



Guérir et prévenir en 2026 face au défi de la résistance aux antimicrobiens

GROUPE DE VEILLE HEPTA-ACADÉMIQUE



Histoire à épisodes (Livret 1)

Introduction



Depuis 2012, l'Académie des Sciences, l'Académie nationale de Médecine, l'Académie nationale de Pharmacie, l'Académie d'Agriculture de France, l'Académie Vétérinaire de France, l'Académie nationale de Chirurgie et l'Académie nationale de Chirurgie-Dentaire se sont engagées dans la lutte contre la résistance aux antimicrobiens.

Dans ce Livret, découvrez la compilation des quatre premiers épisodes en version courte destinée au Grand public et en version longue. Ils permettent d'aborder les enjeux et les défis soulevés par la résistance aux antimicrobiens dans une perspective santé globale ou *One Health*.

Sommaire

- 1** **Épisode 1** - La résistance aux antibiotiques : un danger pour vous, pour tous.

- 2** **Épisode 2** - C'est le moment de définir l'antibiorésistance

- 3** **Épisode 3** - La pression de sélection, 1er moteur de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques

- 4** **Épisode 4** - Après la pression de sélection, la dissémination des bactéries résistantes est le 2e moteur de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques

Groupe de veille hepta-académique « Résistance aux antimicrobiens »
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)

Episode 1 - La résistance aux antibiotiques : un danger pour vous, pour tous

Les bactéries peuvent développer des résistances aux antibiotiques qui les rendent inefficaces.

Les infections causées par des bactéries résistantes peuvent être très difficiles à traiter et évoluer vers de redoutables complications.

Le danger pour votre santé ? Être confronté(e) à un échec de traitement

Conséquences sur votre santé : la résistance aux antibiotiques augmente le risque d'échec de traitement et même de mortalité

- La résistance aux antibiotiques habituellement utilisés retarde la mise en route d'un traitement de remplacement efficace. Ce retard expose au risque d'aggravation ou d'extension de l'infection.
- Les antibiotiques utilisables pour traiter les infections à bactéries résistantes peuvent avoir des inconvénients liés à leur mode d'administration (perfusion) ou à des effets secondaires (toxicité)
- Le nombre estimé de décès directement attribuables à la résistance aux antibiotiques serait actuellement de 350 000 à 1,3 millions par an dans le monde.

Conséquences sur notre système de santé : la résistance aux antibiotiques coûte cher !

- Le traitement des infections causées par des bactéries résistantes coûte plus cher (soins prolongés, matériel...).
- Les bactéries résistantes peuvent se propager au sein des familles, collectivités et établissements de soins, voire être responsables d'épidémies.
- Les mesures prises pour éviter la dissémination des bactéries résistantes ont des impacts sur l'organisation des soins et sur les coûts : mise en place de structures d'isolement, forte consommation de matériels d'hygiène, dépistage des patients contact.

Conséquences sur les stratégies de soin à grande échelle : une spirale infernale s'enclenche !

- Lorsque la fréquence des infections à bactéries résistantes est élevée, les protocoles de prise en charge doivent être modifiés car il y a un risque important d'échec des protocoles habituels.
- La modification des protocoles habituels expose à une «*Spirale infernale*» qui entraîne progressivement l'émergence, puis la dissémination de bactéries résistantes à de nombreux antibiotiques (multirésistance).

La résistance aux antibiotiques n'est pas inéluctable : vous avez tous un rôle à jouer.

Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques
Sortie du prochain épisode en juin 2025

[Lien vers le communiqué hepta-académique de l'Episode 1](#)
[Lien vers Antibio'Malin](#)



**Groupe de veille hepta-académique « Résistance aux antimicrobiens »
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)**

QUIZ - Episode 1

La résistance aux antibiotiques : un danger pour vous, pour tous

1. Un retard de traitement antibiotique efficace induit un risque d'aggravation de l'infection :
VRAI ou FAUX
2. Les bactéries résistantes aux antibiotiques peuvent être responsables d'épidémies :
VRAI ou FAUX
3. Les infections à bactéries résistantes aux antibiotiques diminuent les coûts de prise en charge des patients :
VRAI ou FAUX
4. La multirésistance est la résistance d'une bactérie à plusieurs antibiotiques :
VRAI ou FAUX

REPONSES : 1. VRAI; 2. VRAI; 3. FAUX; 3. VRAI

Groupe de veille hepta-académique* « Résistance aux antimicrobiens »

Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)

Episode1 - La résistance aux antibiotiques : un danger pour vous, pour tous

Les infections causées par des bactéries résistantes aux antibiotiques sont difficiles à traiter

Conséquences sur votre santé

- Risque d'échec thérapeutique initial en cas d'infection causée par une bactérie résistante à l'antibiotique prescrit (le caractère sensible ou résistant aux antibiotiques des bactéries est en général inconnu au moment de la décision thérapeutique initiale)
- La conséquence est alors un retard à la mise en route d'un traitement efficace (le temps d'identifier un antibiotique de remplacement adapté) qui expose au risque d'aggravation ou d'extension de l'infection.
- Les antibiotiques actifs sur les bactéries résistantes ont parfois des inconvénients par rapport aux antibiotiques actifs sur les bactéries sensibles : voie d'administration exposant à des complications (ex. par cathéter veineux), effets secondaires ou toxicité (ex. antibiotiques utilisés pour les cas résistants de tuberculose, de staphylococcie ou d'entérobactéries)
- Risque de difficultés thérapeutiques, voire d'impasse thérapeutique, en cas de résistance à de nombreux antibiotiques
- Allongement de la durée de séjour en établissement de santé qui augmente le risque d'infections nosocomiales
- Au total, risque accru de mortalité. Même si les estimations du nombre de décès directement liés à la résistance diffèrent selon la méthodologie des études, ces dernières font le même constat « la résistance bactérienne tue ! ». Le nombre estimé de décès dans le monde directement attribuables à la résistance bactérienne pourrait être actuellement compris entre 350 000 et 1,3 millions par an.
- Par ailleurs, en cas de mesures d'isolement pour éviter la dissémination de la bactérie résistante, impact psychologique pour le patient isolé

Conséquences sur le système de santé du pays

- Utilisation de ressources supplémentaires pour traiter les infections à bactéries résistantes (soins infirmiers, médicaments, tests biologiques de surveillance, imagerie, durée d'hospitalisation).
- En cas de mesures pour éviter la dissémination des bactéries résistantes : mise en place contraignante de structures d'isolement, forte consommation de matériels d'hygiène (gants, surblouse), dépistage des patients contact, impacts sur l'organisation des soins et sur les coûts
- En cas d'épidémie de bactéries résistantes, conséquences sur le fonctionnement des établissements de soins : réduction de l'activité, fermetures de services.

Conséquences sur les stratégies de soin à grande échelle

- Incitation à modifier les protocoles habituels d'antibioprophylaxie chirurgicale ou d'antibiothérapie lorsque la fréquence des infections à bactéries résistantes est élevée ce qui entraîne des risques d'échecs thérapeutiques
- Conséquences potentielles de la modification des protocoles habituels à moyen et long termes :
 - ✓ Usage intensif d'antibiotiques encore actifs sur les bactéries résistantes, mais aussi sur un large éventail de bactéries ce qui a des effets défavorables sur les microbiotes
 - ✓ Antibiotiques plus chers et plus toxiques
 - ✓ « Spirale infernale » aboutissant à la multirésistance : augmentation de la résistance aux antibiotiques → utilisation massive d'antibiotiques encore actifs, souvent plus récents → apparition (sélection naturelle) de résistances supplémentaires à ces antibiotiques « multirésistance » → dissémination des bactéries multirésistantes saines sélectionnées

La résistance aux antibiotiques n'est pas inéluctable : vous avez tous un rôle à jouer.

Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques
Sortie du prochain épisode en juin 2025

*Dès 2012, les Académies de Médecine, Pharmacie, Vétérinaire et d'Agriculture, s'engageaient sur le sujet de la lutte contre l'antibiorésistance, rejoints ensuite par les Académies des Sciences, de Chirurgie et Chirurgie dentaire. Ce groupe de veille hepta-académique, par une approche de santé globale, concertée et multidisciplinaire, poursuit son initiative sur la résistance aux antimicrobiens en faveur notamment du grand public.



Agriculture - Alimentation - Environnement

ACADÉMIE
NATIONALE
DE MÉDECINE



Académie
Vétérinaire
de France



Académie
nationale de Chirurgie



ACADÉMIE
DES SCIENCES
INSTITUT DE FRANCE



Académie
nationale de
Pharmacie

Bibliographie

- Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. Lancet. 2024 Sep 28;404(10459):1199-1226. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(24\)01867-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(24)01867-1/fulltext)
- WHO global research priorities for antimicrobial resistance in human health. Lancet Microbe. 2024 Nov;5(11):100902. [https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247\(24\)00134-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247(24)00134-4/fulltext)
- Feuille de route interministérielle
Antibiotic resistance threats in the United States, 2019 www.cdc.gov/DrugResistance/Biggest-Threats.html.
<http://dx.doi.org/10.15620/cdc:82532>
- Time to Treatment and Mortality during Mandated Emergency Care for Sepsis. N Engl J Med 2017;376:2235–44. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28528569/>
- Estimating the morbidity and mortality associated with infections due to multidrug-resistant bacteria (MDRB), France, 2012. Antimicrob Resist Infect Control. 2016 Dec 12;5:56. doi: 10.1186/s13756-016-0154-z. <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-016-0154-z>
- https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/document_s/feuille_de_route_interministerielle_2024_-_2034_antibioresistance_et_resistance_aux_antimicrobiens_sept_2024.pdf
- Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. Lancet. 2022 Feb 12;399(10325):629-655. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. Lancet Infect Dis 2019; 19: 56–66. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30409683/>
- The negative impact of antibiotic resistance. Clin Microbiol Infect. 2016 May;22(5):416-22. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26706614/>
- Understanding why resistant bacteria are associated with higher mortality in ICU patients. Intensive Care Med. 2016 Dec;42(12):2066-2069. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26564210/>
The golden hour of antibiotic administration in severe sepsis: avoid a false start striving for gold*. Crit Care Med. 2014 Aug;42(8):1931-2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25029127/>

**Dès 2012, les Académies de Médecine, Pharmacie, Vétérinaire et d'Agriculture, s'engageaient sur le sujet de la lutte contre l'antibiorésistance, rejoints ensuite par les Académies des Sciences, de Chirurgie et Chirurgie dentaire. Ce groupe de veille hepta-académique, par une approche de santé globale, concertée et multidisciplinaire, poursuit son initiative sur la résistance aux antimicrobiens en faveur notamment du grand public.*

**Groupe de veille hepta-académique « Résistance aux antimicrobiens »
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)**

Episode 2 : c'est le moment de définir l'antibiorésistance (juin 2025)

Qu'est-ce que l'antibiorésistance ?

Les antibiotiques sont des médicaments naturels ou synthétiques qui servent à combattre les infections causées par des bactéries. Ils agissent en bloquant certaines fonctions vitales des bactéries (cibles de l'antibiotique), ce qui les empêche de se multiplier ou les tue. Mais parfois, les bactéries peuvent résister à ces médicaments. C'est ce qu'on appelle **l'antibiorésistance** observée dès la découverte de la **pénicilline** par **Alexander Fleming**.

Certaines espèces bactériennes sont naturellement sensibles à certains antibiotiques. D'autres espèces bactériennes, en revanche, sont **naturellement résistantes** à certains antibiotiques : nous ne pouvons pas modifier la résistance naturelle qui est une caractéristique de ces espèces. Parmi les espèces naturellement sensibles, certaines « souches » peuvent devenir résistantes. C'est ce qu'on appelle la **résistance acquise**, et c'est là-dessus que nous pouvons agir, car elle est en grande partie liée aux activités humaines. L'antibiorésistance est un danger pour notre santé ([Lien vers Episode 1](#)).

Quels sont les mécanismes biologiques et les supports génétiques de l'antibiorésistance ?

Les bactéries peuvent résister aux antibiotiques par plusieurs mécanismes qui rendent l'antibiotique inefficace : **inactivation** de l'antibiotique par une enzyme (protéine fabriquée par la bactérie), **expulsion** de l'antibiotique hors de la bactérie par des pompes, difficulté de **pénétration** de l'antibiotique à travers la paroi bactérienne, **cible non reconnue** par l'antibiotique. La **résistance naturelle** des espèces bactériennes fait partie des propriétés naturelles de l'espèce (liées à son patrimoine génétique).

La **résistance acquise** survient suite à une modification de l'**ADN bactérien** (support de l'information génétique). Cela peut arriver de deux façons :

- **Par mutation** : Lors de sa multiplication, la bactérie peut faire des erreurs dans le recopiage de son ADN, ce qui modifie certains de ses gènes et donc des structures fabriquées par ces gènes, ce qui permet de résister à l'antibiotique
- **Par acquisition de gènes « étrangers »** : La bactérie peut acquérir des gènes de résistance provenant de bactéries déjà résistantes, via des éléments mobiles d'ADN appelés **plasmides** ou **transposons**.

Plusieurs mécanismes de résistance peuvent se cumuler dans une même bactérie ce qui peut la rendre **multirésistante** (capable de résister à plusieurs antibiotiques différents).

Les antibiotiques ne « créent » pas la résistance, mais peuvent la favoriser

Les modifications de l'ADN qui entraînent la résistance acquise aux antibiotiques ne sont pas « créées » par les antibiotiques. Elles se produisent spontanément, **au hasard**. Les modifications au hasard de l'ADN au cours de la reproduction des êtres vivants sont à la base de l'évolution expliquée par **Darwin**. En revanche, lorsque nous utilisons des antibiotiques, ils tuent les bactéries sensibles, mais pas les bactéries devenues résistantes. Résultat : seules les bactéries résistantes survivent et se multiplient. C'est ainsi que l'usage des antibiotiques favorisent (« sélectionnent ») sans les créer, les bactéries résistantes : ils exercent sur ces dernières une **pression de sélection**.

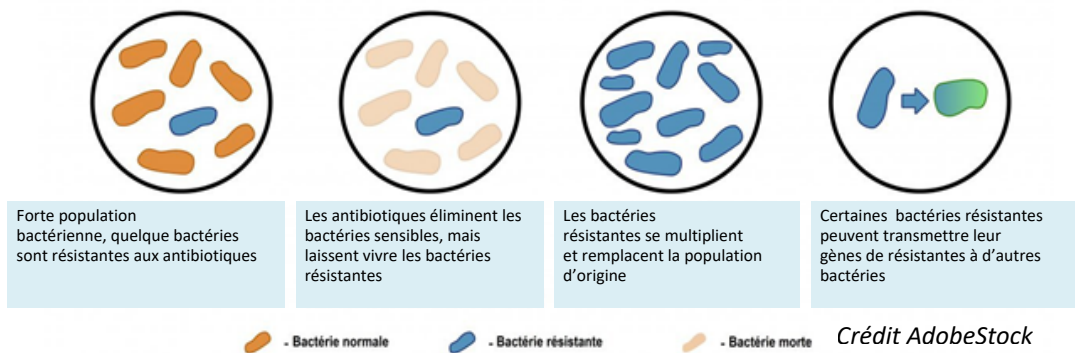
La résistance aux antibiotiques n'est pas inéluctable : vous avez tous un rôle à jouer (cf Episodes à venir).

Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques

Sortie du prochain épisode fin 2025

**Groupe de veille hepta-académique « Résistance aux antimicrobiens »
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)**

Comment apparaît la résistance aux antibiotiques



QUIZ - Episode 2
c'est le moment de définir l'antibiorésistance (juin 2025)

1. Certaines bactéries sont naturellement résistantes aux antibiotiques :
VRAI ou FAUX
2. L'ADN des bactéries ne se modifie jamais :
VRAI ou FAUX
3. Il est possible qu'une bactérie soit résistante à plusieurs antibiotiques à la fois :
VRAI ou FAUX
4. L'usage des antibiotiques peut-il favoriser la résistance ?
VRAI ou FAUX

REPONSES : 1. VRAI; 2. FAUX; 3. VRAI; 4. VRAI

Groupe de veille hepta-académique* « Résistance aux antimicrobiens »

Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)

Episode 2 : c'est le moment de définir l'antibiorésistance (juin 2025)

Qu'est-ce que l'antibiorésistance ?

Les antibiotiques sont des substances naturelles ou synthétiques capables d'inhiber la multiplication des bactéries ou de les détruire, en agissant sur des éléments constitutifs des bactéries essentiels pour leur fonctionnement et leur reproduction absents des cellules de mammifères ou de plantes (eucaryotes), et qu'ils prennent pour cibles. La résistance bactérienne aux antibiotiques (antibiorésistance) est la propriété, pour une bactérie, de ne pas être inhibée dans sa croissance ou détruite par les antibiotiques. Ce phénomène a été observé dès la découverte de la pénicilline par **Alexander Flemming** en 1929. Certaines espèces bactériennes sont, par nature, sensibles aux antibiotiques. La liste des espèces bactériennes impliquées en médecine humaine/vétérinaire qui sont naturellement sensibles à un antibiotique donné constituent ce que l'on appelle le **spectre antibactérien** de cet antibiotique. Inversement, certaines espèces bactériennes sont toujours, par nature, résistantes à certains antibiotiques, par exemple le bacille de la tuberculose et le colibacille sont résistants à la pénicilline. C'est la **résistance naturelle** sur laquelle nous ne pouvons pas agir. Mais, des bactéries appartenant à des espèces habituellement sensibles aux antibiotiques peuvent devenir résistantes ce qui leur permet d'assurer leur survie et celle de leur descendance en présence d'antibiotiques. C'est la **résistance acquise**. Ce phénomène est malheureusement observé pour tous les antibiotiques y compris les plus récents et se produira inéluctablement aussi pour les antibiotiques à venir. L'émergence de la résistance acquise est directement liée aux activités humaines et c'est sur celle-ci que nous pouvons agir. La résistance aux antibiotiques a de graves conséquences pour la santé humaine et animale ([Lien vers Episode 1](#)).

Quels sont les mécanismes biologiques et les supports génétiques de l'antibiorésistance ?

Les mécanismes biologiques qui confèrent à des bactéries la propriété de résister aux antibiotiques chez les humains ou les animaux, que cette résistance soit naturelle ou acquise, sont variés : inactivation de l'antibiotique par des enzymes bactériennes (exemple : bêta-lactamases qui inactivent les bêta-lactamines, famille de la pénicilline) ; expulsion active de l'antibiotique hors de la bactérie (pompes d'efflux) ; mauvaise pénétration de l'antibiotique à travers la paroi de la bactérie ; cible non reconnue par l'antibiotique. En cas de **résistance naturelle**, ces mécanismes font partie des propriétés naturelles de l'espèce (patrimoine génétique de l'espèce). En cas de **résistance acquise**, ces mécanismes sont le résultat d'une modification du génome de la bactérie suite : - à une **mutation de gènes** (erreur lors de la réplication de l'ADN au cours de la multiplication de la bactérie) qui aboutit à une modification, quantitative ou qualitative, de la structure produite par le gène muté. - à l'**acquisition de gènes de résistance** « étrangers » portés par des fragments d'ADN mobiles extra-chromosomiques (**plasmides, transposons**) et qui peuvent être transférés de bactérie à bactérie. Ces gènes « importés » codent pour un des mécanismes biologiques cités ci-dessus. Plusieurs mécanismes de résistance peuvent s'accumuler dans une même bactérie résultant de plusieurs mutations ou de l'acquisition de plusieurs gènes de résistance. Ceci aboutit à la **multirésistance** ([Lien vers Episode 1](#)).

Les antibiotiques ne « créent » pas la résistance, mais ils favorisent l'émergence

Les modifications génétiques qui aboutissent à la résistance ne sont pas « créés » par les antibiotiques. Elles surviennent **au hasard**, indépendamment de la présence d'antibiotiques (**évolution « darwinienne »** des espèces). L'apparition des modifications génétiques est facilitée par la formidable abondance des populations bactériennes (nous avons, par exemple, 100 milliards de bactéries par gramme de selles) et du nombre élevé de réplifications de l'ADN au cours de la multiplication bactérienne. En revanche, une fois que ces modifications génétiques sont apparues et s'expriment dans la bactérie, les antibiotiques **sélectionnent** les bactéries modifiées devenues résistantes (car ils sont actifs sur les bactéries sensibles (ils les éliminent) mais inactifs sur les bactéries résistantes (ils les laissent survivre)). Même si les antibiotiques ne « créent » pas les modifications génétiques chez les bactéries, ils jouent un rôle clé dans l'antibiorésistance par la sélection qu'ils opèrent en faveur des bactéries résistantes. C'est ce que l'on appelle la **pression de sélection** exercée par les antibiotiques sur les bactéries résistantes.

La résistance aux antibiotiques n'est pas inéluctable : nous avons tous un rôle à jouer (cf Episodes à venir)



*Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques
Sortie du prochain épisode fin 2025*

*Dès 2012, les Académies de Médecine, Pharmacie, Vétérinaire et d'Agriculture, s'engageaient sur le sujet de la lutte contre l'antibiorésistance, rejoints ensuite par les Académies des Sciences, de Chirurgie et Chirurgie dentaire. Ce groupe de veille hepta-académique, par une approche de santé globale, concertée et multidisciplinaire, poursuit son initiative sur la résistance aux antimicrobiens en faveur notamment du grand public.



MUYLAERT A., MAINIL J.G. Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur « contagiosité » Ann. Méd. Vét., 2012, 156, 109- 123. http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2012_156_2_04.pdf

Académie vétérinaire de France. Courvalin P. La résistance des bactéries aux antibiotiques : combinaisons de mécanismes biochimiques et génétiques. https://academie-veterinaire-defrance.org/fileadmin/user_upload/Publication/Bulletin-AVF/BAVF_2023/numero_special_antibioresistance_2023.pdf

<https://amr-promise.fr/fr/category/weekly-digest/>

Bibliographie

Mécanismes de résistance aux agents anti-infectieux antibiotiques. https://aemip.fr/?page_id=3765

Microbes sans frontières - Éditions Odile Jacob. www.odilejacob.fr n.d.

https://www.odilejacob.fr/catalogue/medecine/covid/microbes-sans-frontieres_9782415007638.php (accessed March 12, 2025)

**Dès 2012, les Académies de Médecine, Pharmacie, Vétérinaire et d'Agriculture, s'engageaient sur le sujet de la lutte contre l'antibiorésistance, rejoints ensuite par les Académies des Sciences, de Chirurgie et Chirurgie dentaire. Ce groupe de veille hepta-académique, par une approche de santé globale, concertée et multidisciplinaire, poursuit son initiative sur la résistance aux antimicrobiens en faveur notamment du grand public.*

**Groupe de veille hepta-académique « Résistance aux antimicrobiens »
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)**

Episode 3 : La pression de sélection, 1er moteur de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques (décembre 2025)

Quels sont les deux facteurs qui pilotent la résistance aux antibiotiques ?

Quels que soient les mécanismes en jeu dans la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques ([lien vers Episode 2](#)), il est essentiel de comprendre **quels facteurs pilotent l'évolution vers cette résistance**. C'est la compréhension de ces facteurs qui permet d'identifier les actions correctives. Deux facteurs principaux, liés aux activités humaines, favorisent l'apparition des bactéries résistantes : (a) la pression exercée par les antibiotiques ou « **pression de sélection** » qui est abordée dans cet épisode; (b) la propagation des bactéries résistantes une fois sélectionnées, ce qui assure la diffusion de la résistance.

Qu'est-ce que la pression de sélection ?

Rappelons que les antibiotiques ne « créent » pas la résistance, mais ils favorisent son émergence ([lien vers Episode 2](#)). En effet, après avoir muté de manière aléatoire et spontanée, certaines bactéries sont devenues résistantes et peuvent prospérer grâce à leur « **avantage sélectif** » en présence de l'antibiotique. C'est un exemple d'évolution par la sélection naturelle fidèle à la **théorie de Darwin**. Ainsi, quand nous utilisons des antibiotiques, cela tue les bactéries sensibles, mais laisse survivre celles qui sont résistantes et qui prospèrent. C'est ce qu'on appelle la « pression de sélection ». Cela se produit chez **l'humain** et chez **l'animal**, parfois dans **l'environnement** via les eaux usées qui peuvent contenir de faibles quantités d'antibiotiques éliminés par les individus traités et, dans une moindre mesure, par l'industrie pharmaceutique.

La notion de « santé globale » ou « une seule santé »

Il est important de comprendre que la pression de sélection s'exerce lors des traitements par antibiotiques chez l'homme ou l'animal, non seulement sur les bactéries d'une infection visée par l'antibiotique, mais également sur leurs **microbiotes** (bactéries commensales des flores intestinales, oro-pharyngées, cutanées). Dans les collectivités humaines et animales, l'utilisation des antibiotiques va peser sur un vaste écosystème microbien, celui des **individus traités**, puis éventuellement celui de leur **entourage** par transmission des bactéries résistantes sélectionnées (cf prochain épisode). Cette **vision écologique « santé globale »** permet de mieux comprendre l'émergence et la diffusion du phénomène de l'antibiorésistance au sein des collectivités humaines et animales, ainsi que dans l'environnement.

Quelques bonnes pratiques pour limiter la pression de sélection

Pour limiter la « **pression de sélection** » exercée par les antibiotiques et participer au contrôle global de cette « **pandémie silencieuse** », il faut donc : (a) utiliser de façon **frugale et à bon escient** les antibiotiques ; (b) respecter la **dose et la durée** du traitement prescrit ; (c) limiter, lorsque cela est possible, les **rejets d'antibiotiques** dans les **eaux usées**.

La résistance aux antibiotiques n'est pas inéluctable : vous avez tous un rôle à jouer.

Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques

Sortie du prochain épisode au printemps 2026

**Groupe de veille hepta-académique « Résistance aux antimicrobiens »
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)**

QUIZ - Episode 3

La pression de sélection, 1er moteur de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques (décembre 2025)

1. La pression de sélection peut se définir comme la pression exercée sur les bactéries par les antibiotiques :

VRAI ou FAUX

2. La pression de sélection est uniquement exercée sur les bactéries en cause dans l'infection :

VRAI ou FAUX

3. Les bactéries résistantes aux antibiotiques ont un avantage sélectif ce qui leur permet de prospérer (théorie de Darwin) :

VRAI ou FAUX

4. Le respect de la dose et de la durée du traitement antibiotique permet de limiter la pression de sélection

VRAI ou FAUX

REPONSES : 1. VRAI; 2. FAUX; 3. VRAI; 4. VRAI

Groupe de veille hepta-académique* « Résistance aux antimicrobiens »

Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)

Episode 3 : La pression de sélection,

1er moteur de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques (décembre 2025)

Quels que soient les mécanismes biologiques en jeu dans l'acquisition de résistance aux antibiotiques chez les bactéries et les événements génétiques qui aboutissent à cette acquisition ([lien vers Episode 2](#)), il est essentiel de comprendre **quels facteurs pilotent l'évolution vers la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques**. C'est la compréhension de ces facteurs qui permet d'identifier les actions correctives à mettre en œuvre. Les deux facteurs principaux, tous deux en lien direct avec les activités humaines, sont : (a) la **pression exercée par les antibiotiques sur le monde bactérien** qui favorise la survie des bactéries résistantes (et la disparition des bactéries sensibles) (« **pression de sélection** ») qui est abordée dans cet épisode ; (b) la **dissémination** des bactéries résistantes sélectionnées (et de leurs gènes de résistance) dans différents écosystèmes (populations humaines et animales, environnement...) qui sera traitée dans le prochain épisode.

Toute population bactérienne a la ressource d'évoluer par des modifications de son génome qui surviennent de manière aléatoire et spontanée au gré de la multiplication des bactéries (mutations par erreur de recopiage du génome des cellules) ou par échange de gènes entre bactéries. Si de telles modifications confèrent aux bactéries la capacité de résister (c.à.d. de survivre et prospérer) en présence d'antibiotique, cela représente un « **avantage sélectif** » décisif pour ces bactéries modifiées. La résistance acquise aux antibiotiques est un très bon exemple d'évolution par « **sélection naturelle** » telle qu'énoncée par **Darwin**. Il est important de rappeler que les antibiotiques ne « créent » pas la résistance, mais en favorisent la sélection ([lien vers Episode 2](#)). Fait essentiel, lors de tout traitement antibiotique, la « pression de sélection » s'exerce, chez l'homme ou l'animal traité, non seulement sur les **bactéries causant l'infection** ciblées par le traitement (« foyer infectieux »), mais aussi sur les bactéries des **microbiotes** (bactéries commensales des flores intestinales, oro-pharyngées, cutanées...). En effet, les antibiotiques diffusent dans tout l'organisme des sujets traités et sont éliminés en partie par voie digestive, même s'ils sont administrés par injection.

La « pression de sélection » est d'autant plus forte que les **quantités d'antibiotiques** utilisées sont importantes, comme dans les établissements de santé où de nombreux patients doivent bénéficier de traitement par antibiotiques. L'**utilisation excessive** ou à **mauvais escient** des antibiotiques, chez l'homme comme chez l'animal, joue un rôle important dans l'évolution vers la résistance (i) traitements **plus longs** que nécessaire, au-delà des recommandations ; (ii) administration d'antibiotiques pour des infections **non bactériennes** (infections virales, parasitaires, fongiques) qui par nature sont insensibles aux antibiotiques ; (iii) administration d'antibiotique alors même qu'il n'y a **pas d'infection** (« prophylaxie ») en dehors des indications justifiées ; (iv) persistance dans nombre de pays hors Union Européenne d'antibiotiques comme facteurs de croissance chez les animaux de rente (usage supprimé depuis 2006 dans toute l'UE).

Dans une moindre mesure, la « pression de sélection » peut s'exercer dans les secteurs de l'**environnement** (eaux usées, stations d'épuration...) où coexistent de nombreuses bactéries d'origine humaine et animale, ainsi que des résidus d'antibiotiques. Ces résidus proviennent surtout des urines et des selles des sujets traités par antibiotiques. Lorsque les mesures de sécurité environnementale mises en œuvre lors de la fabrication des antibiotiques sont insuffisantes, des résidus d'antibiotiques peuvent aussi être rejetés dans les eaux usées.

Au total, l'évolution vers l'antibiorésistance doit être considérée à l'échelle de l'ensemble des populations bactériennes (microbiotes humains et animaux ; réservoirs bactériens environnementaux) au sein desquelles la « pression de sélection » par les antibiotiques s'exerce et des informations génétiques s'échangent en permanence entre bactéries d'espèces différentes. Cette **vision écologique globale** permet ainsi d'appréhender la dynamique de l'émergence de l'antibiorésistance. Nous comprenons sur ces bases l'importance de l'**utilisation rationnelle et frugale des antibiotiques** chez l'homme et l'animal, et de la prise en compte de la **présence d'antibiotique dans l'environnement**



*Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques
Sortie du prochain épisode au printemps 2026*

*Dès 2012, les Académies de Médecine, Pharmacie, Vétérinaire et d'Agriculture, s'engageaient sur le sujet de la lutte contre l'antibiorésistance, rejoints ensuite par les Académies des Sciences, de Chirurgie et Chirurgie dentaire. Ce groupe de veille hepta-académique, par une approche de santé globale, concertée et multidisciplinaire, poursuit son initiative sur la résistance aux antimicrobiens en faveur notamment du grand public.



Bibliographie

Microbes sans frontières - Éditions Odile Jacob. www.odilejacob.fr n.d.

https://www.odilejacob.fr/catalogue/medecine/covid/microbes-sans-frontieres_9782415007638.php (accessed March 12, 2025)

<https://amr-promise.fr/fr/category/weekly-digest/>

<https://comptes-rendus.academie-sciences.fr/biologies/item/10.5802/crbio1.139.pdf>

**Dès 2012, les Académies de Médecine, Pharmacie, Vétérinaire et d'Agriculture, s'engageaient sur le sujet de la lutte contre l'antibiorésistance, rejoints ensuite par les Académies des Sciences, de Chirurgie et Chirurgie dentaire. Ce groupe de veille hepta-académique, par une approche de santé globale, concertée et multidisciplinaire, poursuit son initiative sur la résistance aux antimicrobiens en faveur notamment du grand public.*

Groupe de veille hepta-académique «Résistance aux antimicrobiens»
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)

Episode 4 : après la pression de sélection, la dissémination des bactéries résistantes est le 2^{ème} moteur de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques (mars 2026)

Quels sont les deux facteurs qui pilotent la résistance aux antibiotiques ?

Quels que soient les mécanismes en jeu dans la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques ([lien vers Episode 2](#)), il est essentiel de comprendre **quels facteurs pilotent l'évolution vers cette résistance**. Deux facteurs principaux, liés aux activités humaines, favorisent l'apparition des bactéries résistantes : (a) la pression exercée par les antibiotiques ou «**pression de sélection**» qui a été abordé dans l'épisode 3; (b) la propagation des bactéries résistantes une fois sélectionnées, ce qui assure la diffusion de la résistance. C'est la compréhension de ces facteurs qui permet d'identifier les actions correctives.

Comment la résistance aux antibiotiques se propage-t-elle ?

Elle se propage très efficacement grâce à deux grands mécanismes :

1. **L'échange de gènes entre bactéries**, y compris ceux qui leur permettent de résister aux antibiotiques. Ce phénomène, appelé « **transfert horizontal** », se fait via des petits éléments génétiques mobiles (comme des plasmides ou des transposons).
2. **La transmission des bactéries résistantes elles-mêmes**. Les bactéries résistantes peuvent se transmettre d'un individu à un autre, **directement** par contact au sein des populations humaines (établissements de santé, collectivités, familles...) ou animales (élevages), ou **indirectement** via l'environnement, par exemple quand des déjections humaines ou animales contaminent les sols ou l'eau. On parle alors de « **transmission verticale** ».

Comment se propagent les bactéries résistantes ?

On remarque facilement la propagation des bactéries résistantes quand elles provoquent des maladies contagieuses, comme la tuberculose. En revanche, elle passe, en grand partie, inaperçue quand il s'agit de bactéries qui vivent naturellement dans notre corps, notamment dans notre intestin ou celui des animaux. Ces bactéries, appelées « **bactéries commensales** », ne rendent généralement pas malades, mais peuvent devenir résistantes aux antibiotiques. Elles se répandent alors de manière silencieuse conduisant à des « **épidémies qui se développent de manière souterraine** ». Pourtant, certaines bactéries commensales devenues multirésistantes, comme le staphylocoque ou les entérobactéries, peuvent provoquer des infections difficiles à traiter.

Que faire pour éviter la dissémination ?

La résistance aux antibiotiques touche toutes les bactéries, qu'elles soient humaines, animales ou environnementales. C'est lorsque les bactéries résistantes disséminent dans les populations qu'elles posent un problème de santé majeur. Pour limiter la dissémination des bactéries résistantes, nous pouvons agir par le respect des **mesures d'hygiène** (notamment lavage des mains après être allé aux toilettes) et une meilleure **gestion des excréta** humains et animaux. Chacun peut donc, à son échelle, contribuer à freiner ce phénomène !

La résistance aux antibiotiques n'est pas inéluctable : vous avez tous un rôle à jouer.

*Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques
Sortie du prochain épisode en automne 2026*





**Groupe de veille hepta-académique «Résistance aux antimicrobiens»
Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens
dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)**

QUIZ - Episode 4

après la pression de sélection,

**la dissémination des bactéries résistantes est le 2^{ème} moteur
de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques (mars 2026)**

1. La dissémination est, comme la pression de sélection, un moteur de la résistance des bactéries aux antibiotiques :

VRAI ou FAUX
2. La transmission de bactéries résistantes peut se faire directement entre individus, mais aussi indirectement par l'intermédiaire de l'environnement tel que l'eau souillée par des déjections :

VRAI ou FAUX
3. L'échange de gènes entre bactéries résistantes n'est pas possible :

VRAI ou FAUX
4. Le respect des mesures d'hygiène, dont le lavage des mains, permet de réduire la dissémination de bactéries résistantes :

VRAI ou FAUX

REPONSES : 1. VRAI, 2. VRAI, 3. FAUX, 4. VRAI

Groupe de veille hepta-académique* « Résistance aux antimicrobiens »

Tous Acteurs de la résistance aux antimicrobiens dans une approche une seule santé (homme, animal, environnement)

Episode 4 : après la pression de sélection, la dissémination des bactéries résistantes est le 2ème moteur de la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques (mars 2026)

Quels que soient les mécanismes biologiques en jeu dans l'acquisition de résistance aux antibiotiques chez les bactéries et les événements génétiques qui aboutissent à cette acquisition ([lien vers Episode 2](#)), il est essentiel de comprendre **quels facteurs pilotent l'évolution vers la résistance acquise des bactéries aux antibiotiques**. Les deux facteurs principaux, tous deux en lien direct avec les activités humaines, sont : (a) la **pression exercée par les antibiotiques sur le monde bactérien** qui favorise la survie des bactéries résistantes (et la disparition des bactéries sensibles) (« **pression de sélection** ») abordé dans l'épisode 3 ([lien vers Episode 3](#)); (b) la **dissémination** de la résistance (des bactéries résistantes ou de leurs gènes de résistance) dans différents écosystèmes (populations humaines et animales, environnement...) qui est traitée dans le présent épisode. C'est la compréhension de ces facteurs qui permet d'identifier les actions correctives à mettre en œuvre.

La dissémination de la résistance est le complément indispensable de la pression de sélection dans la dynamique de la résistance. Le **premier mécanisme de dissémination** est lié à la capacité singulière qu'ont certaines espèces bactériennes de s'échanger des gènes, dont des gènes de résistance aux antibiotiques. C'est le « **transfert horizontal de résistance** » qui implique des éléments génétiques mobiles (plasmides, transposons) capables de « passer » (d'être transférés) d'une bactérie « donatrice » à une bactérie « réceptrice ». Le **deuxième mécanisme de dissémination** de la résistance, très efficace est la transmission des bactéries résistantes elles-mêmes (et donc aussi de leurs gènes de résistance). **Cette transmission « verticale »** peut être directe d'individu à individu (« **transmission croisée** ») au sein des populations (dans les établissements de santé, les collectivités, les familles...) ou animales (dans les élevages), et parfois entre humains et animaux. Ce type de transmission peut aussi être **indirect via l'environnement** lorsque celui-ci est contaminé par des déchets organiques (excreta) humains ou animaux ce qui aboutit à la dissémination dans la nature des bactéries résistantes (et de leurs gènes de résistance) d'où un retour possible vers les individus par l'eau ou les aliments. La dynamique de dissémination de l'antibiorésistance prend dès lors une toute autre dimension et doit être vue à l'échelle des écosystèmes (humain, animal, environnemental) au sein desquels les bactéries résistantes circulent.

La dissémination des bactéries résistantes peut être bien **visible** lorsqu'elle concerne des espèces bactériennes causant des infections contagieuses (tuberculose, gonococcie...) en raison des infections provoquées par ces bactéries. En revanche, la dissémination peut être en grande partie **invisible** dans le cas d'espèces bactériennes dont les niches écologiques naturelles sont les **microbiotes (bactéries commensales)** en particulier intestinaux, de l'homme ou de l'animal. Ces bactéries commensales devenues résistantes sont à l'origine **d'épidémies** qui se développent de manière souterraine car elles se traduisent d'abord par des colonisations asymptomatiques (simple portage, comme *S. aureus* multirésistant chez l'homme ou chez certains animaux), mais aussi, par des infections opportunistes. C'est ce type de dissémination qui explique le succès planétaire de certaines bactéries commensales multirésistantes aux antibiotiques qui posent de graves difficultés thérapeutiques en médecine humaine ([lien vers Episode 1](#)) tels que les staphylocoques et les entérobactéries (famille du colibacille).

Au total, l'évolution vers l'antibiorésistance doit être considérée à l'échelle de l'ensemble des populations bactériennes (humaines, animales, environnementales) au sein desquelles les bactéries résistantes circulent. Il est essentiel de comprendre que **sans dissémination, les bactéries résistantes aux antibiotiques sélectionnées sous la pression des antibiotiques n'auraient pas de succès épidémiologique**. Ceci justifie de limiter l'utilisation des antibiotiques au minimum indispensable pour diminuer la pression de sélection ([lien vers Episode 3](#)), mais aussi d'appliquer des mesures visant à limiter la dissémination des bactéries résistantes telles que hygiène individuelle et collective, en particulier fécale : lavage des mains, gestions des excreta humains et animaux, gestion des eaux usées et des résidus de médicaments et, en médecine vétérinaire, l'application stricte de la biosécurité.



Suivez notre histoire à épisodes qui abordera les différentes facettes de la résistance aux antibiotiques
Sortie du prochain épisode en automne 2026

*Dès 2012, les Académies de Médecine, Pharmacie, Vétérinaire et d'Agriculture, s'engageaient sur le sujet de la lutte contre l'antibiorésistance, rejoints ensuite par les Académies des Sciences, de Chirurgie et Chirurgie dentaire. Ce groupe de veille hepta-académique, par une approche de santé globale, concertée et multidisciplinaire, poursuit son initiative sur la résistance aux antimicrobiens en faveur notamment du grand public.



Bibliographie

https://www.odilejacob.fr/catalogue/medecine/covid/microbes-sans-frontieres_9782415007638.php

<https://amr-promise.fr/fr/category/weekly-digest/>

<https://amr-promise.fr/fr/francais-la-newsletter-promise-n49-du-mois-de-fevrier-2026-est-parue/>

<https://comptes-rendus.academie-sciences.fr/biologies/item/10.5802/crbio.139.pdf>

<https://agriculture.gouv.fr/biosecurite-un-enjeu-majeur-pour-securiser-les-elevages-face-aux-epizooties>

Épisodes à venir :

- épisode 5 - “Les principales bactéries résistantes” ;
- épisode 6 - “Comment limiter la pression de sélection ?” ;
- épisode 7 - “Comment limiter la diffusion de la résistance?”.



Livret réalisé par l'Académie nationale de Pharmacie
4, avenue de l'Observatoire
75006 Paris