possèdent 2 allèles M et ceux de génotypes MN n'en possèdent qu'un.

La fréquence p de l'allèle M est donc :

$$f(M) = p = \frac{2 \times 406 + 744}{2964} = 0,525$$

La fréquence q de l'allèle N est donc :

$$f(N) = q = 1 - p = 1 - 0,525 = 0,475$$

Calcul des fréquences génotypiques théoriques (à l'équilibre de Hardy-Weinberg)

À l'équilibre de Hardy-Weinberg, les fréquences génotypiques théoriques de la génération 2 calculées à partir des fréquences alléliques de la génération 1 sont :

- p^2 pour le génotype MM,
- q^2 pour le génotype NN
- $2pq$ pour le génotype MN.

Les fréquences génotypiques théoriques sont donc :

Génotype	Fréquence théorique	Application numérique
MM	p^2	$0,525^2 = 0,276$
MN	$2pq$	$2 \times 0,525 \times 0,475 = 0,498$
NN	q^2	$0,475^2 = 0,226$
Total	$p^2 + 2pq + q^2 = 1$	$0,276 + 0,498 + 0,226 = 1$

Comparaison des fréquences génotypiques observées et des fréquences génotypiques théoriques à l'équilibre de Hardy-Weinberg

Génotype	Fréquences observées	Fréquences calculées
MM	406/1 482 = 0,274	0,276
MN	744/1 482 = 0,502	0,498
NN	332/1 482 = 0,224	0,226
Total	1	1

Les fréquences génotypiques et calculées étant très proches, on peut conclure que la population étudiée est à l'équilibre de Hardy-Weinberg.

Exercice 3 - La PTC

On sait que 70% des individus sont sensibles donc (S//S) ou (S//s). On en déduit que 30 % des individus sont insensibles donc de génotype s//s).

On sait que la population respecte l'équilibre de Hardy-Weinberg, on en déduit que $q^2=0.3$ (voir cours).

Donc $q = 0.55$ et comme $p = 1 - q$ alors $p = 0.45$.

La fréquence allélique de S est donc de 45% et celle de s est de 55%.

D'après l'équation de Hardy-Weinberg :

- la fréquence de (S//S) = $p^2 = (0.45)^2 = 0.2 = 20\%$
- la fréquence de (S//s) = $2pq = 2 \times 0.55 \times 0.45 = 0.5 = 50\%$

Vérification : $p^2 + 2pq + q^2 = 0.2 + 0.5 + 0.3 = 1$

Génotype	Fréquence	
(S//S)	p^2	0.2 ou 20%
(S//s)	$2pq$	0.5 ou 50%
(s//s)	q^2	0.3 ou 30%

Exercice 4 - Le gène de la calpastine chez le mouton

Pour les moutons KIV les fréquences alléliques sont :

$$f(M) = p = (245 \times 2 + 79) / (336 \times 2) = 0,85 ; f(N) = q = 1 - p = 0,15$$

Pour les moutons KM les fréquences alléliques sont :

$$F'(M) = p' = (166 \times 2 + 65) / (248 \times 2) = 0,80 ; f(N) = q' = 1 - p' = 0,20$$

Les fréquences génotypiques théoriques à l'équilibre sont donc :

	MM	MN	NN
KIV	0,723	0,255	0,022
KM	0,640	0,320	0,040

Les fréquences génotypiques observées sont les suivantes :

	MM	MN	NN
KIV	0,729	0,235	0,035
KM	0,669	0,262	0,068

La fréquence des individus de génotype (N//N) est plus importante que prévu pour les moutons KM. L'allèle M a été sélectionné par les humains pour obtenir des moutons de poids plus important. On peut donc penser que la population de mouton KM n'est pas à l'équilibre car elle a subi une pression de sélection exercée par les humains.

Exercice 5 - Les lézards à flancs maculés

Je calcule les fréquence génotypique observées :

Couleur de la gorge (phénotype)	Génotype	Effectif	Fréquence génotypique <u>observée</u>
Orange	(A//A)	254	$\frac{254}{737} = 0.34 = 34.5\%$
Bleu	(A//a)	236	$\frac{236}{737} = 0.32 = 32.0\%$
Jaune	(a//a)	247	$\frac{247}{737} = 0.34 = 33.5\%$

Je calcule les fréquences alléliques :

$$p = f(A//A) + 0.5 \times f(A//a) = \frac{254}{737} + 0.5 \times \frac{236}{737} = 50.5\% \quad \text{et donc comme } p + q = 1,$$

$$\text{on sait que : } q = 1 - p = 49.5\%$$

Et j'en déduis les fréquence génotypiques attendues si la population respecte l'équilibre de Hardy-Weinberg :

Couleur de la gorge (phénotype)	Génotype	Fréquence génotypique <u>attendue</u>	
Orange	(A//A)	p^2	0.255 ou 25.5%
Bleu	(A//a)	$2pq$	0.500 ou 50%
Jaune	(a//a)	q^2	0.245 ou 24.5%

Les fréquences observées et attendues ne correspondent pas. On en déduit que la population ne respecte pas l'équilibre de Hardy-Weinberg.

On va maintenant chercher à vérifier quel mécanisme ou force évolutive modifie la structure génétique de cette population.

Pour aller plus loin :

- https://isyeb.mnhn.fr/sites/isyeb/files/documents/Theorie_des_jeux_minipoly.pdf
- <https://www.science-et-vie.com/nature-et-enviro/le-lezard-a-flancs-macules-pourquoi-existe-t-il-chez-ce-reptile-trois-facons-de-seduire-16793>
- https://www.youtube.com/watch?v=3BJa6bU78qg&ab_channel=Brut
- <https://www.fil.univ-lille1.fr/~decomite/ue/APE/tp/chifoumi/PFC.pdf>