

**Exo 28 : Composition génétique d'une population de lézards**



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

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

*Les lézards mâles ont chacun un comportement spécifique : ceux à gorge orange sont agressifs, polygames et territoriaux, ceux à gorge jaune ressemblent aux femelles et peuvent pénétrer sur le territoire d'autres population pour se reproduire et ceux à gorge bleue sont monogames et coopèrent entre eux pour empêcher d'autres mâles de pénétrer sur leur territoire.*

Source : Magnard

1. Calculer les fréquences génotypiques et alléliques de la population de lézards à flancs maculés.

$$\text{Population totale} = 254 + 236 + 247 = 737$$

Fréquences génotypiques :

$$f(A/A) = 254/737 = 0.34$$

$$f(A/a) = 236/737 = 0.32$$

$$f(a/a) = 247/737 = 0.34$$

$$\text{Vérification} : 0.34 + 0.32 + 0.34 = 1$$

Fréquences alléliques :

$$f(A) = p = (2 \times 254 + 236) / (2 \times 737) = 0.505$$

$$f(a) = q = (2 \times 247 + 236) / (2 \times 737) = 0.495$$

2. En supposant que la population suit l'équilibre de Hardy – Weinberg, calculer les fréquences génotypiques attendues dans cette population (fréquences génotypiques théoriques).

Les fréquences génotypiques d'une population à l'équilibre de Hardy – Weinberg doivent être sous la forme :  $p^2 + q^2 + 2pq = 1$

- $P^2 = 0.505^2 = 0.255$
- $q^2 = 0.495^2 = 0.245$
- $2pq = 2 \times 0.505 \times 0.495 = 0.500$

3. Conclure sur l'existence ou non d'une force évolutive s'exerçant sur la population de lézards à flancs maculés.

Les fréquences génotypiques de la population étudiée et les fréquences génotypiques théoriques sont différentes. On peut donc en conclure que cette population est en évolution pour le gène « couleur de la gorge ».

Le mécanisme évolutif impliqué ici est la sélection sexuelle. En effet, dans les conditions H-W, la reproduction doit se faire de manière aléatoire, ce qui n'est pas le cas ici étant donné que les mâles ont un comportement différent en fonction de la couleur de leur gorge.

### Exo 29 : une population de volailles

**Dans les conditions du cas étudié ci-dessous, nous nous proposons de prouver que le modèle de Hardy Weinberg n'est pas respecté et d'expliquer l'écart entre les résultats attendus et ceux véritablement constatés**

A l'usage des amateurs d'oiseaux, on a produit aux Etats-Unis une race de volailles de luxe et de prestige possédant des plumes frisées. Ce caractère du plumage est



Phénotypes	[Crépu]	[Frisé]	[Normal]
Génotypes	$(M^F//M^F)$	$(M^N//M^F)$	$(M^N//M^N)$
Effectif	50	800	150

sous le contrôle d'un seul gène. Le phénotype frisé est dû à l'hétérozygotie (MN//MF) sur ce locus. Un homozygote (MF//MF) a un phénotype crépu. Les volailles (MN//MN) ont un plumage normal. Le phénotype d'un échantillon de 1000 volatiles a été analysé. Les résultats sont reportés dans le document ci-dessous.

1. Déterminez les fréquences alléliques dans la population.

Soit  $p$  la fréquence de l'allèle MF = (effectif homozygotes (MF//MF) + 1/2 effectif hétérozygotes (MF//MN) / effectif total

$$p = ( 50 + 400 ) / 1000 = 0,450$$

Soit q la fréquence de l'allèle a :  $q = 1 - p = 1 - 0,450 = 0,550$

Ou par le calcul :  $q = f_q$  de l'allèle MN =(effectif homozygotes (MN//MN) + ½ effectif hétérozygotes (MF//MN) / effectif total

$$q = ( 150 + 400 ) / 1000 = 0,550$$

2. Déterminez les effectifs théoriquement attendus pour chaque génotype à partir du modèle de HW.

Fréquence des effectifs théoriquement attendus grâce au modèle HW :

Pour effectif (MF//MF) :  $F_q$  du génotype (MF//MF) x effectif total =  $p^2$  x effectif total =  $0,450^2 \times 1000 = 202$

Pour effectif (MF//MN) :  $F_q$  du génotype (MF//MN) x eff tot =  $2pq$  x effectif total =  $2 \times 0,450 \times 0,550 \times 1000 = 495$

Pour effectif (MN//MN) :  $F_q$  du génotype (MN//MN) x effectif total =  $q^2$  x effectif total =  $0,550^2 \times 1000 = 303$

3. Prouver que la structure génétique de cette population ne suit pas la loi de Hardy-Weinberg pour ce gène.

Les effectifs théoriquement attendus par le modèle de HW sont très éloignés des effectifs mesurés dans la population donc cette population de volailles n'est pas à l'équilibre de HW.

4. Préciser dans ce cas quelle condition de la loi de Hardy-Weinberg n'est pas respectée. Précisez votre réponse.

Si la structure génétique n'est pas respectée, c'est que les reproductions ne s'effectuent pas au hasard, la panmixie n'est pas respectée. On peut supposer que les éleveurs favorisent certains accouplements pour obtenir certaines volailles et pas d'autres.

### **Exo 30 : Test de complémentation :**

La couleur des yeux des Drosophiles est due à un mélange de pigments rouge et brun qui donne une couleur « rouge brique » caractéristique des individus « sauvages ».

En l'absence de pigment brun, les yeux des Drosophiles sont « rouge vif ».

On connaît trois lignées pures mutantes (B, K, L) de Drosophiles aux yeux rouges vifs. Afin de déterminer le nombre de gènes responsables de la synthèse de ce pigment brun, on croise ces différents mutants entre eux.

1. En quoi ces croisements correspondent-ils à un test de complémentation ?

Il s'agit de croisements de mutants entre eux où les allèles mutants sont récessifs.

### **Rappel :**

Le croisement mutant par mutant est un test de complémentation fonctionnelle qui permet de savoir si les souches sont mutées dans le même gène ou des gènes différents.

Le test de complémentation consiste à réunir deux génomes portant chacun une ou plusieurs **mutations récessives** dans un même cytoplasme sans possibilité

d'échange de matériel génétique (pas de recombinaison) ; puis d'observer le phénotype qui en résulte soit au niveau cellulaire soit au niveau de l'organisme. On dit qu'il y a **complémentation** lorsque la réunion, dans un même cytoplasme, de deux génomes portant chacun une ou plusieurs mutations récessives affectant le même caractère (présentant le même phénotype), conduit à un phénotype sauvage. Le phénomène s'observe dans des cellules (ou des organismes) où se trouvent réunis deux génomes portant chacun une ou plusieurs **mutations récessives** dans des **gènes différents**.

Il y a **absence de complémentation** lorsque la réunion, dans un même cytoplasme, de deux génomes portant chacun une ou plusieurs **mutations récessives** affectant le même caractère (présentant le même phénotype), conduit à un **phénotype mutant**.

Le phénomène s'observe dans des cellules (ou des organismes) où se trouvent réunis deux génomes portant chacun une ou plusieurs **mutations récessives** dans **au moins un gène commun**.

Le tableau suivant donne le phénotype des différents croisements :

	Femelle	B	K	L
Mâle				
B		rouge vif	sauvage	sauvage
K		sauvage	rouge vif	rouge vif
L		sauvage	rouge vif	rouge vif

On suppose que les allèles mutants sont récessifs devant les allèles sauvages.

2.a) Les croisements « mutants » par eux-mêmes donnent un phénotype mutant.

Pourquoi ?

Trois lignées pures mutantes, le caractère mutant est récessif : récessifs x récessifs = 100% de récessifs.

2.b) Le croisement « mutant K » x « mutant L » donne un phénotype mutant. Que pouvez-vous en conclure sur la place de ces deux mutations ?

Soit un gène A, portant l'allèle A dominant intervenant dans la synthèse du pigment Brun,

Soit deux lignées mutantes récessives (homozygotes, lignées pures).

mutant K [Rouge vif] = (a1//a1) x mutant L [Rouge vif] = (a2//a2)

F1 [Rouge vif] = (a1//a2) (récessif hétérozygote)

Il n'y a pas eu de complémentation entre les deux lignées mutantes. Les deux mutations sont situées sur le même gène. Le croisement entre ces deux lignées ne permet pas de reconstituer le phénotype sauvage.

2. c) Le croisement d'un mutant B par « K » ou « L » donne un individu sauvage.

Combien de gènes sont nécessaires à la synthèse du pigment brun ?

Ces deux mutations sont sûrement situées sur des gènes différents, car le croisement entre les lignées permet de reconstituer le phénotype sauvage.

Soit deux gènes A et B, portant l'allèle A et B dominants et intervenant dans la synthèse du pigment Brun. Si l'un des deux gènes est muté la synthèse du pigment brun n'est plus possible.

Soit trois lignées mutantes homozygotes, lignées pures, dont la mutation est récessive.

1) mutant K [Rouge vif] = (a1//a1, B//B) x mutant B [Rouge vif] = (A//A, b//b)  
= F1 [Rouge brique=Sauvage] (A //a1, B//b)  
-> il y a complémentation fonctionnelle

2) mutant L [Rouge vif] = (a2//a2, B//B) x mutant B [Rouge vif] = (A//A, b//b)  
= F1 [Rouge brique=Sauvage] (A //a2, B//b)  
-> il y a complémentation fonctionnelle

### Exo 31.

Chez *Lathyrus odoratus*, on connaît trois enzymes Ea, Eb et Ec, respectivement produits des gènes A, B et C, qui gouvernent la synthèse de l'anthocyane, le pigment pourpre des pétales, selon la réaction (on sait qu'en absence de pigments, les fleurs sont blanches) :

(Ea)                      (Eb)                      (Ec)

Précurseur organique -> intermédiaire X -> pigment bleu -> pigment pourpre  
sans couleur                      sans couleur

1. Quelle sera la couleur des fleurs dans une souche pure dépourvue d'une des trois activités (les trois souches pures sont appelées a, b et c).

Pour la souche pure a, de génotype (a-//a-), il y a absence de l'activité Ea donc les fleurs seront blanches et on observera une accumulation du précurseur organique.  
Pour la souche pure b, de génotype (b-//b-), il y a absence de l'activité Eb donc les fleurs seront blanches et on observera une accumulation de l'intermédiaire X, sans couleur.

Pour la souche pure c, de génotype (c-//c-), il y a absence de l'activité Ec donc les fleurs sont bleues et on observera une accumulation du précurseur constituant un pigment bleu ne pouvant être transformé en anthocyane pourpre.

2. On croise chacune des souches a, b ou c avec la souche pure sauvage, on observe des descendants F1 aux fleurs pourpres. Interpréter.

Les 3 phénotypes mutants sont récessifs ; l'effet des mutations est récessif face à celui de l'allèle sauvage qui compense l'effet (ou l'absence d'effet) de l'allèle muté.

3. On croise chacune des souches mutantes a, b et c entre elles. Quelle sera la couleur des fleurs en F1 ?

Les mutants sont récessifs et les 3 mutations touchent des gènes différents, les diploïdes issus du croisement entre deux souches quelconques présenteront une complémentation fonctionnelle conduisant à un phénotype sauvage (les fleurs seront pourpres).

4. On découvre une nouvelle variété aux fleurs blanches, appelée d qui, croisée avec la souche sauvage ou les souches a, b ou c, donne des F1 aux fleurs pourpres. Conclure.

La souche d présente un phénotype récessif et le résultat présentant un phénotype sauvage, on peut donc dire qu'il y a eu complémentation fonctionnelle. La souche d est donc mutée dans un autre gène que les gènes A, B ou C ; il existe donc au moins 4 gènes dans la chaîne de biosynthèse de l'anthocyane pourpre.

5. Aurait-on pu répondre à la question précédente en l'absence du résultat du croisement entre la souche d et la souche sauvage ?

Le test de dominance / récessivité des mutants est nécessaire pour pouvoir interpréter l'absence de complémentation et conclure que deux mutations touchent le même gène. Ici, on observe une complémentation fonctionnelle donc les mutants sont forcément récessifs et le test de dominance va le confirmer.

6. Il est facile d'injecter, à l'ouverture du bourgeon floral, un extrait purifié du pigment bleu ou de l'intermédiaire X sans couleur.

a. Quelle serait la couleur des fleurs chez un individu c, ayant reçu un extrait de pigment bleu ; de produit X ?

La souche ne peut pas transformer le pigment bleu donc ces injections sont sans effets.

b. Quelle serait la couleur des fleurs chez un individu b, ayant reçu un extrait de pigment bleu ; de produit X ?

Quand on apporte le pigment bleu, les fleurs seront rouges et si on apporte X, elles seront blanches.

c. On injecte le produit X dans le bourgeon floral d'un individu d, les fleurs sont blanches. Conclure.

Les fleurs restent blanches donc X ne peut pas être transformé en anthocyane pourpre et la chaîne de biosynthèse est bloquée avant la formation du pigment bleu. On peut penser que le gène d code pour une enzyme gouvernant une étape située entre X et le pigment bleu.