Antibiorésistance : variation génétique bactérienne

Fiche méthode

(SVT 1re spécialité · Corps humain et santé · Variation génétique bactérienne et résistance aux antibiotiques)

La démarche face à un document sur l'antibiorésistance

1. Je repère ce qui est demandé : effectif d'une population, sensibilité d'une souche, fréquence des mutants, effet d'un traitement, lecture d'une base de données, mesure de bon usage.

2. Je compare : diamètre ou CMI et seuil de CET antibiotique, boîte avec et sans antibiotique, avant et après le traitement, deux pays ou deux années pour un même indicateur.

3. Je calcule : générations et 2^n, effectif × fréquence, concentration après dilution, résistantes ÷ effectif, évolution par rapport à la valeur de départ, produit de deux fréquences.

4. Je conclus avec le vocabulaire exact : mutation aléatoire, sensible ou résistante, sélection, compétitrices, multirésistance, corrélation, bon usage.

La clé la mutation de résistance apparaît au hasard ; l'antibiotique la sélectionne en éliminant les sensibles, et plus on l'utilise, plus les résistantes deviennent fréquentes.

Cas 1 · Calculer un effectif et le nombre de mutants attendus

Réflexe — n = durée ÷ temps de génération ; $N = N_0 \times 2^n$; mutants attendus = effectif × fréquence.

Exemple. Une bactérie qui se divise toutes les 20 min pendant 3 h ; puis une population de 10^{10} bactéries où la fréquence des mutants résistants vaut 3×10^{-9}.

180 ÷ 20 = 9 générations : $2^9 = \mathbf{512}$ bactéries.

$10^{10} \times 3 \times 10^{-9} = \mathbf{30}$ mutants, présents avant tout traitement.

Attention — compter les générations, pas les heures : 3 h à 20 min font 9 doublements, pas 3.

Cas 2 · Lire un antibiogramme ou une CMI

Réflexe — diamètre ≥ seuil → sensible ; CMI ≤ seuil → sensible ; chaque antibiotique a son seuil.

Exemple. Érythromycine : zone de 24 mm, diamètre critique 21 mm. Pénicilline : aucune zone, 6 mm mesurés.

24 ≥ 21 : souche **sensible** à l'érythromycine.

6 mm = le disque seul : souche **résistante** à la pénicilline.

Attention — ne pas comparer les diamètres de deux antibiotiques entre eux.

Cas 3 · Calculer le taux d'apparition des résistances

Réflexe — concentration = colonies ÷ volume × facteur de dilution ; fréquence = résistantes ÷ total, par mL.

Exemple. 0,1 mL de la dilution 10^{-7} : 64 colonies sans antibiotique. 0,5 mL non dilué : 16 colonies sur antibiotique.

Total : $64 \div 0{,}1 \times 10^7 = 6{,}4 \times 10^9$ par mL ; résistantes : 16 ÷ 0,5 = 32 par mL.

Fréquence : $32 \div (6{,}4 \times 10^9) = \mathbf{5 \times 10^{-9}}$.

Attention — les deux comptages doivent être ramenés au même volume.

Cas 4 · Expliquer l'effet d'un traitement par la sélection

Réflexe — mutants présents avant → sensibles éliminées → résistantes multipliées sans compétitrices.

Exemple. Après un traitement, il reste 100 bactéries résistantes, qui se divisent toutes les 30 min. Quand dépassent-elles 10^5 ?

Il faut $2^n \geq 1\,000$: $2^9 = 512$ ne suffit pas, $2^{10} = 1\,024$ suffit : 10 générations, **5 h**.
L'antibiotique a trié des mutants, il ne les a pas créés.

Attention — sans antibiotique, la résistance peut avoir un coût : son avantage dépend du milieu.

Cas 5 · Exploiter une base de données de surveillance

Réflexe — indicateur, unité, année, source ; évolution = (arrivée − départ) ÷ départ.

Exemple. ECDC : incidence des bactériémies à Klebsiella pneumoniae résistantes aux carbapénèmes en Bulgarie, 2,24 cas pour 100 000 habitants en 2019, 10,62 en 2024.

$10{,}62 \div 2{,}24 \approx 4{,}7$: multipliée par 4,7, soit $(10{,}62 - 2{,}24) \div 2{,}24 \approx \mathbf{+374\ \%}$.
C'est une incidence, pas un pourcentage de souches.

Attention — une corrélation entre deux séries n'est pas une preuve de cause.

Cas 6 · Justifier une mesure de bon usage

Réflexe — quelle sélection la mesure évite-t-elle ? moins de bactéries exposées, moins de survivantes, moins de transmission.

Exemple. Une infection compte 5×10^9 bactéries ; fréquences des mutants résistants : 10^{-7} pour A, 10^{-6} pour B, indépendantes.

A seul : $5 \times 10^9 \times 10^{-7} = 500$ mutants qui survivent.
A + B : $5 \times 10^9 \times 10^{-7} \times 10^{-6} = \mathbf{5 \times 10^{-4}}$: pratiquement aucun.

Attention — arrêter le traitement dès qu'on va mieux laisse survivre les moins sensibles.

Les pièges à éviter

- Écrire que les bactéries « mutent pour résister » ou que l'antibiotique « provoque » la résistance.
- Dire que le patient devient résistant : ce sont ses bactéries.
- Choisir l'antibiotique à la plus grande zone sans la comparer à son propre diamètre critique.
- Oublier le facteur de dilution, ou diviser les résistantes par la mauvaise population.
- Confondre pourcentage de souches résistantes, incidence et consommation ; calculer une évolution par rapport à la valeur d'arrivée.
- Prendre une corrélation entre consommation et résistance pour une preuve de cause.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).