AlloSchool

Sciences de la Vie et de la Terre

Génétique des populations
Cours (Partie 1)

Professeur : Mr BAHSINA Najib

Sommaire

I- Introduction

II- Notion d'équilibre des populations

2-1/ Signification biologique de la population

2-2/ Notion de pool génétique

I- Introduction

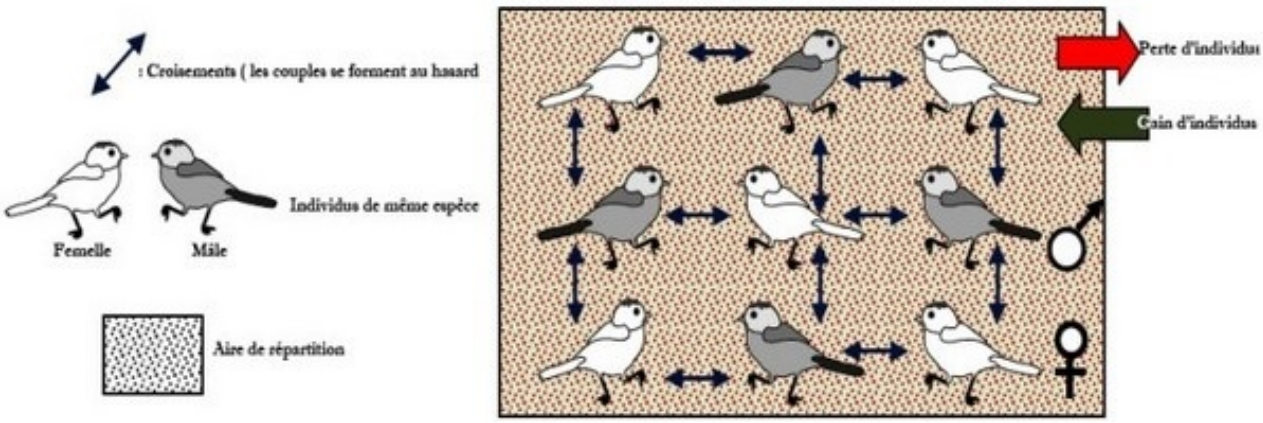
Si la génétique mendélienne s'intéresse à l'étude de la transmission des caractères héréditaires chez des individus où les croisements sont contrôlés par l'expérimentateur.

La génétique des populations vise à étudier cette transmission au sein d'une population (groupe d'individus) et ceci à travers le calcul des fréquences des gènes et des génotypes, et l'étude des facteurs susceptibles de modifier ces fréquences au cours des générations.

- Quelle est la signification biologique de la population ?
- Comment calculer les fréquences alléliques, génotypiques et phénotypiques ?
- Quels sont les facteurs influençant la variabilité génétique des populations ?

II- Notion d'équilibre des populations

2-1/ Signification biologique de la population



Une population est un ensemble d'individus appartenant à la même espèce vivant dans le même espace géographique et pouvant se croiser entre eux.

La population est une structure dynamique qui se caractérise par :

- Entrée de nouveaux individus (naissances et migration vers la population).
- Perte d'individus : les décès et la migration des individus hors de l'aire de répartition de la population.
- Diversité phénotypique des individus.

2-2/ Notion de pool génétique

Définition

Le pool génétique (ou pool génique) correspond à l'ensemble des allèles d'un ou de plusieurs gènes possédés par les individus d'une population.

Pour décrire le pool génétique d'une population, on doit calculer les fréquences alléliques et génotypiques.

Calcul des fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques

Fréquences phénotypiques :

$$f([A]) = \frac{nombre\ d'individus\ porteurs\ du\ phénotype\ [A]}{nombre\ totale\ des\ individus\ (N)}$$

$$f([a]) = \frac{nombre\ d'individus\ porteurs\ du\ phénotype\ [a]}{nombre\ totale\ des\ individus\ (N)}$$

Fréquence génotypique :

$$f(AA) = \frac{n(AA)}{N} = D$$

$$f(Aa) = \frac{n(Aa)}{N} = H$$

$$f(aa) = \frac{n(aa)}{N} = R$$

n(AA) = nombre d'individus ayant le génotype A//A
n(Aa) = nombre d'individus ayant le génotype A//a
n(aa) = nombre d'individus ayant le génotype a//a
N = le nombre total des individus (n(AA) + n(Aa) + n(aa))

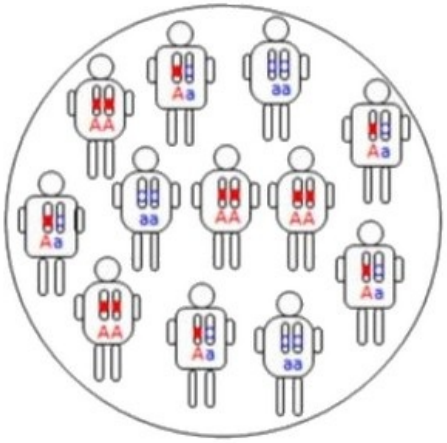
Fréquences alléliques :

$$f(A) = p = \frac{n(aA)+2n(AA)}{2N} = \frac{H}{2} + D$$

$$f(a) = q = \frac{n(aA)+2n(aa)}{2N} = \frac{H}{2} + R$$

Application

On considère la population représentée par la figure suivante :



2-3/ Loi de Hardy-Weinberg et conditions de son application

Énoncé de la loi de Hardy-Weinberg

En 1908, un mathématicien (Hardy) et un médecin (Weinberg) ont formulé une loi, appelée loi de Hardy-Weinberg:

> Dans une population théorique idéale, de taille infinie et en équilibre génétique, les fréquence génotypiques et alléliques restent stables d'une génération à une autre.

La population théorique idéale selon la loi de Hardy- Weinberg. présente les caractéristiques suivantes :

- population d'organisme diploïdes
- reproduction sexuée
- abscence de chevauchement entre les générations.
- son nombre est infini
- fermée génétiquement (pas de migration).
- ses individus ont la même capacité de se reproduire et la capacité de donner des descendants capables de vivre.
- la population est panmictique (les couples se forment au hasard (panmixie),

Démonstration de la loi de Hardy-Weinberg

Soit une population P0 de drosophiles constituée de :

Effectif	Phénotype	Génotype
266	Yeux blancs	bb
797	Yeux rouges	Rb
598	Yeux rouges	RR

1. Calculer les fréquences génotypiques et alléliques dans la population P0
2. Quelles sont les fréquences génotypiques et alléliques dans la population P1 issue de la reproduction des individus de la population P0 ?

♀ \ ♂	R **p= 0.6**	b **q= 0.4**
R **p= 0.6**	**RR** p_0^2 =0.36	**Rb** pq = 0.24
b **q= 0.4**	**Rb** pq = 0.24	**bb** q^2 = 0.16

Bilan

Quand les fréquences génotypiques et alléliques restent constantes d'une génération à une autre, on dit que cette population est en équilibre.

Dans ce cas les fréquences génotypiques sont déterminées à partir des fréquences alléliques comme suit :

$$f(AA) = p^2$$
$$f(Aa) = 2pq$$
$$f(aa) = q^2$$

Avec :

$$f\left(AA\right) + f\left(Aa\right) + f\left(aa\right) = p^2 + 2pq + q^2 = (p+q)^2 = 1$$

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**. Une première étude a montré que le phénotype **clair** est récessif et correspond au génotype **aa**. Le piégeage, en milieu naturel d'une population P_0 de **500** papillons, a permis de dénombrer **480 phénotypes foncés** et **20 clairs**.

1. En supposant que la population est panmictique (soumise à la loi H-W), calculez les fréquences alléliques et génotypiques dans la population P_0.
2. Calculez ces fréquences dans la population P_1 issue de de la reproduction des individus de la population P_0.
3. Que déduisez-vous de la comparaison des fréquences des deux populations P_0 et P_1

2-4/ Test de l'équilibre d'une population (Khi deux ou khi carré)

Pour déterminer si une population naturelle est en équilibre à un instant « t » on va la comparer à une population théorique idéale.

Cette comparaison est facile pour des caractères codominants, pour lesquels le calcul des fréquences alléliques est possible.

On applique dans cette comparaison un test nommé test de khi 2 ($\chi 2$).

Les étapes de test de khi 2 :

1. Calcul des fréquences alléliques réelles parmi les N individus échantillonnés.

soit : $p = f(A)$; $q = f(a)$

2. Calcul des effectifs génotypiques attendus dans une population théorique idéale qui aurai le même effectif et les mêmes fréquences alléliques que la population étudiée.

soit:

$n'(AA) = p^2xN$; $n'(Aa) = 2\,pqxN$; $n'(aa) = q^2xN$

3. Comparaison des effectifs observés et des effectifs par un test statistique du khi Deux

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$$

ni : effectifs observés = nombre d'individus ayant le génotype étudié

ni' : effectifs théoriques = nombre d'individus ayant le génotype étudié si la population était en équilibre de H-W.

La valeur χ^2 calculé (χ^2_{cal}) est comparée à une valeur seuil, lue dans une tableχ^2 en fonction de 2 paramètres :

- α : Risque d'erreur choisi par l'expérimentateur, est souvent égale à 5% (0.05)
- ddl : Degré de liberté (ddl = le nombre de génotypes - nombre d'allèles)

ddl \ α	0.10	0.05	0.01	0.001
1	2,71	**3,84**	6.64	10.83
2	4,61	5,99	9.21	13.82
3	6,25	7,81	11.34	16.27
4	7,78	9,49	13.28	18.47
5	9,24	11,07	15.09	20.52
6	10,64	12,59	16.81	22.46

Si χ^2_{cal} est inférieur à χ^2_{seuil} : la population est en équilibre selon la loi de H-W.

Si χ^2_{cal} est supérieur à χ^2_{seuil} : la population n'est pas en équilibre.

On considère une population de Muflier constituée de 400 individus répartis comme suit:

- 165 plantes à fleurs rouges [R]
- 190 plantes à fleurs roses [RB]
- 45 plantes à fleurs blanches [B]

1. Calculez les alléliques dans cette population.
2. En utilisant le test de khi 2, montrez que la population est en équilibre (on prend α = 0.05)
   La valeur du χ^2 au seuil α = 0.05, pour 1 degré de liberté, est de 3.84
3. Calculez les fréquences théoriques des génotypes dans la génération suivante

169 ··· 170 ····· 177

… CAC CGG TTC GAA CTC CGT CGG GAT CCA.

Codons	UUG CUA CUU	UAG UGA	CCC CCA	GAG GAA	AAA AAG	AGA AGG	AGU AGC	GUU GUG	GCC GCA	GGA GGG GGU	CAA CAG
Acides aminés	Leu	Stop	Pro	Ac.glu	Lys	Arg	Ser	Val	Ala	Gly	Gln