

Sous-concept 3 : La diversité génétique d'une population

I. La diversité génétique au sein d'une population

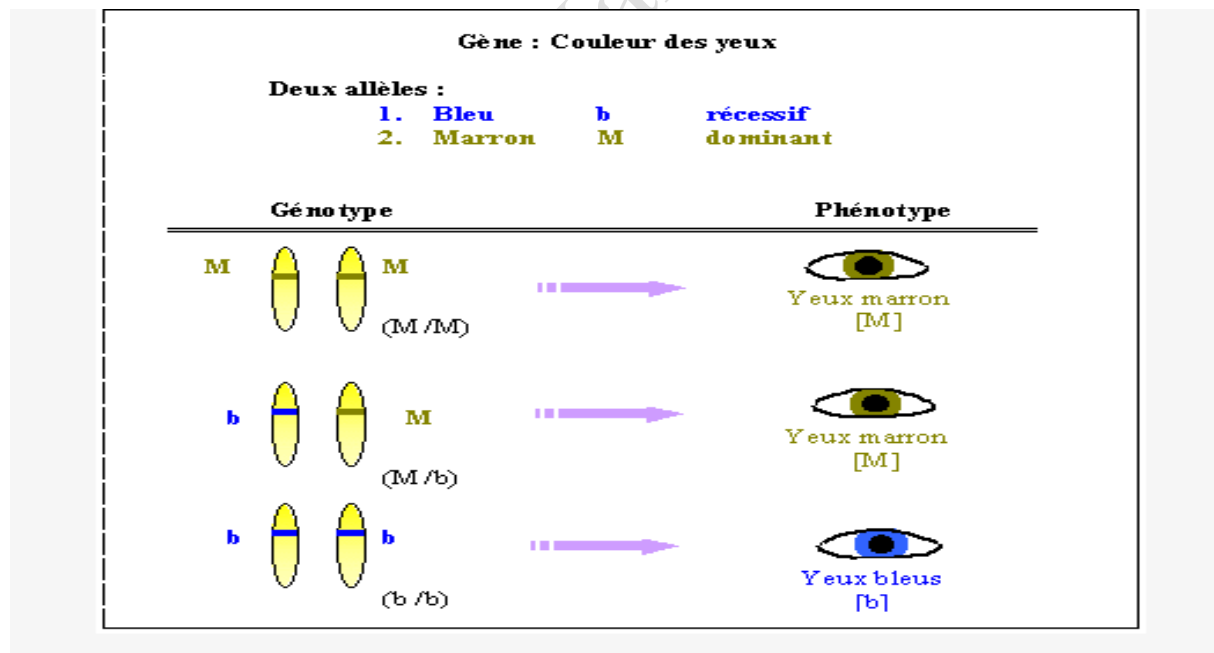
1. Variabilité ou diversité génétique au sein d'une population

Activité 1 : le polymorphisme au sein d'une population

Les mutations créent de nouveaux allèles, c'est à dire de nouvelles formes d'un gène donné. Un gène est dit polymorphe lorsqu'il existe, dans une population, sous plusieurs formes chez au moins 1% des individus. Le génotype d'un individu donne la composition en allèles de l'individu. A chaque phénotype correspond en général plusieurs génotypes. Les mutations peuvent être bénéfiques, si elles résultent en une amélioration de la fonctionnalité de la protéine, bien qu'elles soient le plus souvent négatives.

Chez les organismes, comme l'homme, possédant des paires de chromosomes, deux allèles sont présents pour un gène donné. On distingue alors les allèles dominants (s'exprimant dès qu'ils sont présents), des allèles récessifs (muets lorsqu'ils sont associés à l'allèle dominant cas des cellules hétérozygotes). Il existe parfois des allèles codominants : les deux allèles en présence s'expriment. Les allèles récessifs ne s'expriment que lorsque la cellule est homozygote pour ce gène (elle possède deux allèles identiques).

Récapitulatif de l'expression des mutations : distinction entre phénotype et génotype



Consigne : A partir de l'exploitation des documents ci-dessus ;

- Quand dit-on qu'une population est polymorphe ?
- Quelle est l'origine du polymorphisme des populations ?
- Quand dit-on qu'un gène est polymorphe ?

Sous-concept 3 : La diversité génétique d'une population

Activité 1 : Calcul des fréquences phénotypiques et génotypiques

- La fréquence du génotype A//a est le rapport du nombre d'individus de génotype A//a par le nombre total d'individus.
- La fréquence du phénotype [A] est le rapport du nombre d'individus de phénotype [A] par le nombre total d'individus.

Exemple : une population pour un gène à deux allèles A et a, compte 167 A//A ; 280 A//a et 109 a//a

Calculez les fréquences génotypiques et les fréquences phénotypiques.

1. Calcul des fréquences alléliques ou géniques

a) Cas d'un gène autosomal.

Considérons un seul locus autosomal avec deux allèles possibles (A/a), la population peut se répartir en trois génotypes différents (A//A, A//a et a//a). Si on suppose que l'on a dans la population x individus AA, y individus Aa et z individus aa.

L'effectif total de la population $N = x + y + z$; il existe $2N$ locus au sein de cette population (à cause de la diploïdie).

La fréquence d'un allèle donné est le rapport du nombre de locus occupé par cet allèle et le nombre total de locus existant dans cette population.

$$\text{Fréquence de A} = \frac{2x + y + 0z}{2N} = \frac{2x + y}{2N} = p ;$$

$$\text{Fréquence de a} = \frac{0x + y + 2z}{2N} = \frac{y + 2z}{2N} = q.$$

$$p + q = \frac{2x + y + y + 2z}{2N} = \frac{2(x + y + z)}{2N} = \frac{2N}{2N} = 1$$

b) Cas d'un gène gonosomal

Ici les calculs sont faits en tenant compte du fait que la femelle et le mâle ont des génotypes qui diffèrent.

Soit un gène gonosomal à deux allèles A et a. La population compte M mâles et F femelles. L'effectif total de la population est $N = M + F$.

Chez les mâles, on a x individus XA//Y et y individus Xa//Y. Le nombre total de locus est M

Sous-concept 3 : La diversité génétique d'une population

Chez les femelles, on a t individus $XA//XA$; u individus $XA//Xa$; v individus $Xa//Xa$. Le nombre total de locus est 2F.

Le nombre total de locus dans la population est $M + 2F$

Connaissant les génotypes possibles des femelles et des mâles, on calcule séparément les fréquences alléliques chez les mâles et chez les femelles.

- **Fréquence de l'allèle A = P** = $\frac{2\left(\frac{XA}{XA}\right) + \frac{XA}{Xa}}{2F}$ (chez les femelles);
- **Fréquence de l'allèle A = P** = $\frac{\frac{XA}{Y}}{M}$ (chez les mâles);
- **Fréquence de l'allèle a = q** = $\frac{2\left(\frac{Xa}{Xa}\right) + \frac{XA}{Xa}}{2F}$ (chez les femelles)
- **Fréquence de l'allèle a = q** = $\frac{\frac{Xa}{Y}}{M}$ (chez les mâles);

NB : théoriquement lorsque la population est en équilibre, les fréquences alléliques calculées chez les femelles et chez les mâles sont identiques. Mais dans la pratique les fréquences calculées seront différentes et pour trouver alors la fréquence P du gène A dans la population (femelle + mâle), on utilise alors la formule suivante :

Consigne :

Exercices 1 : Soit une population de 1000 individus dans laquelle on dénombre 490 individus récessifs a//a et 510 individus présentant le phénotype dominant (A). Calculez :

1. La fréquence des récessifs et en déduire les fréquences alléliques p et q des gènes A et a
2. La fréquence des homozygotes A//A et leur nombre d'individus
3. La fréquence des hétérozygotes A//a et leur effectif.

Exercice 2 : Soit un locus A//a situé sur le chromosome X. Dans une population on dénombre 90 mâle $XA//Y$ et 10 $Xa//Y$; 77 femelles $XA//XA$, 21 femelles $XA//Xa$ et 2 femelles $Xa//Xa$.

1. Calculez les fréquences géniques chez les femelles et chez les mâles
2. Calculez la fréquence p(A) dans la population totale

Activité 2 : Influence de la sélection naturelle

La sélection naturelle désigne l'avantage pris certains génotypes par diminution relative de la fécondité et/ou de l'espérance de vie d'autres génotypes de la population sous l'influence des facteurs du milieu.

Sous-concept 3 : La diversité génétique d'une population

Sans pression de l'environnement, pratiquement tous les individus d'une même espèce pourraient à la fois muter sans contraintes (avec apparition des caractères phénotypiques correspondants) et survivre. Mais le climat, la végétation, la nourriture ou même la position géographique (près de la mer ou en montagne) avantagent un certain nombre d'individus dont le phénotype se révèle mieux adapté. Par exemple, les animaux montagnards survivent mieux s'ils ont des poils longs, les fleurs si elles attirent les insectes (pour favoriser la pollinisation), etc. Ainsi, la sélection naturelle agit sur les individus par le biais de leur phénotype.

Le résultat direct de cette constatation est que les individus les moins viables se reproduiront beaucoup moins, et que, de fait, leur génotype ne sera pas transmis à la descendance. Ainsi il se produit une sélection du génotype par l'environnement. Les gènes sont ainsi représentés au cours des générations successives en proportion de la valeur sélective de leurs effets phénotypiques (c'est-à-dire des avantages ou des désavantages qu'ils procurent).

Il arrive également que des gènes n'aient aucune influence sur la sélection des individus d'une population donnée, mais puissent néanmoins favoriser son adaptation si, soudain, son milieu de vie change (on parle alors de préadaptation). Une mutation qui ne confère à un individu ni avantage ni désavantage est dite mutation neutre.

Consigne :

- a. Définis la sélection naturelle.
- b. Selon toi quelle l'influence de la sélection nature sur la variation des fréquences alléliques

Activité 3 : Influence des migrations

La migration est le transfert d'animaux provenant d'une population donnée dans une autre population de structure génétique différente.

Les migrations peuvent :

- Entraîner une circulation plus ou moins intense d'individus entre populations différentes créant : ainsi une uniformisation et la réduction des différences alléliques entre les pools génétiques des deux populations. Ces effets sont d'autant plus importants que les deux populations sont plus proches géographiquement (ce qui facilite les échanges génétiques).
- Créer des populations nouvelles : c'est l'effet de fondation.

En effet, si une migration isole un petit groupe d'individus (sous population) n'ayant emporté qu'une fraction du pool génétique de la population mère, ce groupe peut évoluer indépendamment et constituer une nouvelle population génétiquement originale. Ce mécanisme important est à l'origine de la formation de populations distinctes ; il a lieu lorsque l'effectif d'une espèce est faible et que l'espace géographique pouvant être colonisé est grand. C'est sans doute ainsi que se sont isolées les différentes populations humaines par vagues migratoires successives au cours de l'histoire de notre espèce.

Sous-concept 3 : La diversité génétique d'une population

L'effet fondateur et la dérive génétique qu'elle occasionne se traduisent par la perte de certains gènes et par des modifications totalement aléatoires et imprévisibles de la fréquence des autres ; donc créent la variation génétique.

Consigne :

1. Définis la migration.
2. Détermine l'influence des migrations sur la variation des fréquences alléliques.