



Fiche 3 - Antibiorésistance et utilisation raisonnée des antibiotiques

Mise en situation

L'Organisation Mondiale de la Santé recommande de finir un traitement antibiotique même si les symptômes ne sont plus présents, et ce afin de limiter l'apparition de bactéries résistantes. Si on vous a prescrit un traitement de 8 jours pour une otite bactérienne, il faut finir ce traitement, même si cela va mieux au bout de 3 jours.



Une controverse a débuté en 2017 quand un groupe de chercheurs anglais a publié une tribune affirmant que non, il n'est pas *toujours* utile de terminer un traitement, et qu'il était *parfois* préférable d'arrêter le traitement en cas de rémission de la maladie.

Les organisations nationales et internationales de santé n'ont pas changé d'avis pour autant. Alors qui a raison ? Les scientifiques ne sont-ils pas toujours d'accords entre-eux ?

On cherche par la modélisation à confirmer l'importance d'un traitement antibiotique prolongé pour limiter le développement de l'antibiorésistance.

Sources recommandées :



Modélisation

Tableau de contrôle

Édu/modèles
module algorithmique (multi-agents)

🏠 Ecran d'accueil

Modèle :

- Nouveau modèle
- Charger un modèle
- Enregistrer ce modèle

⬇ Exporter un résumé

Graphique :

- Afficher
- Lisser
- Exporter

Echelle horizontale :

Animation :

Tours de chauffe :

Durée (0 = infini) :

⏪ ⏩ ⏸

Vitesse de l'animation :

Nombre de tours écoulés : 85

D'après NetBioDyn de R. BALLEST virtulab.univ-brest.fr
Codié par R. COSENTINO v0.42 (22/06/2023)
Lic. CC BY-NC

Environnement

Fenêtre de suivi de la simulation

Légende : ● Bactérie Sensible(15) ● Bactérie Résistante(12) ● Antibiotique(83)

Légendes

Le modèle utilisé étudie 3 agents :

- **Les bactéries sensibles**, qui meurent en présence d'antibiotique ;
- **Les bactéries résistantes aux antibiotiques**, elles survivent en présence d'une faible concentration d'antibiotiques, et meurent en présence d'une concentration ;
- **Les antibiotiques ;**

Remarque : les bactéries sensibles ont un léger avantage en terme de reproduction et de durée de vie dans ce modèle.

Simulations à réaliser

Vous devez réaliser 3 cas (chacune répétée au moins 5 fois).

Test A = une prise unique d'antibiotique sur un temps court ; situation de départ, pas de modifications ;

Test B = une prise d'antibiotique pendant 8 jours en continu ; dans la fenêtre de réglage de l'antibiotique ; réglez le nombre d'agents sur 70 et la demi-vie sur 0 ;

Test C = pas de prise d'antibiotique ; dans la fenêtre de réglage de l'antibiotique ; réglez le nombre d'agents sur 0 ;

Cliquez sur « Antibiotique » dans l'onglet « Agents » pour voir apparaître cette fenêtre.

Modification d'un agent

Nom de l'agent : Antibiotique

Apparence : Image

Couleur :

L'agent est mobile :

Probabilité de déplacement par tour (en %) : 50

Demi-vie (en nombre de tours, 0 = infini) : 300

Mode de placement : Automatique (aléatoire)

Nombre d'agents de ce type au démarrage : 100

Consignes

1. **Réalisez** chaque test 5 fois et présentez les résultats dans le tableau de résultats ci-dessous.

On appellera **R**, le taux de bactéries résistantes.

$$R = \frac{\text{Nombre de bactéries résistantes}}{\text{Nombre de bactéries total dans le milieu}}$$

Remarque : au début des simulation le $R = R_0 = 0.05$

2. **Calculez** R à la fin de chaque simulation. Et calculez le R_{moyen} pour chacun des 3 tests.
3. **Comparez les résultats obtenus pour les test A, B et C.**
4. **Expliquez** les causes probables d'un R_{moyen} plus élevé pour le test A.
5. Qu'en **concluez**-vous sur l'importance de mener la prise d'antibiotique à son terme lors d'un traitement ?

Pour aller plus loin

6. **Montrez** que le cas de l'antibiorésistance modélisé ici est un exemple de **sélection « naturelle »**.

CONSEIL
#1

Prendre des antibiotiques
uniquement prescrits par
un professionnel.



**CHIFFRE
DU JOUR**

32%

des personnes pensent (à tort)
qu'elles doivent cesser de prendre les
antibiotiques lorsqu'elles se sentent
mieux, plutôt que de terminer le traite-
ment prescrit.





Fiche 3 - Antibiorésistance et utilisation raisonnée des antibiotiques - Correction

Copie d'écrans des résultats obtenus à la suite des modélisations d'antibiorésistance

Test A (prise d'antibiotique unique)

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	
Bactéries sensibles	9	37	22	36	19	
Bactéries résistantes	14	95	25	20	10	Moyenne Ra
Taux de bactéries résistantes R	0,61	0,72	0,53	0,36	0,34	0,51
Survie des bactéries résistantes	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	
Evolution R	↗	↗	↗	↗	↗	

Conditions expérimentales

1/2vie AB = 300

Nb_AB = 90 agents

Nb de simulation avec présence de bactéries résistantes

5

Test B (prise d'antibiotique en continu)

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	
Bactéries sensibles	0	0	0	0	0	
Bactéries résistantes	0	0	0	0	6	Moyenne Rb
Taux de bactéries résistantes R	0	0	0	0	1	0,20
Survie des bactéries résistantes	Non	Non	Non	Non	Oui	
Evolution R	↘	↘	↘	↘	↗	

Conditions expérimentales

1/2vie AB = 0 (infinie)

Nb_AB = 70 agents

Nb de simulation avec présence de bactéries résistantes

1

Test C (milieu sans antibiotique)

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	
Bactéries sensibles	1649	1717	1663	1700	1588	
Bactéries résistantes	30	0	29	27	15	Moyenne Rc
Taux de bactéries résistantes R	0,017867778	0	0,01713948	0,015634047	0,009357455	0,01
Survie des bactéries résistantes	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	
Evolution R	↘	↘	↘	↘	↘	

Conditions expérimentales

1/2vie AB = 0 (infinie)

Nb_AB = 0 agents

Nb de simulation avec présence de bactéries résistantes

4

- On observe que lors des simulation avec prise d'antibiotique unique (test A), il y a systématiquement survie des bactéries résistantes, augmentation de R (avec une moyenne à 0.5 contre 0.05 en début d'expérience).
Si il y a prise en continue, les bactéries résistantes sont éliminées dans 80% des simulations.
Si on n'utilise pas d'antibiotique, le nombre de bactérie augmente MAIS le taux de bactérie sensible diminue systématiquement passe de 0.05 à 0.01.
- Les mauvais résultats du test A (prise unique d'antibiotique) s'expliquent par un meilleur taux de survie des bactéries résistantes face aux antibiotiques. Ce derniers ne restant pas longtemps dans le milieu, il reste un petit nombre de bactéries résistantes qui peuvent survivre et éventuellement se multiplier.
- Cette série de simulation est un argument en faveur de l'affirmation « Il faut prendre son traitement antibiotique en continu, jusqu'au bout du traitement ». Dans le cas contraire, les simulations montrent une survie fréquente de bactéries résistantes.

Pour aller plus loin

- En présence d'antibiotiques (test A et B), les bactéries résistantes ont un avantage en terme de survie, de sélection. Si il y a des survivants, ce sera des bactéries résistantes en grande majorité. En absence d'antibiotique (test C), les bactéries résistantes sont désavantagées car elles ont un moins bon taux de reproduction. Leur proportion tend donc à diminuer.
On a donc un exemple de sélection « naturelle ».
Remarque : le test C tend à prouver que pour limiter l'antibiorésistance... il faut limiter les antibiotiques. Sans antibiotiques, ou avec peu d'antibiotiques, l'antibiorésistance diminuera d'elle-même, par sélection naturelle !

Pour aller encore plus loin : reportage vidéo de BRUT et Dirtybiology en Centrafrique sur l'antibiorésistance



<https://pedagogie.ac-reunion.fr/svt/enseigner-les-svt/lyce/productions-locales-pour-le-lycee/modelisation-des-effets-des-antibiotiques-edumodele.html>

<https://sante.gouv.fr/prevention-en-sante/les-antibiotiques-des-medicaments-essentiels-a-preserver/des-antibiotiques-a-l-antibioresistance/article/l-antibioresistance-pourquoi-est-ce-si-grave>

<https://presse.inserm.fr/les-nanoblades-des-navettes-pour-operer-le-genome-3-2-2-2-2-5-2-2-2/34918/>

<https://www.inserm.fr/dossier/resistance-antibiotiques/>

<https://presse.inserm.fr/une-personne-sur-deux-rapporte-des-bacteries-multi-resistantes-apres-un-voyage-en-zone-tropicale/19906/>

<https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-methode-scientifique/antibioresistance-la-resistance-s-organise-9800012>