COURS ET REPÈRES

Dérive génétique : hasard, taille d’une population et fréquences alléliques

> Seconde · 45 min

Les séries de résultats de ces exercices sont construites pour l'activité et ne proviennent pas d'une étude réelle.

Fréquences alléliques et hasard

Une **population** est un ensemble d’individus de la même espèce, vivant dans un même milieu et capables de se reproduire entre eux. Un gène existe sous plusieurs versions, les **allèles**. La **fréquence d’un allèle** est la proportion de ses copies parmi toutes les copies du gène présentes dans la population. Pour une espèce diploïde, chaque individu porte deux copies du gène :

f = nombre de copies de l’allèle ÷ (2 × N), où N est le nombre d’individus.

Exemple : dans une population de 10 individus, il y a 20 copies du gène. Si l’allèle a est présent en 6 exemplaires, sa fréquence est 6 ÷ 20 = 0,30. La fréquence de l’autre allèle vaut alors 0,70, puisque la somme des fréquences est égale à 1. Cette fréquence ne dépend pas du fait que l’allèle soit dominant ou récessif : la dominance décrit l’expression dans le phénotype, pas le nombre de copies.

Une transmission soumise au hasard

Lors de la méiose, chaque gamète reçoit une seule copie du gène. Un individu Aa produit des gamètes A et a en proportions voisines, mais un enfant donné ne reçoit que l’un des deux, au hasard. Par ailleurs, seule une partie des gamètes produits participe à une fécondation. Les allèles de la génération suivante constituent donc un **échantillon aléatoire** de ceux de la génération précédente.

Conséquence : la fréquence d’un allèle varie d’une génération à l’autre, même si aucun génotype n’est favorisé. Cette variation aléatoire des fréquences alléliques est la **dérive génétique**.

Le rôle de la taille de la population

Plus un échantillon est petit, plus il s’écarte facilement de la composition de départ. Obtenir 7 faces sur 10 lancers de pièce n’a rien d’étonnant ; en obtenir 700 sur 1 000 serait très improbable. De la même façon :

- dans une **petite population**, les fréquences fluctuent fortement et peuvent atteindre 0 (**perte** de l’allèle) ou 1 (**fixation** de l’allèle) ;
- dans une **grande population**, les fluctuations sont faibles d’une génération à l’autre.

Un allèle perdu ne réapparaît que par **mutation** (modification de l’ADN, qui survient au hasard et non pour répondre à un besoin) ou par **migration** (arrivée d’individus venus d’une autre population). La dérive réduit ainsi la diversité génétique à l’intérieur d’une population, et elle différencie des populations isolées qui étaient identiques au départ.

Situations de petits effectifs

Un **goulot d’étranglement** est une réduction brutale de l’effectif (catastrophe, chasse intensive). Les survivants forment un échantillon de la population initiale. Un **effet fondateur** apparaît quand quelques individus seulement fondent une nouvelle population, par exemple sur une île : ils ne portent qu’une partie des allèles de la population d’origine.

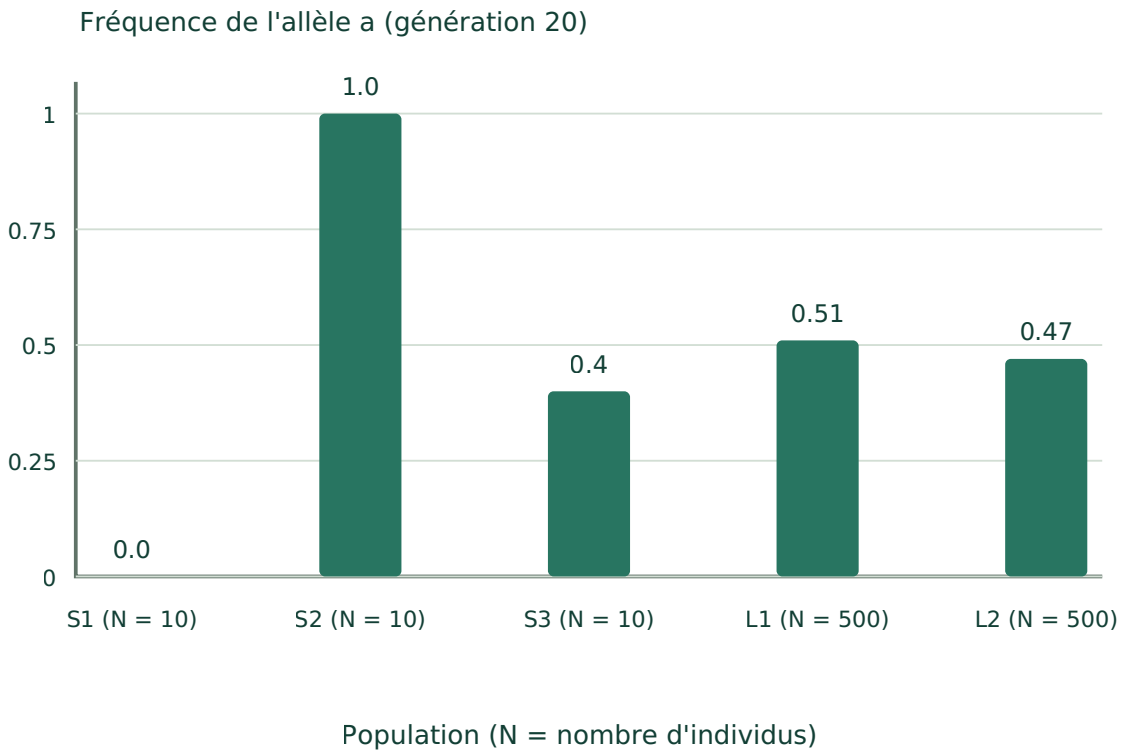
Exemple analysé

Données pédagogiques simplifiées. Une population de 50 oiseaux compte 40 copies de l’allèle a sur 100, soit f = 0,40. Une tempête laisse 5 survivants. Ils portent 3 copies de a sur 10, soit f = 3 ÷ 10 = 0,30. La population qui se reconstitue démarre donc avec une fréquence de 0,30 au lieu de 0,40. Le tri des survivants n’a pas dépendu de leur génotype : la variation de fréquence provient uniquement de la petite taille de l’échantillon. Si la population reste petite, la fréquence continuera de fluctuer de façon imprévisible.

Le piège à éviter

Il est tentant de conclure : « l’allèle a disparu, donc il était désavantageux ». Cette inférence est invalide. Une disparition observée dans une seule population ne permet pas de distinguer dérive et sélection. La **sélection naturelle** favorise de façon répétée les porteurs d’un allèle qui augmente leur survie ou leur reproduction : elle a une direction, que l’on retrouverait dans des populations comparables. La dérive n’a pas de direction prévisible : deux populations identiques peuvent évoluer de façon opposée. Pour trancher, il faut comparer des répétitions et connaître le contexte. Enfin, la dérive ne rend pas une population mieux adaptée : elle modifie des fréquences, sans lien avec le milieu.

Fréquence de l'allèle a à la génération 20 selon la taille de la population



Données fictives construites pour l'activité, non issues d'une étude réelle. Données pédagogiques simplifiées : à la génération 20, les trois populations de 10 individus ont des fréquences de a très dispersées (0,00 à 1,00), alors que les deux de 500 restent proches de 0,50. Toutes partaient de 0,50, sans effet du gène sur la survie.

Page de la ressource : https://svtlab.fr/ressources/derive-genetique-2de/

Sources du cadre pédagogique :

Programme et ressources Éduscol : https://eduscol.education.gouv.fr/5835/programmes-et-ressources-en-sciences-de-la-vie-et-de-la-terre-voie-gt