Fiche 3

Exercice 1. Levin (1978) a étudié le polymorphisme des allozymes chez une plante sauvage annuelle, le Phlox drumondi. Pour le gène de l'alcool désydrogénase (Adh) dont les allèles sont Adh^a et Adh^b, une population du Texas présente les fréquences génotypiques suivantes Adh^a/ Adh^a (0.04), Adh^a /Adh^b (0.32), Adh^b/ Adh^b (0.64). a)Estimer les fréquences alléliques. b) La population satisfait-elle l'équilibre de Hardy-Weinberg ?

Solution

Génotype	Fréquence génotypique
Adh^a/ Adh^a	0.04
Adh^a /Adh^b	0.32
Adh^b/ Adh^b	0.64

a) Fréquences alléliques

-Fréquence allélique Adh^a = 0.04+ 0.32/2= 0.20 (p)

-Fréquence allélique Adh^b = 0.64 + 0.32/2 = 0.80 (q)

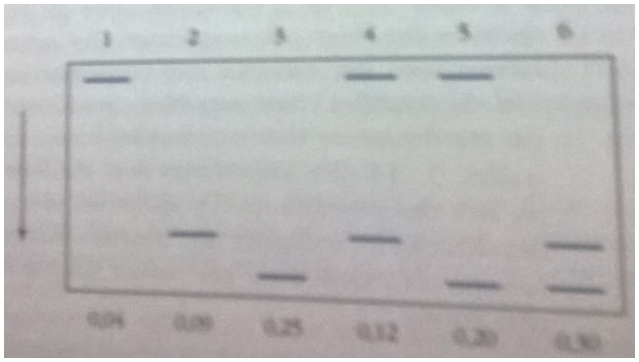
b) Fréquences génotypique à l'équilibre (théorique)

$(p+q)^2 = p^2 + q^2+2pq = (0.20)+ (0.80)+ 2 (0.20)(0.80) = 0.04 + 0.64 +0.32 = 1$

Les fréquences théoriques à l'équilibre correspondent aux fréquences observées donc la population étudiée est en équilibre de Hardy-Weinberg.

Exercice 2

Dans une population naturelle de grande taille Mimulus guttalus, un échantillon d'une feuille a été prélevé sur un grand nombre de plante. Après broyage les extraits de feuilles ont été soumis à une électrophorèse sur gel. Le gel est ensuite coloré pour révéler une enzyme spécifique (X). Six types de profil de bandes ont été observés avec les fréquences des bandes suivantes: piste 1 (0.04), piste 2 (0.09), piste 3 (0.25), piste 4 (0.12) piste 5 (0.20), piste 6 (0.30). a) en supposant que ces profils sont dus à un seul locus, proposez une explication génétique pour ces 6 types. b) comment pouvez-vous testez votre idée ? c) quelles sont les fréquences alléliques dans cette population ? La population est-elle en l'équilibre de Hardy-Weinberg



Solution (exo 2)

a) Sur le gel, on observe 3 positions différentes des bandes : l'une en bas du gel (à migration rapide) qu'on appellera « rapide », une autre un peu plus haut, qu'on appellera intermédiaire et celle du haut la bande lente. Chaque individu présente une bande ou deux.

Sur la piste une, il y'a une bande lente, appartenant aux individus homozygotes pour un allèle (LL).La piste 2 il y'a une seule bande (I) appartenant aux homozygote pour cet allèle (II) et la piste 3, une seule bande (R) appartenant aux homozygotes pour cet allèle (RR). La piste 4, deux bandes appartenant aux hétérozygote (L/I) ; la piste 5, deux bandes appartenant aux hétérozygotes (L/R) ; la piste 6 deux bandes ; des hétérozygotes I/R. donc on peut déduire qu'il s'agit d'un seul locus (gène) avec 3 allèles codominants (A^R, A^I, A^L).

Les génotypes respectifs (1 à 6): $A^L A^L$, $A^I A^I$, $A^R A^R$, $A^R A^I$, $A^L A^R$, $A^I A^R$

b) on peut s'assurer qu'il s'agit d'un locus à 3 allèles en réalisant des croisements contrôlés : croiser les individus de même génotype hétérozygotes entre eux (autocroisement) qui conduira à des proportions : 1/4 homozygote pour le premier allèle, ½, d'hétérozygote, ¼ homozygote pour le 2ème allèle.

gamètes	½ A^L	½ A^I
½ A^L	$A^L A^L$	$A^L A^I$
½ A^I	$A^L A^I$	$A^I A^I$

gamètes	½ A^L	½ A^R
½ A^L	$A^L A^L$	$A^L A^R$
½ A^R	$A^L A^R$	$A^R A^R$

gamètes	½ A^{LR}	½ A^{I}
½ A^{R}	$A^{R}A^{L}$	$A^{R}A^{I}$
½ A^{I}	$A^{R}A^{I}$	$A^{I}A^{I}$

c) les fréquences alléliques :

f (A^{R}) = 0.25 +1/2 (0.20)+ ½ (0.30)= 0.50 ;

f (A^{I}) = 0.09 + ½ (0.12) +1/2 (0.30) = 0.30 ;

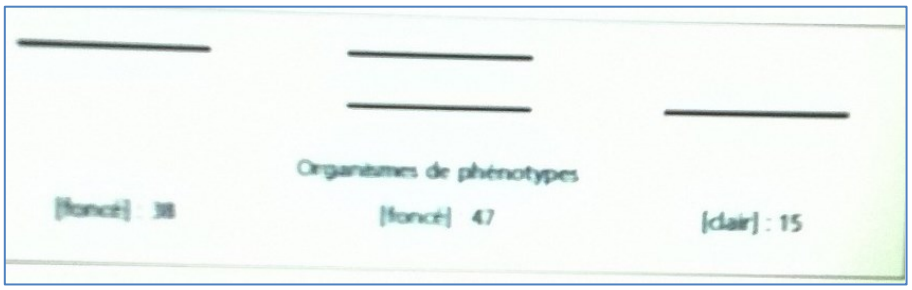
f (A^{L}) = 0.04 + ½ (0.12) + 1/2(0.20) = 0.20.

d) les fréquences génotypiques de Hardy-Weinberg :

$(p+ q+ r)^2 = p^2+ q^2+ r^2 + 2pr +2pq + 2qr = (0.5)^2+ (0.3)^2 + (0.20)^2 + 2 (0.5)(0.20)+ 2 (0.5)(0.30)+ 2 (0.20)(0.30)= 0.25+0.090+ 0.04+ 0.20+0.30+0.12.$

Les fréquences génotypiques théoriques correspondent aux fréquences génotypiques observées, on conclue que la population est en équilibre de Hardy-Weinberg.

Exercice 3/ Le phénotype de pigmentation alaire, chez une espèce de papillon, est gouverné par un gène existant sous deux formes alléliques, notées A et a, dont les fréquences sont p et q. Le phénotype clair est récessif et correspond au génotype aa. Le piégeage, en milieu naturel, de 1 600 papillons, a permis de dénombrer 1 340 phénotypes foncés et 260 clairs. Question 1 : déterminez la composition génotypique et allélique de la population et testez sa conformité au modèle de Hardy-Weinberg. Question 2 : le gène étudié spécifie une enzyme de la chaîne de biosynthèse des pigments qu'il est possible d'étudier, en biochimie, par électrophorèse. L'étude réalisée sur 100 animaux est rapportée ci-dessous ; en quoi cette étude complémentaire permet-elle de répondre aux questions précédentes ?



SOLUTION

Question 1 : Il faut faire l'hypothèse que la population a une composition génétique conforme à celle attendue sous l'équilibre de Hardy-Weinberg. Dans ce cas la fréquence du phénotype récessif est égale au carré de la fréquence de l'allèle a, soit : f[clair] = 260/1 600 = q2, d'où q = = 0,4 et p = 1 – q = 0,6.

c) Fréquences des génotypes A/A ont pour fréquences respectives

(A/A) $p^2 = (0.6)^2 = 0.36$

(A/a) 2pq= 0.48

(a/a) q^2= 0.16.

Tester l'équilibre

On retrouvera les mêmes effectifs, ce qui conduirait à un χ2 de valeur égale à zéro, ce qui n'est pas possible. En plus une telle variable de χ2 aurait ici zéro degré de liberté. En effet il y a 2 classes (foncé et clair), moins 2 allèles, ce qui fait zéro degré de liberté. L'équilibre de Hardy-Weinberg ne peut être testé par l'information disponible.

classes	Observés	Théor		
AA	576	576		
Aa	768	768		
aa	260	256		
total	1604	1600		X^2= 0

Question 2 : les organismes de phénotype clair présentent tous une enzyme dont la migration est plus rapide et qui, chez ces organismes est codée par l'allèle (a). L'enzyme codée par l'allèle (A) a donc une migration plus lente. Les 38 organismes présentant une bande « lente » unique correspondent à des homozygotes A/A, tandis que les 47 hétérozygotes présentent les deux formes enzymatiques. Les phénotypes électrophorétiques des produits du gène étudiés sont codominants, ce qui permet le calcul direct des fréquences, soit, à partir du tableau ci-dessous :

Génotype	AA	Aa	aa
Effectifs observes	38	47	15
Effectifs theoriques	37.82	47,36	14.82

- Fréquences génotypiques : f(A/A) = 0,38 ; f(A/a) = 0,47; f(a/a) = 0,15
- Fréquences alléliques : f(A) = 0,38 + 0,47/2 = p = 0,615 ; f(a) = 0,15 + 0,47/2 = q = 0,385

- fréquences génotypiques attendues : p^2= 0.378225 ; 2pq =0.47355 et q^2 = 0.148225
- les effectifs attendus sous l'hypothèse de l'équilibre panmictique de Hardy-Weinberg

classes	Observés	Théor	$(o-th)^2$ /th	
AA	38	37.8225	0.00083	
Aa	47	47.355	0.0027	
aa	15	14.8225	0.00022	
total	100	100		X^2= 0.00375

- La valeur du χ2 est égale à 0,00375, ce qui est très inférieur χ2 (3.84) pour p (α)= 5 % pour un 1 ddl (3-2= 1) L'équilibre de Hardy-Weinberg est donc une hypothèse acceptable.