

Les antibiorésistances en élevage : vers des solutions intégrées

Les antibiorésistances sont un des risques majeurs de santé publique que l'intensification des élevages et la mondialisation des échanges ont contribué à accentuer. Depuis la fin des années 1990, la prise de conscience de ce risque s'accroît, suscitant une mobilisation progressive de la communauté internationale et l'instauration de programmes de surveillance. Le risque de perte d'efficacité de médicaments dont l'usage est partagé entre hommes et animaux conduit d'ores et déjà à davantage encadrer les usages vétérinaires. Dans un contexte où les perspectives de mise sur le marché de nouvelles molécules apparaissent aujourd'hui limitées, le développement des alternatives thérapeutiques pourra constituer une partie de la solution. Mais celle-ci passera aussi par l'adoption de conduites d'élevage prévenant et limitant davantage les risques. Les récentes orientations des politiques publiques, plus intégrées, y invitent.

Les antibiotiques, définis comme des médicaments capables d'agir contre les bactéries, soit en les détruisant par effet bactéricide, soit en bloquant leur multiplication par effet bactériostatique, semblent faire partie depuis longtemps de l'environnement médical. La généralisation de leur usage n'est pourtant pas si ancienne. Après la découverte de la pénicilline par Alexander Fleming en 1928, l'industrialisation des pénicillines puis de plusieurs familles d'antibiotiques majeurs, dont la streptomycine, les sulfamides et le chloramphénicol s'est développée dans les décennies 1940-1950. Leur usage en élevage s'est étendu à partir des années 1950, y compris dans un objectif non thérapeutique, car un effet secondaire de promotion de croissance avait été identifié dès 1946.

Les antibiotiques utilisés chez l'animal, généralement issus de la pharmacopée humaine, sont depuis la loi du 29 mai 1975¹ soumis, comme leurs équivalents humains, à évaluation préalable pour une autorisation de mise sur le marché (AMM). Le marché mondial global des antibiotiques est aujourd'hui de l'ordre de 42 milliards de dollars annuels. En santé animale uniquement, on peut l'estimer entre 15 et 20 % du marché des médicaments vétérinaires, qui est de 813 millions d'euros en France (4,3 milliards

d'euros en Europe et de 17,5 milliards d'euros dans le monde). Après plusieurs décennies où les antibiotiques² ont pu apparaître, tant en usage humain qu'animal, comme une solution pérenne, inépuisable, au point d'en banaliser l'usage, nous sommes maintenant confrontés à une diminution notoire de leur efficacité et à l'obligation de les économiser pour mieux les préserver.

Après un rappel des modalités d'utilisation des antibiotiques en élevage et de la montée du phénomène d'antibiorésistance, à la fois comme réalité sanitaire et comme « problème public »³, cette note dressera un bref panorama des réponses politiques et des solutions techniques envisageables.

1 - L'utilisation des antibiotiques en élevage

On peut en distinguer quatre types :

- l'usage curatif, qui consiste à traiter la maladie déclarée, après diagnostic et prescription adéquate, soit par traitement individuel, à l'instar d'une boiterie chez un bovin, soit par traitement curatif collectif, tel celui contre les pneumopathies des veaux.

- la métaphylaxie, usage intermédiaire entre curatif et préventif, adapté à la médecine de groupe puisqu'il s'agit d'administrer le même remède à plusieurs individus sou-

mis au même agent contaminant, qu'ils présentent ou non des symptômes.

- l'usage exclusivement préventif, qui consiste à traiter les animaux qui se trouvent dans une situation à risque potentiel, comme lors du sevrage des porcelets. Cette démarche d'anticipation permet, en prévenant les symptômes, d'éviter une baisse de production. Elle est parfois systématisée dans les cycles de production, le plus souvent en élevage industriel.

- enfin l'usage zootechnique, interdit dans l'Union européenne (UE) depuis 2006, dont le principe consiste à utiliser les antibiotiques comme additifs à la ration en vue d'améliorer la croissance. Cette pratique, liée à l'intensification de l'élevage, a concerné des lots importants d'animaux très homogènes. Au fil du temps, il est apparu que la dose d'administration des additifs, subthérapeutique, pouvait être un important facteur de risque

1. http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=19750530&numTexte=&pageDebut=05381&pageFin=

2. <http://www.simv.org/sites/default/files/sims-a4-plaquette-2014V2.jpg>

3. En accord avec la science politique, on dira qu'il y a « problème public » quand un ensemble de réalités dangereux ou potentiellement dangereux est reconnu par des réformateurs comme susceptible de remettre en cause l'ordre social et exigeant une solution politique.

d'antibiorésistance, par augmentation de la pression de sélection. Le risque était encore accentué pour les molécules structurellement voisines d'un antibiotique à usage strictement humain, tel l'avoparcine proche de la vancomycine, antibiotique hospitalier. Ces additifs antibiotiques sont encore autorisés dans plusieurs régions du monde, dont les États-Unis.

Les usages préventifs et métaglyctiques, s'ils sont courants en médecine animale, sont en revanche peu fréquents en médecine humaine, à quelques exceptions près. L'usage comme promoteur de croissance est propre à l'élevage.

En France, le niveau de vente et d'exposition aux antibiotiques fait l'objet d'un suivi conjoint depuis 1999 entre l'Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV) et le syndicat de l'industrie du médicament vétérinaire (SIMV). Dans son dernier rapport⁴, l'ANSES met en évidence une baisse importante des tonnages vendus (voir figure 1) et, depuis 2007, de l'indice d'exposition ALEA, qui tient également compte des effets de concentration et des différences de posologie des produits commercialisés ainsi que de l'évolution des populations animales traitées. Ces tendances baissières sont d'autant plus encourageantes que l'agence nationale du médicament et des produits de santé (ANSM) constate une remontée des consommations antibiotiques en médecine humaine depuis quelques années.

La consommation d'antibiotiques en élevage est en revanche assez mal connue dans de nombreuses régions du monde (Asie, Afrique, Amérique du Sud)⁵. Au niveau européen, on constate des situations extrêmement variées avec de fortes disparités entre les pays du sud (Grèce, Italie) très consommateurs et certains pays du Nord beaucoup plus économes (voir figure 2). Le réseau ESVAC⁶, dépendant de l'Agence européenne du médicament,

situe la France en 9^e position sur les 26 États étudiés.

Le recours aux antibiotiques en élevage, pour traiter ou anticiper des maladies infectieuses, a indéniablement conduit à la résolution de problèmes sanitaires, dont l'incidence était souvent accrue par la concentration animale, ainsi que l'attestait une étude de 1980 sur l'épidémiologie des maladies du porc⁷. Associé à d'autres facteurs, comme la génétique, il a permis d'augmenter la rentabilité des élevages. Mais au fil du temps, la banalisation de leur usage a contribué au développement de phénomènes d'antibiorésistance.

2 - L'émergence de l'antibiorésistance comme réalité sanitaire et « problème public »

Une bactérie peut être considérée comme résistante quand elle tolère des concentrations d'antibiotiques supérieures à celles de la population normale de son espèce bactérienne⁸. Les antibiorésistances (voir figure 3) naturelles sont liées au mode d'action, plus ou moins sélectif, des antibiotiques. Par exemple les pénicillines n'agissent que sur les bactéries dites « gram positives », ayant une paroi plus mince. Les antibiorésistances acquises, les plus problématiques, apparaissent secondairement avec des antibiotiques initialement efficaces contre la bactérie considérée.

Ces phénomènes, déjà anticipés en 1945 par Alexander Fleming, ont été identifiés comme facteur majeur de risque dans un rapport de Michael Swann en 1969 qui dénonçait déjà l'utilisation des additifs antibiotiques. L'encadré 1 présente les diverses conséquences de l'antibiorésistance en élevage.

2.1 - Une prise de conscience et une mobilisation croissante

Depuis la fin des années 1990, la prise de conscience du risque s'accroît régulièrement.

Parmi les jalons de cette mobilisation progressive, d'abord européenne, citons la conférence de Copenhague en 1998 qui réunissait chercheurs, administrations, professionnels de soins et industriels du médicament puis, au niveau mondial cette fois, la conférence d'Oslo en 2004. Depuis 2008 se déroule annuellement en novembre une journée européenne de sensibilisation aux antibiotiques.

Un rapport de l'OMS⁹ de 2014 témoigne de la difficulté d'établir un panorama complet et robuste du phénomène. Si l'on dispose de quelques tendances pour des pathogènes particulièrement problématiques, l'établissement de tendances mondiales est gêné par l'absence de données fiables. L'OMS en déduit la nécessité de renforcer la surveillance de l'antibiorésistance, organisée au niveau mondial. À ce jour la vigilance est relativement forte et structurée en Union européenne grâce aux efforts conjoints de l'EFSA (*European food safety authority*) et de l'ECDC (*European center of disease control*) et aux États-Unis (programme NARMS). En revanche, elle semble insuffisante, voire inexistante, dans des régions du monde où les risques potentiels sont pourtant perçus comme importants, tels l'Asie du Sud-Est, le Moyen-Orient, l'Europe extra-communautaire et l'Afrique.

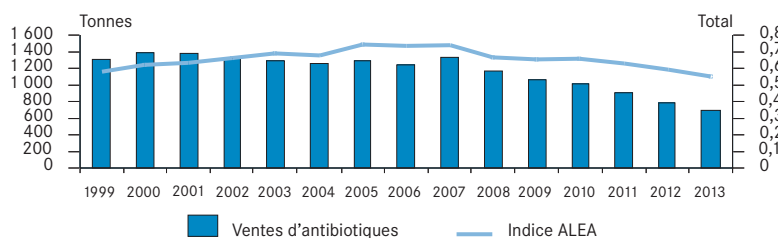
L'instauration de programmes de surveillance ciblés est une voie souvent privilégiée et un préalable à une gestion efficace du problème. La France a ainsi mis en place des dispositifs relatifs à l'utilisation des antibiotiques en élevage. Il peut s'agir de plans de surveillance ou d'enquêtes, à travers le réseau RESA-PATH, maintenant intégré à l'observatoire national de l'épidémiologie de la résistance bactérienne aux antibiotiques (ONERBA).

Au-delà des dispositifs de surveillance du phénomène, des réponses politiques ont été adoptées pour le gérer.

2.2 - Les réponses politiques : des mesures ciblées aux programmes intégrés

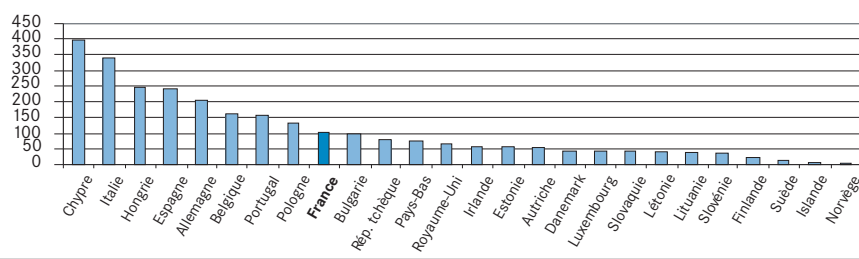
Les premières mesures prises ont porté sur la gestion de l'arsenal antibiotique via des restrictions d'usage. Une de ces dispositions d'envergure fut ainsi, en 2006, l'interdiction à l'échelon européen des additifs antibiotiques en élevage. L'établissement de listes d'antibiotiques critiques, en usages humain et vétérinaire, est une autre des mesures phares adoptées ; elle a fait l'objet d'une

Figure 1 - Évolution des ventes et de l'exposition aux antibiotiques en France en élevage



Source : rapport 2014 de l'ANSES⁵

Figure 2 - Ventes d'antibiotiques pour les animaux destinés à la consommation alimentaire, corrigées des tailles de cheptels (mg/PCU)



Source : ESVAC, 2014⁶

4. <http://www.anses.fr/fr/content/suivi-des-ventes-dantibiotiques-v%C3%A9t%C3%A9rinaires>

5. Rushton J., Pinto Ferreira J. & Stärk K. D., 2014, "Antimicrobial Resistance: The Use of Antimicrobials in the Livestock Sector", *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 68, OCDE.

<http://dx.doi.org/10.1787/5jxv13dww3f0-en>

6. http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/regulation/document_listing/document_listing_000302.jsp

7. <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1980/80txtPatho/P8006.pdf>

8. <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=1824>

9. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112642/1/9789214564748_eng.pdf?ua=1

concertation en novembre 2007, entre l'OMS, l'OIE et la FAO.

Au niveau français, l'Agence nationale du médicament et des produits de santé (ANSM) classe les antibiotiques critiques humains en trois catégories : ceux particulièrement générateurs de résistances, ceux de dernier recours et enfin ceux dont la prescription et la dispensation doivent faire l'objet de mesures spécifiques. C'est dans cette troisième catégorie qu'il y a le plus de molécules utilisées pour l'usage mixte.

Ces dernières années ont été marquées par l'élaboration de plans d'action plus intégrés, notamment en 2011 avec, au niveau européen, un plan d'action mixte, concernant les usages humains et animaux, de lutte contre les antibiorésistances et, au niveau national, le plan Ecoantibio qui comporte 40 actions, parmi lesquelles la sensibilisation des éleveurs et la promotion de bonnes pratiques, le développement de la prophylaxie sanitaire et de mesures zootechniques, la recherche

sur les alternatives thérapeutiques et notamment les vaccins et auto-vaccins. Enfin la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, du 13 octobre 2014, institue ou entérine, selon les cas, des principes fermes en vue d'une réduction d'usage des antibiotiques en élevage.

La tendance, dans les prochaines années, devrait aller vers une restriction encadrée de l'usage médicamenteux préventif en élevage¹¹ et une remise en cause de la prescription sans examen clinique préalable¹². L'ANSES¹³, a estimé que le rapport bénéfice/risque de ce type de traitement est souvent défavorable, du fait notamment de la probabilité d'induction de résistances chez les bactéries commensales du tube digestif des animaux non infectés. D'autres initiatives, comme le fractionnement des quantités délivrées, qui fait actuellement l'objet d'une expérimentation en pharmacie humaine, sont à l'étude.

De son côté, la Commission européenne a entrepris une révision des textes relatifs au

médicament vétérinaire, qui prend explicitement en compte le problème de la résistance aux antibiotiques. Les modalités de cette réforme impacteront ce domaine pendant au moins 10 à 15 ans.

Le succès de ces différents plans visant à réduire le risque associé aux antibiorésistances suppose l'existence de solutions techniques pour les élevages.

3 - Les solutions techniques

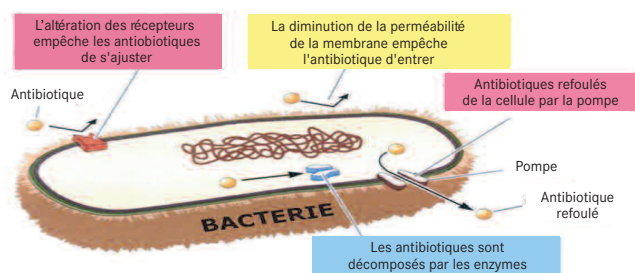
Trois voies semblent envisageables *a priori* : la recherche i) de nouvelles molécules antibiotiques, ii) d'alternatives thérapeutiques aux antibiotiques ou iii) de solutions techniques plus préventives touchant aux conduites d'élevage.

3.1 - La recherche de nouvelles molécules : une voie désormais moins aisée

La mise au point de nouvelles molécules antibiotiques a longtemps été la solution adoptée pour pallier la baisse d'efficacité des molécules en place. Mais cette stratégie tend à s'affaiblir, et les dernières grandes familles d'antibiotiques mises sur le marché vétérinaire, les fluoroquinolones et autres C3G et C4G, datent des années 1990. Les plus récents antibiotiques, les carbapénèmes, sont réservés à l'usage humain hospitalier. Parmi les raisons avancées pour expliquer l'absence de nouvelles solutions depuis près de 20 ans, il y a la crainte des industriels de ne pas avoir le temps de valoriser leur investissement si des résistances apparaissent. Par ailleurs, si un antibiotique innovant est classé comme « critique », son usage sera restreint et sa commercialisation sera faible. De plus, en recherche médicale, le secteur anti-infectieux est perçu comme beaucoup moins porteur que d'autres (anti-cancéreux par exemple)¹⁴. Enfin, les modalités de mise sur le marché des médicaments vétérinaires les rendent moins rentables que leurs équivalents humains puisqu'il y a obligation de déposer un dossier d'AMM pour chaque espèce animale visée et, pour les médicaments destinés aux animaux d'élevage, un dossier de toxicologie comportant en sus un volet sur les données relatives aux résidus pour le consommateur final de denrées.

Si des publications scientifiques mentionnent parfois des découvertes présentées comme prometteuses, telles la présence de molécules antibiotiques dans certaines algues, il est illusoire d'en espérer une concrétisation avant 10 ans compte tenu de la durée de préparation et évaluation d'un dossier. C'est pourquoi l'industrie étudie la possibilité, à partir de médicaments existants,

Figure 3 - Les principaux mécanismes de résistance



Source : <http://antibiotiques-tpe.e-monsite.com/pages/resistance-bacterienne/les-mecanismes.htm>

Encadré 1 : Les conséquences possibles du développement des antibiorésistances pour l'élevage

La principale menace associée est évidemment sanitaire avec la survenue d'impasses thérapeutiques, liées à l'émergence de bactéries multirésistantes (BMR), contre lesquelles aucun antibiotique n'est efficace, dont le très redouté SARM (*staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline). L'institut national de veille sanitaire (InVS) a constaté depuis environ 3 ans une diminution du SARM, mais aussi une montée préoccupante d'autres BMR dont les enterobactéries productrices de beta lactamases à spectre étendu (BLSE). Les BMR peuvent être d'origine animale.

Ce risque sanitaire amène de nombreux acteurs à prioriser la santé humaine au détriment de celle des animaux. La problématique du maintien de la santé animale est donc double : outre la baisse d'efficacité des antibiotiques disponibles, le devoir moral ou l'obligation réglementaire de donner la priorité à la santé humaine conduit à accroître la pression sur l'élevage. Certains antibiotiques, généralement les plus récents et les plus actifs, sont déjà réservés à l'usage humain voire uniquement à l'usage hospitalier. Le plan Ecoantibio du MAAF et la loi du 13 octobre 2014 (dite « loi d'avenir ») prévoient l'établissement d'une liste d'antibiotiques « critiques », molécules pour lesquelles l'usage vétérinaire sera encadré.

Le développement des antibiorésistances en élevage crée des difficultés pour traiter des pathologies de groupe pour lesquelles les antibiotiques sont requis. C'est notamment le cas, en élevage bovin, des surinfections bactériennes de type bronchopneumopathies, surtout chez les veaux et, en élevage aviaire, de la colibacillose, de la pasteurellose et du coryza infectieux des poules¹⁰.

Microbes et autres parasites ont plus d'impacts à long terme sur la production animale que les épidémies pourtant dévastatrices comme la grippe aviaire ou la fièvre aphteuse, car les maladies dites « d'élevage » sont permanentes contrairement aux grandes maladies contagieuses. Ceci témoigne de l'importance du sujet et de la nécessité d'apporter des réponses au phénomène d'antibiorésistance. De la bonne santé des élevages dépend la productivité de ce secteur, structurant pour de nombreuses zones rurales. De plus, apporter les soins pertinents aux animaux est un enjeu éthique lié au respect de leur bien-être.

10. Cours de pathologie aviaire de Toulouse Agri Campus <http://www.avicampus.fr/bacterio.html>

11. <http://www.senat.fr/leg/ppr14-098.html>

12. Présentation COPIL plan écoantibio. Novembre 2014

13. <http://www.anses.fr/fr/content/1%E2%80%99anses-publie-son-%C3%A9valuation-des-risques-d%E2%80%99%C3%A9mergence-d%E2%80%99antibio-%C3%A9sistances-li%C3%A9s-aux-modes-d>

14. <http://histoire-cnrs.revues.org/9103>

d'apporter des modifications de formulation, présentation ou mode d'administration, qui généreraient moins de dissémination dans le milieu extérieur et donc un risque d'antibiorésistance atténué.

L'absence prévisible à court terme de nouveaux antibiotiques conduit certains professionnels à se tourner vers des alternatives thérapeutiques.

3.2 - Les alternatives thérapeutiques : substituts ou compléments ?

L'éventail des produits présentés comme substituts possibles aux antibiotiques est très divers, tant en termes d'origine, naturelle ou synthétique, de modes d'action ou de toxicité éventuelle, pour l'animal, le consommateur et l'environnement.

Parmi ces substances, certaines n'ont pas encore de statut, d'autres en ont un, qui peut d'ailleurs différer de celui de médicament, tel l'oxyde de zinc autorisé en tant qu'additif de l'alimentation animale en filière porcine. Il est apparu qu'à des doses nettement supérieures, cette substance pouvait avoir un effet thérapeutique préventif contre les diarrhées de sevrage des porcelets. Mais son usage peut induire un risque environnemental¹⁵.

Une procédure particulièrement conseillée en médecine d'élevage consiste en un recours plus large aux vaccins disponibles sur le marché, doublé, si nécessaire, d'un recours aux auto-vaccins, quand il n'existe pas de spécialité commercialisée. Cette solution est particulièrement opportune chez les espèces animales dites « mineures » pour lesquelles le nombre de médicaments autorisés est plus restreint. Le principe est, lors de pathologies groupées, d'isoler la souche bactérienne chez les premiers animaux atteints, puis de fabriquer extemporanément un vaccin avec lequel seront immunisés les lots suivants. Cette méthode a cependant des limites : elle s'applique au cas par cas, avec un délai de fabrication et est soumise au risque de mutation de la souche.

Certains praticiens proposent des modes de traitement économes en intrants, inspirés de médecines humaines alternatives, telles l'homéopathie, l'aromathérapie et la phytothérapie vétérinaires, ou encore les flores de barrière en complément alimentaire. L'homéopathie a beaucoup d'adeptes mais elle suppose des soins animal par animal, ce qui la rend plus adaptée aux élevages de taille modeste.

On peut citer également d'anciennes méthodes, délaissées à l'ère des antibiotiques, parmi lesquelles la phagothérapie, mise au point au début du xx^e siècle par Félix d'Hérelle, qui consiste à utiliser des phages, virus attaquant des bactéries spécifiques. Le recours à la pha-

gothérapie, resté courant dans les pays de l'ex-bloc soviétique, est prôné par certains praticiens, notamment en cas d'échec avec les médicaments classiques. Toutefois, l'usage des phages, ciblés sur une bactérie spécifique, et préparés à la demande, peut être contraignant en routine. Son utilisation ponctuelle peut cependant être utile¹⁶.

La question de l'évaluation de l'efficacité et des effets toxicologiques ou écotoxicologiques de ces substances alternatives se pose. En effet, si ces produits revendiquent des effets thérapeutiques, cela les fait entrer d'emblée dans la catégorie des médicaments, ce qui implique de satisfaire au critère d'efficacité et l'obtention d'une AMM préalablement à leur utilisation. Or l'efficacité de ces produits est souvent moins spectaculaire et systématique que celle des antibiotiques chimiques de synthèse. C'est pourquoi la comparaison, sur ce seul critère, joue en leur défaveur, et leur pertinence doit être pensée dans le cadre d'une évaluation globale des choix de solutions disponibles, ces alternatives permettant de diminuer partiellement le recours aux antibiotiques. Un cadre plus souple pour évaluer l'efficacité des molécules alternatives pourrait tenir compte, par exemple, d'autres avantages comme l'absence d'impact sur l'antibiorésistance.

Si ces alternatives vont dans le sens de pratiques d'élevage plus économes en intrants, aptes à ménager efficacité antibiotique et respect écologique, elles impliquent également pour les éleveurs comme pour les vétérinaires des efforts d'adaptation et un investissement en temps plus important. Des formations permanentes adéquates des praticiens et des agriculteurs seront nécessaires si l'on souhaite faciliter leur déploiement. Dans tous les cas, elles ne semblent pas en mesure de se substituer, toutes choses égales par ailleurs, aux antibiotiques, mais permettent d'accompagner un usage plus limité ou raisonné de ces derniers.

3.3 - Réponses d'ordre zootechnique et mesures préventives

La multiplication des impasses curatives doit conduire à mieux prévenir le risque. Parmi les solutions disponibles figure tout d'abord le renforcement des mesures de biosécurité en élevage, telle la prise en compte attentive du confort, de l'ambiance et de l'hygiène du logement des cheptels, surtout aux étapes sensibles (maternité, sevrage).

Le respect du bien-être animal, des besoins éthologiques et l'apport d'alimentations spécifiques peuvent également avoir des impacts positifs sur la santé des animaux en occasionnant moins de concentration, moins de stress et une meilleure résistance aux maladies. L'état des bâtiments d'élevage est aussi un facteur à ne pas négliger, des locaux vétustes et sales pouvant favoriser les pathologies. Une attention particulière doit être portée au taux d'hygrométrie et à la ventilation des bâtiments. Certains éleveurs vont plus loin et

fournissent à leurs animaux une alimentation adaptée et non conventionnelle en plus de la ration classique (par exemple accès à l'herbe pour les truies¹⁷).

Les acteurs des filières s'emparent progressivement de cette problématique en multipliant les actions volontaires. La filière porcine a ainsi entrepris de réduire l'usage des C3G et C4G. Les filières porcine et aviaire se sont engagées dans des démarches d'élevage d'animaux « sans antibiotique ». Des initiatives commencent également à émerger dans la filière cunicole.

* * *
*

La lutte contre les antibiorésistances sera un des défis sanitaires majeurs du xx^{ie} siècle. Les considérations les plus pessimistes nous invitent à nous préparer à un monde sans antibiotique à l'horizon 2030¹⁸. Le directeur adjoint de l'OMS, Keiji Fuguda, estime ainsi que mourir des suites d'une infection banale ou d'une blessure mineure pourrait bientôt redevenir une réalité courante. Dans la même optique, une récente étude britannique estime qu'en 2050 le risque lié aux antibiorésistances pourrait conduire, au niveau mondial, à la perte annuelle de 10 millions de vies humaines¹⁹.

En santé animale, le développement d'antibiorésistances pourrait ralentir la transition nutritionnelle amorcée un peu partout dans le monde mais aussi menacer des territoires ruraux parfois très dépendants de leurs élevages.

Même si les scénarios les plus sombres ne se réalisent pas, il est indispensable d'adopter dès maintenant une attitude générale favorable à la prévention. La mobilisation croissante des acteurs, tant publics que privés, est indispensable, et de fait déjà engagée, passant d'une logique curative (un problème sanitaire, une solution thérapeutique) à une logique plus intégrée associant recherche de solutions techniques nouvelles ou réactualisées (nouveaux antibiotiques et alternatives) et amélioration des systèmes d'élevage.

Madeleine Lesage

Centre d'études et de prospective

Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Secrétariat Général

Service de la statistique et de la prospective

Centre d'études et de prospective

12 rue Henri Rol-Tanguy

TSA 70007

93555 MONTREUIL SOUS BOIS Cedex

Sites Internet : www.agreste.agriculture.gouv.fr

www.agriculture.gouv.fr

Directrice de la publication : Béatrice Sédillot

Rédacteur en chef : Bruno Héralt

Mel : bruno.herault@agriculture.gouv.fr

Tél. : 01 49 55 85 75

Composition : SSP Beauvais

Dépôt légal : À parution © 2015

15. <https://www.anses.fr/fr/content/loxyde-de-zinc-une-alternative-possible-aux-antibiotiques>

16. <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=1445>

17. <http://www.fric-denis.fr/19501191>

18. <http://www.atlantico.fr/decryptage/faut-se-preparer-survivre-dans-monde-sans-antibiotiques-francois-bricaire-911895.html>

19. <http://amr-review.org>