

Devenir de six antibiotiques dans les lisiers de porc

Pascal LEVASSEUR (1), Elodie CAGNAT (1), Anne HEMONIC (1), Pascal SANDERS (2),
Dominique PESSEL (2), Michel LAURENTIE (2), William COUET (3)

(1) IFIP- Institut du porc, 35651 LE RHEU, France

(2) ANSES, 35133 Javené, France

(3) INSERM, 86022 Poitiers, France

Pascal.levasseur@ifip.asso.fr

Avec la collaboration technique du personnel de la station expérimentale porcine de Romillé (35, France), Yvette PIROTAIS (2),
Jean-Michel DELMAS (2), Patrice GODIN (3) et le soutien financier du MAAF et du MEDDE

Fate of six antibiotics in pig slurry

Within the frame of the French program "Ecoantibio 2017", the fate of six main antibiotics (colistin, trimethoprim-sulfadiazin, amoxicillin, tylosin and doxycyclin), mostly used in the pig sector, was studied through common practices of effluent management. After their administration in drinking water, using a dosing pump, their metabolism in the animal and the storage of the slurry under the slatted floor over the growing phase, reduced their content from 54 % to more than 99 % depending on the antibiotic. Colistin was the most resistant, while amoxicillin and trimethoprim were not detectable anymore. After this phase, slurry was separated in a decanter-centrifuge. During the 3.5 months of composting-maturation of the solid fraction, the amount of antibiotics strongly decreased, from 41 to 99 % depending on the considered molecule, confirming the interest of this practice in order to reduce soil contamination. In raw slurry as in the liquid fraction usually stored in an outdoor pit, quantities of colistin and doxycyclin stayed rather stable, whereas the tylosin concentration fell, especially after a hundred days of storage. The evolution of sulfadiazine was more difficult to explain considering the variability of its observed concentrations over time.

INTRODUCTION

Les antibiotiques administrés aux animaux d'élevage se retrouvent en partie dans leurs déjections, sous une forme inchangée ou sous la forme de métabolites potentiellement actifs, à hauteur de 30 à 90 % des quantités administrées (Massé *et al.*, 2014 ; Levasseur et Hémonic, 2015). Or, tant qu'ils sont actifs, ces antibiotiques peuvent favoriser le développement de bactéries résistantes dans le lisier ou ses issues destinés à être épandus sur les sols. Dans la bibliographie, très peu de données existent sur le devenir des antibiotiques dans les conditions françaises. Cette étude vise donc à analyser le devenir des antibiotiques issus des principales familles utilisées en production porcine en France : polypeptides, tétracyclines, pénicillines, macrolides (Anses-ANMV, 2013), au cours des étapes les plus courantes de la gestion des lisiers : (1) stockage sous caillebotis lors de la phase d'élevage, (2) séparation de phases du lisier brut par une décanteuse centrifuge, (3) stockage extérieur d'un lisier brut et sa fraction centrifugée, (4) compostage-maturation de la fraction solide issue de la séparation de phases.

1. MATERIEL ET METHODES

Entre novembre 2014 et septembre 2015, 512 porcelets et 192 porcs charcutiers ont été mis en essai. Les porcelets sont répartis en quatre lots, chacun ayant reçu, par pompe doseuse,

l'un des quatre antibiotiques suivants : colistine, doxycycline, amoxicilline et tylosine, sur la base des posologies recommandées par l'autorisation de mise sur le marché. Il en est de même pour les porcs charcutiers, pour lesquels toutefois la colistine est remplacée par une association triméthoprime-sulfamide (TMP-Sulfa), plus couramment utilisée dans les élevages de production. La moitié des lisiers est collectée dans un bac, permettant de déterminer la quantité résiduelle d'antibiotiques à l'issue de la phase d'élevage. L'autre moitié est collectée dans une pré-fosse commune à l'ensemble des antibiotiques. A la fin de chaque phase d'élevage, l'intégralité des lisiers est transférée vers une fosse de stockage extérieure couverte. Du lisier sans antibiotique est ajouté afin de se rapprocher des conditions pratiques d'élevage, tous les stades physiologiques n'étant pas traités simultanément. Sur la centaine de m³ de lisier collecté au total, un peu plus de 10 m³ sont stockés dans une cuve abritée sous hangar. La fraction restante est traitée par une décanteuse-centrifuge pour séparer la fraction solide de la fraction liquide. Environ 10 m³ de cette fraction liquide sont également stockés dans une seconde cuve sous hangar. Les 8 à 10 tonnes de refus solide produites sont compostées (avec trois retournements à trois semaines d'intervalle) sur une plate-forme bétonnée couverte. Les trois types d'effluents ainsi obtenus (lisier brut, fractions liquide et solide issues de la séparation de phases) sont ensuite échantillonnés mensuellement tout au long des 3,5 mois de la phase de stockage. Des pesées sont effectuées pour établir les bilans de masse. Les protocoles d'analyse des antibiotiques ont

fait l'objet d'adaptations à partir de la méthode décrite par Gobin *et al.* (2010) pour la colistine, de celle de Wu *et al.* (2011) pour les autres molécules. L'ensemble de ce schéma expérimental a été mis en œuvre de manière à effectuer un stockage extérieur en période froide puis en période chaude.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Au cours de la phase d'élevage, l'amoxicilline, la tylosine en engraissement et le triméthoprime ont totalement disparu des lisiers. Si la bibliographie mentionne que 40 à 100 % des quantités ingérées de ces molécules sont excrétées en l'état par l'animal (selon la molécule considérée et les auteurs), les cinétiques de réduction sont ensuite très rapides pendant la phase de stockage. Avec une concentration de 0,04 mg/kg de lisier, moins de 1 % de la quantité de tylosine administrée est retrouvée dans le lisier de post-sevrage. Même si elle demeure encore détectable (0,06 à 0,07 mg/kg), la quantité de sulfadiazine a également été réduite de plus de 99 % de la dose administrée. Par contre, les quantités résiduelles de doxycycline et de colistine sont plus significatives avec des concentrations comprises entre 1,6 et 5,9 mg/kg de lisier. Elles correspondent à une réduction de 54 à 72 % des quantités de molécules-mères. D'après des synthèses de la bibliographie internationale (Massé *et al.*, 2014 ; Levasseur et Hémonic, 2015), ces deux molécules s'avèrent plutôt résistantes lors de la phase de stockage du lisier. Compte tenu de la dilution avec les effluents issus d'autres stades physiologiques non traités, les concentrations du lisier brut en début de stockage extérieur, s'établissent à 1,6 – 0,15 et 0,02 mg/kg pour respectivement la colistine, la doxycycline et la sulfadiazine. Les trois autres molécules ne sont plus détectables. Ainsi les concentrations en antibiotiques des lisiers de porc en France devraient être bien moins élevées que les valeurs mentionnées dans la bibliographie (Massé *et al.*, 2014), comprises généralement entre 1 et 10 mg/kg, voire de plusieurs dizaines de mg/kg.

Les résultats montrent que la séparation de phases par décanteuse-centrifuge ne capture que 20 % de la sulfadiazine dans la fraction solide, cette molécule étant vraisemblablement peu liée à la matière sèche. Cela semble être l'inverse pour la colistine et surtout la doxycycline. L'abattement observé par Hernandez-Raquet *et al.* (2011) sur la fraction liquide dépendrait de la molécule considérée et notamment, de sa capacité de fixation sur les éléments particuliers.

Au cours du stockage des effluents liquides, les quantités de colistine et de doxycycline (figure 1) apparaissent plutôt stables

et cela, en accord avec la bibliographie (Massé *et al.*, 2014 ; Levasseur et Hémonic, 2015). Contrairement au lisier brut, la tylosine demeure détectable dans la fraction liquide issue de la séparation de phases, mais avec une très faible concentration de 0,003 mg/kg. Au cours du stockage, elle se réduit encore, mais surtout après une centaine de jours.

L'évolution de la quantité de sulfadiazine dans les lisiers s'est avérée plus complexe à analyser compte tenu de la variabilité des concentrations observées au cours du temps, entre les essais et les effluents liquides. Cette molécule semble stable au cours du stockage (Lamshoft *et al.*, 2010) bien que la famille des sulfonamides ne le soit pas (Massé *et al.*, 2014).

En accord avec la bibliographie, le compostage apparaît comme une méthode efficace de réduction des quantités d'antibiotiques. Selon les essais et répétitions, la quantité initialement présente est ainsi réduite de 0 à 61 % pour la tylosine, de 66 à 80 % pour la colistine, de 62 à 92 % pour la sulfadiazine et de 71 à 99 % pour la doxycycline (figure 1). Enfin, aucun effet saison n'apparaît ni pour le stockage des effluents liquides, ni pour le compostage de la fraction solide.

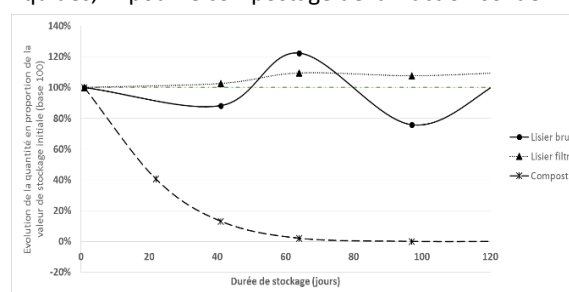


Figure 1 – Evolution de la quantité de doxycycline au cours du stockage en période estivale dans les trois types d'effluent

CONCLUSION

Ces résultats sont globalement conformes à ceux de la bibliographie concernant les effets du métabolisme des porcs, du stockage et du compostage des effluents sur le devenir des antibiotiques. Le compostage confirme son efficacité pour limiter la diffusion des molécules mères d'antibiotiques, notamment lors du transfert des refus de décanteuse centrifuge vers des zones à faible densité animale. Pour compléter les résultats de ces essais, il serait intéressant d'étudier les composés issus de la dégradation des antibiotiques ainsi que le transfert de gènes et de bactéries résistantes pour ces mêmes pratiques courantes de gestion des effluents porcins.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANSES-ANMV, 2013. Sales survey of Veterinary medicinal products containing Antimicrobials in France - Volumes and estimated exposure of animals to antimicrobials. Rapport annuel, 73 p.
- Hernandez-Raquet G., Dabert P., Balaguer P., Budzinski H., Mougin C., Bernet N., 2011. Dynamique et impact des perturbateurs endocriniens et des composés pharmaceutiques issus des élevages agricoles. Consulté à l'adresse <http://www.agence-nationale-recherche.fr/Colloques/SEST2012/documents/16-Hernandez.pdf>
- Gobin P., Lemaître F., Marchand S., Couet W., Olivier J.C., 2010. Assay of colistin and colistin methanesulfonate in plasma and urine by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Antimicrob Agents Chemother*, 54, 1941-1948
- Lamshoft M., Sukul P., Zuhlke S., Spittler M., 2010. Behaviour of (14)c-sulfadiazine and (14)c-difloxacin during manure storage. *Sci. Total Environ.* 408, 1563–1568.
- Levasseur P., Hémonic A., 2015. Impact de la gestion des effluents d'élevage sur la dégradation des antibiotiques. *Les cahiers de l'IFIP*, 2(1), 1-23.
- Maass D., Saady N., Gilbert Y., 2014. Potential of Biological Processes to Eliminate Antibiotics in Livestock Manure: An Overview. *Animals*, 4(2), 146-163.
- Wu X, Wei Y, Zheng J, Zhao X, Zhong W., 2011. The behavior of tetracyclines and their degradation products during swine manure composting. *Bioresource Technology*, 102(10), 5924-5931.