



INRA
SCIENCE & IMPACT



Facteurs déterminants et leviers de réduction de l'usage des antibiotiques en productions animales

Guillaume LHERMIE, Didier RABOISSON, Stéphane KREBS, Pierre DUPRAZ

Working Paper SMART – LERECO N°14-09

December 2014



Les Working Papers SMART-LERECO ont pour vocation de diffuser les recherches conduites au sein des unités SMART et LERECO dans une forme préliminaire permettant la discussion et avant publication définitive. Selon les cas, il s'agit de travaux qui ont été acceptés ou ont déjà fait l'objet d'une présentation lors d'une conférence scientifique nationale ou internationale, qui ont été soumis pour publication dans une revue académique à comité de lecture, ou encore qui constituent un chapitre d'ouvrage académique. Bien que non revus par les pairs, chaque working paper a fait l'objet d'une relecture interne par un des scientifiques de SMART ou du LERECO et par l'un des deux éditeurs de la série. Les Working Papers SMART-LERECO n'engagent cependant que leurs auteurs.

The SMART-LERECO Working Papers are meant to promote discussion by disseminating the research of the SMART and LERECO members in a preliminary form and before their final publication. They may be papers which have been accepted or already presented in a national or international scientific conference, articles which have been submitted to a peer-reviewed academic journal, or chapters of an academic book. While not peer-reviewed, each of them has been read over by one of the scientists of SMART or LERECO and by one of the two editors of the series. However, the views expressed in the SMART-LERECO Working Papers are solely those of their authors.

Facteurs déterminants et leviers de réduction de l'usage des antibiotiques en productions animales

Guillaume LHERMIE

*LUNAM Université, Oniris, Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation
Nantes-Atlantique, UMR BioEpAR, F-44307 Nantes, France
Vétoquinol Recherche et Développement, 70200 Lure, France*

Didier RABOISSON

*Université de Toulouse, Institut National Polytechnique (INP), Ecole Nationale Vétérinaire
de Toulouse (ENVT), 31076, Toulouse, France*

*INRA, UMR1225, Interaction hôte Agent Pathogène (IHAP), 31076, Toulouse, France
INRA, US0685, Observatoire du Développement Durable (ODR), 31326, Auzeville, France*

Stéphane KREBS

*INRA, UMR1300 Biologie, Epidémiologie et Analyse de Risque en santé animale, CS 40706,
F-44307 Nantes, France*

*LUNAM Université, Oniris, Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation
Nantes-Atlantique, UMR BioEpAR, F-44307 Nantes, France*

Pierre DUPRAZ

INRA, UMR1302 SMART, F-35000 Rennes, France

Auteur pour la correspondance

Pierre Dupraz

INRA, UMR SMART

4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103

35011 Rennes Cedex, France

Email : pierre.dupraz@rennes.inra.fr

Téléphone/Phone : +33 (0)2 23 48 56 06

Fax : +33 (0)2 23 48 53 80

*Les Working Papers SMART-LERECO n'engagent que leurs auteurs.
The views expressed in the SMART-LERECO Working Papers are solely those of their authors*

Facteurs déterminants et leviers de réduction de l’usage des antibiotiques en productions animales

Résumé

La sélection de bactéries résistantes aux antibiotiques transmissibles à l’homme, induite par l’usage des antibiotiques en productions animales, pousse les pouvoirs publics à réduire leur utilisation, dans le cadre du Plan Ecoantibio 2012-2017 et de la Loi d’Avenir pour l’Agriculture. Cet article questionne la pertinence des mesures en cours d’implémentation par les administrations françaises au regard d’un cadre d’analyse, regroupant dans un modèle conceptuel l’ensemble des facteurs sanitaires, économiques et institutionnels déterminant la demande d’antibiotiques. La compréhension des clés d’usage des antibiotiques, produit banal et substituable, ou au contraire ressource particulière, soumise à prescription, permet également d’envisager d’autres politiques de réduction.

Mots-clés : antibiotique, antibiorésistance, analyse économique, productions animales, politiques publiques

Classification JEL : Q12, Q16, Q18

Factors affecting and measures to decrease antimicrobial use in livestock production.

Abstract

The growing concern of the selection of bacteria resistant to antimicrobials and their possible transmissions to humans lead French Authorities to implement several legislative measures to decrease antimicrobial use in livestock production. This context leads to question whether the demand of antimicrobials could be regarded as a simple demand of agricultural input, or rather as a demand of an input with distinctive effects, submitted to regulatory prescription. In this paper, the accuracy of the regulatory measures implemented by the Authorities are assessed, regarding the whole factors gathered in a conceptual framework enlightening the decision-making process of antimicrobial use. Lastly, other alternative policies are described.

Keywords: antimicrobials, antimicrobial resistance, economic analysis, livestock production, agricultural policy

JEL classification: Q12, Q16, Q18

Essentiels :

- Un cadre d'analyse permettant d'étudier les facteurs déterminants de l'usage des médicaments en productions animales a été adapté à la consommation d'antibiotiques.
- Les déterminants sanitaires, institutionnels et individuels ont également été revus afin d'évaluer les possibles leviers de réduction de consommation d'intrants médicamenteux.
- Les mesures de réduction d'usage introduites par les futures réglementations de la Loi Avenir de l'Agriculture sont commentées à la lumière des éléments précédents.

Facteurs déterminants et leviers de réduction de l’usage des antibiotiques en productions animales

1. Introduction

Découverts dans les années 1930, les antibiotiques sont utilisés dans la lutte contre les maladies infectieuses d’origine bactérienne (Bentley and Bennett, 2003). Chez les animaux de rente, ils sont utilisés dans trois circonstances : (i) en médecine individuelle pour traiter un animal malade, (ii) en médecine collective (pour traiter des lots d’animaux) lorsqu’un pourcentage d’animaux du lot est malade (métaphylaxie), (iii) en prévention avant l’apparition de la maladie, sur l’ensemble des animaux d’un lot sur lequel la probabilité d’apparition de la maladie est jugée élevée (antibioprévention ou antibioprofylaxie).

En soignant ou cherchant à prévenir la survenue de certaines maladies, les traitements antibiotiques répondent à des enjeux (i) de bien-être animal, dans le cadre de l’optimisation de la qualité des soins, (ii) économiques, lors de l’exploitation d’animaux pour la production de denrées animales, et (iii) de santé publique, dans la lutte contre les maladies infectieuses contagieuses et particulièrement les zoonoses (maladies animales pouvant être transmises à l’homme) (Lhermie, 2010). Bien que leur intérêt médical ne soit pas remis en question, l’usage des antibiotiques comporte également des risques. Les risques directs pour la santé des animaux ou des consommateurs sont minimales; en effet la réglementation encadrant la mise sur le marché et le suivi des médicaments limite fortement le risque de dommage sanitaire (délais d’attente entre l’administration des antibiotiques chez l’animal et l’entrée des produits issus des animaux traités dans la chaîne alimentaire). Par contre, le recours aux antibiotiques crée une externalité majeure, qualifiée d’usure des antibiotiques, qui s’exprime à la fois en santé animale et surtout en santé humaine (Singer *et al.*, 2003). L’usure précoce des molécules se traduit par une inactivité progressive des antibiotiques sur les bactéries, alors qualifiées de résistantes aux antibiotiques. Certaines bactéries résistantes sélectionnées sous la pression d’usage des antibiotiques peuvent être disséminées chez l’homme, soit par le biais d’une proximité professionnelle homme-animal, soit via la chaîne alimentaire (Angulo *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2012).

Pour faire face à ce problème, les pouvoirs publics européens ont mis en place en novembre 2011 un plan d’action de maîtrise du risque de santé publique associé à l’usage des antibiotiques en médecine vétérinaire. En France, le Plan National de Réduction des Risques

d'Antibiorésistance en Médecine Vétérinaire (Plan Ecoantibio 2012-2017), mis en place par le Ministère de l'Agriculture en novembre 2011, vise par exemple à atteindre un objectif de réduction de 25% de l'usage des antibiotiques entre 2012 et 2017 (Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche et de la Ruralité, 2011). Par ailleurs, la Loi d'Avenir pour l'Agriculture, votée à l'automne 2014, encadre également les pratiques en matière d'usage, de prescription et de délivrance des antibiotiques, et ordonne une réduction de 25% de l'usage des antibiotiques d'importance critique¹ entre 2013 et 2016. Ces éléments de régulation renforcent principalement l'encadrement de l'usage des antibiotiques en productions animales, en raison du devenir de ces productions (intégrant la chaîne alimentaire humaine), et des volumes d'antibiotiques consommés par les animaux de rente. En 2005 en France, 1320 tonnes d'antibiotiques ont ainsi été consommées en médecine vétérinaire, contre 760 tonnes en médecine humaine (Moulin *et al.*, 2008). Les animaux de compagnie ne représentaient que 2% du tonnage consommé en médecine vétérinaire en 2011 (Chevance and Moulin, 2012). Comme en médecine humaine, la demande d'antibiotiques pour le soin des animaux de compagnie répond très majoritairement à des objectifs strictement médicaux et ne sera pas discutée dans cet article.

La demande d'antibiotiques en élevage revêt, en plus d'un aspect sanitaire strict, une caractéristique d'inputs contribuant à la réalisation d'un objectif économique, en œuvrant pour la « bonne » santé du troupeau et sa productivité (McInerney, 1996). Le contexte de réduction de l'usage des antibiotiques conduit à analyser les déterminants de leur demande en filière d'animaux de rente. Comment cette demande s'équilibre-t-elle entre (i) l'optimisation économique pour laquelle l'input antibiotique constitue un facteur de production banalisé et substituable, et (ii) le contrôle de leur usage, en tant que substance soumise à prescription obligatoire? Cet article se propose, dans une première section, de comprendre en quoi la consommation d'antibiotiques en productions animales répond à un problème économique, à travers le cadre d'analyse couramment utilisé en économie de la santé animale. Dans les sections suivantes, sont identifiés les facteurs (hors facteurs pharmacologiques) et les leviers faisant varier la consommation d'antibiotiques, et une analyse critique des leviers

¹ En médecine humaine, les antibiotiques d'importance critique correspondent aux classes thérapeutiques utilisées pour traiter des maladies graves sans autre alternative selon des critères définis par l'organisation Mondiale de la Santé. La Liste d'antibiotiques critiques encadrée par la Loi d'Avenir pour l'Agriculture concerne aujourd'hui les fluoroquinolones et les céphalosporines de 3^{ème} et 4^{ème} générations.

implémentés par les politiques publiques visant à réduire l'impact de ces facteurs sur la consommation d'antibiotiques est proposée.

2. Les antibiotiques : des inputs banals de maîtrise des maladies

Les antibiotiques sont utilisés par l'éleveur pour réduire les dommages causés par les maladies infectieuses. Dans le processus de production, ces maladies apparaissent de manière aléatoire, avec une probabilité variable en fonction de la maîtrise de l'éleveur. En dégradant la santé des animaux, elles dégradent quantitativement et qualitativement l'output, l'efficacité des inputs et *in fine* le revenu de l'éleveur. Ce chapitre pose un cadre d'analyse théorique des facteurs d'apparition des maladies, de leurs impacts, et de l'intérêt de leur prise en charge. Ce cadre permettra d'éclairer la pertinence des mesures implémentées et détaillées dans les parties 2 et 3.

2.1. Facteurs d'apparition exogènes et endogènes des maladies

Les maladies infectieuses résultent de la présence simultanée d'un agent pathogène et d'un « terrain » favorable à l'émergence de la maladie. La probabilité d'apparition d'une maladie dépend donc à la fois de facteurs exogènes, qui s'imposent à l'éleveur, mais aussi de facteurs endogènes, maîtrisables par l'éleveur (*cf. figure 3*). Les conditions climatiques représentent des facteurs exogènes, car ils influent sur la maladie, tel que démontré par exemple par la saisonnalité des troubles respiratoires d'origine infectieuse chez le jeune bovin à l'engrais, plus fréquents en hiver (Cernicchiaro *et al.*, 2012). La prévalence environnementale (équivalente au risque de contracter la maladie) représente aussi un facteur exogène pour une exploitation. Elle peut varier très fortement en fonction des conditions climatiques, de critères caractérisant la maladie (contagiosité, morbidité, létalité), de ses modalités de transmission, et de l'intensité et l'efficacité des moyens de lutte en place.

L'alimentation représente un facteur endogène ; bien qu'elle soit un input directement lié à la croissance des animaux, des désordres qualitatifs et/ou quantitatifs de la ration distribuée peuvent avoir des conséquences pathologiques. Par exemple, des carences d'apport en oligo-éléments ou un manque d'énergie de la ration augmentent la sensibilité des vaches laitières aux infections de la mamelle (Spears and Weiss, 2008). De même, les conditions de logement (type, ventilation, surface, entretien) représentent un facteur de risque de maladies, en particulier de troubles respiratoires chez le veau non sevré (Assie *et al.*, 2009a). Les

caractéristiques propres de l'animal (race, âge, poids, sexe, stade de production) sont aussi liées au risque de maladies. Par exemple, leur relation avec l'incidence de troubles respiratoires a été prouvée chez le jeune bovin (Snowder *et al.*, 2006). La récente cartographie du génome des animaux a permis de mettre en évidence des associations entre des gènes et des caractères de résistance aux maladies infectieuses, par exemple pour les mammites où la tuberculose (Berry *et al.*, 2011). Enfin, la conduite d'élevage, regroupant les objectifs fixés par l'éleveur (production, âge du premier vêlage, saison de vêlage, hors-sol) ainsi que les pratiques d'élevage qu'il réalise, incluant les mesures sanitaires médicales ou zootechniques préventives, sont de nature à agir sur l'incidence et la contagiosité des maladies. Dans une étude menée en France, (Raboison *et al.*, 2012) mettent en évidence une relation entre la dégradation de la qualité cytologique du lait (qui traduit la présence de mammite subclinique) et l'âge au premier vêlage, le nombre de vaches, les taux de renouvellement et la présence d'un atelier viande au sein de l'exploitation laitière. Dans le cadre de l'analyse des déterminants d'usage des antibiotiques, l'ensemble de ces facteurs est qualifié d'endogène, car ils dépendent directement de la décision de l'éleveur. La plupart des facteurs endogènes présentent la caractéristique d'être également des facteurs de production. Ceci signifie que les maladies vont donc impacter la quantité et la qualité d'output, mais sont également reliées à la quantité d'inputs, d'une part parce ces inputs influencent l'apparition de la maladie, d'autre part parce que la maladie influence la quantité d'input nécessaire pour la production.

2.2. Impact des maladies dans le processus de production

Les maladies infectieuses entraînent des conséquences économiques variables sur la production:

- les maladies peuvent tuer les animaux et réduire la quantité d'output du processus de production ou sa qualité.
- les maladies peuvent diminuer la productivité des inputs utilisés dans le processus de production : baisse du Gain Moyen Quotidien qui mesure la vitesse de croissance des animaux, un élément déterminant de l'amortissement des bâtiments et des équipements de l'exploitation, ou hausse de l'Indice de Consommation qui rapporte la quantité d'aliment du bétail à sa production et constitue un indicateur de productivité apparente de l'aliment.

Il est possible de formaliser la production à l'échelle d'un atelier de production. L'approche proposée par McInerney (McInerney *et al.*, 1992) intègre les interactions entre facteurs de

production, à travers l'écriture d'une fonction de production. Cette estimation repose sur la relation entre la quantité produite Q (lait ou viande par exemple) et la quantité d'inputs dont on peut distinguer deux classes (Chi *et al.*, 2002) :

- les inputs directement liés à la production X sont les consommations intermédiaires qui disparaissent dans le processus de production (alimentation, autres charges variables, hormis les inputs de contrôle des maladies ci-dessous)

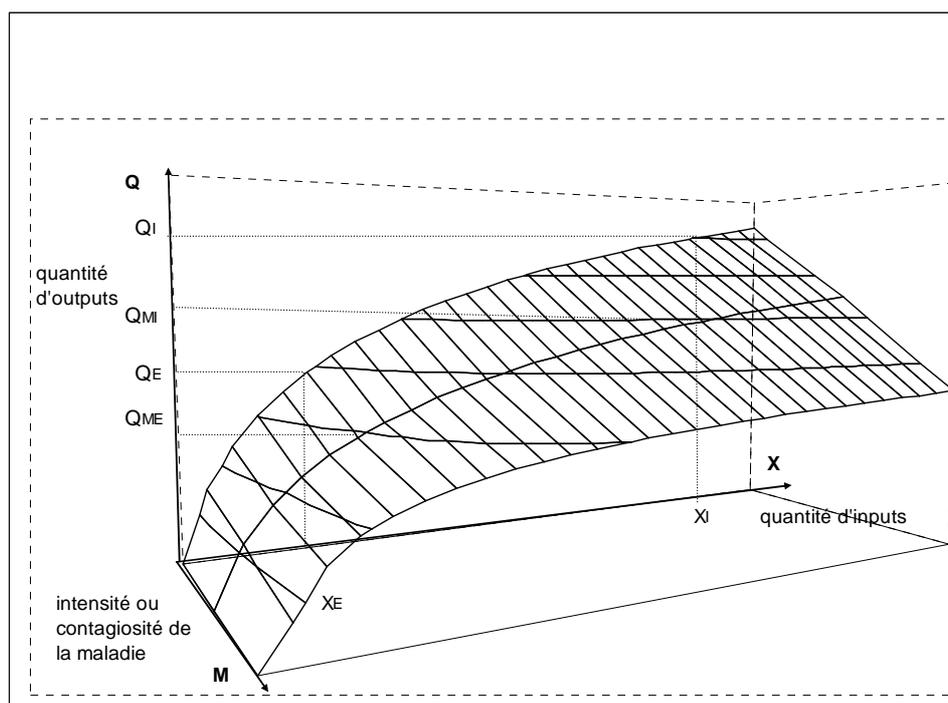
- des facteurs de production K (logement, travail, cheptel...), qui seront considérés comme invariants au cours du temps. Ces facteurs, souvent qualifiés de quasi-fixes, sont à l'origine des charges de structure. Bien qu'ils se dégradent à l'usage et doivent être entretenus et renouvelés, ils ne disparaissent pas dans le cycle de production de court à moyen terme.

La fonction de production en présence de maladie M s'écrit alors :

$$Q = f(X, M / K) \quad (1)$$

L'hypothèse de productivité marginale décroissante de chaque input variable permet l'existence d'un maximum du profit à court terme. Cette hypothèse, en général vérifiée, signifie que l'augmentation de volume d'output se fait à taux décroissant avec l'augmentation de chaque input (*cf. figure 1*).

Figure 1 : Représentation graphique des effets de la maladie sur la fonction de production.



Sur l'axe x sont représentés les inputs X (X_I usage intensif, X_E usage extensif) ; l'axe z représente l'intensité ou la contagiosité de la maladie M ; l'axe y représente les outputs Q (sans maladie Q ou avec maladie Q_M).

La formalisation présente l'intérêt de détailler le processus sous forme simplifiée, ce qui permet de comprendre comment les changements au sein du processus vont conditionner les choix de l'éleveur. L'apparition d'une maladie au sein du processus de production a pour conséquence une baisse de la productivité des facteurs de productions. La fonction de production se déplace vers le bas avec l'intensité de la maladie M (*figure 1*).

En fonction des caractéristiques biologiques de la maladie M , l'impact sera d'une part plus ou moins important (e.g. faible ou forte mortalité), mais également différent en fonction de son expression dans le troupeau (e.g. faible ou forte contagiosité). Cela se traduit graphiquement par un déplacement plus ou moins important de la courbe vers le bas, et une variation de la forme de la courbe en présence de maladie.

Par ailleurs, la réduction du volume de production liée à la maladie va dépendre de la manière dont l'input va être utilisé. L'impact de la maladie sur un élevage utilisant de manière intensive l'input (X_I) va entraîner des pertes supérieures à celles subies par un élevage faisant un usage plus faible de cet input ($X_E < X_I$). L'intérêt de la maîtrise de la maladie va ainsi varier en fonction des caractéristiques intrinsèques de la maladie, mais aussi en fonction de la conduite initiale du troupeau en production caractérisée par un usage plus ou moins intensif de l'input X . La réaction de l'éleveur à une maladie M , considérée ici comme une variable continue, peut comprendre à la fois un usage d'inputs de Contrôle des Dommages CD (médicaments et frais de prise en charge du sanitaire), et un ajustement de la quantité d'inputs X .

2.3. Rentabilité du traitement et sensibilité aux prix

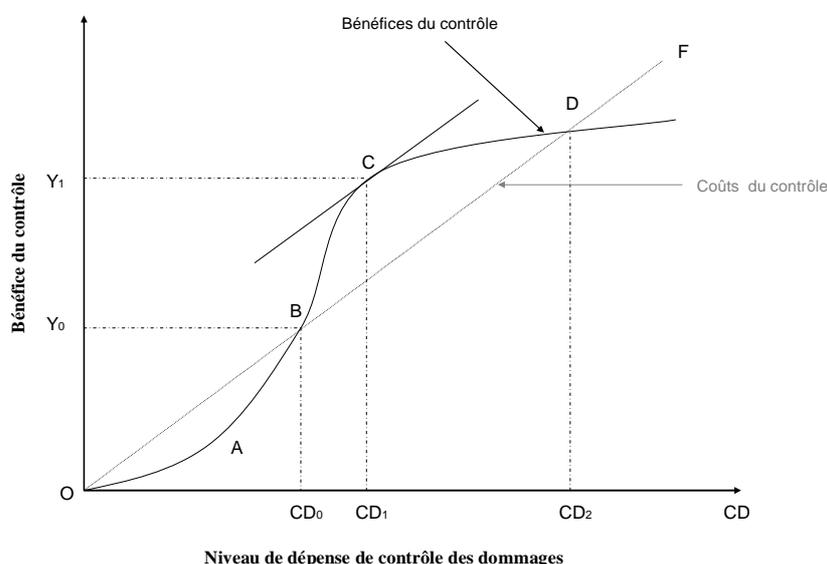
L'écriture de la fonction de production (1) montre l'existence d'une relation entre les différents facteurs de production et la quantité d'outputs, mais ne renseigne pas sur le coût de la maladie. D'autre part, il faut considérer qu'il est impossible d'atteindre un niveau de perte nul ; ceci signifie que la variable pertinente n'est pas le coût total de la maladie mais le coût des pertes évitables avec un investissement en inputs de contrôle de dommages. Dans le cas de nombreuses maladies, l'évaluation des pertes induites par la maladie peut s'avérer complexe. La difficulté de cette estimation, associée au fait qu'elle ne permet pas de connaître le niveau optimal d'antibiotiques à utiliser, conduit à privilégier une méthode de calcul qui

évalue le bénéfice de la maîtrise (Tisdell, 1995). Elle consiste à établir une relation entre le bénéfice (les pertes évitées) (B) et le niveau des dépenses de maîtrise engagées (CD), matérialisé sur la *figure 2*:

$$B = f(CD) \quad (2)$$

Si la fonction de bénéfice croît à taux décroissant (du point B au point D), le bénéfice maximal sera obtenu pour une valeur de CD où les bénéfices de la maîtrise seront équivalents aux coûts de maîtrise (point C). Le rapport des prix entre traitements et bénéfices est normalisé à l'unité, représenté par une droite de pente +1. Il est possible que la maîtrise ne soit jamais rentable, par exemple parce qu'un coût fixe incompressible est supérieur au bénéfice maximal. Cette situation a, par exemple, été décrite en élevage bovin laitier, où le traitement des mammites subcliniques en lactation n'est rentable que lorsque la fréquence des mammites est élevée (Swinkels *et al.*, 2005). Dans ce cas, l'éleveur tolère les pertes, et la situation suboptimale ne requiert pas toujours l'utilisation d'antibiotique. Le bénéfice est maximisé quand $CD_1 = Y_1$ est dépensé. La présence de coûts fixes engendre des seuils de maîtrise au-delà duquel l'utilisation d'antibiotique devient rentable. Un minimum $CD_0 = Y_0$ de dépense doit être fait avant de pouvoir obtenir un bénéfice couvrant la dépense. Au-delà de CD_2 , toute dépense de contrôle supplémentaire n'est pas rentable. Dans ce cas, le seuil n'est pas associé à un coût initial incompressible. C'est la connaissance empirique de la maladie, et de ses moyens de traitements qui permet de déterminer la fonction de bénéfice.

Figure 2 : Modèle coût-bénéfice de l'utilisation d'un traitement dans une situation où existe un effet de seuil (d'après Tisdell, 1995).



Dans cette représentation, le niveau de prévalence de la maladie est constant.

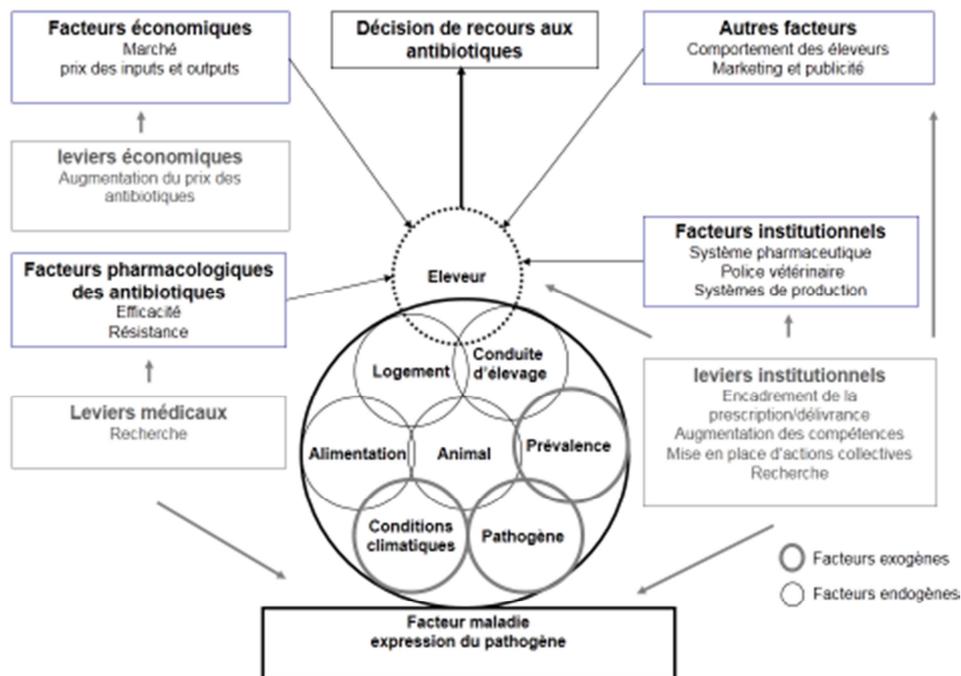
En pratique, l'éleveur peut considérer l'antibiotique comme un facteur de production, et va prendre la décision de les utiliser en fonction du gain attendu du traitement. Le contrôle des dommages peut être considéré comme un processus économique, à l'intérieur duquel l'augmentation des inputs vétérinaires génère un output supplémentaire sous forme de réduction des pertes. La rationalité économique conduit à n'utiliser des antibiotiques que dans les situations où le contrôle est rentable, ce qui signifie qu'il existe un optimum économique de contrôle des maladies, dépendant des prix de l'output et des inputs vétérinaires.

La nature économique de l'input antibiotique, utilisé comme input de contrôle de dommages dans le cadre de la production, rend son niveau d'utilisation sensible au prix. Une diminution du prix des antibiotiques tend à accroître la quantité consommée. Cette relation a été mise en évidence en production intensive, où l'introduction de génériques de fluoroquinolones sur le marché des antibiotiques disponibles en production aviaire a été suivie d'une augmentation des volumes consommés (Chevance and Moulin, 2009). En effet l'introduction de génériques a pour effet de diminuer le prix des spécialités mises sur le marché, ce qui diminue le coût de contrôle des dommages. La baisse du prix de l'input modifie la fonction de bénéfice et incite à consommer d'avantage d'antibiotique : dans l'exemple de la fonction de bénéfice, la courbe se déplace vers la gauche, et entraîne une augmentation du bénéfice jusqu'à ce que le bénéfice marginal décroissant avec le niveau de traitement soit de nouveau rejoint par le coût marginal constant ou croissant. L'augmentation du prix de l'output, ou la diminution du prix des autres inputs, accroît également la consommation d'antibiotiques, en décalant la fonction de bénéfice du contrôle des dommages vers le haut. En considérant que la productivité croît à taux décroissant (comme vu dans la figure 1), une augmentation du prix des produits va inciter l'éleveur à augmenter la quantité produite, nécessitant une augmentation de la consommation d'inputs.

Dans le cadre de l'utilisation des antibiotiques, l'éleveur considéré isolément opère un calcul privé qui le conduit à consommer cet input à un niveau dépendant d'un niveau de maladie dans son élevage. A une échelle collective/plus globale, le résultat de ce calcul s'avère probablement différent compte tenu des externalités liées à l'usage des antibiotiques. Ces externalités justifient l'intervention des pouvoirs publics, qui mettent actuellement en place des leviers de maîtrise de l'antibiorésistance, à travers un instrument réglementaire (Loi Avenir pour l'Agriculture votée au second semestre 2014 et contenant un volet sur les antibiotiques) et une approche mixte réglementaire et volontaire (Plan Ecoantibio 2012-2017).

En fait, l'enjeu pour le régulateur est de mettre en place des mesures équilibrées concernant l'usage des antibiotiques. Cet équilibre est nécessaire car paradoxalement la sous-consommation ou surconsommation peuvent influencer sur deux biens collectifs différents. La sous-consommation médicamenteuse peut être à l'origine d'une augmentation de la prévalence des maladies contagieuses ; en effet si le calcul privé de chaque éleveur conduit à ne pas les traiter, l'agent pathogène contagieux pourra disséminer et affecter d'autres troupeaux. En ce sens, la sous consommation collective est à l'origine d'une externalité négative (i.e. la dégradation de la santé et de la compétitivité du cheptel français). Ceci justifie la coordination des actions sanitaires pour la maîtrise des maladies contagieuses. Par contre, la sélection de bactéries résistantes et leur dissémination à l'homme, associée à la surconsommation des antibiotiques, constitue une externalité négative. Le modèle conceptuel proposé dans la figure 3 précise les facteurs influençant l'usage des antibiotiques et les leviers de réduction associés. Les leviers institutionnels et économiques implémentés dans le cadre de la Loi Avenir pour l'Agriculture et du Plan Ecoantibio 2012-2017 sont l'objet d'étude des chapitres suivants.

Figure 3 : Modèle conceptuel décrivant les principaux facteurs influençant les décisions individuelles de recours aux antibiotiques et les leviers de diminution.



3. Réduire la demande d'antibiotiques en élevage

Depuis 2000, l'interdiction en Europe de l'utilisation d'antibiotiques à des doses subthérapeutiques dans l'alimentation animale comme promoteurs de croissance a confiné l'usage de ces molécules à des traitements curatifs ou préventifs (European Union, 2003). L'apparition de l'évènement sanitaire – ou son anticipation- est conditionnée par une conjonction de facteurs exogènes et endogènes défavorables. Bien que l'accès aux antibiotiques soit régulé (*cf.* partie 3), la mise en œuvre des traitements dans l'élevage relève de l'initiative de l'éleveur. Il est en effet le décideur, mais également l'infirmier de ses animaux, et dispose d'une pharmacie qu'il peut utiliser sous réserve de satisfaire à certaines exigences réglementaires. A ce titre, la mise en place de leviers visant à réduire la demande d'antibiotiques apparaît justifiée. Quelles mesures ciblant la demande peuvent entraîner une réduction de la consommation d'antibiotiques ?

3.1. Réduire la consommation d'antibiotiques en augmentant les compétences individuelles des éleveurs

Au moment du choix d'un recours au traitement antibiotique, l'éleveur fait face à une situation de risque. Dans le cas d'un traitement préventif, il est possible que la maladie ne se déclare pas, et les dépenses de maîtrise viennent alors diminuer le bénéfice. Dans le cas d'un traitement curatif, il pèse aussi une incertitude sur l'efficacité attendue du traitement. Or dans la majorité des cas, l'éleveur doit réaliser un arbitrage en l'absence d'information. Au moment de la prise de décision, toutes les alternatives ne sont pas connues et toutes les conséquences non évaluées par les éleveurs. (Kristensen and Jakobsen, 2011). La décision de l'éleveur de recourir (ou non) à la ressource antibiotique va se faire à la lumière de savoir et savoir-faire, qui pourront être modulés par des facteurs intrinsèques au comportement de l'éleveur, et par son environnement. Des résultats d'enquêtes en élevage mettent en évidence que le niveau de consommation d'antibiotiques est influencé par des facteurs autres que l'apparition de la maladie, telles que les caractéristiques de l'élevage et les pratiques de l'éleveur (Chauvin *et al.*, 2012). Par exemple, une enquête menée chez les producteurs de dindes et de poulets a ainsi montré que 25% des élevages consommaient de un tiers à deux tiers de la quantité totale d'antibiotiques consommés par la population étudiée (106 bandes, échantillon représentatif des populations en France) (Chauvin *et al.*, 2008). L'éleveur va donc se construire une probabilité subjective d'apparition de maladie, qui varie en fonction des compétences

techniques de l'éleveur, et de son attitude face au risque. L'aversion au risque a été mise en évidence chez les éleveurs de bovins allaitants face à un aléa climatique ou sur le prix de la viande (Mosnier, 2009). Pour sécuriser son revenu, l'éleveur ayant une forte aversion au risque préférera recourir aux antibiotiques. Cette aversion peut être à l'origine d'une surconsommation d'antibiotiques, notamment par des traitements préventifs. L'aversion au risque peut puiser son origine dans une sensibilité au stress ou dans des facteurs économiques : l'éleveur peut chercher à sécuriser son revenu en évitant une épidémie majeure au sein de son élevage, même si ce revenu sera inférieur (puisque la consommation d'antibiotiques sera en excès) au revenu maximal. Cette situation a par exemple été décrite par une enquête en filière cunicole, montrant une influence inverse du niveau de revenu sur la consommation d'antibiotiques (Chauvin *et al.*, 2011).

L'augmentation de la technicité des éleveurs constitue un levier indirect dans la réduction de consommation des antibiotiques, dans la mesure où elle peut réduire les usages non rationnels. Cette augmentation peut se faire selon deux modalités : un transfert technique de proximité, et par des actions coordonnées. Ces deux modalités reposent sur le fait que l'élevage n'est pas une entité isolée, mais une structure en relation permanente avec des organismes divers, publics ou privés, qui jouent un rôle dans la prise en charge sanitaire (Chilonda, 2001; Raboisson *et al.*, 2012). Dans le cas particulier des antibiotiques, leur prescription relevant du vétérinaire, il est évident que l'encadrement technique que celui-ci va fournir va influencer sur la consommation de médicaments (Kaneene and Miller, 1992). D'autres acteurs (techniciens, inséminateurs, contrôleurs, nutritionnistes...) en relation étroite avec l'élevage peuvent faire partie du processus de décision, voire prendre cette décision. Indépendamment des vecteurs d'informations, l'éducation des éleveurs en matière de bon usage d'antibiotiques devrait permettre de rationaliser les traitements.

Dans certains cas, les institutions peuvent être les moteurs d'actions collectives, dont l'objectif est de coordonner les actions individuelles des producteurs pour répondre à une problématique collective (Ostrom, 1990). En médecine humaine, des actions collectives de sensibilisation des consommateurs, à travers une campagne de communication coordonnée par le Ministère de la Santé (avec, par exemple, des slogans du type « *Les antibiotiques, c'est pas automatique* ») ont conduit à une diminution des volumes d'antibiotiques consommés (Sabuncu *et al.*, 2009). L'éducation des praticiens en petit groupe, animées par un expert, semblent fournir de très bons résultats, et en débouchant sur une diminution significative de médicaments (Madridejos-Mora *et al.*, 2004; Ranji *et al.*, 2008). *A contrario*, la rédaction de

guide de bonnes pratiques largement diffusés, dont l'objectif est de rappeler les bons et mauvais usages des antibiotiques, semble offrir de moins bons résultats (Al-Momany *et al.*, 2009; Faryna *et al.*, 1987).

L'impact d'actions collectives sur la consommation d'antibiotiques est mal connu en productions animales. Historiquement, la lutte contre les maladies infectieuses est basée sur l'adhésion des éleveurs aux programmes de prophylaxie coordonnés par les Groupements de Défense Sanitaire (GDS). L'adhésion des éleveurs aux GDS, d'abord justifiée par des intérêts individuels (diminution de l'incidence de maladie), présente deux répercussions collectives pour la réduction d'usage d'antibiotiques. Elle permettra d'une part de faire varier le contexte épidémiologique et *in fine* la consommation d'antibiotiques (Rat-Aspert and Fourichon, 2010). Elle permet également de délivrer un message standardisé à tous les adhérents sur le bon usage des antibiotiques, par exemple à travers des programmes de formations type « éleveur-infirmier ». La contribution d'actions volontaires coordonnées dans la diminution de consommation d'antibiotiques en élevage, théoriquement bénéfique, reste toutefois à documenter.

3.2. Réduire la consommation d'antibiotiques en substituant d'autres facteurs de production

La consommation d'antibiotiques va dépendre de facteurs exogènes et endogènes. Au sein d'un système d'élevage existe un niveau basal de maladies, qualifiable de norme sanitaire (Raboisson *et al.*, 2012), qui conduit à qualifier un niveau normé de consommation d'antibiotiques correspondant à la norme sanitaire, pour un système d'élevage donné. Cette norme sanitaire est associée aux facteurs exogènes sur lesquels l'éleveur ne peut pas influencer.

Les déterminants de la consommation qui nous intéressent ici sont plus les facteurs endogènes que les facteurs exogènes, car la maîtrise par l'éleveur des facteurs endogènes va faire varier le niveau de consommation d'antibiotiques dans l'exploitation. La majorité des facteurs de risque recensés ici sont également des facteurs de production. Se pose alors la question de la substituabilité entre ces différents facteurs endogènes : est-il possible d'atteindre un même niveau de production en utilisant des niveaux différents d'inputs ? Un exemple courant de substitution est le recours à la prophylaxie médicale (vaccination, antibioprévention) pour diminuer un risque de maladie lors de mauvaises conditions d'élevage.

La relation de substitution entre inputs s'envisage facilement entre ressources sanitaires préventives et facteurs de production non sanitaires (alimentation, logement), sans *a priori* sur la nature parfaite ou non parfaite de la relation (plus d'unités d'un facteur pour compenser le manque d'un autre). Elle s'envisage aussi aisément entre différents types de ressources sanitaires préventives (vaccin A ou vaccin B ou antibioprévention). Des substitutions entre inputs médicamenteux préventifs et inputs curatifs sont aussi possibles, comme démontré par la baisse de l'incidence des traitements curatifs des maladies respiratoires des jeunes bovins pour ceux vaccinés (Assie *et al.*, 2009b). La maîtrise des facteurs de risque endogènes impacte donc qualitativement (sévérité) et quantitativement (incidence, contagiosité) la maladie, et *in fine* les consommations d'antibiotiques.

La substitution entre facteurs de production et médicalisation, telle que décrite ici, n'est vérifiée que pour les thérapeutiques préventives. Pour des thérapeutiques curatives, le recours au traitement est associé à l'apparition de l'évènement sanitaire, ce qui rend leur demande rigide. Dans ce cas, le niveau de consommation des autres facteurs ne varie que faiblement.

3.3. Réduire la consommation d'antibiotiques en faisant varier les prix

Lorsque la substitution est possible, la question de l'intérêt économique de la substitution demeure. Les difficultés d'estimation de l'intérêt de mesures zootechniques, la volatilité des prix de production et des facteurs de production, sont autant d'incertitudes qui limitent les alternatives non médicales aux antibiotiques à court terme, même si elles semblent socialement pertinentes, compte tenu des externalités de l'usage des antibiotiques. La substituabilité entre inputs de production favorise le recours à des inputs à retour sur investissement rapide tels que les antibiotiques, dont l'efficacité est garantie dans des conditions d'utilisation standard et limite l'incertitude sur le résultat. En outre, les antibiotiques assurent un contrôle de dommage à court terme, alors que beaucoup d'autres facteurs l'assurent à moyen ou long termes.

En raison des contraintes budgétaires propres à toute entreprise ou exploitation familiale, les fonds sont alloués en fonction de la maladie où le bénéfice net attendu du contrôle est le plus important. Cette contrainte budgétaire peut limiter l'éleveur dans des investissements coûteux (mais pouvant être plus rentables à long terme, *e.g.* la réfection d'un bâtiment) et rigidifier encore un peu plus la demande en antibiotique. Enfin, la contrainte budgétaire conduit l'éleveur à favoriser des investissements ayant une probabilité importante d'assurer un retour

sur investissement. Si les antibiotiques n'assurent aucun retour sur investissement en absence de maladies à venir, leur bonne efficacité permet un niveau de maîtrise de la maladie très satisfaisant en cas d'apparition, et le recours aux antibiotiques est aisé techniquement. *In fine*, les antibiotiques s'avèrent de puissants outils de contrôle de dommages, fortement résistants à la contrainte budgétaire.

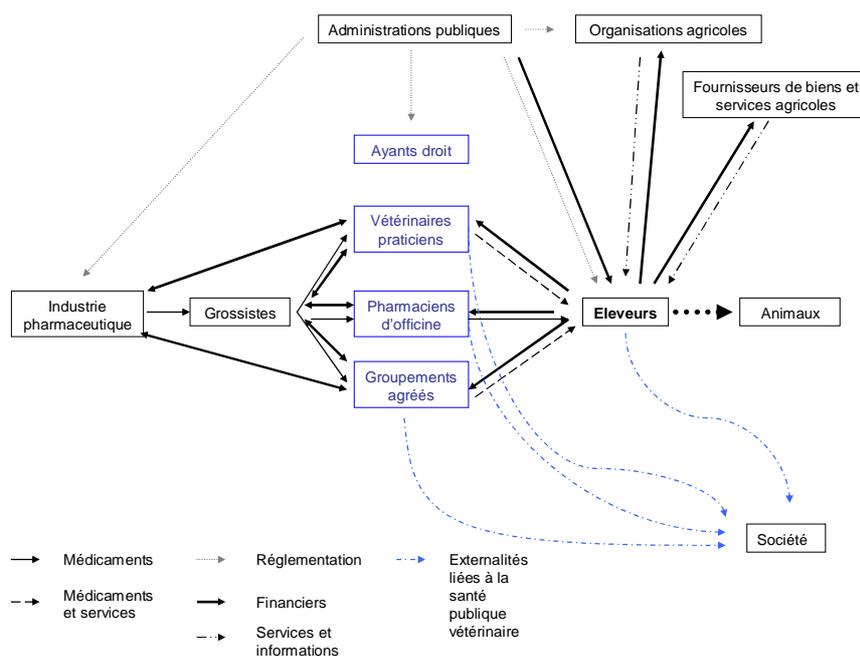
La réduction de l'usage des antibiotiques en production animale peut donc être envisagée en augmentant la technicité des éleveurs, et favoriser la substitution entre les antibiotiques et les autres inputs. Le Plan Ecoantibio 2012-2017 poursuit le double objectif de diminuer l'impact de l'antibiothérapie en médecine vétérinaire sur l'antibiorésistance, et le maintien de l'arsenal thérapeutique. 40 mesures sont déclinées en 4 axes ; 6 mesures de l'axe 1 « Promouvoir les bonnes pratiques et sensibiliser les acteurs aux risques liés à l'antibiorésistance et à la nécessité de préserver l'efficacité des antibiotiques » ciblent spécifiquement l'augmentation de compétences des éleveurs ; une mesure de l'axe 3 : « Renforcer l'encadrement et réduire les pratiques à risque » évoque la nécessité d'amélioration de la conduite d'élevage pour réduire les consommations d'antibiotiques. L'article 49 de la Loi Avenir pour l'Agriculture prévoit une réduction de 25% de l'usage des antibiotiques critiques entre le 1^{er} janvier 2013 et le 31 décembre 2016. A ce titre, la loi signale que « les bonnes pratiques d'élevage et les bonnes pratiques de prescription et d'utilisation de ces substances sont privilégiées ». En ce sens, les orientations du Plan et de la Loi sont des leviers potentiels de réduction. Bien que ces mesures semblent théoriquement pertinentes, leur applicabilité se heurte à la question du prix des antibiotiques, étonnement absente, compte tenu de leur intérêt économique exposé dans le premier chapitre. L'augmentation des compétences des éleveurs peut par ailleurs certes limiter les consommations irrationnelles, mais n'influera pas sur les consommations associées à l'atteinte d'un optimum économique pour lequel les antibiotiques sont des inputs banals de production.

14 mesures du Plan ciblent les vétérinaires, qui par leur statut de prescripteurs et distributeurs de médicaments, influent sur la consommation d'antibiotiques. Après avoir vu comment les pouvoirs publics envisageaient de réduire la demande d'antibiotiques, la section suivante s'attache à mettre en évidence comment le régulateur va asseoir les bonnes pratiques de prescription, et évaluer la pertinence des mesures implémentées.

4. Encadrer l'offre des antibiotiques

Le Code de la Santé Publique régit depuis le 29 mai 1975, date de publication de la Loi relative à la Pharmacie vétérinaire, la vente de médicaments vétérinaires. En tant que produit réglementé, les antibiotiques sont distribués via le système pharmaceutique vétérinaire. Les antibiotiques suivent donc un flux marchand, orienté du producteur - les industries pharmaceutiques - vers le consommateur - les animaux-, flux encadré par des réglementations sur la production, la distribution et l'utilisation. La *figure 4* décrit la structure du système pharmaceutique, et les principaux flux d'informations, de services et de produits qui s'y opèrent. La prescription et la délivrance (ou distribution) des antibiotiques sont soumises à des règles strictes. La prescription d'antibiotiques s'exerce légalement selon deux modalités : soit au chevet de l'animal, soit après réalisation d'un bilan sanitaire annuel et rédaction d'un protocole de soins, qui identifie les principales maladies affectant le troupeau et les modalités de traitement. Cette prescription ne peut être réalisée que par un vétérinaire. Elle se traduit par la rédaction d'une ordonnance, obligatoire avant la délivrance des médicaments. Les conditions d'accès à la ressource antibiotique constituent donc *a priori* un véritable filtre permettant de garantir la bonne utilisation des spécialités d'antibiotiques. Pourtant, le législateur a envisagé la mise en place d'une série de mesures ciblant le prescripteur. Pourquoi de telles mesures sont-elles nécessaires et quelles réponses apportent-elles à la problématique de l'antibiorésistance ?

Figure 4 : Représentation schématique du système pharmaceutique vétérinaire.



4.1. Réduire en découplant la prescription de la délivrance

La Loi n° 75-409 du 29 mai 1975 relative à la Pharmacie vétérinaire et le Décret n° 2007-596 du 24 avril 2007 précise les conditions et modalités de prescription et délivrance au détail des médicaments vétérinaires. La distribution au détail (ou délivrance) est accordée à deux catégories d'ayants-droit de plein exercice (pharmaciens titulaires d'une officine et vétérinaires praticiens), et un d'exercice restreint (groupements de producteurs à vocation économique). La délivrance au détail se répartit de manière relativement inégale entre ces ayants droit, la majorité (environ 80%) étant faite par les vétérinaires. La relation marchande entre le vétérinaire prescripteur et délivreur et ses clients éleveurs laisse en suspens la question du conflit d'intérêts : en effet, le vétérinaire pourrait être incité à augmenter ses prescriptions de médicaments, afin d'augmenter le bénéfice tiré de son activité commerciale d'ayant-droit. C'est donc la simultanéité d'exercice de la prescription et de la délivrance des antibiotiques par le vétérinaire qui engendrerait une situation propice à la surconsommation d'antibiotiques. Le découplage prescription-délivrance des antibiotiques a été repoussé en France, bien qu'il soit en vigueur dans d'autres pays de l'UE (Rosbach, 2012). Cette mesure semble avoir des résultats controversés (Dahan, 2013). Elle règle la problématique du conflit d'intérêts certes, mais la pression exercée sur le prescripteur (rémunéré directement par son client éleveur pour des actes médicaux) demeure, voire s'accroît dans un marché concurrentiel de l'offre médicale, poussant à une plus grande dépendance des prescripteurs aux éleveurs, et pourrait *in fine* pousser les vétérinaires à la prescription de « complaisance ». La menace de découplage qui a pesé durant le calendrier législatif pourrait avoir joué positivement sur la réduction de consommations d'antibiotiques. Une analyse coût/bénéfice de cette mesure pourrait être réétudiée à la lueur de la non-atteinte des objectifs de réduction.

Au-delà de la dualité d'exercice du vétérinaire, à la fois prescripteur et dispensateur d'antibiotiques, c'est la relation client/fournisseur liant l'éleveur et le vétérinaire qui mérite d'être questionnée au regard de la consommation d'antibiotiques. En santé humaine, la relation marchande liant le prescripteur et le patient, et la volonté de ne pas s'écarter de la pratique dominante constituent deux facteurs explicatifs de recours non justifié aux antibiotiques (Rosman, 2010). La préférence de certains praticiens pour des médicaments avec « effet de démonstration », afin que les patients aient l'impression d'avoir « réellement reçu des soins » a également été observée (Orzech and Nichter, 2008). En médecine humaine également, la pression exercée par les patients orientant la prescription d'antibiotiques a été décrite (Avorn and Solomon, 2000; Orzech and Nichter, 2008). Il est possible que ces

phénomènes observés en médecine humaine existent en médecine vétérinaire. En médecine humaine comme en médecine vétérinaire, les praticiens sont soumis à une obligation de moyens. Toutefois, cette obligation peut être perçue par les patients ou les éleveurs comme une obligation de résultats. En élevage, se superpose le risque économique associé à la non-utilisation d'antibiotiques, qui peut conduire à une surmédicalisation des animaux : l'utilisation d'antibiotiques pourrait jouer un effet d'assurance, en diminuant le risque d'échec thérapeutique lié à des difficultés de diagnostic, le praticien mettant alors en place un traitement « parapluie ». Les pressions possiblement exercées par les éleveurs pour avoir accès aux antibiotiques ne font pas l'objet d'études, et aucun instrument réglementaire mis en place ne semble les considérer.

4.2. Réduire en encadrant la prescription des antibiotiques

La Loi Avenir pour l'Agriculture prévoit une réduction de 25% entre 2013 et 2016 de l'usage des céphalosporines de 3^{ème} et 4^{ème} génération. Le Plan Ecoantibio 2012-2017 prévoit quant à lui une diminution de 25% de l'usage de tous les antibiotiques. La fixation d'un objectif chiffré présente l'intérêt de mettre en lumière l'importance de la question de l'antibiorésistance. Toutefois, la rationalité de l'objectif à atteindre fait cruellement défaut : quel sera l'impact d'une réduction de 25% sur la sélection de bactéries résistantes? Pourquoi pas un effort plus important ? D'autre part, la fixation d'un objectif global, et commun à toutes les espèces traitées, laisse perplexe quant à sa réalisation. Certaines filières (principalement d'élevage intensif) fortement consommatrices d'antibiotiques peuvent contribuer fortement à l'atteinte de cet objectif, alors que les filières de production extensives n'auront que peu de leviers de réduction de leurs consommations d'antibiotiques.

En dernier lieu, un décret en cours de rédaction, correspondant à la mesure 26 du Plan Ecoantibio 2012-2017, prévoit un encadrement strict de la prescription des antibiotiques d'importance critique. Si l'on peut aisément imaginer que ces mesures contraignantes vont limiter la consommation des familles d'antibiotiques ciblées, il est moins évident qu'elles limitent les mésusages ou les surconsommations. En effet, pour une affection donnée, il est probable qu'une famille d'antibiotique soit substituée à une autre, ce qui (i) n'entraînera pas de baisses d'usage, (ii) n'aura aucun effet sur l'externalité antibiorésistance, du fait de l'existence de résistances croisées entre les différentes familles d'antibiotiques (Carattoli, 2009).

4.3. Réduire en encadrant les pratiques commerciales des antibiotiques

L'aménagement de mesures visant à restreindre les incitations à la prescription ou la délivrance à tous les étages du système pharmaceutique a été recommandé récemment en France par le Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux (CGAAER) (Dahan, 2013), et apparaissent aujourd'hui dans l'article 48 de la Loi Avenir sur l'Agriculture. Ces mesures visent à réguler les rapports financiers, directs ou indirects, entre les fabricants de médicaments et les ayants-droit.

La Loi prévoit d'abord l'interdiction de versements d'avantages en nature (matériels, voyages...) à la fois aux ayants droit, aux sociétés les représentant et aux étudiants, et des mesures visant à interdire des possibilités d'incitations à l'achat d'antibiotiques par l'intermédiaire de remises « croisées² » sur d'autres catégories de médicaments. La Loi vise également à interdire la conclusion de contrats de coopération commerciale sur la vente d'antibiotiques. De plus, toute forme de remises, rabais ou ristournes³ sur l'achat de toutes les familles d'antibiotiques, sont interdites sur ces produits. L'interdiction de remises sur toutes les familles présente l'avantage théorique de limiter les incitations à la prescription, et de ne pas favoriser de substitution d'une famille vers une autre, contrairement aux mesures ciblant seulement quelques familles d'antibiotiques. Toutefois, l'impact de la Loi présuppose que les remises associées à la vente d'antibiotiques influent sur le prix de vente à l'éleveur, ce qui reste à démontrer. Dans l'hypothèse où les remises ne sont pas ou peu réintégrées dans le prix final, il est peu probable que cette mesure influence le prix de vente des antibiotiques aux éleveurs. Le degré de réintégration des remises dans le prix de vente au consommateur varie en fonction des filières de production (données personnelles). D'autre part, l'encadrement des marges des intermédiaires présuppose que le vétérinaire est capable de persuader l'éleveur d'utiliser des antibiotiques au-delà de son optimum de profit. Cette hypothèse reste également à vérifier.

La Loi prévoit de plus une interdiction de pratique de conditions particulières de ventes, c'est-à-dire que le vendeur (industrie pharmaceutique et ayant-droit) devra afficher un prix unique valable pour l'ensemble de ses clients. Cette interdiction semble théoriquement opportune, car

² L'ayant-droit toucherait alors la remise initialement reliée à l'achat d'antibiotiques en cas d'achat d'un autre médicament non antibiotique.

³ Les remises (ou remises arrière ou marges arrière) sont des rémunérations versées par les fournisseurs aux ayants-droit avec lesquels ils concluent des accords commerciaux.

elle évite de favoriser le fort consommateur qui bénéficierait de prix préférentiels. Toutefois, cette mesure ne règle pas la question de la concurrence entre ayants-droit, concurrence qui à terme pourrait entraîner une chute du prix des antibiotiques (la marge reste librement fixée par l'ayant droit), et avec elle une augmentation des volumes.

L'ensemble de ces mesures ne règle donc pas la question fondamentale du prix de vente. A ce jour, il n'existe aucune donnée permettant d'estimer la pertinence d'un tel type de mesure. La mise en place de taxes et l'administration du prix de vente des antibiotiques constituent deux alternatives étonnamment non étudiées. Un système de taxe pigovienne (Pigou, 1920; Vagsholm and Hojgard, 2010) pourrait pourtant permettre d'internaliser l'externalité ; elle nécessite l'évaluation préalable des dommages, qui dans le cas de l'antibiorésistance reste complexe. L'administration du prix des antibiotiques avec pour objectif un maintien de prix élevé enverrait au marché un signal équivalent.

5. Conclusions

L'optimisation économique devrait conduire l'éleveur à ne recourir au traitement que dans l'hypothèse où celui-ci est rentable. De manière théorique, cet arbitrage, qui ne considère pas d'autres aspects sanitaires de la maladie (douleur, bien-être), repose sur plusieurs hypothèses majeures. Pour décider, l'éleveur doit pouvoir disposer de toutes les informations concernant la maladie (physiopathologie, épidémiologie) et les bénéfices du traitement antibiotique. Ce cadre, bien que peu réaliste, est intéressant pour bien éclairer l'intérêt du traitement pour diminuer les pertes imputables à la maladie, ainsi que pour étudier les variations des quantités utilisées en fonction d'une situation donnée (prix de marché, incidence de la maladie...). Il permet donc de bien comprendre la rationalité de mise en place de taxes, réglementations sur les quantités ou prix des antibiotiques. Cette approche laisse toutefois en suspens les questions de substitution entre facteurs, l'attitude de l'éleveur face au risque et la présence des externalités. En réalité, face à un choc sanitaire, le calcul économique privé de l'éleveur le conduit à réaliser des arbitrages en fonction de l'état de ses connaissances dans le domaine de la santé animale et de facteurs comportementaux.

L'activation de leviers (incitatifs, réglementaires) permettant de substituer des mesures préventives aux antibiotiques présente un réel intérêt, car elle permet d'améliorer la compétitivité des élevages et de réduire la consommation d'antibiotiques. Deux types d'approches, complémentaires, ressortent de cette analyse. Les approches réglementaires ont

pour objectif de contraindre l'utilisation des antibiotiques, et de limiter l'influence du marché sur leur consommation. Ce premier type de mesures ne considère pas la question du besoin comme central, mais poursuit l'objectif de limiter l'usage et les incitations à l'usage, toutes choses égales par ailleurs. Si leur efficacité à court terme peut être importante, il faut toutefois considérer que leur contournement est possible. Pour ne citer qu'un exemple, l'eupéanisation des marchés du médicament et de l'offre de soins permet d'ores et déjà d'échapper à des contraintes non encore effectives. Les approches volontaires regroupent à la fois des initiatives privées et payantes (l'éleveur finance l'augmentation de son niveau de compétences sanitaires) et des initiatives collectives (adhésion à un groupement ou cahier des charges). L'acquisition de compétences sanitaires spécifiques, la connaissance des facteurs de risque et du bon usage des antibiotiques par les éleveurs constitue également un levier qui permet à la fois de limiter le besoin et de limiter les mésusages. L'influence de l'encadrement sanitaire aura des conséquences sur les consommations d'usage privés, mais également à une échelle supra-individuelle. Même si leurs effets sont plus difficiles à mesurer, ces approches volontaires présentent l'avantage de faire comprendre la problématique aux parties prenantes, notamment aux éleveurs, qui peuvent intégrer l'externalité dans leur processus de décision. Dans le cas de l'utilisation des antibiotiques, toutes les initiatives permettant de réduire les consommations sont vertueuses, car elles permettent d'augmenter la compétitivité des producteurs. En effet la diminution de l'incidence des maladies entraîne à la fois une baisse de la consommation, mais aussi une augmentation des quantités produites et de la productivité des facteurs de production.

La réduction de l'usage des antibiotiques, à travers les différents outils présentés ici poursuit un objectif de lutte contre l'antibiorésistance. Parmi tous les dispositifs de lutte contre l'antibiorésistance mis en œuvre ou envisagés par les autorités sanitaires, on peut s'étonner de l'absence de réflexions sur l'administration des prix et de dispositifs s'inspirant de la taxe pigovienne. Une telle taxe est théoriquement égale au dommage des effets externes provoqués par l'utilisation d'une unité supplémentaire d'antibiotique. Si l'antibiorésistance est une réalité, la mesure des dommages qu'elle entraîne doit être menée d'urgence. Comme ces dommages sont décalés dans le temps, un consensus d'experts et de citoyens doit être recherché sur les hypothèses de calcul, en particulier sur le taux d'actualisation des dommages futurs et la valeur de la vie humaine. Simultanément, les déterminants de l'antibiorésistance doivent être mieux connus. Le mésusage et l'usage d'antibiotiques en prévention génèrent-ils plus d'antibiorésistance que l'usage curatif bien ciblé ou toute unité d'antibiotique utilisée a-t-

elle le même effet sur l'antibiorésistance? Ces connaissances sont nécessaires pour éclairer la décision publique. Le Plan National De Réduction des Risques d'Antibiorésistance En Médecine Vétérinaire donne un objectif indicatif de réduction de 25% des consommations d'antibiotiques. Il est principalement un signal sur l'importance de cette question, mais n'a que très peu de portée sur les choix individuels. Les mesures de persuasion et de formation sont nécessaires à une réduction des consommations d'antibiotiques. Elles ne sont pas suffisantes tant que la dernière unité consommée apparaît rentable au décideur. Inversement une internalisation de l'externalité par une taxe est aussi une incitation pour les usagers à acquérir les compétences pour s'adapter à cette taxe en baissant sa consommation au moindre coût.

Référence

- Al-Momany, N.H., Al-Bakri, A.G., Makahleh, Z.M., Wazaify, M.M. (2009). Adherence to international antimicrobial prophylaxis guidelines in cardiac surgery: a Jordanian study demonstrates need for quality improvement. *Journal of Managed Care Pharmacy*, 15(3): 262-271.
- Angulo, F.J., Baker, N.L., Olsen, S.J., Anderson, A., Barrett, T.J. (2004). Antimicrobial use in agriculture: controlling the transfer of antimicrobial resistance to humans. *Seminars in Pediatric Infectious Diseases*, 15(2): 78-85.
- Assie, S., Bareille, N., Beaudeau, F., Seegers, H. (2009a). Management- and housing-related risk factors of respiratory disorders in non-weaned French Charolais calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 91(2-4): 218-225.
- Assie, S., Seegers, H., Makoschey, B., Desire-Bousquie, L., Bareille, N. (2009b). Exposure to pathogens and incidence of respiratory disease in young bulls on their arrival at fattening operations in France. *Veterinary Record*, 165(7): 195-199.
- Avorn, J., Solomon, D.H. (2000). Cultural and economic factors that (mis)shape antibiotic use: the nonpharmacologic basis of therapeutics. *Annals of Internal Medicine*, 133(2): 128-135.
- Bentley, R., Bennett, J.W. (2003). What is an antibiotic? Revisited. *Advances in Applied Microbiology*, 52: 303-331.
- Berry, D.P., Bermingham, M.L., Good, M., More, S.J. (2011). Genetics of animal health and disease in cattle. *Irish Veterinary Journal*, 64(1): 1-10.
- Carattoli, A. (2009). Resistance plasmid families in Enterobacteriaceae. *Antimicrobial Agents Chemotherapy*, 53(6): 2227-2238.
- Cernicchiaro, N., Renter, D.G., White, B.J., Babcock, A.H., Fox, J.T. (2012). Associations between weather conditions during the first 45 days after feedlot arrival and daily respiratory disease risks in autumn-placed feeder cattle in the United States. *Journal of Animal Science*, 90(4): 1328-1337.
- Chauvin, C., Croisier, A., Tazani, F., Balaine, L., Eono, F., Salaun-Huneau, A., Le Bouquin, S., (2011), Utilisation des antibiotiques en filière cunicole: Enquête en élevages 2009-2010. *Journées de la Recherche Cunicole. 22-23 novembre 2011, Le Mans.*

- Chauvin, C., Le Bouquin, S., Sanders, P. (2012). Usage des antibiotiques en filières porcine, avicole et cunicole en France. Résultats d'enquêtes. *Bulletin épidémiologique santé animale - alimentation*, 53: 12-15.
- Chauvin, C., Querrec, M., Perot, A., Guillemot, D., Sanders, P. (2008). Impact of antimicrobial drug usage measures on the identification of heavy users, patterns of usage of the different antimicrobial classes and time-trends evolution. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 31(4):301-311.
- Chevance, A., Moulin, G. (2009). *Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2008*, 44p, disponible à http://www.alitest.it/PDF-Download/Studi_Antibiotiques_2008.pdf
- Chevance, A., Moulin, G. (2012). *Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2011*, 72 p, disponible à <https://www.anses.fr/sites/default/files/documents/ANMV-Ra-Antibiotiques2011.pdf>
- Chi, J., Weersink, A., VanLeeuwen, J.A., Keefe, G.P. (2002). The Economics of Controlling Infectious Diseases on Dairy Farms. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 50(3): 237-256.
- Chilonda, P., Van Huylenbroeck, G. (2001). A conceptual framework for the economic analysis of factors influencing decision-making of small-scale farmers in animal health management. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 20(3): 687-700.
- Dahan, M. (2013). Encadrement des pratiques commerciales pouvant influencer la prescription des antibiotiques vétérinaires, 123 p, disponible à http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_CGAAER_mai_2013_Rapport_base_cle4_abf34.pdf
- European Union. (2003). Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official Journal of the European Union*, 15 p.
- Faryna, A., Wergowske, G.L., Goldenberg, K. (1987). Impact of therapeutic guidelines on antibiotic use by residents in primary care clinics. *Journal of General Internal Medicine*, 2(2):102-107

- Kaneene, J.B., Miller, R. (1992). Description and evaluation of the influence of veterinary presence on the use of antibiotics and sulfonamides in dairy herds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 201(1): 68-76.
- Kristensen, E., Jakobsen, E.B. (2011). Challenging the myth of the irrational dairy farmer; understanding decision-making related to herd health. *New Zealand Veterinary Journal*, 59(1): 1-7.
- Lhermie, G. (2010). *Demande de médicaments en productions animales*. Mémoire, Faculté de sciences économiques Montpellier, 90 p.
- Madridejos-Mora, R., Amado-Guirado, E., Perez-Rodriguez, M.T. (2004). Effectiveness of the combination of feedback and educational recommendations for improving drug prescription in general practice, *Medical Care*, 42(7): 643-648.
- McInerney, J. (1996). Old economics for new problems - livestock disease: presidential address. *Journal of Agricultural Economics*, 47(1-4): 295-314.
- McInerney, J.P., Howe, K.S., Schepers, J.A. (1992). A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Preventive Veterinary Medicine*, 13(2): 137-154.
- Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche et de la Ruralité. (2011). *Plan National de Réduction des Risques d'Antibiorésistance en Médecine Vétérinaire ECOANTIBIO 2017*, 32 p. Disponible à http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Plan_ABR-171111-2_cle0118ea.pdf
- Mosnier, C. (2009). *Adaptation of suckler cow farms to weather and beef price risks: modelling approaches*. Thèse, AgroParisTech Paris, 288 p.
- Moulin, G., Cavalie, P., Pellanne, I., Chevance, A., Laval, A., Millemann, Y., Colin, P., Chauvin, C.(2008), A comparison of antimicrobial usage in human and veterinary medicine in France from 1999 to 2005, *Journal Antimicrobial Chemotherapy*, 62(3): 617-625.
- Orzech, K.M., Nichter, M. (2008) From Resilience to Resistance: Political Ecological Lessons from Antibiotic and Pesticide Resistance. *Annual Review of Anthropology*, 37: 267-282.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. In Cambridge University Press, 298 p.

- Pigou, A.C. (1920). *The economics of welfare*, (1932). Edition. McMillan&Co, London, 783 p.
- Raboisson, D., Derville, M., Herman, N., Cahuzac, E., Sans, P., Allaire, G. (2012). Herd-level and territorial-level factors influencing average herd somatic cell count in France in 2005 and 2006. *Journal of Dairy Research*, 79(3): 324-332.
- Ranji, S.R., Steinman, M.A., Shojania, K.G., Gonzales, R. (2008). Interventions to reduce unnecessary antibiotic prescribing: a systematic review and quantitative analysis. *Medical Care*, 46(8): 847-862.
- Rat-Aspert, O., Fourichon, C. (2010). Modelling collective effectiveness of voluntary vaccination with and without incentives. *Preventive Veterinary Medicine*, 93(4): 265-275.
- Rosbach, A. (2012). Report on the Microbial Challenge – Rising threats from Antimicrobial Resistance (European Parliament), 22 p, disponible à <http://edz.bib.uni-mannheim.de/daten/edz-a/gdgv/12/getDoc.2012do.pdf>
- Rosman, S. (2009). Les pratiques de prescription des antibiotiques en médecine générale en France et aux Pays-Bas. *Revue Sociologie Santé n° spécial Médicaments et Société*, 30: 81-99.
- Sabuncu, E., David, J., Bernede-Bauduin, C., Pepin, S., Leroy, M., Boelle, P.Y., Watier, L., Guillemot, D. (2009). Significant reduction of antibiotic use in the community after a nationwide campaign in France, 2002-2007. *PLoS Medicine*, 6(6) e1000084, 9p.
- Singer, R.S., Finch, R., Wegener, H.C., Bywater, R., Walters, J., Lipsitch, M. (2003). Antibiotic resistance--the interplay between antibiotic use in animals and human beings. *The Lancet Infectious Disease*, 3(1): 47-51.
- Snowder, G.D., Van Vleck, L.D., Cundiff, L.V., Bennett, G.L.(2006). Bovine respiratory disease in feedlot cattle: environmental, genetic, and economic factors. *Journal of Animal Science*, 84(8): 1999-2008.
- Spears, J.W., Weiss, W.P. (2008). Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176: 70-76.
- Swinkels, J.M., Hogeveen, H., Zadoks, R.N.(2005). A partial budget model to estimate economic benefits of lactational treatment of subclinical *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Science*, 88(12): 4273-4287.

- Tisdell, C. (1995). Assessing the Approach to Cost-Benefit Analysis of Controlling Livestock Diseases of McInerney and Others. In *Research Papers and Reports in Animal Health Economics*, N°3, Economics, D.o., ed. University of Queensland, 22 p.
- Vagsholm, I., Hojgard, S. (2010). Antimicrobial sensitivity--A natural resource to be protected by a Pigouvian tax? *Preventive Veterinary Medicine*, 96(1-2): 9-18.
- Wang, H., McEntire, J.C., Zhang, L., Li, X., Doyle, M. (2012). The transfer of antibiotic resistance from food to humans: facts, implications and future directions. *Revue Scientifique et Technique*, 31(1): 249-260.

Les Working Papers SMART – LERECO sont produits par l'UMR SMART et l'UR LERECO

- **UMR SMART**

L'Unité Mixte de Recherche (UMR 1302) *Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires* comprend l'unité de recherche d'Economie et Sociologie Rurales de l'INRA de Rennes et les membres de l'UP Rennes du département d'Economie Gestion Société d'Agrocampus Ouest.

Adresse :

UMR SMART - INRA, 4 allée Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex
UMR SMART - Agrocampus, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex

- **LERECO**

Unité de Recherche *Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie*

Adresse :

LERECO, INRA, Rue de la Géraudière, BP 71627 44316 Nantes Cedex 03

Site internet commun : <http://www.rennes.inra.fr/smart/>

Liste complète des Working Papers SMART – LERECO :

<http://www.rennes.inra.fr/smart/Working-Papers-Smart-Lereco>

<http://econpapers.repec.org/paper/raewpaper/>

The Working Papers SMART – LERECO are produced by UMR SMART and UR LERECO

- **UMR SMART**

The « Mixed Unit of Research » (UMR1302) *Structures and Markets in Agriculture, Resources and Territories*, is composed of the research unit of Rural Economics and Sociology of INRA Rennes and of the members of the Agrocampus Ouest's Department of Economics Management Society who are located in Rennes.

Address:

UMR SMART - INRA, 4 allée Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex, France
UMR SMART - Agrocampus, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France

- **LERECO**

Research Unit *Economic Studies and Research Lab*

Address:

LERECO, INRA, Rue de la Géraudière, BP 71627 44316 Nantes Cedex 03, France

Common website: http://www.rennes.inra.fr/smart_eng

Full list of the Working Papers SMART – LERECO:

http://www.rennes.inra.fr/smart_eng/Working-Papers-Smart-Lereco

<http://econpapers.repec.org/paper/raewpaper/>

Contact

Working Papers SMART – LERECO

INRA, UMR SMART

4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103

35011 Rennes cedex, France

Email : smart_lereco_wp@rennes.inra.fr

2014

Working Papers SMART – LERECO

UMR INRA-Agrocampus Ouest **SMART** (Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires)

UR INRA **LERECO** (Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie)

Rennes, France
