

ENJEUX ET DÉTERMINANTS LIÉS À L'OBSERVANCE DES MESURES DE BIOSÉCURITE EN ÉLEVAGE DANS LA LUTTE CONTRE L'ÉPIZOOTIE D'INFLUENZA AVIAIRE H5N8, 2016-2017 *

Paul Mathilde¹, Delpont Mattias¹, Racicot Manon², Guérin Jean-Luc¹ et Vaillancourt Jean-Pierre³



RÉSUMÉ

Les mesures de biosécurité ont fait l'objet d'une attention particulière dans les filières avicoles suite aux deux émergences successives d'influenza aviaire hautement pathogène H5 survenues en France au cours des hivers 2015-2016 puis 2016-2017. L'épizootie d'influenza H5N8 de 2016-2017 a tout particulièrement mis en lumière les difficultés liées à l'observance des pratiques de biosécurité, c'est-à-dire le décalage existant entre les recommandations et les pratiques observées en élevage. L'analyse de la littérature scientifique montre que, outre des facteurs structurels (organisation des sites de production) et financiers (investissements requis), les facteurs psycho-sociaux jouent un rôle important sur les comportements adoptés en matière de biosécurité. Ces derniers incluent les croyances et les attitudes face à la biosécurité, les normes sociales (influence de l'entourage), le sentiment d'auto-efficacité (croyances quant aux capacités à réaliser des performances particulières), la perception du risque et les traits de personnalité.

Mots-clés : biosécurité, observance, influenza aviaire, filières avicoles.

ABSTRACT

Biosecurity measures in the poultry sector have recently received great attention in France, with the recent emergence of two successive outbreaks of H5 highly pathogenic avian influenza which occurred in 2015-2016 and 2016-2017. The 2016-2017 H5N8 epidemics pointed out difficulties associated with biosecurity compliance, i.e. the discrepancy between existing recommendations and actual biosecurity practices observed on farms. Literature shows that, in addition to structural (organization of production sites) and financial factors (investments required), psycho-social factors also play an important role in biosecurity behaviors. Those factors include beliefs and attitudes regarding biosecurity, social norms (influence of the other people), perceived self-efficacy (beliefs about the ability to achieve particular performances), risk perception and personality traits.

Keywords: Biosecurity, Compliance, Avian influenza, Poultry.



* Texte de la conférence présentée au cours de la Journée scientifique AEEMA, 31 mai 2018

¹ UMR 1225 IHAP, Université de Toulouse, INRA, ENVT, Toulouse, France

² Département de pathologie et microbiologie, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, Canada

³ Département de sciences cliniques, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, Canada

I - INTRODUCTION

Les mesures de biosécurité regroupent l'ensemble des efforts déployés en élevage en matière d'infrastructures, de pratiques d'hygiène, et de gestion des mouvements (de personnel, d'animaux, et d'équipement) en vue de diminuer le risque d'introduction et de diffusion des maladies infectieuses. L'observance, c'est-à-dire l'adéquation entre recommandations et pratiques effectivement mises en place, est essentielle non seulement pour le succès de la lutte contre les maladies infectieuses, mais également pour l'optimisation des performances technico-

économique en élevage. Le caractère hétérogène de la mise en œuvre des bonnes pratiques de biosécurité a été décrit dans différents secteurs de l'élevage. En France, la biosécurité a fait l'objet d'une attention accrue dans les filières avicoles suite aux deux émergences successives d'influenza aviaire hautement pathogène survenues depuis l'hiver 2015. La récente épizootie d'influenza H5N8 de 2016-2017 a tout particulièrement mis en lumière le décalage existant entre les recommandations et les pratiques observées en élevage.

II - CONTEXTE ET ENJEUX

1. PLACE DE LA BIOSÉCURITÉ DANS LE DISPOSITIF DE LUTTE CONTRE L'INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGÈNE EN FRANCE

Deux épisodes successifs d'influenza aviaire hautement pathogène sont survenus en France récemment. Entre novembre 2015 et août 2016 d'abord, 81 foyers dus à des virus hautement pathogènes H5N1, H5N2 et H5N9 [Bronner *et al.*, 2017] ont été détectés en élevage dans le Sud-Ouest. L'hiver suivant (2016-2017) a été marqué par une épizootie sans précédent causée par le sous-type hautement pathogène H5N8. Près de 484 foyers ont été identifiés, principalement dans des élevages de palmipèdes situés dans le Sud-Ouest de la France [Bronner *et al.*, 2017].

Le premier épisode d'influenza a conduit début 2016 à la mise en place d'un dépeuplement progressif et d'un vide sanitaire coordonnés dans les élevages de palmipèdes de dix-sept départements du Sud-Ouest. Les exigences de biosécurité dans les élevages de volailles ont par ailleurs été renforcées. Depuis le 1er juillet 2016, date d'entrée en vigueur de l'arrêté « biosécurité » du 8 février 2016⁴, chaque détenteur de volailles doit mettre en place un plan de biosécurité pour l'ensemble de son exploitation. Il est ainsi demandé aux détenteurs de rédiger leur plan de biosécurité en tenant compte du contexte sanitaire de leur exploitation et de leur environnement. Le plan de biosécurité détaille notamment : la circulation et la

gestion des flux au sein de l'exploitation (circuits entrants et sortants des animaux, du matériel, des intrants, des produits et des sous-produits animaux) ; la liste des personnes intervenant sur l'élevage, le plan de formation vis-à-vis des bonnes pratiques d'hygiène, la traçabilité des interventions dans l'élevage ; le nettoyage-désinfection et le vide sanitaire ; la lutte contre les nuisibles ; la protection vis-à-vis de l'avifaune. Les contrôles sur l'application de cet arrêté sont du ressort des directions départementales en charge de la protection des populations.

2. ENJEUX LIÉS À L'OBSERVANCE DES MESURES DE BIOSÉCURITÉ EN ÉLEVAGE AVICOLE

2.1 DIVERSITÉ DES PRATIQUES EN ÉLEVAGE DE PALMIPÈDES EN FRANCE

Une étude récente [Delpont *et al.*, 2018] a permis d'établir un état des lieux initial, antérieur au premier épisode d'influenza hautement pathogène de 2015-16, des pratiques de biosécurité en élevage de palmipèdes dans le Sud-Ouest de la France. Cette étude, fondée sur des données collectées auprès de 46 élevages, a mis en évidence trois groupes d'élevages sur la base de leurs pratiques de biosécurité. Différentes failles de biosécurité ont été identifiées dans chacun des groupes, répondant à des types de structures et contraintes différentes.

⁴ <http://agriculture.gouv.fr/biosecurite-les-mesures-pour-les-operateurs-professionnels>

Le premier groupe, incluant des éleveurs-gaveurs en circuit ouvert et des éleveurs de canards prêts-à-gaver, se caractérise par de fréquents mouvements de canards. Deux failles de biosécurité sont plus fréquemment rencontrées dans ce groupe que dans les autres : l'absence de décontamination de l'équipement partagé avec d'autres exploitations, ainsi que l'absence de changement de tenue à l'entrée des bâtiments. Ces deux pratiques sont connues pour constituer un facteur de risque de transmission pour diverses maladies en élevage avicole, y compris pour l'influenza aviaire [Newell et Fearnley, 2003].

Le deuxième groupe inclut des élevages dont les principales failles de biosécurité sont l'absence de panneaux de restriction d'accès, de registres des visiteurs, et un bac d'équarrissage situé à l'intérieur du site de l'exploitation. Ce choix de pratiques pourrait s'expliquer par le fait qu'une proportion importante des éleveurs de ce groupe sont des éleveurs-gaveurs en circuit fermé (dits « autarciques »), pratiquant la vente directe de leurs produits à la ferme. L'existence de restrictions d'accès ou encore la présence d'un bac d'équarrissage situé à l'entrée de leur exploitation pourraient être considérées par ces éleveurs comme autant de facteurs nuisant à l'accueil des clients à la ferme.

Le troisième groupe est constitué d'éleveurs spécialisés dans la phase de gavage, fonctionnant en système de bande unique. Les résultats montrent que ce type de système est aussi propice à l'absence de partage d'équipement, et à un changement de tenue et de bottes à l'entrée des bâtiments. D'autres failles de biosécurité sont également réparties de manière homogène entre les groupes : le recours à l'entraide par des proches possédant des volailles, l'absence de port des bottes par les visiteurs, et l'existence d'une basse-cour sur le site de production. Les résultats mettent en lumière une diversité de pratiques de biosécurité, liée à une diversité de contraintes structurelles dans les types d'élevages rencontrés. Le risque associé aux failles de biosécurité observées doit également être interprété au regard d'autres caractéristiques de l'élevage, et notamment à la connectivité avec les autres élevages (forte pour les groupes 1 et 2, très faible pour le groupe 3).

2.2 DIFFICULTÉS D'OBSERVANCE IDENTIFIÉES DANS D'AUTRES CONTEXTES ET PAYS

D'autres travaux conduits à l'échelle internationale

suggèrent que les failles dans l'observance, décrites précédemment dans le cas des élevages de palmipèdes en France, ne sont pas une problématique locale mais constituent bel et bien un enjeu universel. Différents travaux en témoignent dans le champ de la santé, humaine ou animale.

Les difficultés de mise en œuvre des bonnes pratiques pour le lavage des mains à l'hôpital sont un exemple emblématique du défi que constitue l'observance dans le champ de la santé publique (humaine). Une revue systématique, fondée sur 96 études, a par exemple démontré que le niveau médian d'observance pour le lavage des mains à l'hôpital était seulement de 40 % [Erasmus *et al.*, 2010]. En médecine vétérinaire, différents travaux ont mis en lumière l'hétérogénéité de l'observance des pratiques de biosécurité. Une étude portant sur 172 élevages porcins a par exemple démontré l'hétérogénéité d'observance pour 30 items de biosécurité [Casal *et al.*, 2007]. Une observance faible (environ 10 %) était notée pour la gestion des visiteurs (tenue du registre, présence d'instructions détaillées à l'attention des visiteurs du site d'élevage). Le manque d'observance en matière de biosécurité a également été décrit en élevage bovin [Sarrazin *et al.*, 2014].

Plusieurs travaux se sont spécifiquement intéressés aux filières avicoles. Une étude conduite récemment dans 399 élevages de poulets de chair standard de cinq États membres de l'Union Européenne [Van Limbergen *et al.*, 2018] a ainsi révélé un défaut d'observance dans les différents pays, tant pour la biosécurité interne (score moyen de 76,6/100) que pour la biosécurité externe (moyenne de 68,4/100). Ces travaux mettent en lumière une hétérogénéité dans l'observance des différents items. Tandis que, pour la biosécurité externe, l'observance était bonne pour la sous-catégorie « Infrastructure et vecteurs » (score moyen de 82,4/100), le score le plus faible est rencontré pour les procédures de biosécurité relatives aux visiteurs et au personnel (moyenne de 51,5/100). Ces résultats suggèrent ainsi que la gestion des visiteurs et du personnel est difficile, quel que soit le contexte et le pays. Au Québec, l'utilisation de caméras [Racicot *et al.*, 2011] a permis d'objectiver les erreurs d'observance et de dépasser les contraintes liées à l'utilisation de questionnaires, utilisés plus classiquement dans les études épidémiologiques pour recueillir les données relatives aux pratiques de biosécurité. Au cours d'une période de quatre semaines, près de 883 visites ont été effectuées, impliquant 102 personnes différentes. En moyenne, près de quatre

erreurs de biosécurité étaient commises pour chaque visite. Au total, 44 erreurs différentes ont été identifiées lors de l'entrée et la sortie des bâtiments. Ces erreurs étaient principalement reliées à la délimitation des zones (propre *versus* contaminée). La nature et la fréquence des erreurs suggèrent un manque de compréhension des principes associés aux mesures de biosécurité.

2.3 MAINTIEN DE L'OBSERVANCE AU COURS DU TEMPS

Un des points critiques du changement des pratiques de biosécurité réside dans le maintien au cours du temps de l'observance.

L'expérience accumulée dans le champ de la santé humaine suggère que l'observance diminue systématiquement au cours du temps, après les interventions ayant visé à améliorer les pratiques. Le niveau d'observance pour le lavage des mains à

l'hôpital passait ainsi de 68 à 55 % sept semaines après l'intervention [Tibballs, 1996]. Une étude longitudinale sur cette même pratique a clairement mis en lumière un effet de « courbe en cloche », l'observance augmentant de manière graduelle jusqu'à 20 mois après l'intervention (passant de 47 à 55 %), puis diminuant jusqu'au 36^e mois post-intervention pour revenir à son niveau initial [Staats *et al.*, 2016].

Les travaux au long cours restent rares en épidémiologie animale. Des travaux conduits en filière avicole soulignent cependant le défi que constitue le maintien de l'observance : alors que l'utilisation de caméras a permis d'augmenter significativement le niveau d'observance pour le changement des bottes et le respect du zonage dans les deux semaines suivant l'intervention, la différence avec le groupe témoin devenait non significative six mois plus tard [Racicot *et al.*, 2012a].

III - DÉTERMINANTS DE L'OBSERVANCE

Face aux enjeux liés à l'observance en élevage, plusieurs travaux ont exploré la rationalité sous-tendant les comportements des éleveurs, et identifié les freins et leviers vis-à-vis du changement de pratiques en élevage [Kristensen et Jakobsen, 2011a ; Garforth, 2015]. Des déterminants de nature très diverse (figure 1) ont été identifiés, tant pour la mise en œuvre de pratiques de biosécurité que, plus largement, pour l'adoption de pratiques préventives en élevage [Ritter *et al.*, 2017].

1. PERCEPTION DE LA MENACE, ET DES ENJEUX ASSOCIÉS À LA BIOSÉCURITÉ

De manière générale, la littérature suggère que plus l'éleveur se sent vulnérable vis-à-vis d'un risque infectieux, ou plus il considère une infection comme grave, plus ses comportements sont en faveur de pratiques préventives. Le changement de pratiques est ainsi lié à la notion de « menace perçue » [Ritter *et al.*, 2017]. Dans une étude menée en Géorgie, la meilleure observance chez les éleveurs de volailles du nord de l'État (en comparaison avec le sud) était expliquée par le fait qu'ils aient vécu une épizootie de laryngotrachéite infectieuse (provoquant une mortalité considérable dans les lots infectés), et se sentent ainsi vulnérables face au risque [Dorea *et al.*, 2010]. De nombreux travaux démontrent également que le changement de pratiques est

d'autant plus difficile que les effets négatifs de ces pratiques ne sont pas perçus - voire font l'objet de déni - par les acteurs concernés [Ritter *et al.*, 2017].

L'importance accordée à la biosécurité par les éleveurs joue également un rôle important dans l'observance. Une étude conduite récemment dans différents types d'élevage avicoles (pondeuses et chair, en claustration et sur parcours) a démontré une forte corrélation entre le niveau d'importance accordé par l'éleveur à différents items, et le niveau d'observance déclaré pour ces pratiques [Scott *et al.*, 2018].

2. CONNAISSANCES ET COMPRÉHENSION

Les connaissances sur les modes de transmission des maladies, leurs conséquences et les moyens de s'en prémunir sont essentielles pour l'adoption d'une attitude favorable à la biosécurité. Un faible niveau d'observance est ainsi souvent lié à un manque d'information et de connaissance des éleveurs, ou à une communication défailante entre éleveurs et encadrement technique [Scott *et al.*, 2018].

La formation des intervenants extérieurs constitue un enjeu important pour l'amélioration de la biosécurité en élevage. En élevage de volailles, les équipes d'attrapage, qui circulent d'élevage en

élevage, sont un point critique pour la maîtrise de nombreux agents infectieux, dont les virus de l'influenza aviaire. Des travaux récents ont mis en évidence l'effet positif d'actions de formation sur la capacité de ces intervenants à identifier des erreurs de biosécurité [Millman *et al.*, 2017]. La moitié des intervenants formés (n=42) ont ainsi réussi à identifier l'ensemble des sept erreurs de biosécurité qui leurs étaient présentées (relatives à des items spécifiques tels que le nettoyage du véhicule utilisé par l'équipe, la gestion des bottes, l'hygiène des cages de transport) alors que seuls 10 % des intervenants non formés (n=11) y parvenaient.

Outre les connaissances, la compréhension des principes de biosécurité est un préalable important à la mise en place des bonnes pratiques. Les résultats des travaux relatifs à la biosécurité en élevage avicole au Québec précédemment cités [Racicot *et al.*, 2011] soulignent que les principales défaillances observées quant au respect de la zone contaminée et de la zone propre, pourraient s'expliquer par un manque de compréhension du principe de zonage en élevage. Il est intéressant de noter qu'une étude conduite dans un contexte très différent (éleveur laitier au Danemark) a également identifié la distinction entre zones propres et zones sales autour du troupeau comme une des notions les plus difficiles à comprendre du point de vue des éleveurs [Kristensen et Jakobsen, 2011b].

3. POSSIBILITÉS D'ACTION ET EFFICACITÉ ATTENDUE

La perception par l'éleveur de l'efficacité potentielle des mesures de biosécurité est un autre facteur important dans l'adoption de ces dernières. L'efficacité a ainsi été décrite comme le facteur majeur influençant l'adoption de mesures de prévention et de contrôle vis-à-vis des maladies endémiques et épidémiques en élevage porcin [Valeeva *et al.*, 2007], ou bien encore pour la dermatite digitale en élevage bovin [Relun *et al.*, 2013]. La démonstration, à l'échelle individuelle, de l'efficacité des mesures de biosécurité sur l'agent pathogène d'intérêt peut parfois s'avérer délicate [Gunn *et al.*, 2008] - en particulier lorsque le risque infectieux est perçu comme lointain. Il est ainsi important de noter que les gains attendus en termes de performances technico-économiques [Smith *et al.*, 2016] peuvent constituer un des leviers de motivation pour les éleveurs.

La croyance des éleveurs en leur capacité à mettre en œuvre avec succès des recommandations (suis-

je capable de mettre ces comportements en place ?), notion connue sous le terme de « sentiment d'auto-efficacité » dans la littérature [Ritter *et al.*, 2017] est également un préalable nécessaire. L'effet de ces facteurs reste, à notre connaissance, peu étudié dans le secteur avicole. Plusieurs travaux conduits sur la santé des ruminants démontrent cependant de l'association positive entre le sentiment d'auto-efficacité et l'adoption de pratiques préventives en élevage [Valeeva *et al.*, 2011 ; Nöremark *et al.*, 2016].

4. FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE

Les obstacles à la mise en place de bonnes pratiques de biosécurité les plus fréquemment cités par les éleveurs et leurs vétérinaires sont des installations inadaptées et un manque de temps [Nöremark *et al.*, 2016]. En ce qui concerne les installations, certains sas (exigus, encombrés) permettent difficilement de mettre en œuvre les mesures de biosécurité et cet environnement de travail est significativement associé à un manque d'observance, pour les éleveurs comme pour les intervenants en élevage [Gunn *et al.*, 2008 ; Racicot *et al.*, 2011 ; Millman *et al.*, 2017]. Par ailleurs, dans un sas sanitaire, le fait d'avoir un banc crée un obstacle physique rappelant aux gens qu'un changement de bottes est nécessaire [Racicot *et al.*, 2011]. Il a été montré dans le milieu hospitalier que le fait d'avoir des lavabos bien équipés (eau chaude, savon, essuie-mains, solution hydro-alcoolique) augmentait la fréquence du lavage des mains [Widmer, 2000].

L'aspect économique lié à la mise en œuvre des mesures de biosécurité n'est bien sûr pas négligeable [Gunn *et al.*, 2008 ; Nöremark *et al.*, 2016]. Des travaux suggèrent que, plus que le surcoût lié à l'achat de matériel adapté (tenues à usage unique par exemple) ou à l'investissement dans des installations spécifiques (sas sanitaire), c'est le rapport coût-bénéfice qui influence l'intention de l'éleveur de mettre en œuvre les mesures de biosécurité [Laanen *et al.*, 2014].

De manière générale, le manque de temps peut s'avérer être un obstacle à la bonne observance. En effet, le respect strict de certaines pratiques de biosécurité nécessite un surcroît de temps par rapport à l'intervention concernée, ce qui est fréquemment cité comme une des contraintes majeures à la mise en place de ces pratiques [Gunn *et al.*, 2008]. Il a ainsi été démontré que les employés d'élevage ont une observance significativement faible lorsque la durée de leur

visite est en deçà de 5 minutes [Racicot *et al.*, 2012a]. Des travaux soulignent par ailleurs l'existence d'injonctions parfois paradoxales. Les attrapeurs de volailles expliquent ainsi se trouver dans une situation où les délais accordés pour mener à bien leur travail en élevage ne leur permettent pas de respecter les règles de biosécurité, dont ils ont pourtant une bonne connaissance [Racicot *et al.*, 2013 ; Millman *et al.*, 2017].

5. FACTEURS PSYCHOLOGIQUES

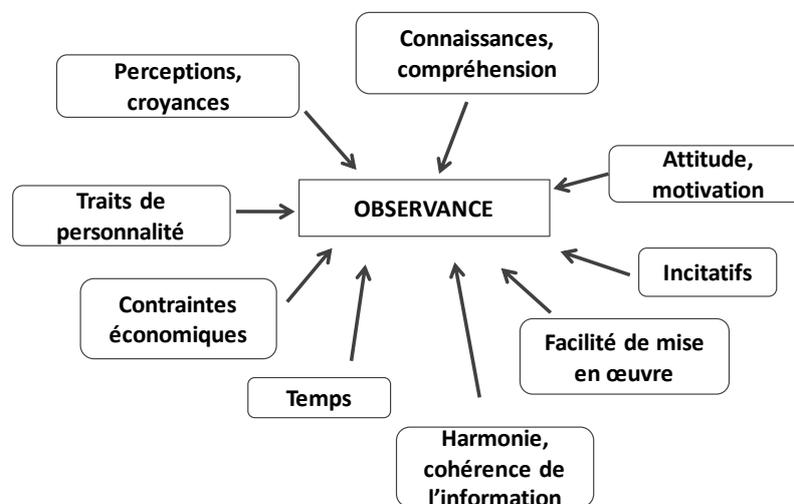
Différents travaux ont mis en évidence l'effet de facteurs psychologiques, en particulier la personnalité de l'éleveur ou des employés d'élevage, sur la gestion des troupeaux et les performances technico-économiques en élevage [Ravel *et al.*, 1996 ; Willock *et al.*, 1999]. Une étude conduite en production avicole (chair et ponte) au Québec a investigué les profils de personnalité des

éleveurs avicoles et de leur personnel en relation avec l'observance des règles de biosécurité [Racicot *et al.*, 2012b]. La grille d'analyse retenue est celle du modèle des "Big five", regroupant différents traits spécifiques au sein de cinq facteurs : stabilité émotionnelle, extraversion, ouverture d'esprit, amabilité et capacité à être consciencieux. Les résultats de ces travaux ont démontré que, outre l'expérience et le niveau d'éducation, deux traits de personnalité (responsabilité et complexité) sont associés à l'observance du port des bottes et de la visite, respectivement.

Outre les traits de personnalité, l'influence d'autres facteurs psycho-sociaux sur l'observance des pratiques de biosécurité demande à être étudiée plus en détail [Ritter *et al.*, 2017]. Des travaux [Gunn *et al.*, 2008 ; Swinkels *et al.*, 2015] suggèrent ainsi que le sentiment du travail bien fait, l'identité professionnelle de l'éleveur, ou les normes sociales pourraient constituer des leviers pour le changement de pratiques.

Figure 1

Principaux déterminants de l'observance des mesures de biosécurité en élevage



IV - CONCLUSION

L'observance des pratiques de biosécurité constitue aujourd'hui un enjeu majeur dans les filières avicoles, au regard des épizooties d'influenza aviaire hautement pathogène survenues récemment en France. L'analyse de la littérature démontre que, loin d'être une spécificité locale, l'observance constitue un défi dans le champ de la santé (tant humaine qu'animale) et pour les

différentes filières d'élevage. La combinaison d'approches quantitatives, utilisées classiquement en épidémiologie, et de travaux qualitatifs s'inscrivant à l'interface avec les sciences humaines et sociales a permis de mettre en évidence une constellation de facteurs, tant techniques qu'économiques, sociaux ou psychologiques influençant l'observance. Les résultats de tels

travaux constituent aujourd'hui une base de connaissance qui demande à être utilisée pour l'élaboration de dispositifs visant à accompagner les éleveurs dans le changement des pratiques en matière de biosécurité. Les méthodes

d'épidémiologie d'intervention pourront s'avérer particulièrement utiles pour évaluer l'efficacité de tels dispositifs, mais l'évaluation du maintien de l'observance sur un temps long constitue probablement un des principaux défis à relever.

BIBLIOGRAPHIE

- Bronner A., Niqueux E., Schmitz A., Le Bouquin S., Huneau-Salaün A., Guinat C., Paul M., Courcoult A., Durand B. - Description de l'épisode d'influenza aviaire hautement pathogène en France en 2016-2017. *Bulletin Epidémiologique Santé animale - Alimentation*, 2017, **79**, 13-17.
- Casal J., De Manuel A., Mateu E., Martín M. - Biosecurity measures on swine farms in Spain: Perceptions by farmers and their relationship to current on-farm measures. *Prev. Vet. Med.*, 2007, **82**, 138-150.
- Delpont M., Blondel V., Robertet L., Duret H., Guerin J.-L., Vaillancourt J.-P., Paul M.C. - Biosecurity practices on foie gras duck farms, Southwest France. *Prev. Vet. Med.*, 2018, **158**, 78-88.
- Dorea F.C., Berghaus R., Hofacre C., Cole D.J. - Survey of biosecurity protocols and practices adopted by growers on commercial poultry farms in Georgia, U. S. A. *Avian Dis.*, 2010, **54**, 1007-1015.
- Erasmus V., Daha T.J., Brug H., Richardus J.H., Behrendt M.D., Vos M.C., van Beeck E.F. - Systematic Review of Studies on Compliance with Hand Hygiene Guidelines in Hospital Care. *Infect. Cont. Hosp. Ep.*, 2010, **31**, 283-294.
- Garforth C. - Livestock keepers' reasons for doing and not doing things which governments, vets and scientists would like them to do. *Zoonoses Pub. Hlth*, 2015, **62** Suppl 1, 29-38.
- Gunn G.J., Heffernan C., Hall M., McLeod A., Hovi M. - Measuring and comparing constraints to improved biosecurity amongst GB farmers, veterinarians and the auxiliary industries. *Prev. Vet. Med.*, 2008, **84**, 310-323.
- Kristensen E., Jakobsen E.B. - Challenging the myth of the irrational dairy farmer; understanding decision-making related to herd health. *New Zeal. Vet. J.*, 2011a, **59**, 1-7.
- Kristensen E., Jakobsen E.B. - Danish dairy farmers' perception of biosecurity. *Prev. Vet. Med.*, 2011b, **99**, 122-129.
- Laanen M., Maes D., Hendriksen C., Gelaude P., De Vlieghe S., Rosseel Y., Dewulf J. - Pig, cattle and poultry farmers with a known interest in research have comparable perspectives on disease prevention and on-farm biosecurity. *Prev. Vet. Med.*, 2014, **115**, 1-9.
- Millman C., Christley R., Rigby D., Dennis D., O'Brien S.J., Williams N. - "Catch 22": Biosecurity awareness, interpretation and practice amongst poultry catchers. *Prev. Vet. Med.*, 2017, **141**, 22-32.
- Newell D.G., Fearnley C. - Sources of *Campylobacter* Colonization in Broiler Chickens. *Appl. Environ. Microb.*, 2003, **69**, 4343-4351.
- Nöremark M., Sternberg Lewerin S., Ernholm L., Frössling J. - Swedish Farmers' Opinions about Biosecurity and Their Intention to Make Professionals Use Clean Protective Clothing When Entering the Stable. *Front. Vet. Sci.*, 2016, **3**, 46.
- Racicot M., Kocher A., Beauchamp G., Letellier A., Vaillancourt J.P. - Assessing most practical and effective protocols to sanitize hands of poultry catching crew members. *Prev. Vet. Med.*, 2013, **111**, 92-99.
- Racicot M., Venne D., Durivage A., Vaillancourt J.P. - Description of 44 biosecurity errors while entering and exiting poultry barns based on video surveillance in Quebec, Canada. *Prev. Vet. Med.*, 2011, **100**, 193-199.
- Racicot M., Venne D., Durivage A., Vaillancourt J.P. - Evaluation of strategies to enhance biosecurity compliance on poultry farms in Quebec: effect of audits and cameras. *Prev. Vet. Med.*, 2012a, **103**, 208-218.

- Racicot M., Venne D., Durivage A., Vaillancourt J.P. - Evaluation of the relationship between personality traits, experience, education and biosecurity compliance on poultry farms in Quebec, Canada. *Prev. Vet. Med.*, 2012b, **103**, 201-207.
- Ravel A., D'Allaire S., Bigras-Poulin M. - Importance relative, selon le type d'élevage, de la régie et de l'éleveur sur les performances présevragées. In, *Journées de la Recherche Porcine*, 1996, 295-302.
- Relun A., Guatteo R., Auzanneau M.M., Bareille N. - Farmers' practices, motivators and barriers for adoption of treatments of digital dermatitis in dairy farms. *Animal*, 2013, **7**, 1542-1550.
- Ritter C., Jansen J., Roche S., Kelton D.F., Adams C.L., Orsel K., Erskine R.J., Benedictus G., Lam T., Barkema H.W. - Invited review: Determinants of farmers' adoption of management-based strategies for infectious disease prevention and control. *J. Dairy Sci.*, 2017, **100**, 3329-3347.
- Sarrazin S., Cay A.B., Laureyns J., Dewulf J. - A survey on biosecurity and management practices in selected Belgian cattle farms. *Prev. Vet. Med.*, 2014, **117**, 129-139.
- Scott A.B., Singh M., Groves P., Hernandez-Jover M., Barnes B., Glass K., Moloney B., Black A., Toribio J.A. - Biosecurity practices on Australian commercial layer and meat chicken farms: Performance and perceptions of farmers. *PLoS one*, 2018, **13**, e0195582.
- Smith S., Messam L.L., Meade J., Gibbons J., McGill K., Bolton D., Whyte P. - The impact of biosecurity and partial depopulation on *Campylobacter* prevalence in Irish broiler flocks with differing levels of hygiene and economic performance. *Infect. Ecol. Epidemiol.*, 2016, **6**, 31454.
- Staats B.R., Dai H., Hofmann D., Milkman K.L. - Motivating process compliance through individual electronic monitoring: An empirical examination of hand hygiene in healthcare. *Manag. Sci.*, 2016, **63**, 1563-1585.
- Swinkels J.M., Hilkens A., Zoche-Golob V., Kromker V., Buddiger M., Jansen J., Lam T.J. - Social influences on the duration of antibiotic treatment of clinical mastitis in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2015, **98**, 2369-2380.
- Tibballs J. - Teaching hospital medical staff to handwash. *Med. J. Aust.*, 1996, **164**, 395-398.
- Valeeva N.I., Lam T.J., Hogeveen H. - Motivation of dairy farmers to improve mastitis management. *J. Dairy Sci.*, 2007, **90**, 4466-4477.
- Valeeva N.I., van Asseldonk M.A., Backus G.B. - Perceived risk and strategy efficacy as motivators of risk management strategy adoption to prevent animal diseases in pig farming. *Prev. Vet. Med.*, 2011, **102**, 284-295.
- Van Limbergen T., Dewulf J., Klinkenberg M., Ducatelle R., Gelaude P., Mendez J., Heinola K., Papolomontos S., Szeleszczuk P., Maes D. - Scoring biosecurity in European conventional broiler production. *Poult. Sci.*, 2018, **97**, 74-83.
- Widmer A.F. - Replace hand washing with use of a waterless alcohol hand rub? *Clin. Infect. Dis.*, 2000, **31**, 136-143.
- Willock J., Deary I.J., McGregor M.M., Sutherland A., Edwards-Jones G., Morgan O., Dent B., Grieve R., Gibson G., Austin E. - Farmers' attitudes, objectives, behaviors, and personality traits: The Edinburgh study of decision making on farms. *J. Vocat. Behav.*, 1999, **54**, 5-36.

