

L'équilibre de Hardy-Weinberg

1 - Qu'est-ce que l'équilibre de Hardy-Weinberg ?

L'équilibre de Hardy-Weinberg est un modèle théorique qui décrit l'évolution des fréquences alléliques et génotypiques dans une population.

Il montre que, dans certaines conditions idéales, les fréquences des allèles et des génotypes restent constantes au cours des générations. Dans ce cas, on dit que la population est à **l'équilibre de Hardy-Weinberg**.

2- Les conditions de l'équilibre

Pour qu'une population soit à l'équilibre de Hardy-Weinberg, elle doit respecter cinq conditions :

- **Population de grande taille** (pas de dérive génétique).
- **Accouplements au hasard** (panmixie).
- **Absence de sélection naturelle**.
- **Absence de mutation**.
- **Absence de migration** (pas d'entrée ou de sortie d'allèles).

Dans la nature, ces conditions ne sont jamais totalement respectées. Ce modèle sert donc de référence pour étudier l'évolution des populations.

3- Fréquences alléliques

Considérons un gène possédant deux allèles (A et a) et présent dans une population parentale :

On note :

- **p** = fréquence de l'allèle A
- **q** = fréquence de l'allèle a

Comme il n'existe que deux allèles :

$$p + q = 1$$

4- Fréquences génotypiques à l'équilibre dans la population fille

Lors de la reproduction aléatoire au sein de la population parentale, on s'attend à obtenir les fréquences suivantes pour les génotypes de la population fille :

Allèles apportés par les femelles et les males	A : f(A) = p	a : f(a) = q
A : f(A) = p	(A//A) avec $f(A//A) = p^2$	(A//a) avec $f(A//a) = pq$
a : f(a) = q	(A//a) avec $f(A//a) = pq$	(a//a) avec $f(a//a) = q^2$

La somme des fréquences des génotypes est toujours égale à 1 :

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

Cette relation est appelée **loi de Hardy-Weinberg**.

5- Utilité du modèle

Le modèle de Hardy-Weinberg permet :

- de calculer les fréquences attendues des génotypes ;
- de comparer ces valeurs aux fréquences observées ;
- de détecter l'action de forces évolutives sur une population.

Si les fréquences observées diffèrent des fréquences attendues, cela signifie qu'au moins une condition de l'équilibre n'est pas respectée.

6- Les facteurs qui modifient l'équilibre

a) La sélection naturelle

Certains génotypes ont un meilleur succès reproducteur que d'autres.

Conséquence : → certains allèles deviennent plus fréquents.

b) La dérive génétique

Dans les petites populations, le hasard peut faire varier les fréquences alléliques d'une génération à l'autre.

Conséquence : → perte ou fixation d'allèles.

c) Les migrations

L'arrivée ou le départ d'individus modifie la fréquence des allèles.

d) Les mutations

L'apparition de nouveaux allèles modifie le patrimoine génétique de la population.

e) Les accouplements non aléatoires

La reproduction préférentielle entre certains individus modifie les fréquences génotypiques.

Méthode à retenir :

1. Calculer les fréquences alléliques (p et q) de la population parentale.
2. Vérifier que $p + q = 1$.
3. Calculer les fréquences génotypiques (p^2 , $2pq$, q^2) et les effectifs théoriques.
4. Comparer aux fréquences ou effectifs observés.
5. Conclure sur l'équilibre ou l'évolution de la population.