



© iStock



Radio France / Christophe Abramowitz

Partenariat avec France Inter
Retrouvez ce dossier dans « La tête au carré » de Mathieu Vidard.

LUNDI 11 FÉVRIER, À 14H.

ANTIBIOTIQUES :

une ressource à protéger

Au cours du XX^e siècle, les antibiotiques ont permis de réduire considérablement la mortalité due aux maladies infectieuses. Revers de la médaille, nous sommes désormais confrontés à un problème global de résistance des bactéries à ces médicaments. **Pour préserver l'efficacité des antibiotiques, en santé humaine comme en santé animale, la lutte s'organise sur tous les fronts.**

— PARRAIN : PR XAVIER NASSIF —

Épidémiologie

D'après l'OMS, **700 000** personnes dans le monde meurent chaque année d'infections dues à des bactéries résistantes. En Europe, on en compte **25 000**.

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), nous pourrions bientôt basculer dans « une ère *post-antibiotique* », dans laquelle des infections bactériennes auparavant facilement guérissables deviendraient à nouveau mortelles par

défaut d'efficacité des médicaments. Le recours à certaines interventions chirurgicales courantes, comme une césarienne ou la pose d'une prothèse, deviendrait alors délicat à cause du risque d'infection. En cause : le développement des résistances aux antibiotiques.

Si, à l'échelle mondiale, le problème prend de l'ampleur, il existe cependant des raisons d'espérer : depuis quelques années, le développement de mesures de prévention, d'hygiène et de diagnostic a permis de circonscrire cette

antibiorésistance dans certains pays occidentaux (lire le point de vue du parrain), et la mobilisation de la recherche scientifique permet d'espérer la mise au point de nouvelles stratégies thérapeutiques.

Un phénomène naturel

Les antibiotiques sont des substances d'origine naturelle ou synthétique capables de tuer des bactéries. Il existe plusieurs familles d'antibiotiques : certaines bloquent la multiplication des bactéries, car elles inhibent la synthèse de leur paroi ou la copie de leur matériel génétique par exemple, d'autres bloquent certaines voies de leur métabolisme ou détruisent une partie de leurs constituants.

BACTÉRIE ULTRARÉSISTANTE :
souche de bactérie résistante à la majorité des antibiotiques.

IMPASSE THÉRAPEUTIQUE :
lorsque tous les traitements envisageables se révèlent inefficaces ou présentent des effets secondaires trop importants.

INFECTION NOSOCOMIALE :
infection contractée dans un établissement de soins (hôpital, maison de retraite médicalisée...)



POINT DE VUE DU PARRAIN DU DOSSIER

PR XAVIER NASSIF

Microbiologiste à l'Institut Necker Enfants Malades (faculté de médecine Paris-Descartes, hôpital Necker, Paris)

Les bactéries ultrarésistantes aux antibiotiques sont-elles fréquentes en France ?

Non, les situations d'impasse thérapeutique à cause de bactéries ultrarésistantes sont extrêmement rares aujourd'hui dans notre pays. À l'hôpital Necker, en 2017, elles pouvaient se compter sur les doigts d'une main. Les patients concernés sont en général suivis pour des pathologies très lourdes et fréquentent régulièrement les hôpitaux. Ces cas-là sont très surveillés et leur prise en charge organisée, afin de réduire au maximum les risques de dissémination des bactéries ultrarésistantes. Chaque hôpital dispose obligatoirement d'une équipe d'hygiénistes, chargés notamment de prévenir la transmission d'infections entre patients et qui, en collaboration avec les équipes d'infectiologie, assurent le bon usage des antibiotiques.

Il y a quelques années, la situation était plus grave, non ?

En effet, la situation actuelle est beaucoup moins dramatique que ce qu'elle était à la fin des années 1970, lorsque les premières vagues d'antibiorésistance prenaient de l'ampleur et que nous ne disposions que d'un nombre limité de médicaments. Les impasses thérapeutiques pouvaient survenir chez des patients jeunes, en bonne santé et qui ne souffraient que d'infections normalement simples (des infections urinaires, par exemple). Cela pouvait déboucher sur de réels drames. Heureusement, nous avons depuis fait beaucoup de progrès : de nouveaux médicaments sont apparus, les mesures d'hygiène et de prévention des infections nosocomiales sont maintenant bien implantées au sein des hôpitaux, une meilleure détection des souches résistantes est pratiquée, etc.

Quels progrès reste-t-il à faire ?

Il faut maintenant diffuser les bonnes pratiques d'hygiène et de prévention, et l'usage raisonné des antibiotiques le plus largement possible dans le monde. Il faut aussi bien sûr mettre au point de nouveaux antibiotiques, et pour cela, encourager les laboratoires pharmaceutiques à continuer d'investir dans ce secteur. Cela passera probablement par un changement de modèle économique pour ces médicaments.

La tuberculose, une maladie très surveillée

La tuberculose est une infection due à une bactérie de la famille des mycobactéries. Avec 10 millions de nouveaux cas et 1,6 million de morts en 2017, c'est la première maladie infectieuse dans le monde. La résistance aux antibiotiques contre la tuberculose fait l'objet d'une surveillance depuis vingt-quatre ans dans 188 pays : en 2016, environ 490 000 cas de multirésistances ont été identifiés. « Depuis une dizaine d'années beaucoup d'efforts ont été faits, résume le Pr Nicolas Veziris, du Centre National de Référence des mycobactéries (hôpital de la Pitié-Salpêtrière, AP-HP Paris). Grâce à l'aide financière de puissantes organisations non gouvernementales, de nouveaux traitements antibiotiques ont été mis au point ainsi que des tests de dépistage des résistances. Chaque année, des essais cliniques ont lieu et les modalités d'utilisation de ces médicaments sont mises à jour afin d'éviter de nouvelles résistances et de maintenir l'efficacité des antibiotiques. » En septembre dernier, des chercheurs canadiens ont compilé une cinquantaine d'études récentes et révélé que plusieurs



médicaments de dernière génération sont d'excellents candidats pour traiter certaines souches ultrarésistantes. L'Organisation mondiale de la santé a d'ores et déjà pris acte de ce travail et va complètement remanier ses recommandations d'utilisation des molécules. Au même moment, plusieurs études internationales ont proposé de nouvelles méthodes plus efficaces et surtout plus rapides pour détecter rapidement les résistances dans les souches de mycobactéries afin d'adapter au mieux les traitements.



© iStock

On parle de résistance quand une bactérie est capable de se multiplier malgré la présence d'un antibiotique. Différents mécanismes peuvent expliquer ce phénomène. Par exemple, la bactérie produit une enzyme qui détruit l'antibiotique, ou modifie la cible de ce dernier pour qu'elle ne soit plus reconnue et donc plus attaquant. La bactérie peut aussi avoir une paroi imperméable à l'antibiotique, ou disposer d'un mécanisme de reflux qui va systématiquement

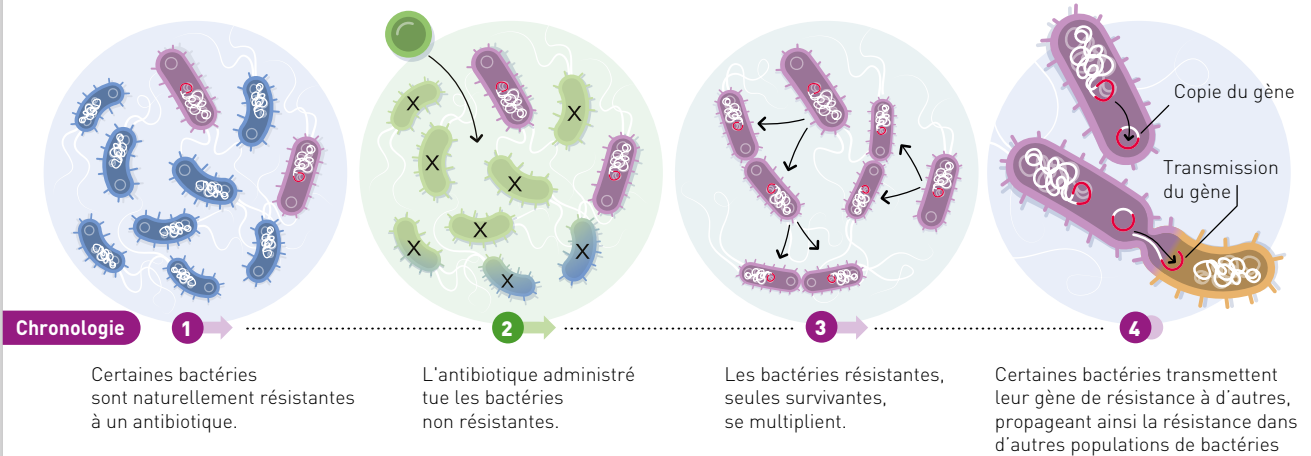
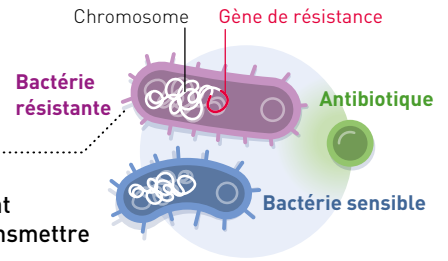
évacuer l'antibiotique. « Il y a des résistances naturelles : certaines bactéries sont insensibles à un antibiotique car elles disposent naturellement d'un mécanisme de résistance, explique le Dr Laurent Dortet, directeur du Centre national de résistances aux antibiotiques à l'hôpital Bicêtre (AP-HP, Le Kremlin-Bicêtre). Mais les résistances peuvent aussi

être acquises. Les bactéries sont des organismes qui se multiplient très vite, et les erreurs de copies de leur ADN sont possibles. Or il arrive que ces erreurs, des mutations génétiques, conduisent par hasard au développement d'un mécanisme de résistance. »

Aujourd'hui en France, le problème de l'antibiorésistance se pose surtout à l'hôpital.

RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES : UN PHÉNOMÈNE QUI SE TRANSMET

L'antibiorésistance est un phénomène naturel : certaines bactéries sont naturellement insensibles à un antibiotique. Le problème s'aggrave lorsqu'une souche de bactéries est mise en présence de cet antibiotique : les bactéries sensibles sont éradiquées et seules subsistent les résistantes. Les survivantes vont alors se multiplier, et potentiellement transmettre leurs gènes de résistance à d'autres bactéries, amplifiant alors le phénomène.



© Lorenzo Timon

Un phénomène amplifié par l'usage des antibiotiques

L'acquisition d'une résistance à un antibiotique par une souche de bactéries est donc un phénomène naturel. Le problème s'aggrave lorsque cette souche est mise en présence de l'antibiotique : il va exercer en effet une pression de sélection en éradiquant toutes les bactéries sensibles et en laissant survivre les résistantes, qui vont alors se multiplier. La dissémination de l'antibiorésistance peut s'expliquer par la combinaison de plusieurs phénomènes : une utilisation massive des antibiotiques en santé animale et humaine, un mésusage des médicaments (mauvais choix de molécule, dose et durée inadaptées...), et la capacité des bactéries à se transmettre du matériel génétique qui peut contenir des gènes de résistance (voir infographie ci-dessus).

Tant que nous utilisons des antibiotiques, le phénomène d'antibiorésistance existera. Le véritable enjeu est de faire en sorte qu'il reste marginal. Et pour cela « nous devons nous appuyer sur quatre piliers : un, connaître l'ampleur

du phénomène grâce à des études épidémiologiques ; deux, détecter rapidement les souches résistantes ; trois, prévenir la dissémination des résistances par un bon usage des antibiotiques et la mise en place de mesures d'hygiène ; et quatre, enfin, développer de nouveaux médicaments », résume le Pr Patrice Nordmann, directeur de laboratoire Inserm à titre étranger, et directeur du département de microbiologie de l'université de Fribourg (Suisse).

du phénomène grâce à des études épidémiologiques ; deux, détecter rapidement les souches résistantes ; trois, prévenir la dissémination des résistances par un bon usage des antibiotiques et la mise en place de mesures d'hygiène ; et quatre, enfin, développer de nouveaux médicaments », résume le Pr Patrice Nordmann, directeur de laboratoire Inserm à titre étranger, et directeur du département de microbiologie de l'université de Fribourg (Suisse).

du phénomène grâce à des études épidémiologiques ; deux, détecter rapidement les souches résistantes ; trois, prévenir la dissémination des résistances par un bon usage des antibiotiques et la mise en place de mesures d'hygiène ; et quatre, enfin, développer de nouveaux médicaments », résume le Pr Patrice Nordmann, directeur de laboratoire Inserm à titre étranger, et directeur du département de microbiologie de l'université de Fribourg (Suisse).

Bien identifier le problème

Aujourd'hui en France, le problème de l'antibiorésistance se pose surtout à l'hôpital : d'après l'Inserm, en 2015, plus de 12 % des infections nosocomiales étaient liées à des souches d'*Acinetobacter baumannii* résistantes à l'antibiotique de référence imipénème (un antibiotique de la famille des bêta-lactamines). De même, plus de

15 % des souches de staphylocoques dorés étaient résistantes à la méticilline. Ces bactéries peuvent être à l'origine d'infections pulmonaires, osseuses et de septicémies, en particulier dans les unités de soins intensifs. Par ailleurs, on constate aussi l'émergence de souches bactériennes capables de produire des enzymes (bêta-lactamases ou carbapénémases) qui détruisent les antibiotiques de « dernier recours ».

« En France, nous avons mis en place à l'hôpital des procédures pour identifier et dépister rapidement les personnes susceptibles d'être colonisées par des bactéries résistantes, afin de limiter au mieux leur transmission, explique le Dr Dortet. Mais ce n'est pas le cas dans d'autres pays. Il faut que ces bonnes pratiques se généralisent. »

À l'échelle mondiale, l'OMS a lancé en 2015 un système de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (GLASS) qui porte notamment

Tant que nous n'avons pas trouvé de nouveaux antibiotiques, il est essentiel de préserver l'efficacité de ceux actuellement à notre disposition.

sur les antibiotiques. Objectif : regrouper les données cliniques et épidémiologiques dans le monde entier. Début 2018, le premier rapport du GLASS a ainsi révélé que « les taux de résistance à la pénicilline, médicament utilisé depuis des décennies pour traiter la pneumonie partout dans le monde, vont de 0 % à 51 % dans les pays surveillés. De plus, entre 8 % et 65 % des bactéries *Escherichia coli* associées aux infections urinaires présentent une résistance à la ciprofloxacine, un antibiotique couramment utilisé contre ces infections. » C'est une première étape importante pour mieux prendre la mesure de la gravité de l'antibiorésistance à l'échelle mondiale.

Développer de nouvelles approches thérapeutiques

Si aucune nouvelle famille d'antibiotiques n'a été mise à la disposition des médecins depuis vingt ans, plusieurs innovations thérapeutiques ont cependant vu le jour. La piste la plus intéressante est celle des inhibiteurs de bêta-lactamases : ces molécules bloquent les enzymes bactériennes capables de détruire les antibiotiques de type bêta-lactamines (pénicilline,

Antibiotiques et microbiote

Notre organisme héberge naturellement des milliards de bactéries, dans notre système digestif mais aussi sur la peau, les muqueuses etc. Ces microbiotes jouent un rôle essentiel dans notre santé (voir *Recherche & Santé* n° 150, 2017). Or les antibiotiques affectent leur équilibre et leur fonctionnement. En général, les microbiotes se reconstituent après l'arrêt du traitement. Mais deux risques peuvent subsister : d'une part que le patient conserve dans ses microbiotes des bactéries résistantes qui auront été sélectionnées par les antibiotiques - on parle alors de colonisation - et d'autre part que ces bactéries transmettent leurs gènes de résistance à d'autres bactéries qui, elles, pourront être à l'origine d'une maladie. Pour combattre cela, il convient d'utiliser les antibiotiques de la façon la plus raisonnée possible : « la bonne molécule, au bon moment et au bon dosage ».



TÉMOIGNAGE DE CHERCHEUR



JEAN-MARC GHIGO,
Unité de génétique des biofilms,
Institut Pasteur (Paris)

Biofilms et tolérance aux antibiotiques

« À l'état naturel, les bactéries vivent en général regroupées : ont dit qu'elles forment des biofilms. Ces couches de bactéries peuvent se développer par exemple à la surface des cathéters ou des prothèses médicales... Ainsi, la plupart des infections nosocomiales sont dues à des bactéries échappées d'un biofilm. Le problème est le suivant : sous forme de biofilm, même des bactéries non résistantes peuvent survivre à un traitement antibiotique et sont capables de se multiplier à nouveau dès l'arrêt du traitement. On parle de tolérance du biofilm et non pas de résistance aux antibiotiques, car cette caractéristique est réversible et non héritée. Cette tolérance aux antibiotiques s'explique notamment parce que certaines bactéries sont en dormance : dans cet état, où leur métabolisme est très ralenti, elles sont insensibles aux antibiotiques. Au laboratoire, nous étudions les causes et les conséquences de la tolérance du biofilm aux antibiotiques et nous testons différentes approches anti-biofilms. L'une des stratégies explorées consiste à "réveiller" le biofilm en modifiant les conditions environnementales, par exemple en élevant le pH du milieu dans certains types de cathéters, ce qui resensibilise les bactéries aux antibiotiques. D'autres équipes travaillent à modifier les surfaces des matériels médicaux pour empêcher l'adhésion des bactéries menant à la formation d'un biofilm. »

céphalosporine). Ainsi, depuis 2016 en France, on dispose de médicaments associant une forme nouvelle de céphalosporine et un inhibiteur de bêta-lactamases appelé avibactam. Actuellement, plusieurs inhibiteurs de la famille chimique de l'avibactam, en association avec d'autres antibiotiques, sont en développement ou en cours d'évaluation dans le cadre d'essais cliniques.

Certaines entreprises de biotechnologies, et notamment la française Pherecydes, placent leurs espoirs dans les phages, ces virus capables de s'attaquer spécifiquement à des bactéries. Des essais cliniques sont d'ailleurs en cours pour évaluer leur intérêt pour traiter les infections cutanées chez les grands brûlés, et les infections pulmonaires chez des malades atteints de la mucoviscidose. « C'est une piste intéressante pour des cas d'impasse thérapeutique », remarque le Pr Xavier Nassif, microbiologiste à

VIH :

virus responsable
du sida.

TRAITEMENT DE PREMIÈRE INTENTION :

médicament donné
à un malade n'ayant
jamais reçu de
traitement
précédemment pour
soigner son affection.
Il existe en général
des recommandations
internationales quant
à ce traitement de
première intention.

Tous les antimicrobiens concernés

Toute substance active contre un micro-organisme vivant, qu'il s'agisse d'une bactérie, d'un virus, d'un champignon ou même d'un parasite, exerce une pression de sélection qui conduit à l'expansion d'une population d'individus résistants à cette substance. Le problème de résistance existe donc aussi avec les antiviraux et les antiparasitaires. Chaque année, il survient environ 400 millions de nouveaux cas de paludisme dans le monde. Dans les années 2000, à cause d'un phénomène croissant de résistances des parasites responsables du paludisme aux traitements classiques type chloroquine ou nivaquine, « nous avons observé une forte mobilisation internationale autour de l'artémisinine, matière première de l'essentiel des traitements antipaludiques aujourd'hui. Pour développer ces nouvelles thérapies, des dérivés de l'artémisinine ont été mis au point, puis combinés avec d'autres molécules antipaludiques afin de contrôler le parasite à plus long terme, raconte le Dr Frédéric Ariey, spécialiste de la maladie à l'hôpital Cochin (AP-HP, Paris). Ces thérapies dites ACT (pour Artemisinin Combination Therapy) permettent aujourd'hui de limiter le risque de résistance. La mise au point de tests de diagnostic rapide a aussi permis d'accélérer la prise en charge des malades et donc de limiter la dissémination des résistances ».

Sur le front de la lutte contre le sida, un même sursaut est attendu. D'après une large étude publiée l'année dernière, dans certains pays en voie de développement 10 % des malades sont infectés par une souche de **VIH** résistante, et ce avant même d'entamer un traitement ! Dans son dernier rapport, l'OMS a averti que cette menace croissante « pourrait compromettre les progrès mondiaux en matière de traitement et de prévention du VIH si des mesures efficaces ne sont pas prises rapidement ». Concrètement cela signifie : repérer plus efficacement ces souches résistantes, adapter les **traitements de première intention** et développer de nouveaux médicaments antirétroviraux. Rappelons qu'en 2017, environ 1,8 million de personnes ont été nouvellement infectées par le VIH dans le monde.



© iStock

Le rôle de la pollution environnementale

Dans les zones à forte densité humaine, on constate une pollution des eaux par les antibiotiques, surtout à proximité des maisons de retraite et des hôpitaux dont les effluents sont contaminés par les médicaments. Or même de très faibles concentrations d'antibiotiques peuvent conduire à la sélection de bactéries résistantes. Au printemps dernier, des chercheurs du Centre international de recherche en infectiologie (Université Claude-Bernard Lyon 1/CNRS/Inserm /ENS de Lyon) ont ainsi mis en évidence que des faibles doses d'antibiotiques présentes dans l'environnement sont responsables de la propagation des souches résistantes de staphylocoques dorés en dehors des établissements de santé. Contrôler cette pollution environnementale est l'un des facteurs clés si l'on veut lutter efficacement contre l'antibiorésistance.

Tant que nous utiliserons des antibiotiques, le phénomène d'antibiorésistance existera. Le véritable enjeu est de faire en sorte qu'il reste marginal.

l'Institut Necker Enfants Malades (AP-HP, Paris).

D'autres équipes songent à développer des antivirulents, c'est-à-dire des molécules qui ne tuent pas la bactérie mais qui inactivent les facteurs de virulence qui la rendent dangereuse pour l'Homme. « *En théorie c'est très intéressant, mais pour l'instant aucune étude n'a abouti à la mise au point d'un médicament*, souligne le Pr Nassif. *Tant que nous n'avons pas trouvé de nouveaux antibiotiques, il est essentiel de préserver l'efficacité*

de ceux actuellement à notre disposition, en faisant une utilisation la plus raisonnée possible et en développant les mesures d'hygiène et de prévention pour limiter la dissémination des souches bactériennes résistantes. » ■

VRAI FAUX

Aucun nouvel antibiotique n'a été découvert depuis 30 ans.

FAUX Régulièrement, des équipes scientifiques à travers le monde publient des études où elles relatent la découverte d'une nouvelle molécule capable de tuer des bactéries, même résistantes, ou de les empêcher de se multiplier. Mais il est extrêmement rare que cela conduise au développement puis à la commercialisation d'un nouvel antibiotique. On estime en effet que cela prend dix ans et coûte un milliard de dollars en moyenne pour développer un nouveau médicament... Des antibiotiques appartenant à des familles déjà connues ont été mis à disposition et améliorent les performances des molécules plus anciennes. De nouvelles combinaisons de molécules ont aussi été mises au point ces dernières années. Cependant, aucune famille d'antibiotiques résolument nouvelle n'a été mise sur le marché depuis trente ans.

Même si on se sent mieux, il faut terminer son traitement antibiotique.

VRAI Il est très important de respecter la prescription médicale. Écourter un traitement antibiotique avant la durée prévue peut d'une part augmenter le risque pour le patient de retomber malade si toutes les bactéries n'ont pas été éliminées, et d'autre part favoriser la dissémination de bactéries résistantes à l'antibiotique. Seul un médecin peut décider d'écourter un traitement, et sur la base d'arguments cliniques ou biologiques.



Ce sont les antibiotiques qui créent les résistances.

FAUX

La résistance est un phénomène naturel et spontané qui repose sur la survenue de mutations génétiques dans le génome des bactéries lorsque celles-ci se multiplient. En revanche, en éliminant les bactéries sensibles et en laissant se développer les bactéries résistantes, les antibiotiques accélèrent la diffusion de ces résistances dans l'ensemble de la population bactérienne. On dit que les antibiotiques exercent une pression de sélection sur les bactéries.

Les antibiotiques sont donnés à des animaux en bonne santé.

VRAI Lorsqu'une bête ou deux sont malades dans un élevage, l'éleveur ne peut pas toujours se focaliser uniquement sur celles-ci, et l'ensemble du troupeau peut être traité préventivement pour ne pas risquer que la maladie se propage. Par ailleurs, les antibiotiques sont aussi utilisés comme facteur de croissance : donnés à des animaux en parfaite santé, ils accélèrent leur prise de poids. À cause des problèmes d'antibiorésistance, l'Union européenne a formellement interdit cet usage depuis 2006, mais c'est encore pratiqué en Amérique et en Asie.

En santé animale comme en santé humaine, le problème d'antibiorésistance se pose.

VRAI Afin de lutter plus efficacement contre les résistances aux antibiotiques et contre les maladies infectieuses émergentes dont 75 % sont d'origine animale, le concept « Un monde, une santé » se développe depuis quelques années. L'Organisation mondiale de la santé, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) travaillent ainsi de concert pour un meilleur usage des antibiotiques et pour lutter contre les maladies émergentes.

EN SAVOIR PLUS

S'INFORMER

DOSSIER

L'Inserm propose un dossier sur la résistance aux antibiotiques, réalisé en collaboration avec Jean-Luc Mainardi, du centre de recherche des Cordeliers (Inserm/Sorbonne Université/ Université Paris-Descartes/ Université Paris-Diderot) et Marie-Cécile Ploy de l'Institut génomique, environnement, immunité, santé et thérapeutiques de Limoges, (Inserm/Université de Limoges) :

www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/resistance-antibiotiques

RAPPORT



Dans le cadre de ses missions de surveillance des médicaments, l'Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM) collecte, traite et analyse les données portant sur la consommation d'antibiotiques et publie régulièrement des synthèses qui retracent les évolutions observées depuis 2000. Le rapport sur l'année 2016 est disponible en ligne :

https://ansm.sante.fr/content/download/113089/1432671/version/1/file/Rapport-antibio_nov2017.pdf

LIRE



LIVRE GRAND PUBLIC

Serions-nous entrés dans une nouvelle ère « post-antibiotiques » dans laquelle les infections bactériennes pourraient tuer à nouveau ? Dans ce livre résolument optimiste, le Dr Étienne Ruppé, bactériologiste à l'hôpital Bichat-Claude-Bernard de Paris, explique la résistance aux antibiotiques au grand public et les moyens actuels et futurs pour la combattre.

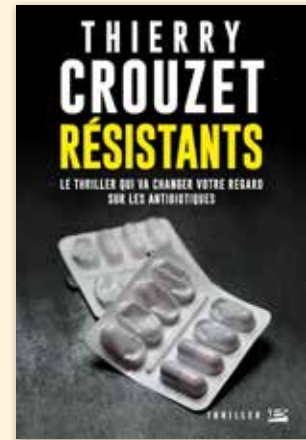
Les antibiotiques c'est la panique !
du Dr Étienne Ruppé.
Éd. Quae, août 2018.



ALERTE

Le propos du Pr Andremont n'est ni culpabilisant ni pessimiste : il lance une alerte et défend l'idée que les antibiotiques doivent être utilisés de façon plus « écologique », c'est-à-dire être considérés comme une denrée limitée que l'on doit gérer intelligemment.

Antibiotiques, l'overdose !
du Pr Antoine Andremont, avec Stephan Muller.
Éd. Bayard, octobre 2017.



THRILLER

Thierry Crouzet mêle suspense et médecine dans un polar implacable où tout, même le plus effroyable, relève de la science. « Notre humanité est menacée par la prolifération de bactéries devenues résistantes aux antibiotiques, que nous consommons pour nous soigner et trouvons aussi dans notre alimentation. À l'heure où nous prenons conscience de l'importance de ce que nous possédons en commun, Thierry Crouzet nous montre que les antibiotiques sont un de ces trésors que nous devons préserver », résume son éditeur. **Résistants. Le thriller qui va changer votre regard sur les antibiotiques** de Thierry Crouzet. Éd. Bragelonne, avril 2017.