

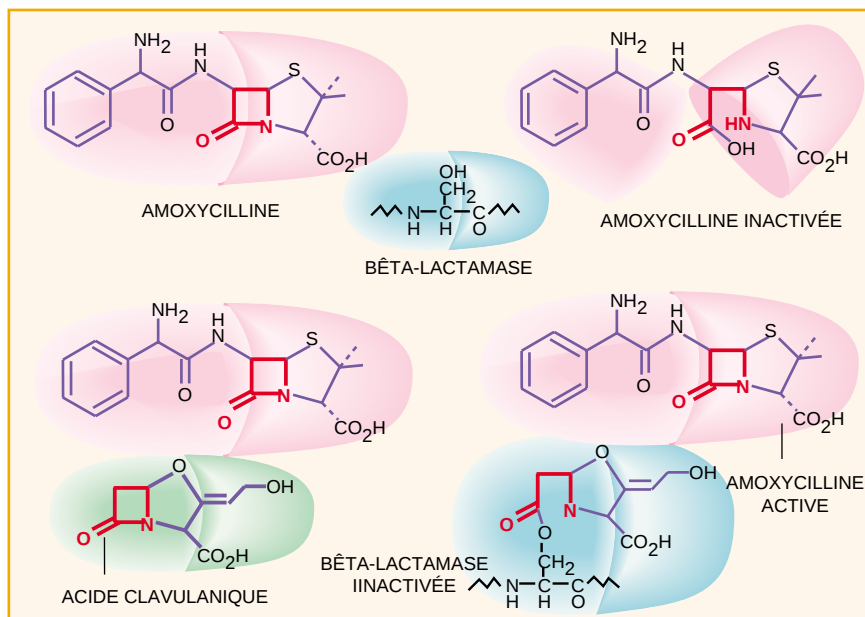
cine humaine. Toutefois, l'avoparcine est interdite dans l'alimentation des vaches laitières, en Europe, depuis 1995, et devrait l'être prochainement pour les porcs et les volailles.

La flore intestinale de volontaires sains contient beaucoup moins de bactéries résistantes quand ils absorbent une alimentation stérile que s'ils s'alimentent normalement. Cette expérience apporte un argument supplémentaire en faveur de l'origine alimentaire de nombreuses bactéries résistantes de la flore intestinale de l'homme. Les légumes, souvent consommés crus, apportent plus de bactéries résistantes que la viande, généralement cuite avant d'être consommée.

Heureusement, l'effet de barrière est efficace chez l'homme. Dans la plupart des cas, les bactéries résistantes transitent dans le tube digestif sans s'implanter durablement. Toutefois, des expériences réalisées à l'Institut Pasteur de Paris et à l'INRA ont montré que ce simple transit permet parfois le transfert des résistances à des bactéries sensibles de la flore normale, même si la bactérie en transit n'est pas de la même espèce que celles de la flore intestinale.

Les additifs utilisés dans l'alimentation animale jouent-ils un rôle dans l'apparition des phénomènes de résistance aux antibiotiques chez les bactéries qui infectent l'homme? Est-ce l'usage des antibiotiques dans l'alimentation animale ou en médecine humaine qui est responsable de la multiplication des résistances? Lequel de ces usages doit-on limiter? Le débat n'est pas clos. Les intérêts économiques sont considérables : ainsi, aux États-Unis, la consommation hospitalière de vancomycine est passée de 13 millions de dollars à 300 millions (65 à 1 500 millions de francs), entre 1982 et 1995.

L'ampleur des marchés ne contribue pas à la sérénité du débat. Toutes ces données soulignent l'importance du risque que représente l'évolution des résistances bactériennes aux antibiotiques. Pour chaque traitement antibiotique, le médecin doit évaluer le bénéfice thérapeutique pour son patient et les risques que représente, pour la collectivité, la sélection de bactéries résistantes. Quelles sont les solutions envisageables? Sans doute pourrait-on réduire la durée des traitements antibiotiques, afin de diminuer les quantités prescrites et, par là même, les risques de sélectionner des bactéries résistantes ; on diminuerait



7. LA BÊTA-LACTAMASE est une enzyme bactérienne qui inactive certains antibiotiques, notamment l'amoxicilline. En administrant, en même temps que l'antibiotique, l'acide clavulanique, une molécule qui se fixe à la bêta-lactamase et l'inhibe, on l'empêche d'agir et l'amoxicilline libérée dans l'organisme reste efficace. C'est une des façons de déjouer les mécanismes de résistance des bactéries aux antibiotiques.

la «pression de sélection». Comme les durées minimales de traitement ne sont connues avec précision que pour un petit nombre d'infections, un vaste champ d'études cliniques est ouvert.

À l'hôpital, la gravité de la situation représentée par les infections nosocomiales à bactéries multirésistantes a conduit les autorités sanitaires à mettre en place des comités de lutte contre ces infections qui regroupent des médecins, des microbiologistes, des épidémiologistes, des hygiénistes et les services administratifs. Des règles d'hygiène élémentaires, par exemple un lavage soigneux des mains après chaque soin aux malades et l'isolement des malades porteurs de bactéries multirésistantes éviteraient la transmission de ces bactéries d'un patient à l'autre ; simples et efficaces, ces mesures sont toutefois contraignantes.

De surcroît, bien que de nouvelles molécules aient été mises sur le marché, aucune nouvelle famille d'antibiotiques n'a été découverte au cours des 20 dernières années. Les laboratoires pharmaceutiques recherchent d'autres voies métaboliques indispensables à la multiplication des bactéries et qui seraient de nouvelles cibles thérapeutiques. Après avoir identifié ces cibles, ils pourraient concevoir des molécules qui les bloqueraient spécifiquement.

Depuis la découverte de la pénicilline, on a assisté à la prolifération de

bactéries qui résistent aux antibiotiques. Seule une action concertée entre les médecins, le personnel soignant, les vétérinaires, les agronomes, l'industrie pharmaceutique et les autorités de santé parviendra à maîtriser l'évolution de la résistance bactérienne aux antibiotiques, et empêchera que les fléaux d'antan ne réapparaissent.

Antoine ANDREMONT dirige le Laboratoire de bactériologie du groupe hospitalier Bichat-Claude Bernard – Université Paris VII. Denis CORPET dirige le Laboratoire sécurité et hygiène des aliments, à l'École nationale vétérinaire de Toulouse. Patrice COURVALIN dirige l'Unité des agents antibactériens et le Centre national de référence des antibiotiques de l'Institut Pasteur, à Paris.

D. CORPET, *Antibiotic Resistance from Food*, in *New England Journal of Medicine*, vol. 318, pp. 1206-1207, 1988.

Stuart LEVY, *The Antibiotic Paradox : how Miracle Drugs are Destroying the Miracle*, Plenum Press, 1992.

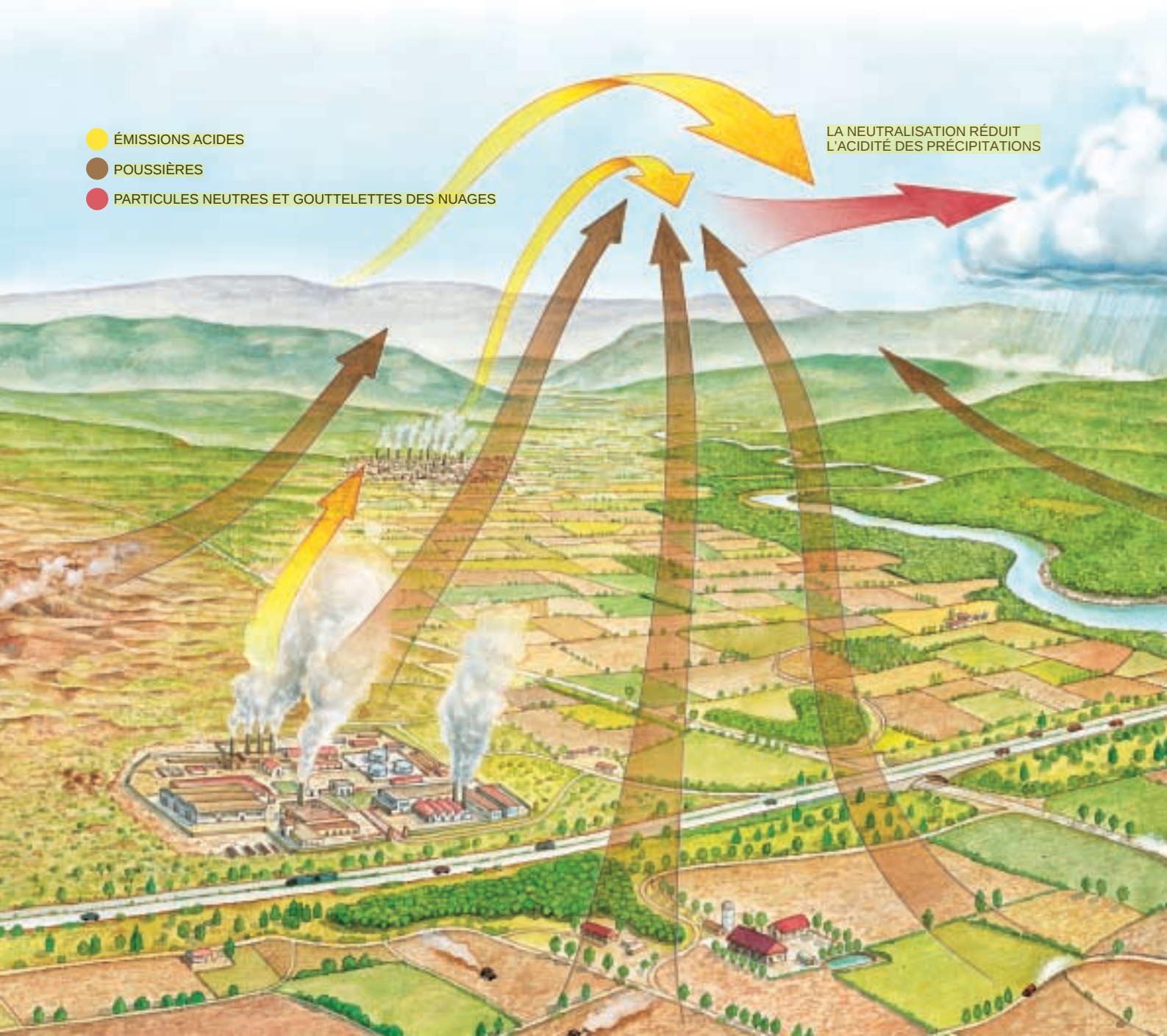
A. ANDREMONT et D. CORPET, *Colonisation intestinale par les bactéries résistant aux antibiotiques*, in *Encyclopédie Medico-Chirurgicale, Maladies infectieuses*, Elsevier, Paris, 800 - 1 - A - 10, 5 pp., 1996.

P. COURVALIN, *Evasion of Antibiotic Action by Bacteria*, in *J. Antimicrob. Chemother*, vol 37, pp. 855-869, 1996.

Poussières atmosphériques et pluies acides

LARS HEDIN • GENE LIKENS

Pourquoi les pluies restent-elles acides alors que les réglementations ont conduit à des réductions considérables des pollutions industrielles ? Les poussières atmosphériques semblent être en cause.



Depuis plusieurs décennies, les agronomes et les chimistes se préoccupent des pluies acides et de leurs conséquences sur l'environnement. Les effets délétères de cette acidité étant établis, les gouvernements de nombreux pays industrialisés ont réglementé les rejets des polluants dans l'atmosphère. L'Europe, par exemple, a limité les rejets de dioxyde de soufre et de dioxyde d'azote au moment même où les États-Unis ont adopté une loi pour un air propre. On espérait que de telles mesures favoriseraient la régénération des forêts et des lacs, mais le problème des pluies acides demeure : pourquoi les précipitations qui atteignent certaines parties de l'Europe et le Nord des États-Unis restent-elles acides, alors que la pollution est progressivement réduite ? Et pourquoi certains écosys-

tèmes, telles les forêts, sont-ils plus endommagés qu'on ne le craignait ?

Les spécialistes de l'atmosphère ont récemment découvert que le mécanisme des pluies acides était beaucoup plus complexe qu'ils ne le soupçonnaient : ils avaient notamment sous-estimé l'effet des composés atmosphériques basiques, qui peuvent contrebalancer les effets des polluants acides. Alors qu'on s'attachait à réduire les rejets de composés acides, on oubliait de tenir compte de la raréfaction simultanée des produits basiques : la diminution de la charge basique de l'atmosphère a aggravé les conséquences écologiques des pluies acides. Ainsi, paradoxalement, les mesures prises pour améliorer la qualité de l'air figurent parmi les principales causes des atteintes écologiques récentes.

On mesure l'acidité des composés

en unités pH (c'est une mesure de la concentration en ions hydrogène) : les solutions de pH inférieur à 7 sont acides, celles de pH supérieur à 7 sont basiques, et celles de pH égal à 7 sont neutres. Le jus d'orange, le vinaigre ou le vin sont acides, tandis que l'ammoniaque, la soude et les pansements gastriques sont basiques. Dans l'atmosphère, la plupart des composés basiques sont en suspension dans les particules de poussière, car ces dernières sont particulièrement riches en minéraux tels que le carbonate de calcium ou le carbonate de magnésium, qui se transforment en composés basiques lors de leur dissolution dans l'eau.

Les poussières atmosphériques proviennent de sources variées, telles la combustion des combustibles fossiles et des activités industrielles comme la fabrication du ciment, l'extraction minière ou la métallurgie. Les industries du bâtiment et l'agriculture dégagent également beaucoup de poussières basiques, tout comme les feux de forêts ou l'érosion éolienne des régions arides.

Un anti-acide naturel

Dans l'air, les particules de poussière neutralisent les pluies acides, à la façon de pansements gastriques dans l'estomac : lorsqu'un acide et une base se rencontrent, ils réagissent et engendrent un sel plus neutre. Dans l'atmosphère, cette neutralisation se produit lorsque les particules de poussière se dissolvent dans les gouttelettes acides qui constituent les nuages ou lorsqu'elles se combinent directement avec des acides sous forme gazeuse, tels le dioxyde de soufre ou le dioxyde d'azote. Ces réactions libèrent des cations, c'est-à-dire des atomes ou des groupes d'atomes qui, ayant perdu des électrons, sont char-

1. LES POUSSIÈRES de l'atmosphère (flèches brunes) contiennent des composés basiques, qui neutralisent les polluants acides (flèches jaunes) responsables des pluies acides. Les rejets des usines, l'agriculture ou la circulation sur les chemins de terre engendrent ces poussières, ainsi que les feux de forêts ou l'érosion par le vent. Les polluants acides proviennent essentiellement de la combustion des combustibles d'origine fossile dans les usines, les véhicules et les logements. Les particules de poussières apportent des éléments nutritifs aux forêts, mais elles provoquent également des troubles respiratoires quand leur concentration dans l'atmosphère est excessive.



Roberto Osi