

TD/ Fiche 1

Exercice 1 (équilibre de Hardy-Weinberg)

Dans le pool de gènes d'une population, les allèles A1 et A2 ont initialement les fréquences p et q

- 1- Démontrer la loi de Hardy-Weinberg en utilisant les fréquences relatives de chaque croisement
- 2- Dédire les fréquences relatives des génotypes des différents types de descendants

Solution

- 1) Soit deux allèles A1 et A2 de fréquences initiales p et q

	A1 (p)	A2 (q)
A1(p)	A1A1 (p^2)	A1A2 (pq)
A2 (q)	A2A1 (pq)	A2A2 (q^2)

- Les génotypes possibles sont : A1A1, A2A1, A2A2
- Il y'a 6 croisements possibles

		Parents mâles		
		A1A1 p^2	A1A2 $2pq$	A2A2 q^2
Parents femelles	A1A1 p^2	p^4	$2p^3q$	p^2q^2
	A1A2 $2pq$	$2p^3q$	$4p^2q^2$	$2pq^3$
	A2A2 q^2	p^2q^2	$2pq^3$	q^4

Nous reportons sur le tableau suivant tous les croisements avec leurs fréquences et ceux de la descendance

- 2)

Type de couples	Fréquence des couples	Fréquences des descendants A1A1	Fréquences des descendants A1A2	Fréquences des descendants A2A2
A1A1x A1A1	p^4	p^4		
A1A1x A1A2	$4p^3q$	$2p^3q$	$\frac{1}{2} (4p^3q)$	
A1A1x A2A2	$2p^2q^2$		$2p^2q^2$	
A1A2x A1A2	$4p^2q^2$	p^2q^2	$\frac{1}{2} (4p^2q^2)$	$\frac{1}{4} (4p^2q^2)$
A1A2x A2A2	$4pq^3$		$\frac{1}{2} (4pq^3)$	$\frac{1}{2} (4pq^3)$
A2A2x A2A2	q^4			q^4
TOTAL		$p^4 + 2p^3q + p^2q^2$	$2p^3q + 2p^2q^2 + 2p^2q^2 + 2pq^3$	$p^2q^2 + 2pq^3 + q^4$

$$A1A1 = p^4 + 2p^3q + p^2q^2 = p^2(p^2 + 2pq + q^2) = p^2$$

$$A1A2 = 2p^3q + 2p^2q^2 + 2p^2q^2 + 2pq^3 = 2pq(p^2 + 2pq + q^2) = 2pq$$

$$A2A2 = p^2q^2 + 2pq^3 + q^4 = q^2(p^2 + 2pq + q^2) = q^2$$

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Exercice 2

Dans une population de soja, contenant des plants de couleur jaune d'or, vert clair et vert foncé dont les allèles sont C^G et C^D . Les proportions phénotypiques sont : 2 jaunes d'or, 36 verts clair et 162 verts foncé. Déterminer les fréquences des allèles.

Solution :

Nombre	Phénotype	Génotype
162 (D)	Vert foncé	$C^D C^D$
36 (H)	Vert clair	$C^G C^D$
2 (R)	Jaune	$C^G C^G$

Codominance

$$p = (2D+H)/2N = (D+1/2H)/N$$

$$q = (2R+H)/2N = (R + 1/2H)/N$$

N = nombre total d'individus soit 200. Chaque individu est diploïde donc le nombre total d'allèles (pool d'allèle) = $2 \times 200 = 400$.

$$\text{Calcul de l'allèle } C^D : p = (2D+H)/2N = (D+1/2H)/N$$

il y a 162 individus vert foncé portant chacun 2 allèles C^D , soit (2×162) ;

il y a 36 individus portant 1x 36 allèles C^D .

Le nombre total d'allèle C^D dans l'échantillon est 360.

Pour l'allèle C^D $p = 360/400 = 0.9$ ou 90%.

Les 10% d'allèles restant doivent être $C^G = 0.1 = q$. ou alors $q = (2R + H)/2N = (R + 1/2H)/N = 4+36/400 = 40/400 = 0.1$ soit 10%.

Exercice 3

Le système Rhésus est sous le contrôle de deux allèles, D (Rh^+) et d (Rh^-). Lors d'une étude de 400 Basques (Pyrénées France et Espagne), on a trouvé 230 Rh^+ et 170 Rh^- . Estimer les fréquences des allèles D et d , les fréquences génotypiques et la proportion des individus Rh^+ qui sont hétérozygotes.

Solution (Dominance total)

L'allèle d est récessif, donc pour être Rh^- il faut être de génotype dd . Les 170 individus sont de génotype dd donc ce nombre permet d'estimer la fréquence q de l'allèle d :

$$\text{La fréquence génotypique } q^2 = 170/400 = 0.425 \text{ et } q = (170/400)^{1/2} = 0.65$$

$$p+q = 1 \text{ donc } p = 1-0.65 = 0.35$$

- Les fréquences génotypiques sont
 $DD : (0.35)^2 = 0.21$; $Dd : 2(0.35)(0.65) = 0.454$; $dd : (0.65)^2 = 0.425$
- Parmi les individus Rh^+ , la proportion des hétérozygotes : $0.454 / (0.21 + 0.454) = 68.3\%$

Exercice 4

La coloration du pelage du lapin est contrôlée par 3 allèles C (entièrement coloré), c^h (Himalayan) et c (albinos), avec la relation de dominance $C > C^h > c$ et les fréquences respectives sont p, q et r. Si une population de lapin contenant des individus représentant les trois phénotypes est panmictique, a) quelles seront les fréquences des différents génotypes à la génération suivante en fonction des différents phénotypes? b) en déduire une formule pour le calcul des fréquences des différents allèles en fonction des différents phénotypes c) avec $p=0.5$, $q=0.1$ et $r=0.4$, calculer les proportions des différents génotypes parmi les lapins entièrement coloré.

Solution (multiallélique)

- a) Les fréquences des différents génotypes d'une population panmictique dont les allèles ont les fréquences p, q et r s'obtient en développant $(p+q+r)^2$

	p (C)	q (C^h)	r (c)
p (C)	$p^2 CC$	$pq C^h C$	$pr Cc$
q (C^h)	$pq C C^h$	$q^2 C^h C^h$	$qr C^h c$
r (c)	$pr C c$	$qr C^h c$	$r^2 c c$

- Fréquence du Génotype $CC = p^2$; Phénotype : entièrement coloré
- Fréquence du Génotype $C^h C = 2pq$; Phénotype : entièrement coloré
- Fréquence du Génotype $Cc = 2pr$; Phénotype entièrement coloré
- Fréquence du Génotype $C^h c = 2qr$; Phénotype : himalayan
- Fréquence du Génotype $C^h C^h = q^2$; Phénotype : himalayan
- Fréquence du Génotype $cc = r^2$; Phénotype : albinos

b)- $r =$ fréquence de l'allèle c $= (r^2)^{1/2}$

$q =$ fréquence de l'allèle C^h ; soit H la fréquence du phénotype himalayan donc

$H = q^2 + 2qr$. En complétant l'équation. $q^2 + 2qr + r^2 = H + r^2$. $(q+r)^2 = H + r^2$; $q+r = (H + r^2)^{1/2}$
donc $q = (H + r^2)^{1/2} - r$

$p =$ fréquence de C $= 1 - q - r$

c) proportions des différents génotypes parmi les lapins entièrement coloré avec $p=0.5$, $q=0.1$ et $r=0.4$

$CC = p^2$; Phénotype : entièrement coloré $= (0.5)^2 = 0.25$

$C^h C = 2pq$; Phénotype : entièrement coloré $= 2 (0.5) (0.1) = 0.1$

$Cc = 2pr$; Phénotype entièrement coloré $= 2 (0.5) (0.4) = 0.40$

Soit un total de 0.75 de phénotype entièrement coloré.

Si on ne considère que les lapins entièrement coloré on a $(25/75 = 33.33\%) + (10/75 = 13.33\%) + (40/75 = 53.33\%) = 100\%$.

Exercice 5

Le gène récessif w est lié à l' X chez la drosophile, est responsable de la couleur blanche des yeux. L'allèle w^+ conduit à des yeux rouges. A partir d'un échantillon de 170 mâles à yeux rouges et 30 mâles à yeux blancs, estimer la fréquence des allèles w et w^+ dans le stock de gènes b) quel est le pourcentage des femelles de la population ayant les yeux blancs ?

Solution (caractère lié à l' X)

a)

Nb de mâles observés	Génotype des mâles	Phénotype des mâles
170	$w^+ Y$	Sauvage (yeux rouges)
30	wY	Œil blanc

- 30 des 200 Chromosomes sont porteur de l'allèle w donc

La fréquence de l'allèle w : $q = 30/200 = 0.15$

Donc la fréquence de l'allèle w^+ : $p = 1 - 0.15 = 0.85$

b) Les femelles ont deux chromosomes X donc les génotypes sont $X^{w^+}X^{w^+}$, $X^{w^+}X^w$ et X^wX^w .

Parmi les femelles on a $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ (100%) de femelle dont

$q^2 = (0.15)^2 = 0.0225$ soit 2.25 des femelles doivent être de phénotype œil blanc

$p^2 + 2pq = (0.85)^2 + 2(0.85)(0.15) = 0.9775$ sont sauvages (œil rouge) dont 0.225 sont hétérozygotes