CORRECTION DÉTAILLÉE

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.

Exercice 1 : correction

1. Dans S1, la fréquence de a diminue régulièrement de 0,50 à 0,00 : l’allèle est perdu. Dans S2, elle augmente de 0,50 à 1,00 : l’allèle est fixé. Dans S3, elle oscille (0,45 ; 0,55 ; 0,35) et vaut 0,40 à la génération 20. Trois populations de même taille et de même départ donnent donc trois évolutions différentes.
2. Une population de 10 individus diploïdes porte 2 × 10 = 20 copies du gène. S1 à la génération 10 : 0,20 × 20 = 4 copies de a. Une population de 500 individus en porte 2 × 500 = 1 000. L1 à la génération 10 : 0,52 × 1 000 = 520 copies de a.
3. À la génération 20, pour les petites populations : 1,00 − 0,00 = 1,00. Pour les grandes : 0,51 − 0,47 = 0,04. L’étendue est 25 fois plus grande (1,00 ÷ 0,04) dans les petites populations. Les fréquences y divergent fortement, alors que les grandes populations restent proches de 0,50.
4. Moyenne : (0,00 + 1,00 + 0,40) ÷ 3 ≈ 0,47. Cette valeur est proche de 0,50, mais elle résulte de la compensation entre une perte et une fixation. Aucune des trois populations n’est réellement stable : une moyenne masque les différences entre populations.
5. 0,05 × 20 = 1 copie de a. Cette copie unique peut être transmise ou non au hasard. Si elle n’est pas transmise, l’allèle est perdu, et c’est ce qu’on observe à la génération 20. Sans mutation ni migration, la population ne peut pas retrouver a : un allèle absent ne peut pas être transmis.

Critères de réussite : valeurs chiffrées citées, unités ou grandeurs précisées (copies, fréquence sans unité), calcul de 2N justifié, distinction entre moyenne et comportement de chaque population.

Exercice 2 : correction

1. Boîte P : 13 ÷ 20 = 0,65 ; 15 ÷ 20 = 0,75 ; 17 ÷ 20 = 0,85 ; 19 ÷ 20 = 0,95 ; 20 ÷ 20 = 1,00. Boîte G : 0,512 ; 0,497 ; 0,505 ; 0,521 ; 0,508.
2. Boîte P : |0,65 − 0,50| = 0,15. Boîte G : |0,512 − 0,50| = 0,012. Rapport : 0,15 ÷ 0,012 = 12,5. L’écart de la petite boîte est environ 12 fois plus grand.
3. Le tirage au hasard représente la transmission aléatoire des allèles (choix des gamètes qui participent aux fécondations). Le lot de billes représente les allèles de la génération suivante. La taille de la boîte représente la taille de la population (nombre de copies du gène).
4. Après la génération 5, la boîte P ne contient plus que des billes rouges : on ne peut tirer que du rouge, donc la fréquence reste à 1,00. L’allèle bleu est perdu définitivement dans le modèle. On pourrait ajouter la mutation (apparition au hasard d’un nouvel allèle) ou la migration (arrivée d’individus portant l’allèle bleu).
5. Exemple de protocole : préparer au moins trois boîtes de 20 billes et trois boîtes de 1 000 billes, toutes à 50 % de rouges ; réaliser 5 générations ; relever à chaque génération la

fréquence de rouges ; comparer l'étendue des fréquences entre boîtes de même taille et entre tailles. Si les petites boîtes divergent davantage dans plusieurs répétitions, le résultat de P n'est pas un cas isolé.

Critères de réussite : calculs corrects des fréquences, correspondance claire entre modèle et réalité, protocole avec répétitions et grandeur mesurable.

Exercice 3 : correction

1. Trois données possibles : dans S2, a passe de 0,50 à 1,00 (il augmente au lieu de disparaître) ; dans S3, a reste autour de 0,40 à 0,55, sans disparaître ; dans L1 et L2, a reste proche de 0,50 (0,51 et 0,47 à la génération 20).
2. Si a était défavorable, la sélection tendrait à le faire diminuer en moyenne dans les populations vivant dans les mêmes conditions, mais la dérive, surtout dans de petits effectifs, pourrait contrebalancer cette tendance : une trajectoire isolée ne suffit donc pas à conclure. Ici, le sens d'évolution diffère d'une petite population à l'autre (S1 diminue, S2 augmente jusqu'à 1,00), alors que les conditions sont identiques. Surtout, l'exclusion de la sélection repose sur une hypothèse explicite de l'étude : le gène n'a aucun effet sur la survie ni sur la reproduction. Sous cette hypothèse, ces variations sont cohérentes avec une dérive. La dérive n'a pas de direction prévisible, et les fluctuations sont faibles dans les grandes populations.
3. Dans le modèle, aucun allèle n'est avantagé, car toutes les billes ont la même chance d'être tirées. Pourtant la boîte P part à 0,65 puis atteint 1,00, alors que la boîte G reste autour de 0,50. Le hasard seul suffit donc à produire des fixations rapides dans un petit effectif. Limite : il s'agit d'un modèle simplifié, sans sélection, mutation ni migration. Il ne prouve pas ce qui se passe chez le rongeur réel.
4. Exemple de conclusion : « Ces données simplifiées montrent que, sans avantage d'un allèle, des petites populations peuvent perdre ou fixer a, alors que de grandes populations varient peu. L'affirmation selon laquelle a est défavorable n'est pas soutenue par S2 et S3, et la perte de a dans S1 seule ne permet pas de la démontrer. On ne peut pas en déduire que la sélection n'agit jamais dans des populations naturelles, ni généraliser à d'autres espèces à partir de cinq populations. »

Critères de réussite : utilisation de données comparées, distinction entre dérive et sélection, limites du modèle et de l'échantillon explicitées, conclusion mesurée et sans généralisation abusive.

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