

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

Autonomie : Une population est-elle à l'équilibre de Hardy-Weinberg ?
Exercices par niveau

Problème : comment déterminer si une population est à l'équilibre de Hardy-Weinberg ?

Exercice 1 - La couleur des vaches Shorthorn

Chez le bétail de la race Shorthorn, les vaches (CR//CR) sont rouges, les vaches (CR//CB) sont rouans, et les (CB//CB) sont blanches.

Dans une vallée de Californie on a dénombré : 108 animaux rouges, 48 blancs, et 144 vaches rouans.

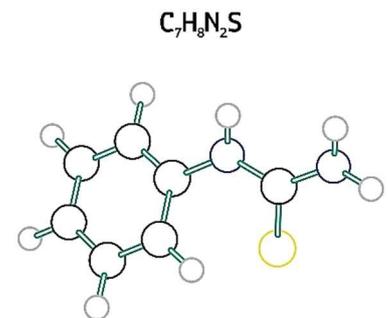
1. **Calculez** les fréquences des allèles CR et CB dans le pool de gènes de la population.
2. **Cette population est-elle à l'équilibre de Hardy-Weinberg ?**



Niveau ⚡

Exercice 2 - La PTC

En 1931, le chimiste Arthur L. Fox découvre que la molécule sur laquelle il travaille, le PhénylThioCarbamide (PTC*), a un goût très amer pour certaines personnes, aucun goût pour d'autres, dont lui-même. A partir de cette observation, de très nombreuses études sont menées. La sensibilité des populations est très inégalement répartie selon les continents. On observe que dans **une population** soumise à un test de sensibilité au PTC, 70 % des individus sont sensibles.



Phenylthiocarbamide

Consigne : On suppose que ce phénomène est lié à un allèle dominant S et l'insensibilité au PTC à l'allèle récessif s. Si la population respecte l'équilibre de Hardy-Weinberg, **quelles sont les fréquences** des allèles et des génotypes dans cette population ?

* : cette molécule est notamment présente dans le Choux de Bruxelles

Pour aller plus loin : <http://svt.enseigne.ac-lyon.fr/spip/spip.php?article367>

Niveau ⚡

Exercice 3 – Les lézards qui jouent à pierre-feuille-ciseaux !



Les trois types de lézards mâles (gorge orange à gauche, gorge bleue au centre, gorge jaune à droite).

Les lézards à flancs maculés (*Uta stansburiana*) mâles varient par la couleur de leur gorge : orange, bleue ou jaune. La couleur est déterminée par un gène présentant deux allèles A et a. Le suivi de populations en Arizona et Californie a permis de déterminer l'effectif de chaque type de mâle.

Orange	Bleu	Jaune
A/A	A/a	a/a
254	236	247

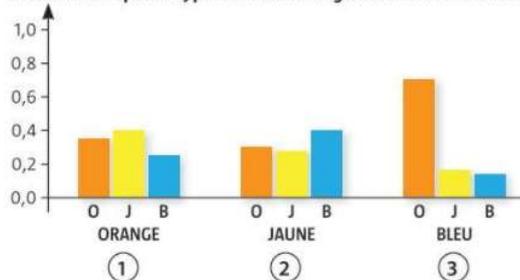
Doc 1. Répartition de génotypes dans une population de lézards à flancs maculés

Les lézards mâles ont chacun un comportement spécifique :

- les lézards à gorge orange sont agressifs, polygames et territoriaux ;
- les lézards à gorge jaune ressemblent aux femelles : ils pénètrent sur le territoire des mâles à gorge orange et peuvent alors se reproduire ;
- les lézards à gorge bleue sont monogames et coopèrent entre eux pour empêcher les mâles à gorge jaune de pénétrer sur leur territoire.

Une équipe de scientifiques a étudié la proportion de descendants engendrés par chaque type de mâle dans des populations expérimentales où un des types de mâles était initialement majoritaire.

Probabilité qu'un type de lézard engendre un descendant



Proportion de descendants engendrés par les trois types de mâles dans une population initiale constituée majoritairement de mâles à gorge orange ① ou jaune ② ou bleue ③.

Doc 2. Étude de populations expérimentales de lézards à flancs maculés

Consigne : Montrez si la population étudiée de *Uta stansburiana* respecte l'équilibre de Hardy-Weinberg, puis argumentez sur l'existence ou non d'une force évolutive s'exerçant sur cette population.

Pour aller plus loin : https://www.youtube.com/watch?v=3Bja6bU78gg&ab_channel=Brut

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

Correction de l'activité en autonomie : 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 – 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 et fiche méthode point 2b).
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 5 - Les lézards à flancs maculés

Je calcule les fréquences génotypiques observées :

Couleur de la gorge (phénotype)	Génotype	Effectif	Fréquence génotypique observée
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 :

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

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

Et j'en déduis les fréquences 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-seducire-16793>
- https://www.youtube.com/watch?v=3BJa6bU78qg&ab_channel=Brut
- <https://www.fil.univ-lille1.fr/~decomite/ue/APE/tp/chifoumi/PFC.pdf>

Site : <https://svtaumicro.fr/>