

Université de Montréal

ÉVALUATION DE STRATÉGIES POUR AMÉLIORER L'OBSERVANCE DE LA
BIOSÉCURITÉ SUR LES FERMES AVICOLES AU QUÉBEC

Par

MANON RACICOT

Département de sciences cliniques

Faculté de médecine vétérinaire

Thèse présentée à la Faculté de médecine vétérinaire

en vue de l'obtention du grade de

philosophiae doctor (Ph.D.)

en sciences vétérinaires

option épidémiologie

30 avril 2011

© Manon Racicot, 2011

Université de Montréal
Faculté de médecine vétérinaire

Cette thèse intitulée

ÉVALUATION DE STRATÉGIES POUR AMÉLIORER L'OBSERVANCE DE LA
BIOSÉCURITÉ SUR LES FERMES AVICOLES AU QUÉBEC

présentée par
MANON RACICOT

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes

Daniel T. Scholl, président-rapporteur
Jean-Pierre Vaillancourt, directeur de recherche
André Durivage, codirecteur
Gilles Fecteau, membre du jury
Jean-Luc Guérin, exterminateur externe
Serge Messier, représentant du doyen

RÉSUMÉ

La problématique de l'observance de la biosécurité est présente dans tous les types de production. Il est essentiel de définir des stratégies pour améliorer l'application des mesures de biosécurité. Cette étude décrit l'application des mesures de biosécurité à l'entrée et à la sortie de 24 bâtiments d'élevages avicoles au Québec, Canada. L'effet des audits et de caméras visibles sur l'observance a été étudié, de même que les déterminants de l'observance. De plus, la relation entre l'observance et les profils de personnalité, l'expérience et l'éducation a été décrite. L'application des mesures de biosécurité a été évaluée à l'aide de caméras cachées. L'observance à court terme (deux premières semaines) et à moyen terme (six mois plus tard) a été déterminée.

Basés sur les résultats du groupe contrôle, 44 différentes erreurs lors de l'application des mesures de biosécurité ont été observées à l'entrée et la sortie des bâtiments. La plupart étaient 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. Le visionnement des vidéos a révélé 3055 visites par 277 individus différents (136 employés, 123 visiteurs, 3 superviseurs et 15 éleveurs). Les résultats ont démontré que les audits n'avaient pas d'impact sur l'observance des employés. Les caméras visibles ont eu un impact, à court terme, sur le port de bottes et le respect des zones durant la visite. Par contre, six mois plus tard, l'observance avait significativement diminué, au point de ne plus être statistiquement plus élevée que le groupe contrôle. La durée et le moment de la visite, la présence de l'éleveur ou d'un observateur, la conception de l'entrée, le nombre de bâtiments, le nombre de mesures de biosécurité exigé, le type de bottes, le genre et être membre de la famille de l'éleveur étaient significativement associés à l'observance de certaines mesures. Finalement, trois traits de la personnalité étaient associés à l'observance: responsabilité, orienté vers l'action et complexité, de même que le nombre d'années d'expérience et le niveau d'éducation.

Il est nécessaire d'améliorer la formation en matière de biosécurité en fournissant du matériel de formation à tous les intervenants qui démontrent pourquoi et comment appliquer les mesures de biosécurité. La formation continue devrait également aborder les problématiques liées aux caractéristiques de visites et de fermes. Améliorer la conception des entrées de bâtiments devrait contribuer à augmenter et à maintenir l'observance. L'identification de traits de personnalité associés à l'observance peut avoir des implications sur la sélection des candidats à l'embauche ou sur l'attribution de tâches et sur la planification des programmes de formation.

Mots-clés : Biosécurité, observance, vidéosurveillance, audits, volaille, personnalité

SUMMARY

Biosecurity compliance issue is present in all types of animal productions, Therefore, it is essential to define strategies to improve the implementation of biosecurity measures. This study described the application of biosecurity measures when entering and exiting 24 poultry barns in Québec, Canada. The effect of audits and visible cameras on compliance was investigated, as well as determinants of compliance. Also, the relationship between compliance and personality profiles, experience and education has been described. Application of biosecurity measures was evaluated using hidden cameras. Short term (first two weeks) and medium term (six months later) compliance were determined.

Based on the control group, 44 different biosecurity breaches were observed when getting in and out of poultry barns. Most were related to area delimitation (clean versus contaminated). The nature and frequency of errors suggest a lack of understanding of biosecurity principles. Overall, video viewing revealed 3055 visits done by 277 different individuals (136 employees, 123 visitors, 3 supervisors and 15 growers). Results showed that audits did not have any impact on employee compliance. Visible cameras had a significant impact on changing boots and respecting areas during the visit for the short term period. However, six months later, compliance significantly declined and was no longer statistically higher compared to the control group. Duration and moment of the visit, presence of the grower or an observer, barn entrance design, number of barns, number of biosecurity measures requested, type of boots, gender and being a member of a grower's family were significantly associated with compliance with some biosecurity measures. Finally, three personality traits were significantly associated with compliance: responsibility, action-oriented and complexity, as well as the number of years of experience and the level of education.

There is a need to improve biosecurity training by making training material available to all poultry personnel demonstrating why and how to apply biosecurity measures. Educational meetings should also address issues related to visit and farm

characteristics. Improving barn entrance design should contribute to enhance and maintain compliance. The identification of personality traits associated with compliance may have implications for the selection of job applicants or task attribution, and for developing educational materials and training programs.

Keywords: Biosecurity, compliance, video surveillance, audits, poultry, personality

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
SUMMARY	v
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES	xiv
LISTE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS	xv
REMERCIEMENTS	xvii
INTRODUCTION	1
RECENSION DES ÉCRITS	3
La biosécurité	3
Définition de la biosécurité	3
Principes des mesures de biosécurité	4
Transmission par les humains	6
Registre des visiteurs	10
Bottes	11
Mains	14
Vêtements	17
Temps de retrait entre deux visites	18
Entrée des bâtiments	19
L'observance	21
Définition et mesure de l'observance	21
Obstacles à l'observance	25
Stratégies d'intervention	32
Maintien de l'observance	36
Les prédicteurs du comportement	37
Personnalité	40

ARTICLES	46
<i>Article 1: Description of 44 biosecurity errors while entering and exiting poultry barns based on video surveillance in Québec, Canada</i>	
Abstract	47
1. Introduction	48
2. Material and method	49
2.1 Study population	49
2.2 Study design	49
2.3 Data collection	50
3. Results	51
4. Discussion	52
Acknowledgements	55
References	55
Tables	59
<i>Article 2: Evaluation of strategies to enhance biosecurity compliance on poultry farms in Québec: effect of audits and cameras</i>	
Abstract	67
1. Introduction	68
2. Material and method	69
2.1 Study population	69
2.2 Study design	69
2.3 Data collection	71
2.4 Participation	72
2.5 Analysis	73
2.5.1 Short term assessment	73
2.5.2 Medium term assessment	74
2.5.3 Model construction	74
3. Results	75
3.1 Descriptive results	75
3.2 Regression analysis	76
4. Discussion	79

Conclusion	84
Acknowledgements	85
References	85
Tables	89
<i>Article 3: Evaluation of the relationship between personality traits, experience, education and biosecurity compliance on poultry farms in Québec, Canada</i>	
Abstract	99
1. Introduction	100
2. Material and method	100
2.1 Study population	100
2.2 Study design	101
2.3 Data collection	101
2.4 Analysis	102
3. Results	104
3.1 Participation	104
3.2 Descriptive results	104
3.3 Regression analysis	105
4. Discussion	107
Conclusion	110
Acknowledgements	110
References	111
Tables	115
Annex	119
DISCUSSION GÉNÉRALE	123
Analyse des principaux résultats	123
Limites de l'étude	134
Directions futures	138
CONCLUSION	141
SOURCES DOCUMENTAIRES	xviii

APPENDICES	xxxiv
Annexe 1. Certificat d'éthique de la recherche	xxxiv
Annexe 2: Entente confidentielle entre l'éleveur et les chercheurs.....	xxxv
Annexe 3: Formulaire de consentement pour la section caméra.....	xxxvi
Annexe 4: Formulaire de consentement pour les visiteurs pour la section caméra.....	xxxvii
Annexe 5: Formulaire de consentement pour la section profil de personnalité.....	xxxviii
Annexe 6 : Matériel utilisé pour le projet.....	xxxix

LISTE DES TABLEAUX

Recension des écrits

Tableau I: Temps de survie de <i>Mycoplasma gallisepticum</i> , <i>iowae</i> et <i>synoviae</i> sur différentes surfaces (adapté de Christensen et coll., 1994).....	6
Tableau II: Nombre moyen de visites mensuelle selon le type de production et la taille du troupeau (adapté de Bates et coll., 2001)	9
Tableau III: Facteurs de risque pour l'introduction de <i>Campylobacter</i> dans 88 élevages de poulets de chair au Danemark (adapté de Hald et coll., 2000).....	20
Tableau IV: Fréquence du lavage des mains du personnel médical et des visiteurs d'une unité de soins intensifs (adapté de Nishimura et coll. 1999).....	23
Tableau V: Résultats de sondage sur l'importance accordée aux mesures de biosécurité par 72 médecins vétérinaires nord-américains (adapté de Vaillancourt, 2009).....	26
Tableau VI: Proportion des médecins vétérinaires bovins et ovins appliquant les mesures de biosécurité spécifiques (adapté de Gunn et coll., 2008).....	27
Tableau VII: Traits de la personnalité du modèle des <i>Big Five</i> et leurs traits spécifiques associés (adapté de Costa et McCrae, 1986).....	41
Tableau VIII: Corrélations entre les facteurs de la personnalité et la performance en emploi selon les études de Barrick et Mount, 1991 et de Tett et coll., 1991	42
Tableau IX: Corrélations significatives entre les attitudes, les objectifs, les comportements et les traits de personnalité des éleveurs de ruminants écossais (adapté de Willock et coll., 1999).....	44

Article 1

Table I: Required biosecurity measures for employees and visitors entering a barn on eight poultry farms in Québec.....	59
Table II: Description of biosecurity errors when entering and exiting poultry barns grouped by biosecurity measure and ranked according to the number of erroneous visits	60
Table III: Frequency of the five most prevalent biosecurity errors depending on the assessment period, the type of individual, the duration and the moment of the visit and the presence of an observer on eight poultry farms in Québec based on video surveillance.....	65
Table IV: Number of visits (percentage of visits) when the delimitation between the contaminated and clean areas was not respected according to the type of area delimitation for eight poultry farms in Québec based on video surveillance.....	66

Article 2

Table I: Number of poultry farms that require a specific biosecurity measure for employees and visitors when entering and exiting 24 poultry farms in Québec.....	89
Table II: Explanatory variables included in the assessment of biosecurity compliance when entering and exiting 24 poultry barns in Québec.....	90
Table III: Number of visits and individuals recorded entering a barn during short term (first 2 weeks) and medium term (2 week observation 6 months later) observation periods on 24 Québec poultry farms.....	91
Table IV: Number of visits and individuals recorded entering a barn depending on the study group (control, audit, and camera) on 24 Québec poultry farms	92
Table V: Proportion (percentage) of visits where each biosecurity measure was respected when entering and exiting a barn depending on the study group and assessment period on 23 Québec poultry farms.....	93
Table VI: Odds ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel	

logistic regression models describing compliance for each biosecurity measure required when entering and exiting a barn on 23 poultry farms in Québec for a short term assessment (first two weeks)..... 94

Table VII: Odds ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel logistic regression models describing compliance for each biosecurity measure required on 23 poultry farms in Québec for a medium term assessment (6 months after initial intervention)..... 95

Table VIII: Incidence rate ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel Poisson regression model of biosecurity measures applied at entrance and exit of 23 poultry barns in Québec within the first two weeks of group assignment..... 97

Table VIX: Incidence rate ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel Poisson regression model of biosecurity measures applied at entrance and exit of 23 poultry barns in Québec 6 months after initial intervention..... 98

Article 3

Table I: Explanatory variables included in the assessment of biosecurity compliance when entering and exiting poultry barns in Québec..... 115

Table II: Odds ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel logistic regression models describing boot compliance on 23 poultry farms in Québec for the short and medium term assessments..... 117

Table III: Incidence rate ratio estimates (95% confidence intervals) from a multilevel Poisson regression model describing incidence of biosecurity measures applied at entrance and exit of 23 poultry barns in Québec for the short and medium term assessments..... 118

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Composantes de la chaîne d'infection (adapté de Vaillancourt et Carver, 1998).....	5
Figure 2: Principales contraintes par rapport à l'implantation et la promotion de la biosécurité de la part des éleveurs du point de vue de la médecine vétérinaire (adapté de Gunn et coll., 2008).....	28
Figure 3: Score de biosécurité selon l'auto-évaluation de 172 éleveurs de porcs en Espagne (adapté de Casal et coll., 2007).....	30
Figure 4 : Pourcentage moyen d'augmentation de l'effort suite à la mise en place d'objectifs et de rétroactions (adapté de Bandura et Cervone, 1983).....	37
Figure 5: Théorie du comportement planifié (<i>theory of reasoned action</i>) de Fishbein et Ajzen (adapté de Gunn et coll., 2008).....	38
Figure 6: Schéma résumant les corrélations entre les antécédents du comportement et l'observance du lavage des mains (n=120 infirmières aux soins intensifs) (adapté de O'Boyle et coll., 2001).....	39

LISTE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS

Coll. : collaborateurs (et al.)

E. coli : *Escherichia coli*

EPSI : Évaluation Personnel Sélection International

Etc. : *et cætera*

Ex.: exemple

IC: intervalle de confiance

MMPI: *Minnesota Multiphasic Personality Inventory*

m.v.: médecins vétérinaires

OR: rapport de cotes (*odds ratio*)

Ref: référence

S.O. : sans objet

SPF: *specific pathogen free*

vs. ou vs: versus

À ma famille

«Efforts = résultats»

Citation paternelle familiale

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier mon directeur de recherche, Jean-Pierre Vaillancourt, pour son originalité, son encadrement, son ouverture d'esprit, sa disponibilité, ses conseils et sa personnalité hors du commun. Je remercie également mon codirecteur, André Durivage, pour sa pédagogie exceptionnelle, son enthousiasme et la découverte fascinante de la personnalité humaine. Je tiens à remercier Daniel Venne pour son côté pratique essentiel dans ce type de projet de recherche et Carole Simard pour sa disponibilité, ses conseils et son encadrement. Un merci particulier à Simon Dufour pour sa précieuse aide avec les analyses statistiques tant redoutées. Merci à Marie-Ève Lambert pour son support moral, sa compréhension et nos pauses mentales et physiques quotidiennes.

Mes remerciements vont également à ma famille et à mes amis de longue date pour leur soutien tout au long de cette aventure. Plus précisément, merci à mes parents pour leur soutien à distance et pour m'avoir appris à joindre l'utile à l'agréable; à Julie, Alexis et Florence, Luc, Chantal, Sophie, Martin, Jacqueline, Albert, Joan, Serge, Patrick et Carl pour vos encouragements constants; à Isabelle Roy, ma confidente, ma motivatrice, ma conseillère, mon support; à Laurence Langlois-Parent et Joany Lafond avec qui le divertissement et le rire sont assurés; à Caroline, Véronique, Karine, Katia, Martine, Anick, Annie, JP, Ben, mes amis fidèles et à mes amies de l'école de danse Suzie Paquette pour votre entraide et votre solidarité durant les moments intenses... Suzie, tu nous manques. Et finalement, merci à Sébastien pour les conseils, la critique et l'avancement du projet.

Ce projet n'aurait pas eu lieu sans la contribution et le soutien financier de l'Agence canadienne d'inspection des aliments, de l'Université de Montréal, d'EPSI (Évaluation Personnel Sélection International) et des Rôtisseries St-Hubert.

INTRODUCTION

Les préoccupations sociales pour la salubrité des aliments, la popularité grandissante des élevages biologiques et la problématique de la résistance des bactéries face aux antibiotiques mettent la biosécurité au sein du combat contre les maladies infectieuses. De plus, les importations d'animaux vivants et de sous-produits animaux, les voyages internationaux des humains, le trafic illégal de matières potentiellement dangereuses et les craintes de bioterrorisme (ex. : anthrax) ou d'agroterrorisme (ex. : fièvre aphteuse) exigent l'application constante des mesures de biosécurité à plusieurs niveaux, dont celui à la ferme. Les productions animales sont exposées à de nombreuses sources de maladies ou de contamination: les animaux malades ou porteurs, les carcasses, la vermine (insectes, rongeurs), les animaux sauvages et domestiques, la nourriture, l'eau de boisson, les véhicules, l'équipement, les vêtements et les bottes des visiteurs et des employés, le fumier, la litière, etc. Pour prévenir, minimiser et contrôler les contaminations croisées entre les animaux, l'environnement et les humains, des protocoles de biosécurité sont mis en place. La biosécurité n'est pas la seule mesure préventive pour contrôler les maladies infectieuses, mais sa contribution à réduire la pression d'infection justifie son application. Ici, pression d'infection correspond à la quantité et à la diversité d'agents infectieux pathogènes entrant en contact avec des sujets susceptibles.

Peu d'évidence scientifique supporte les mesures de biosécurité implantées sur les fermes. De plus, il semble y avoir des lacunes importantes dans la compréhension et la communication des principes de biosécurité. Il en résulte une divergence dans les recommandations et les opinions entraînant de la confusion dans la mise en place et l'application des protocoles. L'observance des mesures de biosécurité est ainsi souvent rapportée comme étant sous-optimale. Peu d'études évaluent de façon précise l'observance de la biosécurité en productions animales. De plus, aucune étude n'a tenté de trouver des solutions pour l'améliorer. Il s'avère donc nécessaire d'évaluer l'efficacité de stratégies pour améliorer l'observance de la biosécurité, ce qui est l'objet de cette thèse. Le premier objectif de la présente étude était de décrire et d'évaluer l'application

des mesures de biosécurité reliées à l'entrée et à la sortie des bâtiments d'élevages avicoles au Québec. Le second objectif visait à évaluer l'effet de deux stratégies sur l'observance, et ce, à court terme (les deux premières semaines) et à moyen terme (six mois plus tard). Ces stratégies consistaient à faire trois audits sur une période de six mois et à placer une caméra visible à l'entrée des bâtiments. Les déterminants de l'observance ont également été étudiés. Le troisième objectif était d'évaluer la relation entre les traits de la personnalité, l'expérience, l'éducation et l'observance de la biosécurité.

Une recension des écrits sera d'abord présentée en trois volets : la biosécurité, l'observance et la personnalité. Plus précisément, il sera question de définir la biosécurité et les principes qui en découlent. De plus, le rôle de l'humain dans la transmission des maladies et les mesures de biosécurité associées seront étudiés. Étant donné le nombre limité d'études dans ce domaine, toutes les espèces animales seront considérées. Basés sur des études vétérinaires et humaines, l'observance, les obstacles à son application et les interventions stratégiques pour l'améliorer et la maintenir seront discutés. Les antécédents du comportement en termes de croyances, d'attitudes et de traits de personnalité seront également abordés pour mieux comprendre l'observance de la biosécurité. Puis, trois articles associés aux trois principaux objectifs de l'étude seront présentés. Finalement, une discussion générale analysera les principaux résultats, les limites de l'étude et les directions futures de recherche.

RECENSION DES ÉCRITS

Définition de la biosécurité

La biosécurité est une stratégie de santé, soit une balance dynamique entre un hôte et son environnement, visant à protéger une population animale des agents infectieux transmissibles (Toma et coll., 1999). Elle permet de diminuer le risque d'introduction de maladies (Shane, 1993) et de réduire les pertes financières suite à une infection (Gifford et coll., 1987). Elle se définit par la gestion, la prévention et la surveillance des maladies et regroupe les efforts, la planification et les stratégies pour protéger les animaux, les humains et l'environnement. Elle comprend les infrastructures (ex. : entrée danoise), les technologies (ex. : test évaluant la contamination environnementale), les techniques (ex. : contrôle des vermines) et les pratiques d'hygiène (ex. : changement de bottes et de vêtements). Elle comprend également les communications permettant de gérer les mouvements d'animaux, de personnel et d'équipement. De plus, la biosécurité vise à assurer la sécurité alimentaire des consommateurs (Gunn et coll. 2008). Il s'agit donc de la somme des gestions du risque pour prévenir l'introduction, l'exposition et la transmission de dangers principalement biologiques dans une population.

La biosécurité peut être considérée de façon externe et interne. La biosécurité externe comprend les pratiques et les techniques visant à prévenir l'entrée de nouvelles maladies dans un troupeau d'animaux. La biosécurité interne, aussi appelée bioconfinement, vise à prévenir la dispersion de maladies présentes à l'intérieur d'un troupeau. Elle sert au contrôle des maladies endémiques et à la prévention de la dissémination de maladies spécifiques à une zone géographique (Dargatz et coll., 2002; Hueston et Taylor, 2002; Barrington et coll., 2006). Certaines mesures de biosécurité telles que l'innocuité des aliments, le nettoyage et la désinfection de l'équipement et des bâtiments sont importantes pour maintenir à la fois la biosécurité interne et externe. La biosécurité peut également se diviser en quatre niveaux : local, régional, national et international. À l'échelle de la ferme (local), le but est de garder un élevage exempt de maladies et de minimiser les impacts lorsque la maladie se manifeste. À l'échelle régionale, les objectifs principaux sont la surveillance de maladies spécifiques et le

développement de stratégies pour les contrôler. Des plans et des mesures de contrôle sont également élaborés pour circonscrire les épidémies. Par exemple, au Québec, l'Équipe québécoise de contrôle des maladies avicoles (EQCMA) veille à surveiller et contrôler la laryngotrachéite et la mycoplasmosse à *Mycoplasma gallisepticum* à l'échelle régionale (Martin Pelletier, communication personnelle). Finalement, à l'échelle nationale ou internationale, la biosécurité tente principalement de prévenir l'introduction de maladies animales exotiques, de contrôler les importations illégales et d'éduquer le public (Dargatz et coll., 2002; Hueston et Taylor, 2002; Gunn et coll., 2008).

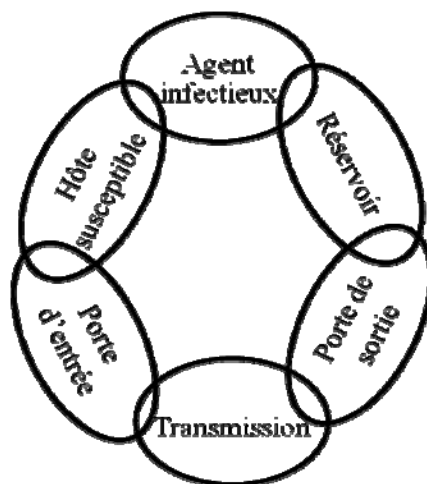
Pour être efficaces, les protocoles de biosécurité doivent inclure plusieurs mesures pour contrer les divers modes de transmission. Il peut être difficile d'évaluer ces mesures indépendamment les unes des autres, puisqu'elles sont plus efficaces lorsqu'elles sont appliquées conjointement (Bojesan, 2003). Par contre, certaines combinaisons de mesures de biosécurité sont plus efficaces que d'autres lorsque l'on tient compte de l'agent pathogène, de la susceptibilité des animaux, de la pression d'infection et des installations sanitaires de la ferme. Par exemple, dans une étude expérimentale, la combinaison du lavage des mains et du port de vêtements propres n'est pas suffisante pour éviter la transmission d'*Escherichia coli* chez les porcs. Par contre, la combinaison d'une douche et du port de vêtements propres prévient cette transmission (Amass et coll., 2003a). Suite à l'élaboration et la mise en place d'un protocole de biosécurité, le défi majeur demeure l'application constante et quotidienne de ces mesures.

Principes des mesures de biosécurité

Pour être efficace, une mesure de biosécurité doit aider à briser la chaîne d'infection (figure 1). Pour qu'une maladie infectieuse se manifeste, les agents pathogènes doivent entrer en contact avec des animaux susceptibles, c'est-à-dire des animaux non immunisés ou dont l'immunité est compromise. La transmission a lieu suite à des contacts directs ou indirects. Les contacts directs font suite à des relations étroites entre un animal susceptible et un animal infecté présentant ou non des signes cliniques (état de porteur). Les contacts indirects ont lieu grâce à des vecteurs. Les personnes, l'équipement, les véhicules, les aliments, l'eau, la litière et autres peuvent transporter et

transmettre de façon mécanique des micro-organismes. Les vecteurs sont biologiques lorsqu'ils ont la capacité d'excréter certains agents pathogènes nuisibles, sans toutefois les multiplier. Il est à noter que les animaux et la vermine peuvent agir autant porteurs que comme vecteurs mécaniques et biologiques.

Figure 1: Composantes de la chaîne d'infection (Vaillancourt et Carver, 1998)



Plusieurs modes de transmission sont possibles, dont les humains et leurs véhicules, l'environnement, les intrants, les extrants, la vermine et les aérosols. Selon l'agent pathogène, ces modes de transmission prennent diverses importances. Par contre, l'importance relative des voies de transmission pour un agent pathogène en particulier n'est pas connue. Par exemple, selon le patron de dispersion de l'influenza aviaire faiblement pathogène H7N2 en Virginie en 2002, la transmission semble être associée aux humains, à l'équipement contaminé et autres vecteurs mécaniques, plutôt qu'aux aérosols (Akey, 2003). Aucune donnée quantitative n'appuie cette assertion.

Transmission par les humains

Plusieurs études expérimentales démontrent le rôle potentiel des humains, en tant que vecteur mécanique, dans la transmission de maladies. Par exemple, il a été démontré que le virus de la fièvre aphteuse peut être transmis par des individus qui se déplacent d'animaux infectés vers des animaux susceptibles (Sellers et coll., 1970 et 1971; Amass et coll., 2003b et 2004). Certains mycoplasmes peuvent aussi être transportés par les humains (Goodwin, 1985; Christensen et coll., 1994). Le tableau I rapporte les temps de survie de *Mycoplasma gallisepticum* (souches PG31, NZ90, 16292, 23191), *iowae* (souches 695 et B10/80) et *synoviae* (souches WVU 1853 et B57/91) sur les vêtements, les cheveux, les bottes, la peau et dans le nez et les oreilles des humains. Pour des fins de comparaison, le tableau présente également la survie sur les plumes, le bois et dans les aliments.

Tableau I: Temps de survie de *Mycoplasma gallisepticum*, *iowae* et *synoviae* sur différentes surfaces (adapté de Christensen et coll., 1994)

Surfaces		Temps de survie		
		<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	<i>Mycoplasma iowae</i>	<i>Mycoplasma synoviae</i>
Humain	Vêtement de coton	4 jours	6 jours	2 jours
	Cheveux	3 jours	6 jours	8 heures
	Bottes	2 jours	6 jours	8 heures
	Nez	1 jour	1 jour	12 heures
	Peau	-	4 heures	-
	Oreilles	4 heures	4 heures	4 heures
Litière	Pailles	2 jours	6 jours	12 heures
	Copeaux	8 heures	2 jours	4 heures
Plumes		4 jours	6 jours	3 jours
Aliments		4 heures	1 jour	-
Bois		1 jour	1 jour	12 heures

Il a été possible d'isoler le virus du syndrome respiratoire et reproducteur porcin sur les bottes, les vêtements et les mains d'individus ayant eu un contact avec des porcs expérimentalement infectés. Lorsqu'aucune mesure de biosécurité n'est mise en place, ces individus transmettaient le virus à des porcs susceptibles (Otake et coll., 2002; Pitkin et coll., 2009). Dans un contexte non expérimental, aucune étude n'a quantifié le rôle des humains dans la transmission d'agents pathogènes. Il est tout de même probable que l'homme y contribue, particulièrement suite à des manipulations de routine lors d'épidémies (Barcelo et Marco; 1998). Des mesures de biosécurité sont alors mises en place pour prévenir la transmission d'agents pathogènes par les employés et les visiteurs. Dans certains cas, le protocole est efficace, tel que dans l'exemple suivant: lorsque les individus en contact avec des porcs infectés par le virus de la gastro-entérite transmissible effectuent un changement de vêtements et de bottes combiné à un lavage des mains ou une douche, la transmission mécanique du virus à des porcs susceptible est empêchée (Alvarez et coll., 2001). Dans d'autres cas, le protocole échoue : le lavage des mains et le port de vêtements propres ne préviennent pas la transmission d'*Escherichia coli* chez les porcs, tels que décrits précédemment (Amass et coll., 2003a). Le protocole de biosécurité peut également échouer lors de la prévention de la transmission des maladies zoonotiques des animaux vers les humains: la transmission du virus de l'influenza porcin a été possible malgré le port de survêtement, de bottes, de lunettes, de gants, de filets à cheveux et de masques (Wentworth et coll., 1997).

Il existe également des différences de vulnérabilités entre les fermes face à l'introduction de maladies par les humains lorsque l'on tient compte des interactions entre ces derniers, du type de production, de la densité d'élevage, des pratiques de gestion, de la fréquence et du type de contacts avec les animaux. En Georgie, une étude démontre que les membres de la famille de 35% des éleveurs travaillent dans l'industrie avicole ou possèdent des oiseaux (Dorea et coll., 2010). Dans cette même région, 49% (25/51) des éleveurs de poulets de chair et 75% (12/16) des éleveurs de pondeuses ou de reproducteurs ont des interactions sociales avec d'autres éleveurs de volailles de façon hebdomadaire. Les fréquences de contact sont d'ailleurs statistiquement différentes entre les deux types de production. Cette étude compare également la fréquence de visiteurs à

haut risque, soit ceux entrant dans les bâtiments d'élevage, entre les fermes en haute et faible densité d'élevage. Le nombre de visiteurs varie entre zéro et trois par semaine et ne diffère pas significativement entre les deux densités d'élevage, ni entre les types de production (poulets de chair, pondeuses et reproducteurs). Les éleveurs de poulets de chair dans la région à faible densité d'élevage engagent plus d'employés non membres de leur famille (62% versus 17%; $p=0,001$) et aident davantage d'autres éleveurs (31% versus 6% $p=0,03$) que les éleveurs en haute densité. De plus, ces derniers donnent plus souvent à forfait la gestion de la litière comparativement aux éleveurs dans la région à faible densité (40% vs 6% $p=0,02$). Comparativement aux éleveurs de poulets de chair, les éleveurs de reproducteurs et de pondeuses engagent plus d'employés non membres de leur famille (53% versus 17%; $p=0,01$) (Vieira et coll., 2009). Cette étude met en lumière les différences d'exposition aux risques entre les fermes, sans faire de lien avec un statut sanitaire. L'étude de Thomas (2005) a tenté de le faire. Suite à l'épidémie d'influenza aviaire hautement pathogène aux Pays-Bas en 2003, une étude impliquant 173 fermes infectées et 401 fermes non infectées a étudié les facteurs de risque associés à l'introduction de ce virus. Les résultats démontrent une augmentation significative du risque pour les élevages de poules pondeuses commerciales comparativement aux autres types de production (OR=2,1; IC 95%: 1,3-3,3). Les auteurs associent ce risque accru au nombre élevé de contacts entre ces fermes, notamment par le biais du transport des œufs (Thomas et coll., 2005). La fréquence des visites est également évaluée pour les productions bovines et porcines. Via un questionnaire, les auteurs ont déterminé le nombre moyen de visites par mois selon la taille et le type de troupeau. Le tableau II résume les résultats.

Tableau II: Nombre moyen de visites mensuelles selon le type de production et la taille du troupeau (adapté de Bates et coll., 2001)

Type de visiteurs		Bœuf		Bovins laitiers			Porcs	
		<250	>250	<1000	1000-1999	>2000	<2000	>2000
Personnes	Techniciens	0	1.1	9.4	18.7	19.5	2.5	0
	Employés	9	30	89.4	213.3	439.8	76.2	750.0
	Amis	9.3	6.2	16.5	13	17.9	9.4	1.7
	Soins des pattes	0.1	0.4	1.2	3	4	0.1	0
	Médecins vétérinaires	0.2	1.5	2.2	2.5	4.6	0.4	0.5
	Autres	2.3	2.6	21.7	39.5	69.4	5.3	12.8
Véhicules	Transport animaux	0.2	0.7	18.9	26.7	30.1	1.3	3.2
	Livraison aliments	0.1	0.8	7	16.6	40.6	1.4	23.7
	Livraison litière	0.1	0.2	3.2	5.5	15.6	0.1	0
	Cueillette de lait	S.O.	S.O.	54	54	54	S.O.	S.O.
	Autres	0.8	2.5	10.8	25.8	47.7	1.2	15.4
Total		22.1	45	234.3	418.6	743.2	97.9	807.3

Les résultats démontrent que la taille du troupeau est un prédicteur significatif du nombre de contacts. Par exemple, pour les bovins laitiers, le nombre total de contacts indirects varie entre 234 et 743 par mois et augmente d'un contact par mois lorsque le troupeau augmente par un facteur de quatre. Les auteurs se sont également intéressés à la distance parcourue par les visiteurs, tels que le médecin vétérinaire, le technicien et le camion de récupération de carcasses. Basée sur un questionnaire, la distance parcourue par ces visiteurs variait de 58 à 210 kilomètres pour une période de trois jours (Bates et coll., 2001). En termes de risque de transmission, il faut distinguer les visiteurs entrant en contact direct avec les animaux à ceux se limitant seulement à leur environnement. Une étude réalisée dans des fermes bovines néerlandaises estime à 25% la proportion des visites avec un contact avec des animaux (Nielen et coll., 1996). Le nombre de contacts directs et indirects, ainsi que le rayon possible de dissémination d'agents

pathogènes par les visiteurs et les véhicules témoignent de l'importance de la mise en place des mesures de biosécurité. L'implantation des mesures de biosécurité reliées au contrôle des visiteurs est d'ailleurs influencée par la taille du troupeau. Au Colorado, au Kansas, au Nebraska, en Oklahoma et au Texas, les troupeaux bovins de grande taille (plus de 32000 bovins) exigent plus souvent un registre (75% versus 0%) et le port de bottes et de survêtements pour les visiteurs (5% versus 0%) comparativement aux troupeaux de plus petite taille (moins de 4000 bovins) (Brandt et coll., 2008).

Chacune des mesures de biosécurité reliées à l'entrée et à la sortie des bâtiments d'élevage sera discutée, soit le registre des visiteurs, le port ou le changement de bottes, les pédiluves, l'hygiène des mains et des vêtements, le délai recommandé entre deux visites et la conception des entrées des bâtiments.

Il importe en premier lieu de tenir un registre des visiteurs pour assurer une traçabilité des entrées des visiteurs sur la ferme et dans les bâtiments d'élevage. Le registre est également un outil rappelant au visiteur qu'il représente un risque potentiel pour l'élevage et que certaines mesures de biosécurité doivent être appliquées. Le contenu du registre varie grandement : date, heure, noms, but de la visite, bâtiment visité, historique des visites précédentes, mesures de biosécurité appliquées. Le registre est particulièrement important lors d'épidémie telle que l'influenza aviaire. Durant ces épisodes, il permet une traçabilité rapide et efficace facilitant le contrôle et l'éradication de la maladie (Barcelo et Marco; 1998; England, 2002). Le registre peut se trouver à différents endroits tels qu'à l'entrée de chacun des bâtiments, à l'entrée d'un bâtiment principal ou à l'entrée des véhicules (entrée de la ferme). L'endroit choisi doit favoriser l'observance. Dans le cadre du contrôle d'une maladie contagieuse importante (syndrome entérique mortel du dindonneau), une étude en Caroline du Nord a évalué l'observance d'un nouveau système d'enregistrement à l'entrée des fermes appartenant à une compagnie intégrée. Tout le personnel et les visiteurs devaient signer à chaque entrée, incluant l'éleveur, les membres de sa famille, les employés de la ferme, les techniciens, les médecins vétérinaires et les livreurs d'aliments. Afin d'évaluer l'observance, une caméra cachée a été installée sur trois fermes permettant une

surveillance 24 par jour pendant sept jours consécutifs. L'observance du registre variait entre 7 et 49%, ce qui est très faible (Vaillancourt et Carver, 1998).

Les bottes des visiteurs et des employés peuvent mécaniquement propager des agents pathogènes entre les bâtiments d'une ferme et d'une ferme à l'autre. Par exemple, la bactérie *Campylobacter* peut être introduite dans un élevage via les bottes, les vêtements et l'équipement suite à une contamination environnementale (Newell, 2003). D'ailleurs, une étude démontre que les bottes sont négatives pour *Campylobacter* jusqu'à ce que le lot d'oiseaux devienne positif (Gregory et coll., 1997). Dans des fermes laitières positives pour *Salmonella* cliniquement ou dans le réservoir de lait, des bottes de caoutchouc portées dans différentes sections de la ferme ont été échantillonnées. Douze des 27 bottes étaient positives et le quart le sont demeurées 48 heures après avoir été rapidement lavées. Cette étude démontre la dispersion possible d'agents pathogènes dans un bâtiment par les bottes, la persistance de ces agents et l'importance d'établir un protocole efficace de décontamination et de désinfection des bottes (Kirk et coll., 2002). Une fois contaminées, les bottes peuvent propager les agents pathogènes sur des distances non négligeables. Kirk et ses collègues (2003) ont expérimentalement étudié la distance sur laquelle on pouvait retrouver des bactéries *Escherichia coli* résistantes à l'ampicilline après avoir marché avec des bottes contaminées sur deux types de sol: une surface de plastique et une surface de ciment. Suite à une contamination des bottes avec une charge de 10^8 *E. coli* par gramme, il a été possible d'isoler ces bactéries au sol jusqu'à une distance de 121,9 mètres (400 pieds) pour la surface de plastique et 45,7 mètres (150 pieds) pour la surface de ciment. Lorsque la charge bactérienne est de 10^2 , la distance est respectivement de 68,8 mètres (225 pieds) et de 30,5 mètres (100 pieds) pour la surface de plastique et la surface de ciment. Pour diminuer les risques associés à la transmission d'agents pathogènes par les bottes, il est recommandé, entre autres, de désigner une paire de bottes par bâtiment (Amass et coll., 2000a). Cette mesure s'est avérée efficace pour le contrôle de la bactérie *Campylobacter*, lorsque combinée à un bain de pieds et à un lavage des mains. En effet, suite à l'implantation de ces mesures de contrôle, le nombre de lots de poulets de chair positifs à *Campylobacter* a diminué (Van De Giessen, 1998). Une autre étude identifie la désignation de bottes pour chaque

bâtiment comme le facteur le plus important pour protéger les productions de poulets de chair danoises d'une infection par *Campylobacter* (Newell, 2003). Par ailleurs, le port de bottes et le changement de vêtements à l'entrée des bâtiments sont significativement associés à une plus faible utilisation d'antimicrobiens dans les troupeaux de dindes en France (OR=2,7; IC 95%: 1,2-6,2) (Chauvin et coll., 2005). Pour faciliter l'hygiène des bottes, assurer une bonne observance ou combler un manque d'expérience, plusieurs fermes offrent aux visiteurs des bottes de plastique jetables plutôt que des bottes de caoutchouc lavables. Expérimentalement, il a été démontré que l'utilisation des bottes jetables combinée à un bain de pieds contenant 6% d'hypochlorite de sodium pendant cinq secondes sont efficaces pour prévenir la transmission du virus du syndrome respiratoire et reproducteur porcin et la contamination des chaussures personnelles (Dee et coll., 2003). Par contre, aucune étude n'a évalué la durabilité et la résistance des bottes de plastique, ni l'observance selon le type de bottes. Les chercheurs recommandent donc que ces bottes ne soient pas portées par les employés de ferme, puisqu'elles ne sont possiblement pas suffisamment durables (Poss et coll., 1998; Amass et coll., 2000a).

Les bains de pieds, aussi appelés pédiluves, contiennent un désinfectant dont l'objectif est de diminuer la charge microbienne se trouvant sur des bottes avant ou après un contact avec des animaux d'élevage. La littérature sur l'efficacité des pédiluves est souvent limitée aux avis des auteurs sur la façon de l'utiliser. Il existe donc de grandes variations par rapport au protocole de nettoyage avant l'utilisation du bain de pieds, au type de désinfectant, à la fréquence de renouvellement et au temps de contact. Cette mesure de biosécurité ne fait pas l'unanimité et plusieurs se questionnent quant à son utilité. D'une part, des chercheurs illustrent les bienfaits et l'effet protecteur des pédiluves selon la méthodologie employée. Quinn (1991) recommande de nettoyer préalablement les bottes dans un pédiluve rempli de détergent phénolique dilué. Puis, les bottes propres doivent être immergées pendant au moins une minute dans un deuxième pédiluve d'une profondeur de 15 centimètres rempli de ce même détergent. Pour les grands élevages, il préconise le changement des pédiluves quotidiennement ou lorsqu'ils sont visiblement contaminés et pour les petits élevages, il recommande de les changer

aux trois jours. Humphrey et ses collègues (1993) ont effectué trois essais sur une ferme avicole au Royaume-Uni pour tester l'efficacité d'un pédiluve contenant un désinfectant à base de phénol. L'agent pathogène ciblé était *Campylobacter jejuni*. L'utilisation du pédiluve a retardé et, dans un essai, évité la colonisation des poulets. L'étude d'Evans et Sayers (2000) démontre également que les pédiluves peuvent retarder de façon significative la colonisation par *Campylobacter*. Selon ces auteurs, les bottes des travailleurs sont une source importante d'introduction de l'agent pathogène. Ils conseillent donc d'inclure cette mesure de biosécurité comme standard d'hygiène. Par contre, d'autres études n'ont pas trouvé de protection significative associée aux pédiluves. C'est le cas de l'étude sur les facteurs de risque de *Campylobacter* réalisée auprès de 75 fermes de poulets de chair en France (Refrégier-Petton et coll., 2001).

D'autre part, des études démontrent les risques associés à une mauvaise utilisation des pédiluves. En effet, les pédiluves peuvent être une source de contamination et de développement de résistances bactériennes. Il a été démontré, dans des usines de transformation alimentaire, que certains micro-organismes peuvent survivre, se multiplier et développer des résistances dans les pédiluves (Langsrud et coll., 2003). Les risques sont principalement associés à la façon de les utiliser. Sandra Amass et ses collègues ont démontré en 2000 que pour réduire de façon significative le nombre de bactéries sur les bottes, il est nécessaire d'enlever tout fumier visible avant ou pendant l'utilisation du bain de pieds. Autrement dit, passer dans un pédiluve sans brosser ses bottes ne réduira pas le compte bactérien. Ils ont également démontré en 2001 qu'un bain de pieds de deux minutes dans un désinfectant à large spectre (monopersulfate de potassium (22,5%), acide sulfamique (5%), acide malique (10%)) n'était pas efficace si les matières fécales n'étaient pas préalablement enlevées. Deux méthodes se sont avérées efficaces pour la désinfection des bottes : se tenir debout dans un pédiluve contenant ce désinfectant à large spectre en brossant ses bottes ou enlever le fumier visible sur les bottes avec de l'eau, puis tremper dans la solution désinfectante. Lorsque les bottes ne sont pas brossées avant l'usage du bain de pieds, le désinfectant doit être changé à toutes les utilisations (Amass et coll., 2000a). La seule formule pouvant réduire le nombre de bactéries de façon significative sans brosser ses bottes était un désinfectant

composé de 2,4% de glutaraldéhyde alcaline. Cette formule coûtait par contre 55 dollars américains par bain de pieds (Amass et coll., 2000a). C'est donc dire que, si les pédiluves peuvent être efficaces, cette efficacité dépend de conditions d'utilisation rarement retrouvées dans des élevages commerciaux.

Outre les bottes, les employés et les visiteurs peuvent transporter des agents pathogènes sur leurs mains après avoir manipulé des animaux ou de l'équipement. La charge bactérienne normalement retrouvée sur la peau des humains se situe entre 10^2 et 10^3 unités formant une colonie par centimètre carré (Widmer, 2000). Cette flore est constituée de micro-organismes résidents, c'est-à-dire des micro-organismes survivant et se multipliant principalement sur les couches superficielles de la peau. Lors de manipulations, des contaminations ont lieu avec une flore microbienne dite transitoire. Pour éviter la transmission de cette contamination, un lavage des mains est recommandé. Les techniques et la durée du lavage des mains, les produits utilisés, ainsi que les stratégies d'intervention pour augmenter l'observance ont longuement été étudiées en médecine humaine, particulièrement dans les hôpitaux. Dans ce contexte, le lavage des mains est la mesure la plus importante pour prévenir les infections nosocomiales. Un lavage des mains est indiqué selon le type, l'intensité et la durée des activités (Garner et Favero, 1986). En productions animales, l'exposition des mains aux micro-organismes peut être importante, particulièrement après avoir manipulé des animaux et de l'équipement de ferme. Du matériel génétique du virus du syndrome respiratoire et reproducteur porcin a été détecté sous les ongles d'individus suite à un contact avec des porcs infectés. Dans cette expérience, les individus n'ont pas transmis la maladie à des porcs susceptibles, mais ils auraient pu servir de vecteurs mécaniques (Amass et coll., 2000b). Le lavage des mains est également important pour prévenir la transmission des maladies zoonotiques. En effet, plusieurs zoonoses peuvent être transmises via les mains contaminées et les conséquences sont parfois graves, voire mortelles. C'est le cas des bactéries *Escherichia coli* O157 (Shukla et coll., 1995; Milne et coll., 1999) et *Salmonella Enteritidis* (Friedman et coll., 1998). Il importe donc de procéder à un lavage des mains efficace.

Le but du lavage des mains est de réduire la charge microbienne. Pour ce faire, plusieurs produits sont disponibles. Une étude réalisée en France auprès de 214 professionnels de la santé rapporte que 60% des lavages des mains s'effectuent avec du savon, 39% avec un assainissant et 1% avec du savon antimicrobien. L'assainissant est plus souvent utilisé par les médecins (47%) comparativement aux infirmières (37%) (Venier et coll., 2009). Un assainissant réduit la charge microbienne et évite sa multiplication, comparativement à un désinfectant qui détruit les micro-organismes (Saif et coll., 2008). Une étude a évalué l'efficacité de deux différents produits pour se laver les mains: de l'eau et du savon comparativement à du gel à base d'éthanol. Les participants à cette étude lavaient leurs mains après avoir manipulé des animaux d'exposition. Les résultats démontrent que les deux produits ont une efficacité semblable pour réduire le compte bactérien total et les coliformes (Davis et coll., 2005). Les assainissants ont également une action virocide. En effet, il a été démontré qu'ils peuvent éliminer le metapneumovirus aviaire et le virus de la maladie de Newcastle sur des mains expérimentalement contaminées, et ce, une minute après l'application (Patnayak et coll., 2008). En médecine humaine, des évidences scientifiques tendent à rendre le lavage des mains sans rinçage un standard d'hygiène. En effet, cette technique est microbiologiquement plus efficace *in vitro* et *in vivo*, est plus facile à utiliser et épargne du temps. De plus, il semble y avoir une meilleure observance qu'avec un lavage avec de l'eau et du savon (Widmer, 2000). Cependant, ces études sont effectuées sur des mains qui ne sont pas visiblement sales, ce qui peut ne pas représenter la réalité en productions animales. De plus, la quantité d'assainissant et la durée de contact optimale selon la contamination initiale des mains ne sont pas connues.

La durée idéale du lavage des mains avec de l'eau et du savon n'est pas connue, mais des temps de lavage de 10 à 15 secondes ont été rapportés comme étant efficaces pour éliminer la plupart des contaminants transitoires de la peau. Par conséquent, pour la plupart des activités hospitalières, un lavage vigoureux d'au moins 10 secondes en frottant et moussant toutes les surfaces des mains et en rinçant sous un jet d'eau est recommandé. Si les mains sont visiblement sales, plus de temps peut être nécessaire pour effectuer le lavage (Garner et Favero, 1986). Après ce type de lavage, il est

nécessaire d'assécher les mains. En effet, lorsque des objets sont touchés par des mains mouillées, on note un transfert important de micro-organismes vers ces objets. Le séchage réduit cette translocation bactérienne d'au moins 94%. Ainsi, pour éviter toute contamination croisée, le séchage des mains après les avoir lavées est nécessaire. Pour ce faire, l'auteur recommande l'usage unique de papier pour éviter de contaminer à nouveau les mains propres (Patrick et coll., 1997). Un exemple de protocole efficace de lavage des mains réduisant 50% de la charge bactérienne est le suivant: laver toutes les surfaces des mains de façon ordonnée pendant dix secondes avec trois millilitres de savon liquide, rincer avec de l'eau courante à la température de la pièce pendant 30 secondes, puis sécher avec du papier pendant une minute. Ce lavage des mains de dix secondes a été comparé à un lavage de trois minutes et il s'avère que ce dernier soit moins efficace que celui de dix secondes (Chamberlain, 1997). Il est important de mentionner que cette étude a été menée en milieu hospitalier et ne représente pas le milieu agricole où les mains peuvent être beaucoup plus souillées. Peu d'études dans ce contexte ont évalué l'efficacité du lavage des mains. Certains auteurs rapportent que le lavage des mains après une visite de ferme est efficace pour réduire la charge bactérienne sans toutefois décrire le protocole utilisé (Allen et coll., 2005). Il est donc nécessaire d'évaluer l'efficacité des différents produits et techniques lorsque les mains sont visiblement contaminées. Il pourrait également être important de vérifier l'efficacité antimicrobienne des produits utilisés en tenant compte de la durée réelle du lavage des mains. En effet, les résultats d'une étude américaine auprès de professionnels de la santé démontrent que la durée moyenne de 232 lavages des mains était de huit secondes. Les professionnels de la santé lavaient leurs mains deux fois plus longtemps comparativement au personnel non médical (8 versus 4 secondes). Ainsi, la durée du lavage des mains se situait en deçà des recommandations de 10 secondes (Quraishi et coll., 1984). Le rôle des bagues, des bracelets, des montres et du vernis à ongles dans la transmission de maladies est à déterminer. L'emplacement des lavabos, la disponibilité des produits et du papier et le type de produits sont des éléments importants pour encourager un lavage des mains fréquent et approprié (Garner et Favero, 1986). Ces facteurs ayant un impact sur l'observance seront discutés dans une section ultérieure. Une autre mesure d'hygiène par rapport aux mains est le port de gants. Il importe d'en

faire un usage unique, puisque les micro-organismes adhèrent aux gants même si ceux-ci sont nettoyés et séchés. Un lavage des mains est tout de même nécessaire après le retrait des gants. En effet, lorsque des gants expérimentalement contaminés sont retirés, jusqu'à 50% des mains sont souillées (Doebbeling et coll., 1988).

Les vêtements peuvent transporter mécaniquement des micro-organismes. En effet, Goodwin (1985) et Christensen (1994) ont démontré que différents mycoplasmes peuvent survivre sur les vêtements d'un à six jours. Peu d'études scientifiques mettent en évidence le rôle des vêtements dans la transmission de maladies. Ainsi, plusieurs auteurs donnent des recommandations sans toutefois démontrer l'efficacité ou la nécessité. Par exemple, Poss (1998) recommande que les employés portent des vêtements et des bottes propres et soient assignés à une seule ferme par jour. De plus, les personnes travaillant de ferme en ferme ou devant se déplacer entre les bâtiments devraient le faire en commençant par le troupeau le plus jeune (logiquement moins contaminé) et en finissant par le troupeau le plus âgé (plus à risque d'avoir été contaminé). Évidemment, cette recommandation dépend de l'absence d'infection reconnue chez le plus jeune troupeau. D'autres auteurs recommandent plutôt que les revêtements soient désignés à chacun des bâtiments ou des salles (Callan et Garry, 2002). Le port de vêtements jetables est parfois recommandé, particulièrement pour les travailleurs assignés au nettoyage et à la désinfection des bâtiments (De Benedictis et coll., 2007).

Une étude observationnelle de type cas-témoin réalisée aux Pays-Bas auprès de 135 fermes positives pour le virus de la fièvre porcine classique et 99 fermes non infectées identifie l'absence de port de vêtements et de bottes de la ferme comme un facteur de risque. En effet, l'absence d'application de ces mesures de biosécurité par les visiteurs est une des variables significativement associées avec un risque d'infection augmenté (OR=34,9; 1,4-861,1) (Elbers et coll., 2001). L'étude de Ribbens (2007) démontre d'ailleurs expérimentalement la transmission de ce virus par les humains. Le port de survêtement par les médecins vétérinaires a également été démontré comme un facteur protecteur lors d'introduction de l'herpèsvirus bovin type 1, le virus de la diarrhée virale

bovine et les bactéries *Leptospira hardjo* et *Salmonella dublin* dans 95 fermes bovines néerlandaises SPF (OR=0,2; p=0.01) (Schaik et coll., 2002). Dans le milieu avicole, le port de bottes et de survêtements semblent réduire le risque d'introduction du virus de la laryngotrachéite (Zellen et coll., 1984). Malgré ces bénéfices, très peu de fermes exigent le port de survêtements. Une enquête sur les fermes de poulets de chair en Georgie révèle que 73% ne l'exigent jamais, 20% l'exigent à l'occasion et seulement 6% l'exigent en tout temps (Dorea et coll., 2010). Dans un sondage canadien, moins de 50% des répondants (n=642) ont indiqué que les visiteurs devaient changer de vêtements avant d'entrer dans un bâtiment d'élevage de poulets de chair (Young et coll., 2010).

En médecine humaine, il a été démontré que les blouses blanches portées par les médecins sont contaminées de façon plus significative sur les poignets et les poches. La fréquence du port des vêtements était significativement corrélée à la contamination de ceux-ci. De plus, l'évaluation visuelle de la contamination des vêtements n'était pas un bon indicateur de contamination. Dans ce contexte, les auteurs recommandaient de laver les vêtements une fois par semaine (Wong et coll., 1991). En productions animales, plusieurs éléments restent à élucider, tels que la contamination selon le type de contact avec les différentes espèces animales et leur environnement, le type de vêtements à privilégier, la fréquence de lavage optimal des vêtements de ferme et l'efficacité et la durabilité des vêtements jetables.

Outre l'hygiène des bottes, des mains et des vêtements, certaines fermes vont également exiger un temps de retrait entre deux visites de ferme. Sellers et ses collègues (1970) ont échantillonné les voies respiratoires d'individus ayant été en contact avec des animaux infectés par le virus de la fièvre aphteuse. Le virus a été détecté dans les voies nasales d'une des huit personnes 28 heures après un contact avec les animaux infectés. Aucun isolement viral n'a été possible après 48 heures. La quantité de virus isolés n'a pas été précisée. Se moucher ou procéder à un lavage des voies nasales n'a pas été efficace pour éliminer le virus. De plus, les masques industriels n'ont pas prévenu l'inhalation de l'agent. Par ailleurs, la transmission du virus entre individus a été documentée. En effet, les personnes en contact avec des animaux infectés ont pu

transférer le virus à des individus non exposés suite à une conversation de quatre minutes. De plus, les individus exposés à des porcs infectés peuvent transmettre le virus à des porcs susceptibles (Sellers, 1971). Il semble que ces résultats soient à l'origine de la règle des 48 heures utilisée particulièrement dans le secteur porcin. Celle-ci consiste à espacer deux visites de ferme par 48 heures. Le registre des visiteurs exige d'ailleurs parfois d'indiquer le nombre d'heures depuis la dernière visite (Moore, 1992). Une autre étude expérimentale démontre également la transmission du virus de la fièvre aphteuse par les humains lorsqu'aucune mesure de biosécurité n'était appliquée. Par contre, suite à des manipulations de routine, le virus n'a pas été détecté dans les voies nasales des investigateurs. De plus, lorsqu'une douche, un lavage des mains et un changement de vêtements étaient effectués, la transmission n'avait pas lieu. Par contraste, un lavage des mains et un changement de vêtements furent inefficaces pour prévenir la transmission du virus aux moutons, une espèce particulièrement sensible. Ainsi, les auteurs mettent en doute la nécessité d'avoir un temps de retrait entre deux visites si les mesures de biosécurité préviennent la transmission (Amass et coll., 2003b et 2004). Il faut tout de même noter que ces études ne tiennent pas compte de la densité d'élevage, de la pression d'infection, du manque d'observance, de la susceptibilité des animaux et des installations sanitaires souvent sous optimales. Ainsi, l'efficacité de ces mesures de biosécurité dans les conditions d'élevage est questionnable.

Des barrières entre le bâtiment d'élevage et l'environnement sont essentielles pour prévenir la transmission d'agents pathogènes dont les agents environnementaux comme la bactérie *Campylobacter* (Hansson et coll. 2007). Les résultats d'une étude menée auprès de 88 élevages de poulets de chair au Danemark démontrent l'importance d'avoir des barrières d'hygiène telle qu'une antichambre (aussi appelée sas sanitaire) avec un banc pour prévenir l'introduction de la bactérie *Campylobacter*. Le principe est de séparer la zone contaminée de la zone propre par un banc contraignant le personnel et les visiteurs à faire un changement de bottes et de vêtements en passant par-dessus cette barrière. Tel que le démontre le tableau III, l'absence de barrière d'hygiène était un facteur de risque important pour l'introduction de la bactérie (Hald et coll., 2000; Newell et Fearnley., 2003).

Tableau III: Facteurs de risque pour l'introduction de *Campylobacter* dans 88 élevages de poulets de chair au Danemark (Hald et coll., 2000)

Facteurs de risque significatifs	Rapports de cote et intervalles de confiance
Absence de barrière d'hygiène à l'entrée des bâtiments	3,1 (1,1-9,3)
Absence de barrière d'hygiène et présence d'autres animaux à proximité	7,0 (1,6-33,9)
Absence de barrière d'hygiène et présence d'animaux autres que des volailles sur la ferme	7,6 (1,4-44,9)
Dépeuplement partiel du lot lors de l'envoi à l'abattoir	6,8 (1,2-49,3)
Vide sanitaire de moins de 14 jours	5,0 (1,2-22,6)
Achat du blé, plutôt que de le cultiver	3,1 (1,0-9,9)

En plus d'une barrière d'hygiène, l'entrée d'un bâtiment doit permettre une application méthodique des mesures de biosécurité reliées à l'entrée et la sortie. En effet, pour éviter les contaminations croisées, un ordre dans l'application des mesures doit être respecté. Ceci fut démontré lors d'une investigation reliée à une épidémie de cryptosporidiose dans une ferme école. Les causes d'infection furent reliées au fait que les étudiants lavaient leurs mains avant de retirer leurs vêtements et leurs bottes. Certains asséchaient même leurs mains sur les vêtements souillés (Kiang et coll., 2006). Pour éviter ces contaminations croisées, il est nécessaire de fournir un environnement permettant une application ordonnée des mesures d'hygiène demandées. Une conception suggérée pour l'entrée des bâtiments d'élevage est une entrée de type danoise avec trois zones : une zone propre, une zone grise ou intermédiaire et une zone contaminée. La zone contaminée, près de la porte extérieure, sert à retirer son manteau et à signer le registre des visiteurs. Cette zone inclut des crochets ou des casiers, ainsi qu'un crayon avec le registre. En passant de la zone contaminée à la zone grise, les souliers personnels sont retirés. Dans la zone grise, le lavage des mains est effectué. Il est donc nécessaire d'avoir un lavabo, du savon liquide, des essuie-mains en papier et une poubelle. De la zone grise à la zone propre, les individus mettent les bottes de la ferme ou les bottes de plastique jetables. Finalement, la zone propre sert à appliquer les autres mesures de

biosécurité telles que le port de survêtement et le port du filet pour les cheveux (Moore, 1992; Broes, 2002). L'entrée du bâtiment doit être facilement lavable et permettre une désinfection efficace. Ainsi, il n'est pas recommandé d'avoir un sol constitué de matériau poreux. De plus, toutes les entrées devraient être verrouillées en tout temps et, idéalement, avoir un système pour déverrouiller sans avoir à retourner dans la zone contaminée pour ouvrir la porte à un visiteur (Moore, 1992; Broes, 2002).

Définition et mesure de l'observance

L'application constante des mesures de biosécurité est essentielle au succès de tout type de production animale. Cependant, l'observance des mesures de biosécurité est sporadique et variable que ce soit dans l'industrie bovine (bovine: Rauff et coll., 1996; Sanderson et coll., 2000; Wren, 2000; Faust et coll., 2001; Hoe and Ruegg, 2006), porcine (Losinger et coll., 1998; Amass and Clark, 1999; Pinto and Urcelay, 2003, Boklund et coll., 2004, Ribbens et coll., 2008), aviaire (Nespeca et coll., 1997; Vaillancourt and Carver, 1998, Van Steenwinkel et coll., 2011) ou aquacole (Delabbio et coll., 2004-2005; Bondad-Reantaso et coll., 2005). Haynes et ses collègues (1979) définissent l'observance comme étant le comportement d'une personne (en termes de prendre des médicaments, de suivre des régimes ou d'exécuter des changements de style de vie) coïncidant avec la recommandation médicale. La mesure de l'observance est le rapport du nombre de recommandations appliqué sur le nombre de recommandations prescrit. En termes de biosécurité, on pourrait définir l'observance comme étant le rapport du nombre de mesures de biosécurité appliqué sur le nombre exigé. En pratique, ce rapport est exprimé en pourcentage. Selon ces auteurs, il n'y a pas d'observance lorsque le rapport est de moins de 25%. Entre 25 et 75%, l'observance est intermédiaire et elle est bonne lorsque le rapport est de plus de 75%. En médecine humaine, des études ont démontré que pour une médication ou des recommandations préventives à long terme, l'observance varie de 33 à 54%. À court terme, les recommandations sont suivies par les deux tiers des patients (Haynes et coll., 1979). Cela correspond à un degré très faible d'observance.

Les questionnaires sont une source importante de données sur l'observance dans tous les domaines de la santé (Haynes et coll. 1979). Cette méthode est subjective et dépend complètement de la fiabilité des personnes interviewées et des compétences de l'interviewer. Quelques études ont vérifié la validité de cette technique en la comparant avec, par exemple, des comptages de pilules. Il semble y avoir une bonne concordance entre les deux techniques pour des patients peu observants. Par contre, il y a un écart considérable pour les gens classés par le questionnaire comme respectueux des recommandations. Un point intéressant noté en médecine humaine est que les patients qui admettent leur manque d'observance *via* un questionnaire répondraient mieux aux efforts pour s'améliorer que les patients clamant être observants (Haynes et coll., 1979). Pour le lavage des mains, il y a également une faible corrélation entre l'observance rapportée et celle observée ($r=0,21$) (O'Boyle et coll., 2001). Les études basées sur des observations directes, telles que les caméras, fournissent de l'information fiable et valide aidant à orienter les efforts éducationnels (Anderson et coll., 2004). Il semble y avoir une seule étude vétérinaire impliquant des caméras cachées pour évaluer l'observance (Vaillancourt et Carver, 1998). L'objectif était de déterminer l'observance suite à l'implantation d'une nouvelle procédure d'enregistrement des visiteurs. Une caméra cachée était installée sur trois fermes en Caroline du Nord et un suivi était fait 24 heures par jour pendant sept jours. Basé sur cette surveillance, l'observance variait de 7 à 49% (Vaillancourt et Carver, 1998).

Le manque d'observance est une problématique majeure dans les hôpitaux. On estime que 10% des patients hospitalisés acquièrent une infection nosocomiale (Emmerson, 1996). Le lavage des mains entre les patients est une des mesures à appliquer pour éviter la transmission de ces infections. En effet, le taux d'infections nosocomiales est significativement inférieur pour une période où l'observance du lavage des mains est bonne comparativement à une période où l'observance est pauvre (Conly et coll., 1989). Malgré le risque établi de transmission de maladies, on note un manque d'observance de plusieurs mesures préventives, dont le lavage des mains. À l'aide de caméras, une étude anglaise a pu démontrer que 87% des dentistes portent des gants, mais que 76,8% ne se lavent pas les mains avant de les mettre. Entre les patients,

seulement 55,8% changent de gants et 6% ne changent pas de gants et ne se lavent pas les mains (Porter et coll., 1995). Les résultats sont similaires auprès d'autres professionnels de la santé. Suite à l'observation du personnel médical et des visiteurs de soins intensifs pédiatriques, l'observance du lavage des mains avant et après un contact avec un patient était de 12,4% et 10,6% respectivement (Tibballs, 1996). Une autre étude rapporte un observance à 51,2%, ce qui est supérieur, mais insuffisant dans le contexte en question (Lohr et coll., 1991). Nishimura et ses collègues (1999) ont étudié la fréquence de lavage des mains du personnel de la santé et des visiteurs avant d'entrer dans une unité des soins intensifs. À cette fin, une caméra cachée a été installée durant deux semaines. L'observance selon les groupes étudiés est présentée au tableau IV. L'observance des visiteurs était significativement supérieure à l'observance du personnel de la santé.

Tableau IV: Fréquence du lavage des mains du personnel médical et des visiteurs d'une unité de soins intensifs (adapté de Nishimura et coll. 1999)

Groupes étudiés	Nombre de lavage des mains / nombre d'entrées	Observance (%)
Personnel des soins intensifs	232/328	71
Personnel de l'hôpital, non-employé des soins intensifs	426/575	74
Visiteurs	119/127	94
Total	777/1030	75

En médecine vétérinaire, peu d'études rapportent de façon précise l'observance des mesures de biosécurité. Le manque d'observance est tout de même une problématique fréquemment rapportée. Il faut noter que la majorité des études évaluent la mise en place des mesures de biosécurité plutôt que l'observance de celles-ci. Souvent, la mise en place des mesures est déficiente sauf dans le cas de l'étude qui suit. En Australie, il est rapporté que les fermes de poulets de chair, de dindes et de canards ont une mise en place de 11 mesures de biosécurité excédant 98 %. Les compagnies intégrées de dindes et de canards avaient des mises en place inférieures par rapport aux poulets de chair pour

les mesures suivantes : l'utilisation de litière fraîche, le nettoyage des lieux entre les lots et le maintien d'un seul âge dans un bâtiment. Les fermes de dindes et de canards indépendantes avaient des résultats inférieurs par rapport aux intégrateurs (East, 2007). Les résultats de cette étude découlent d'une entrevue téléphonique ou physique avec les propriétaires des fermes. La mise en place des mesures de biosécurité est fréquemment évaluée à l'aide de questionnaires. C'est le cas d'une enquête auprès de 421 éleveurs de porcs en Belgique. L'étude révèle que 84% portent les vêtements de la ferme, 74% utilisent les pédiluves et 51% ont un sas sanitaire. Pour les visiteurs, 86% ne les autorisent pas à entrer librement dans les bâtiments et exigent le port de survêtement, 2% exigent de se doucher et 7% demandent un temps de retrait entre deux visites (Ribbens et coll., 2008). Les mesures implantées sur les fermes varient grandement, et ce, en fonction de l'espèce animale, du type de production, de la région, de la densité d'élevage et possiblement du statut sanitaire régional. Par exemple, un sondage canadien (Young et coll., 2010) réalisé auprès de 642 éleveurs de poulets de chair indique que 13% des répondants ne permettent pas l'accès aux visiteurs. Pour les autres, 36% leur demandent de laver leurs mains et 50% exigent le port d'un survêtement avant d'entrer dans un bâtiment d'élevage. Les raisons principales pour ne pas exiger le lavage des mains des visiteurs étaient l'absence de nécessité perçue (20%), le temps demandé par cette mesure (20%) et le manque d'installation (18%). Les raisons pour ne pas exiger le port d'un survêtement étaient le temps demandé par cette mesure (29%), l'exigence de plutôt porter des bottes (20%), les coûts (16%) et l'absence de nécessité (13%). Le port de bottes est une obligation des fédérations canadiennes. Dix pour cent des répondants trouvent tout de même difficile de fournir des bottes à l'entrée des bâtiments étant donné le temps et l'argent que demande cette mesure. En Georgie, une étude a évalué la mise en place des mesures de biosécurité sur 267 élevages de poulets de chair en fonction du nombre de bâtiments et d'oiseaux et de la densité d'élevages. Les auteurs démontrent que la mise en place des mesures ne variait pas statistiquement avec le nombre de bâtiments ou d'oiseaux sur un site, ni entre les compagnies d'intégration. Par contre, la mise en place des mesures de biosécurité était plus élevée au nord (forte densité) de l'état comparativement au sud (faible densité). Il est à noter que le nord de l'état vivait une épidémie de laryngotrachéite infectieuse au moment de l'étude, ce qui peut

également expliquer une plus forte mise en place des mesures de biosécurité. Le risque connu de transmission de maladies pourrait donc favoriser une meilleure mise en place des mesures (Dorea et al, 2010). La mise en place des mesures de biosécurité dépend également des individus questionnés. En effet, les éleveurs et les travailleurs ne s'accordent pas toujours sur ce qui devrait se faire et sur ce qui est fait à la ferme. En fait, pour les principales mesures de biosécurité, la discordance peut être grande (Nescapa et coll., 1997). On note ainsi l'importance de fournir à chaque employé les plans écrits des mesures de biosécurité exigées et d'assurer un programme de formation continu (England, 2002).

Obstacles à l'observance

Plusieurs raisons sont données pour expliquer le manque d'observance des mesures de biosécurité. Le manque de connaissance ou de compréhension est la raison traditionnelle expliquant le peu d'observance (Lotz, 1997; Barcelo et Marco, 1998; Amass et Clark, 1999; Sanderson et coll., 2000; O'Bryen et Lee, 2003). Les autres raisons sont le manque de formation, de sensibilisation, de communication, de temps, d'incitatifs à suivre les règles, l'absence d'audit des programmes de biosécurité, l'apathie ou le déni des risques potentiels et les contraintes économiques suggérées comme étant le facteur limitant le plus important (Vaillancourt et Carver, 1998; Barclay, 2004). La communication est également nécessaire pour la mise en place des mesures de biosécurité, surtout lors d'épidémies. En 2005, lors de l'épidémie de laryngotrachéite en Californie, deux compagnies se sont coordonnées pour effectuer un vide sanitaire prolongé et pour mettre en place des audits extensifs incluant 70 items de biosécurité. La coopération et la communication entre les compagnies ont contribué à l'éradication de l'épidémie (Chin et coll., 2009). L'importance de la communication est également soulignée dans un sondage réalisé en 2001 auprès de 72 médecins vétérinaires nord-américains, dont 13 canadiens, sur l'importance accordée à certains éléments de biosécurité. Les résultats, présentés dans le tableau V, sont sur une échelle d'un à quatre, un étant négligeable et quatre étant très important.

Tableau V: Résultats de sondage sur l'importance accordée aux mesures de biosécurité par 72 médecins vétérinaires nord-américains (adapté de Vaillancourt, 2009)

Mesures de biosécurité	Résultats
Communiquer aux éleveurs et aux personnels de l'industrie avicole le statut sanitaire de toutes les fermes impliquées dans une zone épidémique	3,9
Communiquer avec le personnel sur les différents aspects de la biosécurité et mettre en place un programme de formation	3,8
Dans le cas d'une maladie transmise de façon verticale, procéder au diagnostic pour définir le statut sanitaire avant l'envoi au couvoir	3,7
Informers les compagnies externes des maladies présentes sur les fermes et leur fournir des instructions appropriées	3,7
Restreindre l'accès aux visiteurs	3,7
Rapporter régulièrement le statut sanitaire des troupeaux entre les compagnies ou les organisations	3,6
Tester tous les troupeaux dans une région à risque lorsqu'un cas est trouvé	3,6
Utiliser des panneaux de quarantaine à l'entrée des fermes suspectes et des fermes infectées	3,6
Mettre en place des audits réguliers par rapport aux mesures de biosécurité à la ferme	3,5
Garder les portes des bâtiments verrouillées	3,5
Faire connaître le statut sanitaire des reproducteurs aux troupeaux de chair	3,4
Utiliser des bains de pieds à l'entrée de tous les bâtiments	2,9
Nettoyer et désinfecter tout l'équipement transporté entre les bâtiments d'une même ferme	2,7

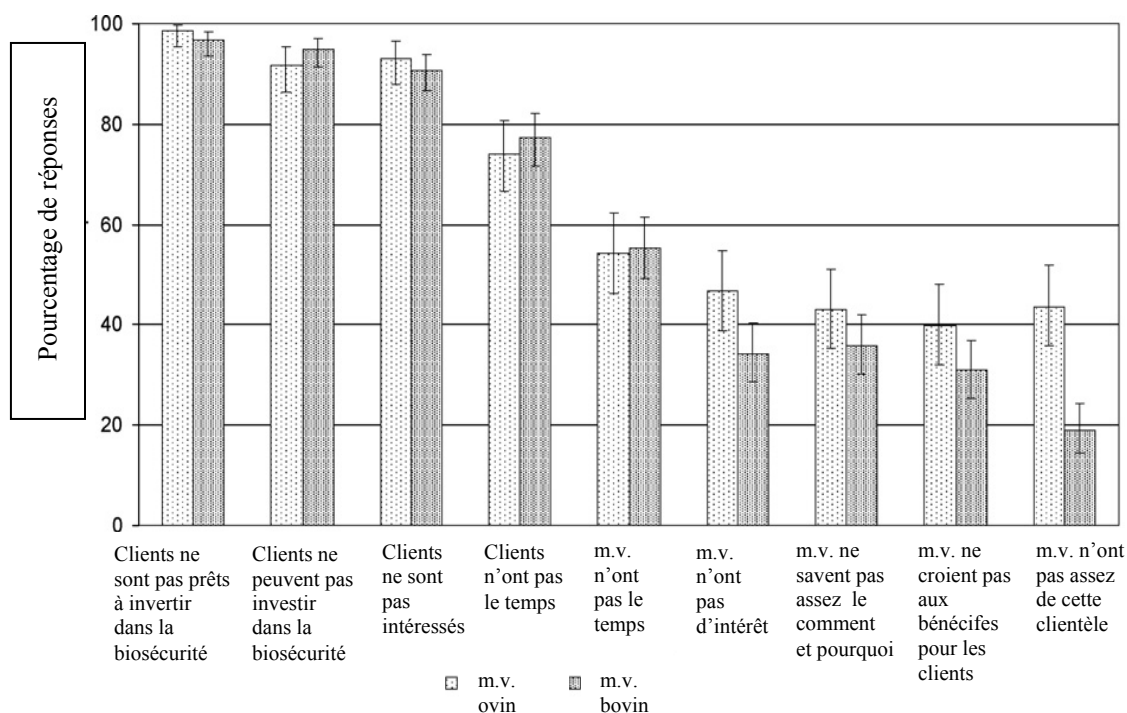
Au Royaume-Uni, une étude similaire sonde les médecins vétérinaires praticiens bovins et ovins, les éleveurs et les organisations industrielles par rapport aux contraintes liées à la biosécurité. Selon les éleveurs, la biosécurité apporte une meilleure rentabilité liée à la santé et au bien-être des animaux, une fierté professionnelle et une bonne réputation de la ferme. Par contre, ils doutent de l'efficacité des mesures de biosécurité à la ferme en absence d'action des autres intervenants. De plus, ils s'attendent à une perte

d'autonomie et de liberté suite à l'implantation de mesures de biosécurité. Du côté des organisations industrielles questionnées, seulement 36% avaient un plan de biosécurité écrit. Selon ces organisations, la pauvre mise en place des mesures de biosécurité résulte du manque de temps et d'argent (16/23), du manque d'installations à la ferme (11/23), du manque de coopération de l'éleveur (9/23), du manque de connaissance de l'éleveur (9/23), du manque d'éducation pour effectuer un changement d'attitude (9/23), de l'aspect impraticable de certaines mesures (3/23) et du manque d'appréciation du risque (1/23). Les médecins vétérinaires, quant à eux, rapportent que seulement 30% des pratiques bovines et 23% des pratiques ovines ont un protocole de biosécurité clairement défini en place. Malgré cette faible proportion, la plupart des médecins vétérinaires appliquent des mesures de biosécurité entre leurs visites, telles que rapportées dans le tableau VI. Selon ces professionnels, les principales raisons expliquant le manque d'observance de la biosécurité sont celles décrites à la figure 2.

Tableau VI: Proportion de médecins vétérinaires bovins et ovins appliquant les mesures de biosécurité spécifiques (adapté de Gunn et coll., 2008)

Mesures de biosécurité	Proportion de médecins vétérinaires	
	bovins (%) (n=319)	ovins (%) (n=208)
Nettoyage et désinfection des mains	S.O.	92
Nettoyage des bottes	96	90
Nettoyage et désinfection de l'équipement	S.O.	85
Désinfection des bottes	81	82
Stationner hors de la zone d'élevage	69	71
Changement de vêtement, port de survêtement	36	32
Port de gants lors des manipulations	36	23

Figure 2: Principales contraintes par rapport à l'implantation et la promotion de la biosécurité de la part des éleveurs du point de vue de la médecine vétérinaire (m.v.) (adapté de Gunn et coll., 2008)

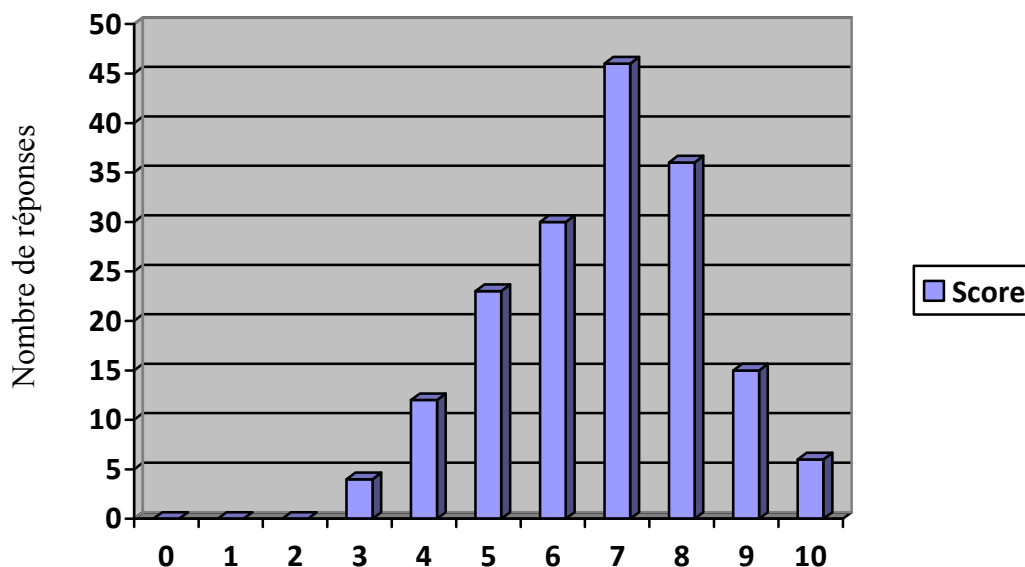


Selon les éleveurs, les sources d'information par rapport à la biosécurité sont les médecins vétérinaires, suivis des gouvernements et des autres éleveurs. Cependant, environ 40% des médecins vétérinaires n'ont pas d'intérêt envers la biosécurité et l'information provenant des gouvernements est souvent perçue négativement. Le manque d'intérêt des médecins vétérinaires semble être lié au manque d'évidence de l'efficacité et du bénéfice économique des mesures de biosécurité à appliquer à la ferme. Ils prônent la recherche en ce sens, c'est-à-dire sur le développement d'outils décisionnels mettant en évidence les bénéfices de la biosécurité. Les trois principaux intervenants, soient les éleveurs, les médecins vétérinaires et les intervenants de l'industrie ont peu confiance en la motivation et la capacité de chacun de maintenir une biosécurité adéquate à la ferme. Une meilleure collaboration, communication et responsabilisation de ces trois parties sont recommandées. Les auteurs suggèrent que le support du public pourrait s'avérer nécessaire pour y arriver (Gunn et coll., 2008). Pour

assurer une bonne communication, le messenger est essentiel, mais le contenu du message est déterminant. Les organismes nationaux, les programmes universitaires coopératifs et les organisations gouvernementales produisent du matériel de formation pour les producteurs, mais dont le contenu varie grandement. Ce manque d'harmonie entre les recommandations spécifiques, et la confusion qui en résulte, contribue probablement au manque d'application de la biosécurité (Jardine et Hurdey, 1997; Moore et coll., 2008). L'implantation de standards de biosécurité peut aider à uniformiser la biosécurité dans la mesure où ils sont basés sur la science plutôt que sur des considérations politiques ou économiques. Par contre, selon les auteurs, lorsque les coûts de ces mesures sont perçus disproportionnés par rapport aux risques et que la réglementation est exigée par les gouvernements, la confiance envers ceux-ci est ébranlée (Dunn, 2003).

Pour une maladie donnée, le risque d'infection influence la mise en place des mesures de biosécurité. Il est en effet possible de mesurer des pertes potentielles liées à une maladie spécifique afin de choisir les mesures de biosécurité appropriées. Le retour sur l'investissement augmente alors proportionnellement avec le risque (Gifford et coll. 1987). Par contre, la perception du risque diffère grandement entre les éleveurs rendant l'uniformité de l'application des mesures de biosécurité difficile. Selon ceux-ci, les coûts reliés à la biosécurité sont exagérés par rapport aux risques. La perception du risque est cependant intimement liée à la conception et à la compréhension des principes associés aux mesures de biosécurité et à l'incidence locale des maladies. Pour plusieurs éleveurs, les problèmes de santé animale sont rares, réduisant ainsi le risque perçu. La perception du risque est également influencée par l'intensité du trafic des animaux et des personnes. Ainsi, les éleveurs de petites fermes ou de fermes familiales se considèrent moins à risque par rapport aux fermes d'élevages intensifs ou aux fermes intégrées (Larsen, 2009). Une étude en Espagne approfondit la relation entre la perception des éleveurs face aux mesures de biosécurité et leur application. Cent soixante-douze éleveurs de porcs devaient d'abord s'autoévaluer par rapport à leur application de la biosécurité sur une échelle de 0 à 10 (0 étant la pire et 10 étant la meilleure). La figure 3 illustre les résultats de ce sondage.

Figure 3: Score de biosécurité selon l'auto-évaluation de 172 éleveurs de porcs en Espagne (adapté de Casal et coll., 2007)



Les éleveurs ont été questionnés sur l'importance accordée à la mise en place des mesures de biosécurité. La plupart des mesures de biosécurité considérées importantes visaient à réduire les risques associés aux visiteurs et aux véhicules, soit le bain routier ou rotoluve (cité par 57% des éleveurs), le contrôle et la restriction des visites (55%), l'entrée interdite aux véhicules (30%) ou la désinfection de ces derniers (19%), l'utilisation de bottes et des vêtements fournis par la ferme (28%) et le sas sanitaire pour se changer (26%). La perception par rapport à une mesure donnée semblait fortement influencée par les mesures appliquées à la ferme. En effet, 65% des éleveurs affirmaient appliquer les dix mesures de biosécurité considérées importantes (véhicules interdits, désinfection des véhicules, rotoluve, barrière à l'entrée, restriction des visites, port de bottes et de vêtements de la ferme, sas sanitaire, contrôle de la vermine et des oiseaux sauvages et connaissance du statut sanitaire des troupeaux reproducteurs). Par contre, de ces dix mesures, seulement deux étaient appliquées par tous les éleveurs sondés : le port de bottes et de vêtements de la ferme et la connaissance du statut sanitaire des troupeaux reproducteurs (Casal et coll., 2007). En médecine humaine, le risque de contamination associé à des interventions cliniques est un élément influençant l'observance du lavage des mains. En effet, grâce à des observations directes, on note que l'observance est

supérieure pour les procédures entraînant des risques intermédiaires ou élevés de contamination (ex. : pose d'un cathéter urinaire) comparativement aux procédures à faible risque (ex. : examen clinique). De plus, les gants sont portés pour plus de 80% des procédures à risque élevé, 51% des procédures à risque intermédiaire et 30% des procédures à faible risque. Pour les procédures non cliniques, le lavage des mains est effectué par 96% des travailleurs de la santé après être allés aux toilettes, 72% suite à la manipulation de déchets, 68% suite à la manipulation de vêtements souillés, 66% après un étternement et 45% avant le service de repas aux patients (Venier et coll., 2009).

Outre la perception du risque, d'autres facteurs individuels peuvent influencer l'application des recommandations. Il s'agit des attitudes, des traits de personnalité de l'individu, de l'expérience avec la maladie, du niveau d'éducation et des croyances personnelles au sujet de la santé des animaux, de l'incidence, de la prévention et du contrôle des maladies (Buckalew et Sallis, 1986; Strömberg et coll., 1999; Delabbio et coll. 2003 et 2005). En aquaculture, les employés ont une attitude positive envers la mise en place des mesures de biosécurité, mais ont des croyances différentes par rapport à l'importance accordée aux maladies et au caractère pratique, à l'importance et à l'efficacité de différentes mesures de biosécurité. Les répondants ont également des perceptions différentes par rapport au risque de transmission de maladies lié aux activités à la ferme (Delabbio et coll. 2003 et 2005). La relation entre ces facteurs humains et l'observance n'a par contre pas été évaluée, mais plutôt suggérée par les auteurs. Une étude a été réalisée en Australie auprès de 454 éleveurs de moutons et de bovins pour identifier l'effet de la confiance, du risque perçu, du contrôle et de l'auto-efficacité sur la biosécurité et le comportement de déclaration lors de maladie suspecte. Les éleveurs ont confiance que leur protocole de biosécurité minimisera les risques d'épidémies. Par contre, lors de l'évaluation de leur propre protocole de biosécurité, la moyenne des scores n'était que de 1,6 sur 3. Les résultats démontrent également que l'aspect économique est un facteur important dans le processus décisionnel de rapporter une maladie, mais c'est surtout la confiance envers le gouvernement qui a un impact majeur. (Palmer et coll., 2009). En médecine humaine, l'influence des facteurs humains sur l'observance a aussi été étudiée. Des facteurs externes tels que les facteurs socio-

économiques et culturels, les expériences antérieures, les activités sociales, les relations sociales et la communication avec le professionnel de la santé influencent l'observance (Buckalew et Sallis, 1986; Strömberg et coll., 1999). D'autres études démontrent par contre la variation ou l'absence de relation avec les facteurs démographiques, tels que l'âge, le sexe, la race, l'éducation, le statut matrimonial et le statut socio-économique. Les autres facteurs associés à l'observance sont la maladie et sa sévérité, le traitement et sa complexité, les effets secondaires, les bénéfices non palpables et la personnalité du patient. Lors de la communication des recommandations médicales, le comportement et les attitudes du professionnel de la santé vont influencer l'observance de leurs patients. En effet, la confiance du patient envers le professionnel, engendrée par une communication effective, augmente le respect des recommandations, contrairement à un manque d'écoute, d'intérêt et d'information donnée (Haynes et coll., 1979; Conrad, 1985; Strömberg et coll., 1999).

Stratégies d'intervention

Haynes et ses collègues (1979) décrivent différentes stratégies pour améliorer l'observance des recommandations médicales. Le simple fait d'associer la recommandation médicale à une habitude quotidienne (appelé *tailoring* en anglais) est un moyen efficace pour augmenter l'observance. De plus, des rappels sur les recommandations à suivre font passer l'observance de 24 % à 70%. Les autres stratégies efficaces sont les suivis, les contrats ou les engagements à suivre les recommandations, l'implantation graduelle de ces dernières, l'autosurveillance (c'est-à-dire observer et enregistrer ses propres comportements) et le renforcement positif et négatif. Cependant, on note un déclin de l'observance dans le temps. Certaines interventions pourraient maintenir l'observance telle que l'autosurveillance et l'appui des paires, mais les résultats sont variables. Selon Conrad (1985), deux domaines sociaux émergent pour expliquer la problématique de l'observance : la communication et les croyances. Ainsi, des instructions appropriées avec de l'information claire et des rétroactions devraient améliorer l'observance. La majorité des stratégies évaluées visent l'amélioration du lavage des mains du personnel de la santé. Lohr et ses collègues (1991) démontrent que les avertissements verbaux et écrits n'ont pas d'impact sur l'observance de cette mesure

d'hygiène. Cette étude révèle également que l'observance du lavage des mains n'augmente pas avec l'expérience du personnel de la santé. Wurtz et ses collègues (1994) suggèrent qu'il pourrait être utile d'adapter ou de concevoir des installations facilitant l'observance. En effet, l'installation de stations innovatrices de lavage des mains rendant celui-ci plus facile, plus pratique et pour certains plus agréable, fait passer l'observance de 22% à 38%. Par contre, cette augmentation n'était pas statistiquement significative. De plus, les effets à plus long terme n'ont pas été étudiés (Wurtz et al, 1994). Dans le même ordre d'idées, des études démontrent que l'augmentation de l'accessibilité des stations de lavage de mains augmente significativement l'observance de 32% à 45% (Graham, 1990) et de 51% à 76% (Kaplan et McGuckin, 1986). L'observance peut également être améliorée suite à l'implantation d'un programme de formation. Après sa mise en place, l'observance du lavage des mains avant et après un contact avec les patients passe, respectivement de 13% et 15% à 73% et 81%. Par contre, elle décline avec le temps passant à 26% et 23% après 4 ans. Cette détérioration semble multifactorielle et probablement associée au roulement d'employés et à l'absence d'un programme de formation continue (Conly et coll., 1989). Une autre étude évalue la valeur d'un programme de formation combiné à une augmentation de la disponibilité des assainissants à base d'alcool. Cette combinaison semble efficace pour augmenter l'observance du lavage des mains, mais aucune analyse statistique n'a été faite étant donné le nombre limité de sujets (Colombo et coll., 2002). Il est rapporté qu'un programme de formation sur la biosécurité devrait inclure un pré-test, une partie théorique, une partie pratique et un post-test. Il est également nécessaire que le formateur soit crédible et ait la confiance des participants pour que le message soit bien livré. Les participants devraient également quitter la séance avec une copie du matériel de formation. Un site internet peut également être créé pour inclure le matériel, les mises à jour du programme, l'horaire des prochaines formations et les liens vers d'autres sites donnant de l'information sur la biosécurité. Suite à la formation, des rappels peuvent être faits sous différentes formes : messages dans les revues d'agriculture, envois postaux d'incitatifs avec des messages sur la biosécurité ou concours et remise de prix lors de rencontres annuelles (Bradley, 2007).

Certains comportements sont largement influencés par la présence d'un observateur. En effet, la présence d'une autre personne dans les toilettes publiques fait passer l'observance du lavage des mains de 15,8% à 90% et cette différence est statistiquement significative. Il semble y avoir une pression sociale pour cette mesure d'hygiène de base (Pedersen et coll., 1986). Également dans les toilettes publiques, la mise en place d'affiches rappelant les techniques de lavage des mains augmente l'observance, particulièrement chez les femmes. La fréquence de lavage des mains de 95 femmes et 80 hommes a été observée dans les toilettes publiques d'un campus universitaire de la Pennsylvanie. En absence d'une affiche, 61% des femmes et 37% des hommes ont lavé leurs mains avec de l'eau et du savon, une différence statistiquement significative ($p < 0.01$). En présence d'une affiche, 97% des femmes et 35% des hommes ont lavé leurs mains, une différence également très significative. Il est clair que la fréquence de lavage des mains des hommes n'est pas influencée par la présence d'affiche, contrairement aux femmes. Les données ont été obtenues par des observations directes, ce qui peut augmenter la proportion réelle de gens qui se sont lavé les mains (Johnson et coll., 2003). En effet, le fait d'être observé ou surveillé provoque une prise de conscience des gestes posés. L'efficacité des caméras de surveillance a d'ailleurs été démontrée dans la lutte contre la criminalité (Welsh et Farrington, 2006). Cependant, dans certaines situations, les caméras n'améliorent pas le comportement désiré. C'est le cas d'une étude où des gens ont été filmés lors de la préparation d'un repas. On note de nombreux manquements du lavage des mains et des autres mesures d'hygiène (Anderson et coll., 2004).

Une autre façon de surveiller les individus est les audits. Ceux-ci sont fréquemment utilisés dans le domaine de la santé et leur efficacité est variable. Par exemple, il est possible de calculer la quantité d'assainissant pour les mains en fonction du nombre de fois que les individus devraient l'utiliser. Il s'agit d'un incitatif demandant peu de temps à réaliser, mais il est difficile d'en évaluer l'efficacité (Mortel et coll., 2006). Une étude auprès de résidents en médecine évalue la valeur des audits des dossiers médicaux et des rétroactions individuelles sur l'observance d'interventions préventives. Les résultats démontrent que ces stratégies augmentent de façon significative l'observance des

mesures préventives ciblées. Les auteurs notent également une augmentation de l'observance d'autres mesures préventives ne faisant pas partie des audits (Holmboe et coll., 1998). Il est alors difficile de juger de l'efficacité des audits seuls. De plus, l'étude précédente a été réalisée auprès de résidents, on peut se questionner sur l'impact des audits selon le degré de formation des individus. De façon générale, un audit doit avoir une approche systématique visant à identifier les possibilités d'amélioration et à fournir un mécanisme pour les réaliser. Pour ce faire, les audités et les auditeurs doivent d'abord définir leurs responsabilités respectives. Un comité consultatif peut donner des conseils, coordonner les activités et établir les mécanismes pour l'élaboration des audits pour s'assurer de développer une approche cohérente et complète respectant les priorités. Les gens ciblés par les audits doivent accepter de participer au programme indépendamment du grade ou de la position des individus. Ceci peut nécessiter différentes approches. Le processus d'audit doit être pertinent, objectif, quantifiable, répétable et capable de suggérer des changements à apporter. L'identification de standards est essentielle dans ce processus. Ces standards doivent concilier les pratiques courantes avec les protocoles déjà définis, évalués et publiés. Des ressources sont évidemment nécessaires pour documenter le processus d'audits, collecter les données et analyser les résultats. La confidentialité des résultats individuels est essentielle. Par contre, les données doivent collectivement faire l'objet de rapports réguliers témoignant des points évalués, des améliorations ou des manques identifiés, des mesures correctives et de leurs résultats. Finalement, les audits doivent être soumis à une évaluation pour bonifier le processus (Shaw et Costain, 1989; Smith, 1990). La position d'autorité des auditeurs envers les audités a probablement un rôle à jouer sur l'efficacité d'un audit, mais cet aspect ne semble pas avoir été étudié. Lorsqu'il est possible d'évaluer et quantifier l'observance, des incitatifs financiers peuvent améliorer l'application des recommandations (Giuffrida et Gravelle, 1998). C'est aussi le cas avec la certification. Cette stratégie permet de faire une mise à niveau, mais engendre également un processus de surveillance. La fréquence de cette surveillance a probablement un impact sur l'observance au quotidien.

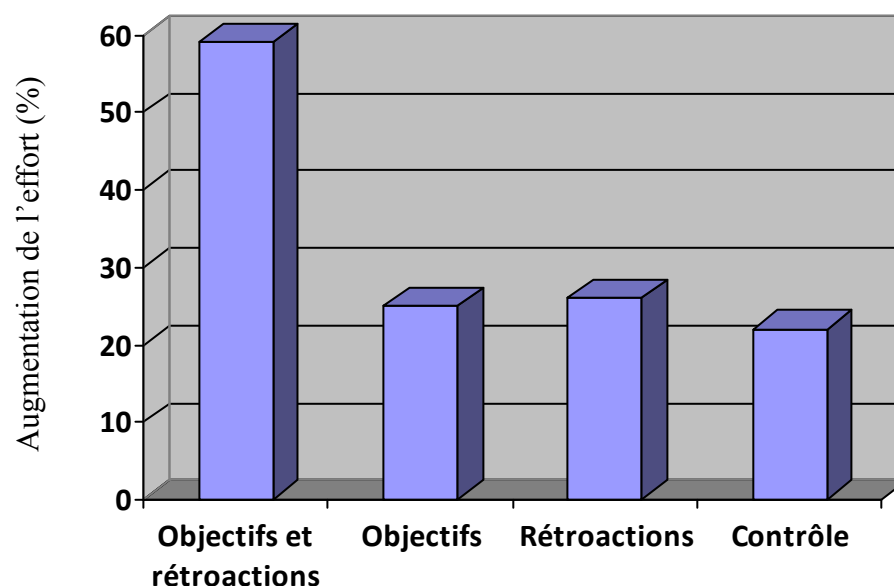
Maintien de l'observance

Tel que démontré par Conly et ses collègues (1989), les programmes de formation ne suffisent pas à maintenir l'observance à long terme. Les rétroactions et le renforcement sont nécessaires. Cette étude a démontré l'efficacité des rétroactions sur la fréquence de lavage des mains : l'observance a passé de 63% à 92%, et ce, pour trois semaines. L'effet à plus long terme n'a pas été évalué. D'autres études ont aussi démontré l'efficacité des rétroactions fréquentes pour améliorer l'observance du lavage des mains (Geller et coll., 1980; Dubbert et coll., 1990). Tibballs (1996) rapporte qu'à l'aide des rétroactions, le lavage des mains passe de 12,4% et 10,6% à 68,3% et 64,8% avant et après un contact avec un patient respectivement. Sept semaines après l'arrêt des rétroactions, le lavage des mains diminue à 54,6% et 54,9%, ce qui est tout de même supérieur à l'observance initiale. Pour conserver un standard acceptable de performance parmi les employés permanents et pour compenser les départs et les arrivées de nouveaux employés, il est essentiel d'implanter une stratégie constante et permanente (Conly et coll., 1989). Une combinaison d'interventions comportementales et environnementales et de programmes de formation continue est probablement à privilégier (Larson et Kretzer, 1995; Kretzer et Larson, 1998; Pittet, 2001).

La motivation est un autre élément critique. En effet, l'observance des règles de sécurité dans le milieu industriel est intimement liée à la motivation des employés à se conformer (Vroom, 1964). Par ailleurs, une étude a démontré que les objectifs et les rétroactions sur le rendement ont un effet motivationnel supérieur lorsque combinés par rapport aux objectifs ou aux rétroactions seules ou par rapport à un groupe témoin (figure 4). Ainsi, pour augmenter la motivation envers certains comportements, accroître l'intérêt et améliorer le rendement, l'atteinte d'objectifs et le sentiment d'auto-efficacité sont importants (Bandura et Cervone, 1983). L'auto-efficacité se définit comme «la capacité de mettre en œuvre le comportement indispensable à l'obtention d'un résultat donné» (Pervin et John, 2005). L'auto-efficacité influence positivement les habiletés, les objectifs à atteindre, les efforts, la persévérance, l'humeur et l'adaptation. Selon Bandura : «notre capacité de composer avec une situation et d'en maîtriser les résultats constitue l'élément clé influant réellement sur le comportement. C'est en manipulant le

sentiment d'auto-efficacité, plutôt qu'en donnant de l'information sur un comportement à risque, qu'un changement de comportement est probable» (Pervin et John, 2005).

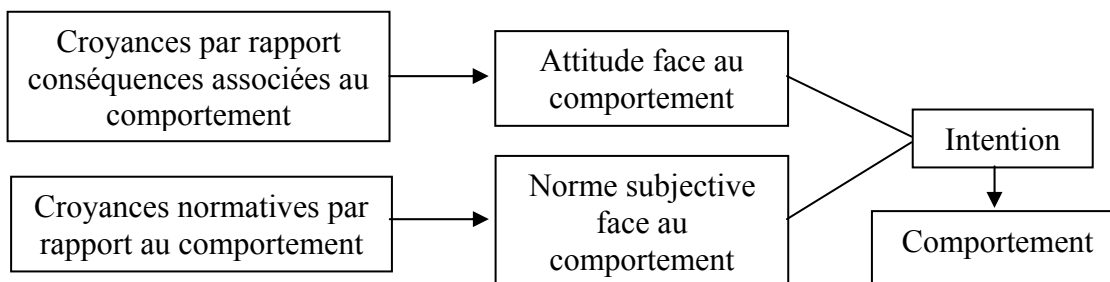
Figure 4: Pourcentage moyen d'augmentation de l'effort suite à la mise en place d'objectifs et de rétroactions (adapté de Bandura et Cervone, 1983)



Prédicteurs du comportement

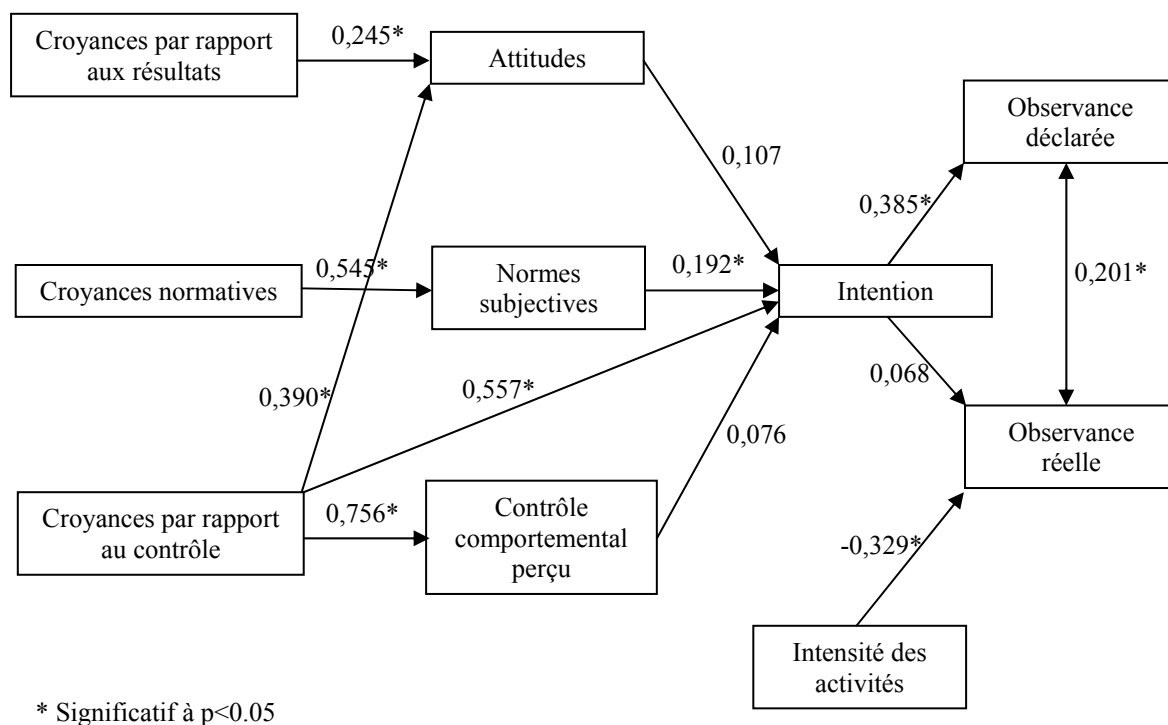
La théorie du comportement planifié stipule que la cause immédiate du comportement est l'intention de performer ce comportement. L'intention est prédite par l'attitude envers ce comportement et les normes subjectives associées, c'est-à-dire la perception de la pression sociale à performer le comportement. Les croyances sont à l'origine de ces deux variables intermédiaires (figure 5). Il y a également des rétroactions du comportement donné vers les croyances.

Figure 5: Théorie du comportement planifié (*theory of reasoned action*) de Fishbein et Ajzen (adapté de Gunn et coll., 2008)



Ce modèle a été testé dans une étude sur le comportement de lavage des mains pour évaluer les relations entre les antécédents du comportement ou les facteurs motivationnels (croyances, attitudes, normes subjectives, contrôle comportemental perçu (perception de la facilité ou la difficulté à faire le comportement), intentions) et l'observance déclarée et réelle. L'observance de 120 infirmières des soins intensifs a été évaluée à 70% pour une durée d'observation d'environ deux heures par personne (total de 215 heures). La corrélation entre l'observance déclarée (82%) et celle observée (70%) était de 0,20 ($p < 0.001$). L'intention de performer le comportement était corrélée à l'observance déclarée, plutôt qu'à celle observée. L'observance réelle était d'ailleurs négativement associée à l'intensité des activités (types de patients, moment de la journée, ratio patients-infirmières), c'est-à-dire que l'observance était moins bonne lorsque les infirmières étaient plus occupées. Un schéma structuré est présenté à la figure 6 pour les corrélations entre les croyances, les attitudes, les intentions et l'observance. Les auteurs concluent que l'observance du lavage des mains est plus sensible à l'intensité des activités qu'aux facteurs motivationnels.

Figure 6: Schéma résumant les corrélations entre les antécédents du comportement et l'observance du lavage des mains (n=120 infirmières aux soins intensifs) (adapté de O'Boyle et coll., 2001)



D'autres prédicteurs du comportement sont à considérer tels que les traits de la personnalité. Certains auteurs affirment que les attitudes, plutôt que la personnalité, sont les antécédents du comportement (Ajzen et Fishbein, 1980; Coleman et coll., 1998). D'autres démontrent que les attitudes et les traits de personnalité sont corrélés aux comportements (Willock et coll., 1999; Waiblinger et coll., 2002; Coleman et coll., 2003).

La personnalité

La personnalité se définit comme l'ensemble des pensées, des sentiments et des comportements caractérisant un individu (Costa et McCrae, 1986). Maintes études démontrent la stabilité temporelle des caractéristiques de la personnalité chez les adultes. Une des hypothèses, proposées par les auteurs, expliquant la stabilité d'un trait de la personnalité est le choix individuel ou la création de situations soutenant ce trait (Costa et McCrae, 1986). La personnalité a été mise en relation avec la performance en emploi et les intérêts vocationnels (Costa et McCrae, 1984). Ainsi, lors d'un processus de sélection, il est utile de considérer, entre autres, la personnalité des candidats pour prédire leur rendement au travail (Tett et coll., 1991; Hogan et Hogan, 1996; Goodstein et Lanyon, 1999). Plusieurs tests évaluent la personnalité dont le *California Psychological Inventory*, le *Sixteen Personality Factor Questionnaire*, le *Minnesota Multiphasic Personality Inventory* (MMPI), le *Guilford-Zimmerman Temperament Survey* et le *Kelly Rating Scale*. Souvent, la personnalité est évaluée pour identifier les psychopathologies. Par contre, pour un employeur, il ne s'agit pas de la considération la plus importante lors de la sélection du personnel. Il importe plutôt de détecter les problèmes communs affectant les relations entre les employés dont le leadership, l'assiduité et le travail d'équipe. Certains instruments tels que le MMPI n'est pas utile pour répondre à ces questions. Le *California Psychological Inventory* est mieux adapté, mais nécessite une interprétation clinique sophistiquée. Pour évaluer la personnalité normale, il semble que les tests basés sur le modèle des *Big Five* soient les mieux adaptés (Goodstein et Lanyon, 1999). Il s'agit d'un modèle à cinq facteurs: la stabilité émotionnelle, l'extroversion, l'ouverture à l'expérience, l'amabilité et l'aspect consciencieux. Chaque facteur englobe des traits spécifiques présentés dans le tableau VII. Certains auteurs s'opposent à l'étude de la personnalité à cause d'une distorsion possible des réponses selon la désirabilité sociale. Celle-ci se définit comme «la tendance des participants à répondre en suggérant une caractéristique de la personnalité jugée socialement acceptable ou désirable» (Pervin et John, 2005, p.51). Une méta-analyse incluant 665 coefficients de validité démontre cependant que la désirabilité sociale n'affectait pas la validité critériée des tests (Ones et coll., 1993).

Tableau VII: Traits de la personnalité du modèle des *Big Five* et leurs traits spécifiques associés (adapté de Costa et McCrae, 1986)

Traits de la personnalité	Traits spécifiques	
	De	À
Stabilité émotionnelle	Calme	Inquiet
	Tempéré	Capricieux
	Satisfait	Apitoiement
	Confortable, à l'aise	Embarrassé, gêné
	Rationnel	Émotionnel
	Robuste	Vulnérable
Extroverti	Réservé	Affectueux
	Solitaire	Sociable
	Tranquille	Bavard
	Passif	Actif
	Sobre	Indiscret
	Insensible	Passionné
Ouvert à l'expérience	Terre-à-terre	Imaginatif
	Non créatif	Créatif
	Conventionnel	Original
	Routinier	Aime variété
	Indifférent	Curieux
	Conservateur	Libéral
Agréable	Impitoyable	Charitable
	Suspicieux	Confiant
	Mesquin	Généreux
	Antagoniste	Consentant
	Critique	Clément
	Irritable	Accommodant
Conscientieux	Négligent	Conscientieux
	Paresseux	Travaillant
	Désorganisé	Organisé
	Retardataire	Ponctuel
	Sans but	Ambitieux
	Lâche	Persévérant

Selon Barrick et Mount (1991), le facteur consciencieux est le meilleur prédicteur de la performance en emploi parmi les cinq facteurs. L'extroversion est un prédicteur valide pour deux types d'occupation : la gestion ($r=0,18$) et la vente ($r=0,15$). Ce trait est d'ailleurs corrélé avec le succès dans les formations ($r=0,26$). La méta-analyse de Tett, Jackson et Rothstein (1991) attribue le meilleur prédicteur à l'agréabilité, suivie de l'ouverture à l'expérience, la stabilité émotionnelle, le facteur consciencieux et l'extroversion (tableau VIII).

Tableau VIII: Corrélations entre les facteurs de la personnalité et la performance en emploi selon les études de Barrick et Mount, 1991 et de Tett et coll., 1991

Études	Conscience	Extroversion	Agréabilité	Ouverture	Névrosisme	Corrélation générale
Barrick et Mount (1991)	0,22	0,13	0,07	0,04	0,08	0,11
Tett, Jackson, Rothstein (1991)	0,18	0,16	0,33	0,27	-0,22	0,24

La personnalité et l'observance des mesures de sécurité sont également étudiées pour réduire les accidents en milieu industriel. L'étude de Hayes et ses collègues (1998) établit que l'observance d'un employé est significativement corrélée à l'importance accordée à la sécurité par les collègues de travail ($r=0,10$) et le superviseur ($r=0,28$). L'erreur humaine étant souvent ciblée dans ce type d'accidents, les caractéristiques différenciant les employés accidentés et les non-accidentés ont été étudiées. Certains traits de la personnalité ont été identifiés comme de bons prédicteurs des taux d'accidents et du respect des règles de sécurité. En effet, plusieurs études rapportent que les facteurs consciencieux, agréabilité et stabilité émotionnelle sont inversement reliés aux taux d'accidents tandis que le trait extroversion est positivement corrélé (Hansen, 1988-1989; Cellar et coll., 2001-2004). Une étude rapporte une corrélation positive entre l'occurrence d'accidents et le facteur extroversion, mais seulement pour les hommes (Craske, 1968). Tel que discuté précédemment, le sentiment d'auto-efficacité est intimement lié à plusieurs comportements (Bandura, 1997). L'étude de Cellar (2004)

démontre que l'auto-efficacité est également positivement corrélée à l'agréabilité et à la stabilité émotionnelle.

Dans le contexte des productions animales, la personnalité a été principalement étudiée pour déterminer la relation avec le rendement d'un troupeau ou d'un animal. En effet, l'attitude, la personnalité et les comportements des travailleurs affectent la productivité. Ceci a été démontré en production bovine (Rushen et coll., 1999; Breuer et coll., 2000; Waiblinger et coll., 2002; Hemsworth et coll., 2002; Panama Arias et Spinka, 2005), porcine (Hemsworth et coll., 1989; Ravel et coll., 1996) et avicole (Cransberg et coll., 2000; Alencar et coll., 2006). Les éleveurs agréables, contrairement aux éleveurs pessimistes, avaient des interventions positives avec les animaux, améliorant ainsi la productivité (Waiblinger et coll., 2002). En plus de la relation avec la productivité, Willock et ses collaborateurs (1999) démontre plusieurs associations entre les attitudes, les objectifs, les comportements et les traits de personnalité des éleveurs de ruminants écossais. Les associations significatives sont présentées au tableau IX.

Tableau IX: Corrélations significatives entre les attitudes, les objectifs, les comportements et les traits de personnalité des éleveurs de ruminants écossais (adapté de Willock et coll., 1999)

Traits de la personnalité		Névrosisme	Extroversion	Ouverture	Agréabilité	Conscience
Attitudes	Réalisation		0,21			0,32
	Législation	0,22				
	Pessimisme	0,37	-0,18		-0,13	-0,18
	Ouverture		0,26	0,29		
	Risque financier		0,16	0,14	-0,14	
	Utilisation de produits chimiques				0,21	-0,13
Objectifs	Succès		0,15			0,20
	Durabilité		0,13			0,16
	Qualité de vie		0,30	0,23		
	Statut		0,29			
	Travail hors ferme	0,14		0,16		
Comportements	Production	-0,14	0,28	0,19		0,30
	Environnement		0,22	0,22		
	Stress	0,21				
	Développement de l'entreprise					0,13

Une étude tchèque sur les traits de la personnalité et les attitudes des employés de fermes laitières démontre que la névrose est négativement corrélée à la performance des bovins ($r=-0,38$). Par contre, dans cette étude, il n'y avait pas d'association entre les performances et les attitudes envers les animaux. Le trait consciencieux était significativement corrélé aux coûts vétérinaires ($r=-0,37$) signifiant que des employés consciencieux pourraient aider à diminuer ces coûts (Panama Arias and Spinka, 2005). Au Québec, les traits de personnalité des employés de fermes porcines ont été évalués à l'aide d'un test psychométrique classique (version française du *Sixteen Personality*

Factor Questionnaire). Les employés d'élevages indépendants et d'entreprises d'intégration étaient plus réservés, émotionnellement stables, consciencieux, sérieux, autodisciplinés, introvertis et moins sentimentaux et anxieux que la population générale (Ravel et coll., 1996a). La relation entre les traits de la personnalité et les performances avant le sevrage des porcelets a également été étudiée. Pour les deux types d'élevages (indépendants et intégrés), l'auto-discipline était le seul trait à être constamment associée aux performances. Les employés de fermes indépendantes avaient de meilleurs scores pour l'auto-discipline que les employés travaillant pour un intégrateur. Pour les employés de fermes indépendantes, l'insécurité et l'insensibilité étaient des traits favorables pour les performances. Il semble qu'une certaine insécurité rende l'employé critique et alerte. Pour les employés d'intégrateurs, le fait d'être exagérément réservé et audacieux, suspicieux, tendu et instable était nuisible aux performances. Finalement, les performances élevées étaient positivement associées à l'ardeur et à la stabilité émotionnelle des éleveurs, particulièrement chez les intégrateurs (Ravel et coll., 1996b). Ainsi, certains traits de la personnalité favorisent une bonne productivité. Il peut toutefois être difficile de modifier ces traits. Par contre, les comportements, les attitudes et les attentes sont modifiables par des techniques d'apprentissage chez les individus ayant une personnalité normale (c'est-à-dire sans troubles psychopathologiques). En effet, il a été démontré qu'une intervention cognitive et comportementale visant l'amélioration de l'attitude et du comportement des éleveurs auprès de leurs animaux a modifié le comportement des producteurs et amélioré la productivité. De plus, les travailleurs de ferme ayant reçu la formation étaient plus susceptibles de conserver leurs emplois (Coleman et coll., 2000; Hemsworth et coll., 2002).

Bref, les relations entre les traits de la personnalité et la performance en emploi, la productivité et le respect des mesures de sécurité ont été établies. Cependant, aucune étude n'a évalué la relation entre les traits de la personnalité et l'observance des mesures de biosécurité.

ARTICLES

La section suivante présente les trois articles scientifiques rédigés dans le cadre de cette thèse. Chaque article est associé à un objectif principal. Le premier article décrit l'application, évaluée à l'aide de caméras cachées, des mesures de biosécurité à l'entrée et à la sortie de huit bâtiments d'élevages avicoles au Québec. Le deuxième article décrit l'effet des audits et de caméras visibles sur l'observance à court terme (deux premières semaines) et à moyen terme (six mois plus tard), de même que les déterminants de l'observance évaluée sur 24 fermes avicoles au Québec. Le troisième article décrit la relation entre l'observance et les profils de personnalité, l'expérience et l'éducation des participants. Le certificat d'éthique de la recherche obtenu pour cette étude est présenté à l'annexe 1. L'entente de confidentialité et les formulaires de consentement sont présentés aux annexes 2 à 5. Le matériel utilisé est illustré à l'annexe 6.

Article 1: Description of 44 biosecurity errors while entering and exiting poultry barns based on video surveillance in Québec, Canada

Article 2: Evaluation of strategies to enhance biosecurity compliance on poultry farms in Québec: effect of audits and cameras

Article 3: Evaluation of the relationship between personality traits, experience, education and biosecurity compliance on poultry farms in Québec, Canada

ARTICLE 1

Description of 44 biosecurity errors while entering and exiting poultry barns based on video surveillance in Québec, Canada¹

Manon Racicot^{a, b}, Daniel Venne^c, André Durivage^d and Jean-Pierre Vaillancourt^a

^a Department of Clinical Sciences, Université de Montréal, Québec

^b Canadian Food Inspection Agency, St-Hyacinthe, Québec

^c Scott Hatchery Ltd, Québec;

^d Department of Administrative Science, Université du Québec en Outaouais;

Abstract

The effectiveness of biosecurity measures depends largely on the consistency of their applications by all those involved in poultry production. Unfortunately, poor biosecurity compliance has been reported repeatedly in poultry, as well in all other major animal productions. As part of a larger study, we conducted an investigation on eight poultry farms in Québec, Canada, to evaluate compliance of existing biosecurity measures using hidden cameras. The objectives were to evaluate and describe the application of biosecurity measures when entering and exiting poultry barns. A total of 44 different mistakes were observed from 883 visits done by 102 different individuals. On average, four errors were recorded per visit. The maximum number of errors made by one individual during one visit was 14. People observed over several visits made on average six different errors. Twenty-seven out of the 44 errors (61.4%) were related to area delimitation (clean versus contaminated), six to boots (13.6%), five to hand washing (11.4%), three to coveralls (6.8%) and three to logbooks (6.8%). The nature and frequency of errors suggest a lack of understanding of biosecurity principles. There is thus a need to improve biosecurity training by making educational material available to all poultry personnel demonstrating why and how to apply biosecurity measures.

Keywords: Biosecurity; Compliance; Video surveillance; Poultry

¹Article accepté pour publication dans *Preventive Veterinary Medicine*

1. Introduction

Biosecurity measures are designed to protect a population from transmissible infectious agents and to reduce the consequences of an infection (Gifford et al. 1987; Shane, 1993; Toma et al, 1999). Proper biosecurity is a mean of reducing disease and thus antibiotic usage in animal production (Chauvin et al., 2005). However, the application of biosecurity measures is often sporadic and variable and, to be effective, biosecurity must be applied consistently by all. Poor biosecurity practices have been reported with all types of animal production (bovine: Rauff et al., 1996; Sanderson et al., 2000; Wren, 2000; Faust et al., 2001; Hoe and Ruegg, 2006; swine: Losinger et al., 1998; Amass and Clark, 1999; Pinto and Urcelay, 2003, Boklund et al., 2004, Ribbens et al., 2008; poultry: Nespeca et al., 1997; Vaillancourt and Carver, 1998, Van Steenwinkel et al., 2011; fish: Delabbio et al., 2004, 2005; Bondad-Reantaso et al., 2005). In veterinary medicine, few studies have reported precisely the level of biosecurity compliance for any given animal production and region. Only one used cameras. In this study, video surveillance evaluated log-in compliance for vehicles entering three North Carolina turkey farms. Compliance was between 7 and 49%, which is poor (Vaillancourt and Carver, 1998). Many reasons are given to explain poor compliance, such as the lack of training, of audits, of understanding of the potential consequences of a breach, of communication, of time, of incentives, and apathy or denial of potential risks (Vaillancourt and Carver, 1998). Economic constraints are also an important limiting factor. Several authors also suggested that the main reason for non compliance was the lack of knowledge or understanding of biosecurity principles (Lotz, 1997; Amass and Clark, 1999; Sanderson et al. 2000). But, there is a paucity of information about what is not understood. We need to know exactly how people apply biosecurity measures in order to improve training and recommendations. Therefore, the hypothesis of this study was that specific compliance errors are much more prevalent than others at entry and exit of barns. The objectives were to record and describe the application of biosecurity measures at entrance and exit of poultry barns to determine the nature and the frequency of biosecurity errors.

2. Material and method

2.1 Study population

As part of a larger study, eight poultry farms were selected. The inclusion criteria were: having at least one employee and a biosecurity protocol in effect. Preference was also given to farms located closest to the Faculty of Veterinary Medicine of the University of Montreal, where the investigators were based. The identification of farms fitting the selection criteria was facilitated by the three Québec poultry grower associations (one for meat birds, one for egg layers, and one for breeders). The production types were six meat-type farms, one commercial layer and one breeder farm (meat-type). On average, there were four barns (range of one to twelve) and 90,325 birds (49,000 to 240,000) on the production sites. One barn was randomly chosen for each farm. At the beginning of the study, each grower was met by the senior author to establish the farm's biosecurity protocol currently in place and to produce and install a laminated poster (60 cm by 45 cm) listing entry and exit biosecurity measures at the entrance of the selected barn. Each grower had his own protocol. However, in all cases two measures were mandatory according to grower associations, namely: signing a logbook and changing boots when entering a barn. The required biosecurity measures for the participating farms are presented in table I. The population of interest was employees and visitors of those eight poultry farms.

2.2 Study design

There was no intervention, other than installing the laminated poster with the grower's list of required measures. At the same time, a hidden camera was installed at the entrance of the selected barn. Another non functional but visible camera was also placed elsewhere in the barn to ensure participants knew they would be filmed during the study. This was a requirement from the committee delivering the research certificate of ethics. Although the exact purpose of the project was not fully explained, participants were informed that human traffic on poultry farm was evaluated, but the document provided to employees and visitors did not stress that the purpose was to evaluate the application of biosecurity measures *per se*. In order to be included in the study, all participants had to sign a confidentiality agreement. All farm employees accepted to do so. For visitors,

the logbook was modified in order to present the information related to the project. All visitors could refuse to participate by adding their initials to a specific column in the logbook. Failing to do so allowed for including observations from these visitors, respecting the same confidentiality agreement as for employees (i.e., protection of a person's record and only reporting summary information preventing the identification of specific people and farms). All visitors participated in the study.

2.3 Data collection

The senior author went on all farms with a technician specialized in camera installation in order to target the best place to hide the camera depending on the requested biosecurity measures. Efforts were made to ensure that farm employees and visitors were not aware of this installation. All the farms were followed 24 hours/day for two weeks after setting up the surveillance system (short term viewing) and six months later, for another two weeks corresponding to the medium term viewing. For meat-type birds, these two-week periods corresponded to the beginning of a production cycle. The senior author watched all the videos and recorded the application of biosecurity measures as well as other aspects of the visit: gender, visitor versus employee, date, time and duration of visit (time spent in the selected barn), presence of an observer and presence of the grower. To avoid misclassifications during video viewing, a detailed physical description of each individual was made. Pictures of all individuals were also taken for identification by the grower.

A visit was defined as employees or visitors getting in the barn and going beyond the contaminated area, defined as the first zone at the entrance of an anteroom that could be contaminated with pathogens from outside. Anterooms were all separated in two with the area closest to the door giving access to the birds being considered "clean" or not contaminated. At entrance, a participant would be expected to remove his personal footwear and coat in the contaminated area and to don farm boots while crossing the area delimitation. Coveralls would then be put on in the clean area to avoid contamination. Alternatively, participants could don plastic boots while crossing the area delimitation. Personal shoes and clothing should not be in contact with the clean area;

likewise, farm boots, plastic boots and coveralls should not be in contact with the contaminated area. Contact between personal shoes and farm boots should also be avoided.

3. Results

For the short term assessment, there were 434 visits done by 74 different individuals; 67 men and 7 women. Twenty-seven were full-time employees, 14 were part-time employees, 31 visitors and 2 co-owners. For the medium term assessment, there were 449 visits done by 69 different individuals; 59 men and 10 women. Twenty-nine were full-time employees, 13 part-time employees, 24 visitors and 3 co-owners. Forty-one individuals were present at both terms (24 full-time employees, 7 part-time employees, 8 visitors and 2 co-owners). Overall, visitors were technicians (8), members of the growers' family (6) or of the employees' family (8), delivery men (3), salespersons (5), pest exterminators (2), repairmen (5), future employee (1) and student (1). Eight visitors could not be identified by two growers; 5 visitors on one farm and 3 visitors for another farm. On average, there were 4.7 visits per day per farm. These visits were made mainly by employees. On average, two visitors (i.e., non employees) per week and per farm were recorded. Overall, 545 visits occurred in the morning (61.7%) and 338 in the afternoon (38.3%). Six hundred fifty-three visits occurred during the week (74%) and 230 during the weekend (26%). The mean duration of all visits (employees and visitors) was 55 minutes and the median was 17 minutes.

For both terms, 44 different types of error (non compliance) were recorded. For the eight participating farms, there were two to seven biosecurity measures to apply per visit. The number of errors depended in part on the number of biosecurity measures to apply. However, the theoretical maximum number of errors that could be made during one visit could not be determined since more than one mistake could occur for any given biosecurity measure. On average, four errors were observed per visit. The maximum number of errors done by one individual during one visit was 14. People observed over several visits made an average of six different errors. Only 26 visits (2.9% of the 883 visits) were performed without error by 11 different people, all male employees. Errors

could also be grouped in six categories: twenty seven (61.4%) were related to area delimitation, six to boots (13.6%), five to hand washing (11.4%), three to coveralls (6.8%) and three to the logbook (6.8%). When a mistake was related to areas while changing boots, the error was classified as an area delimitation error. Table II presents all 44 errors grouped by category and the related number of erroneous visits. The short and the medium terms were combined for most descriptive statistics because there was no intervention to enhance compliance between these two periods. The five more frequent errors were: ignoring the separation between the contaminated and the clean areas; not wearing or changing boots when entering a barn; not washing hands at entrance; not wearing coveralls; and not signing the logbook. Table III presents the frequency of the five main errors depending on the assessment period, the type of individual, the duration and the moment of the visit, and the presence of an observer when entering the barn. Table IV presents the number of erroneous visits when ignoring areas depending on the type of area delimitation.

4. Discussion

A lack of knowledge or understanding of biosecurity principles among farm employees and visitors has already been proposed in several studies to explain low or variable compliance (Lotz, 1997; Amass and Clark, 1999; Sanderson et al., 2000). However, our study provides more detailed information about what may not be understood. Poor biosecurity compliance may also be related to an unwillingness to comply. Errors can be intentional or unintentional. Intentional errors seem to be related to beliefs and attitudes, like when a visitor reports in the logbook that he put on coveralls, although he did not. Unintentional errors are related to lack of understanding (e.g. donning coveralls in the contaminated area; assuming that the individual is not aware that this is a breach of biosecurity), awkwardness of application of measure (e.g. dropping farm coveralls in the contaminated area, but still putting them on for the barn visit) and spatial challenges (e.g. difficulty to respect areas when many people are simultaneously at the entrance). The main observed issue in our study was the lack of respect of the contaminated and clean areas. Having sufficient space to change boots and clothing without cross-contamination is very important. The contaminated area should be large enough to

remove personal clothing and shoes (considered contaminated) without difficulty and, mainly, without contact with farm coveralls and boots. The lack of a hygiene barrier (defined demarcation zone to change boots, such as a bench) was identified as a significant risk factor for *Campylobacter* contamination in Danish broiler farms (Hald et al., 2000). In the present study, all the farms had hygiene barriers (table I). However, ignoring areas remained the most frequent error. The frequency of error seemed to depend on the type of area delimitation, the duration of the visit and the presence of an observer (tables III and IV). When the delimitation was a red line or a footbath, ignoring areas seemed more frequent (table IV). The purpose of the red line and how to respect it are probably not understood. A physical barrier, such as a bench or a door cannot be ignored as easily as a line. Lack of space also appeared to be a major limiting factor when it came to respecting biosecurity areas in anterooms, particularly when there was more than one person at a given time in the anteroom. Modifying barn entrance design (area delimitation and space) should improve area compliance. Generally, when the visit was short (less than 17 minutes, which corresponded to the median duration of a visit), errors were more frequent. The probability of disease transmission may not be proportional to the time spent in the barn. Therefore, our data suggest that growers should be aware of people coming in for short visits because they may be less likely to comply with requested biosecurity measures, such as signing the logbook and donning boots and coveralls.

Designating boots specifically for a given barn is frequently recommended in the literature (Amass et al., 2000). In the present study, wearing boots was mandatory on all participating farms. Boots of visitors and employees can act as mechanical vectors, and spread diseases between barns or farms (Newell and Fearnley, 2003). However, not changing boots was the second most frequent error. Individuals probably did not understand the potential of disease transmission by footwear. The third most frequent error was related to hand washing. Few individuals complied with the recommendation to wash hands, and the majority who did, only had to use rubbing gel. Waterless alcohol hand rub is popular because it is easy to use and it saves time. In human medicine, there is better compliance with waterless alcohol hand rub than with water and soap (Widmer,

2000). However, no study has demonstrated the efficacy of hand rub on visibly contaminated hands. Also, in human medicine, it was noted that the presence of an observer can influence the frequency of hand washing. Indeed, the presence of another person in public washrooms enhanced hand washing from 15.8% to 90% and this difference was statistically significant (Pedersen et al., 1986). In the present study, the presence of an observer also seemed to enhance hand washing but not to the same extent as for Pederson's (table III). Besides hands, clothing is also an important potential source of contamination. For example, *Mycoplasma gallisepticum*, *iowae* and *synoviae* can survive on cotton for two to six days (Christensen et al., 1994). However, few farms required coveralls; and when they did, this measure was often neglected, particularly for short visits (less than 17 minutes) and for those occurring during the afternoon. Finally, a logbook allows for a rapid and effective traceback of visitors and contributes to the control and eradication of diseases (England, 2002). Despite the fact that the logbook was clearly visible and accessible, almost 70% of visits were not recorded (table III). Also, eight individuals could not be identified by growers. In addition to being potentially a serious biosecurity risk, this represents a major traceback problem in the event of an outbreak. These individuals were filmed during working hours, indicating that barns were not locked and that no employee escorted them. Locking gates at farm entrances, if present, can prevent such visits. Typically, this is not done during working hours in the absence of an outbreak of a serious infectious disease in the region where the farm is located. This is why locking doors giving access to barns is paramount at all times. Highly compliant employees should also be used to escort visitors.

The frequency of the five main errors (table III) seemed, in general, more frequent for the medium term assessment (six months later) compared to the short term assessment (first two weeks). Awareness is probably higher two weeks after putting on a new poster with the grower's list of required biosecurity measures. It has been reported in the literature that a poster on hand washing techniques in public bathrooms enhanced women's compliance from 61% to 97%, although it did not change men's behavior. However, data were only collected one hour a day for a week (Johnson et al., 2003).

There is a need to improve understanding of biosecurity measures by demonstrating why and how to apply them. The description of biosecurity errors recorded in this study may prove useful to the development and production of training material for people involved in poultry production. Also, highly compliant employees should be identified and used to train employees. Because of the decline in compliance observed between the short and medium term assessments, it is recommended to revisit biosecurity protocols several times throughout the year. This could be done by soliciting employee participation in establishing and in reviewing the measures in place. This study also highlighted the impact of anteroom design on some key biosecurity measures at entrance of poultry barns.

There are some limitations in this study. Farm selection was not randomly done and was dependent on the willingness of the grower. Selected farms may not be representative of all Canadian poultry farms, since farms without employees (often family farms) were excluded from this study. Also, because of ethical considerations, a visible camera had to be placed elsewhere in the barn. This camera may have had an impact on people's behavior, including biosecurity compliance. Nonetheless, to our knowledge, this is the first time that the process of entering and exiting poultry barns could be observed in details under field conditions.

Acknowledgements

A special thanks to all the participants and for the financial support of The Canadian Food Inspection Agency, The University of Montreal, The Rôtisseries St-Hubert, and EPSI Inc.

References

- Amass S. F., Clark L. K., 1999. Biosecurity considerations for pork production units. *Journal of Swine Health and Production*, 7(5), 217-228.
- Amass S. F., Stevenson G. W., Anderson C., Grote L. A., Dowell C., Vyverberg B.D., Kanitz C., Ragland D., 2000. Investigation of people as mechanical vectors for

- porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Journal of Swine Health and Production*, 8(4), 161-166.
- Bondad-Reantaso M. G., Subasinghe R. P., Arthur J. R., Ogawa K., Chinabut S., Adlard R., Tan Z., Shariff M., 2005. Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132(3-4), 249–272.
- Boklund A., Alban L., Mortensen S., Houe H., 2004. Biosecurity in 116 Danish fattening swineherds: descriptive results and factors analysis. *Preventive Veterinary Medicine* 66(1-4), 49-62.
- Chauvin C., Bouvarel I., Beloeil P. A., Orand J. P., Guillemot D., Sanders P., 2005. A pharmaco-epidemiological analysis of factors associated with antimicrobial consumption level in turkey broiler flocks. *Veterinary Research*, 36(2), 199-211.
- Christensen N. H., Yavari C. A., McBain A. J., Bradbury J. M., 1994. Investigations into the survival of *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma synoviae* and *Mycoplasma iowae* on materials found in the poultry house environment. *Avian Pathology*, 23(1), 127-143.
- Delabbio J. L., Johnson G. R., Murphy B. R., Hallerman E., Woart A., McMullin S. L., 2005. Fish disease and biosecurity: attitudes, beliefs, and perceptions of managers and owners of Commercial Finfish Recirculating Facilities in the United States and Canada. *Journal of Aquatic Animal Health* 17(2), 153-159.
- Delabbio J., Murphy B., Johnson G. R., McMullin S. L., 2004. An assessment of biosecurity utilization in the recirculation sector of finfish aquaculture in the United States and Canada. *Aquaculture*, 252(1-4), 165-179.
- England J. J., 2002. Biosecurity: safeguarding your veterinarian: client: patient relationship. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 18(3), 373-378.
- Faust M. A., Kinsel M.L., Kirkpatrick M.A. 2001. Characterizing Biosecurity, Health, and Culling During Dairy Herd Expansions. *Journal of Dairy Science*, 84(4), 955-965.
- Gifford D. H., Shane S. M., Hugh-Jones M., Weigler B. J., 1987. Evaluation of biosecurity in broiler breeders. *Avian Diseases*, 31(2), 339-344.

- Hald B., Wedderkopp A., Madsen M., 2000. Thermophilic *Campylobacter* spp. in Danish broiler production: a cross-sectional survey and a retrospective analysis of risk factors for occurrence in broiler flocks. *Avian Pathology*, 29(2), 123-131.
- Hoe F.G.H., Ruegg P.L., 2006. Opinions and practices of Wisconsin dairy producers about biosecurity and animal well-being. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2297-2308.
- Johnson H.D., Sholcosky D., Gabello K., Ragni R., Ogonosky N., 2003. Sex differences in public restroom hand washing behavior associated with visual behavior prompts. *Percept Mot Skills*, 97(3), 805-810.
- Losinger W. C., Bush E. J., Hill G. W., Smith M. A., Garber L. P., Rodriguez J. M., Kane G., 1998. Design and implementation of the United States National Animal Health Monitoring System 1995 National Swine Study. *Preventive Veterinary Medicine*, 34(2-3), 147-159.
- Lotz J. M., 1997. Special topic review: viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 13(4), 405-413.
- Nespeca R., Vaillancourt J.-P., Morrow W. E. M., 1997. Validation of a poultry biosecurity survey. *Preventive Veterinary Medicine*, 31(1-2), 73-86.
- Newell D. G., Fearnley C., 2003. Sources of *Campylobacter* colonization in Broiler Chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(8), 4343-4351.
- Pedersen D. M., Keithly S., Brady K., 1986. Effects of an observer on conformity to hand washing norm. *Perceptual and Motor Skills*, 62(1), 169-170.
- Pinto J. C., Urcelay V. S., 2003. Biosecurity practices on intensive pig production systems in Chile. *Preventive Veterinary Medicine*, 59(3), 139-145.
- Rauff Y., Moore D. A., Sisco W. M., 1996. Evaluation of the results of a survey of dairy producers on dairy herds biosecurity and vaccination against bovine viral diarrhea. *Journal American Veterinary Medicine Association*, 209(9), 1618-1622.
- Ribbens S., Dewulf J., Koenen F., Mintiens K., Sadeleer L.D., Kruif A.D., Maes D., 2008. A survey on biosecurity and management practices in Belgian pig herds. *Preventive Veterinary Medicine* 83(3-4), 228-241.

- Sanderson M.W., Dargatz D. A., Garry F. B., 2000. Biosecurity practices of beef-cow calf producers. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(2), 185-189.
- Shane S. M., 1993. Preventing erosive diseases in broiler parents. *Zootecnica International*, 16(5), 58-60.
- Steenwinkel S.V., Ribbens S., Ducheyne E., Goossens E., Dewulf J., 2011. Assessing biosecurity practices, movements and densities of poultry sites across Belgium, resulting in different farm risk-groups for infectious disease introduction and spread. *Preventive Veterinary Medicine* 98(4), 259-270.
- Toma B., Vaillancourt J.-P., Dufour B., Michel P., Marsh W., Benet J.J., Eloit M., Moutou F., Sanaa M. *Dictionary of Veterinary Epidemiology*. Iowa State University Press, Ames, IA, 1999; 284 pp.
- Vaillancourt J.-P., Carver D. K., 1998. Biosecurity: perception is not reality. *Poultry Digest*, 57(6) 28-36.
- Widmer A. F., 2000. Replace hand washing with use of a waterless alcohol hand rub? *Clinical Infectious Diseases*, 31(1), 136-143.
- Wren G., 2000. Biosecurity – the human factor. *Bovine Veterinarian*, March-April, 20-23.

Table I: Required biosecurity measures for employees and visitors entering a barn on eight poultry farms in Québec

Biosecurity measures	Required to	
	Employee	Visitor
Respecting “contaminated” and clean areas (i.e., an anteroom separated in two with the area closest to the door giving access to the birds being considered “clean” or not contaminated)	8 ¹	8 ¹
Changing boots or donning plastic boots	8	8
Wearing barn specific coveralls	3	4
Hand washing when entering barn	3	4
Hand washing when exiting barn	1	1
Disinfecting personal footwear (footbath)	1	1
Signing a logbook	0	8 ²

¹ Areas were separated by a red line (four barns), a bench (one barn), a door (two barns) or a foot bath (one barn). Biosecurity posters identified these particular markers as boundaries between contaminated and clean areas. However, it was not visually presented on the poster. On two farms, the contaminated area did not permit the entry of more than one person at a time.

² Seven farms had their logbook in the entrance of each barn and one farm kept it in a central office.

Table II: Description of biosecurity errors when entering and exiting poultry barns grouped by biosecurity measure and ranked according to the number of erroneous visits

Biosecurity measure and related descriptive statistics	Description of errors	Number of erroneous visits	%
Respecting the contaminated and clean areas (883 visits)	Ignoring the separation between the contaminated and the clean areas	595	67.4
	Contact between personal shoes and farm boots: the individual removes a contaminated shoe with the other foot that already has the farm boot or the plastic boot, or removes a farm boot or a plastic boot with the other foot that is contaminated (personal shoe), or moves plastic boots with his/her shoes	151	17.1
	Leaving the door open while an employee works inside the barn. In some cases, the door is left open for several hours permitting flies and wild birds to enter	127	14.4
	At exit, going back to the clean area with personal shoes, socks or contaminated plastic boots (to complete registration, pick up equipment, adjust a monitor, etc.) or when the size of the contaminated area is too small for two people	107	12.1
	Going between the two areas (contaminated; clean) without respecting biosecurity measures because of a specific need, such as getting equipment on the contaminated side to move it to the clean area	96	10.9
	Donning one or both plastic boots (or farm boots) after crossing the line to the clean area	93	10.5

	At entrance, going from the contaminated area to the clean area without changing boots, then going back in the contaminated area to change boots (or taking off shoes and walking bare-footed)	73	8.3
	Removing boots in the clean area and walking with contaminated shoes in that area	67	7.6
	Donning boots in the contaminated area or before entering the barn	66	7.5
	Removing boots in the contaminated area	63	7.1
	Walking with socks (or bare feet) in the contaminated area, then going to the clean area before changing or donning boots and vice versa	62	7.0
	Donning and/or removing farm coveralls in the contaminated area by making them touch the ground and leaving them available for the next user (in the clean area)	46	5.2
	Sweeping or moping the floor of the entry without considering areas	43	4.9
	Moving material from the contaminated area to the clean area and vice versa (e.g. trash, lunch, broom, etc.)	36	4.1
	Sweeping the floor and putting debris in the birds' room	26	2.9
	Not closing the door of the barn between two visits. The door could remain open for several hours	22	2.5
	Entering material without applying biosecurity measures. Often, the material is left on the ground in the contaminated area, and then brought to the clean area	20	2.3

	Placing dead birds directly on the ground of the contaminated area	6	0.7
	When the garbage or container for dead birds disposal is in the contaminated area or not easily accessible from the clean area, employees do not respect areas	4	0.5
	Dropping or letting on the ground plastic boots in the contaminated area, then donning them to cross to the clean area	3	0.3
	Sweeping both areas with a broom and putting debris outside the barn	3	0.3
	Contact between personal clothing and farm clothing	2	0.2
	Walking between rooms without removing plastic boots when it was necessary to change boots between rooms	2	0.2
	Letting dead birds on the floor of the barn entrance for a few hours to several days	2	0.2
	Taking farm boots or plastic boots left in the contaminated area and donning them in the clean area without disinfecting them	1	0.1
	Wearing coveralls that were hanging in the contaminated area in contact with visitors or employees personal clothing	1	0.1
	Using the "food shovel" as a dustpan	1	0.1
Boots	Not wearing or changing boots	497	56.3
(883 visits required	Passing over the foot bath or avoiding disinfection of shoes	253	85.2
changing boots and 297	Exiting the barn with the farm boots or plastic boots on	76	8.6
visits required going	Putting only one foot in the foot bath	23	7.7

through a foot bath)	Not putting at least the entire sole of the shoe in the foot bath	5	1.7
	Donning plastic boots that were left in the contaminated area by a previous visitor. Often, the boots are left on the ground, because there is no garbage can available	1	0.1
Clothing (495 visits required donning coveralls and in 54 visits, coveralls were put, but not required)	Not wearing coveralls	215	43.3
	Wearing coveralls, but not buttoning it	41	8.3
	Donning the bottom part of the coveralls only	1	0.2
Hand washing (552 visits required hand washing at entrance and 66 at exit; in 5 visits, hand washing was done at entrance, but not required and in 60 visits, hand washing was done at exit, but not required; the majority of	Not washing hands at entrance	438	79.3
	Not washing hands at exit	50	75.8
	At entrance, washing hands after touching coveralls or farm boots	8	1.5
	At exit, washing hands after touching personal shoes or coat	1	1.5

individuals used waterless alcohol hand rub)	At exit, washing hands before removing farm boots or coveralls	1	1.5
Logbook (81 visits by non- employees required signing the logbook)	Not signing the logbook	56	69.1
	Visitor reported in the logbook that he/she had put a coveralls or that he/she had washed his/her hands, but did not do it	9	11.1
	Missing or illegible information in the logbook: illegible or incomplete names (no last name), wrong date, etc.	3	3.7

Table III: Frequency of the five most prevalent biosecurity errors depending on the assessment period, the type of individual, the duration and the moment of the visit and the presence of an observer on eight poultry farms in Québec based on video surveillance

Errors	Number of erroneous visits (percentage of visits)									
	Assessment period ¹		Type of individual		Duration of visit ²		Moment of the visit		Presence of an observer ³	
	Short term	Medium term	Employees	Visitors	< 17 minutes	≥ 17 minutes	Morning	Afternoon	Yes	No
Ignoring the separation between contaminated and clean areas	267/434 (61.5%)	328/449 (73.1%)	544/794 (68.5%)	51/89 (57.3%)	334/434 (77.0%)	261/449 (58.1%)	361/545 (66.2%)	234/338 (69.2%)	294/378 (77.8%)	301/505 (59.6%)
Not wearing or changing boots when getting in a barn	223/434 (51.4%)	274/449 (61.0%)	456/794 (57.4%)	41/89 (46.1%)	306/434 (70.5%)	191/449 (42.5%)	302/545 (55.4%)	195/338 (57.7%)	270/378 (71.4%)	227/505 (45.0%)
Not washing hands at the entrance	180/271 (66.4%)	258/281 (91.8%)	408/516 (79.1%)	30/36 (83.3%)	214/254 (84.3%)	224/298 (75.2%)	261/352 (74.1%)	177/200 (88.5%)	239/321 (74.5%)	199/231 (86.1%)
Not wearing coveralls	69/238 (29.0%)	146/257 (56.8%)	192/465 (40.9%)	23/30 (76.7%)	114/199 (95.8%)	101/296 (34.1%)	126/340 (37.1%)	89/155 (77.4%)	124/290 (42.8%)	91/205 (44.4%)
Not signing the logbook	33/48 (68.8%)	23/33 (69.7%)	NA	56/81 (69.1%)	33/38 (86.8%)	23/43 (53.5%)	31/47 (66.0%)	25/34 (73.5%)	36/42 (85.7%)	20/39 (51.3%)

¹ First two weeks after setting up the surveillance system was the short term viewing and six months later was the medium term viewing; ² Seventeen minutes is the median duration of a visit; ³ For each visit, when an individual entered a barn, the presence of an observer was noted.

Table IV: Number of visits (percentage of visits) when the delimitation between the contaminated and clean areas was not respected according to the type of area delimitation for eight poultry farms in Québec based on video surveillance

Type of area delimitation	Number of erroneous visits	%
Red line	321/436	73.6
Bench	16/66	24.2
Door	18/84	21.4
Footbath	240/297	80.8

ARTICLE 2

Evaluation of strategies to enhance biosecurity compliance on poultry farms in Québec: effect of audits and cameras¹

Manon Racicot ^{a, b}, Daniel Venne ^c, André Durivage ^d and Jean-Pierre Vaillancourt ^a

^a Department of Clinical Sciences, Université de Montréal, Québec

^b Canadian Food Inspection Agency, St-Hyacinthe, Québec

^c Scott Hatchery Ltd, Québec;

^d Department of Administrative Science, Université du Québec en Outaouais;

Abstract

Biosecurity compliance is generally poor in all types of animal production systems around the world. Therefore, it is essential to define strategies to improve the implementation of biosecurity measures. This study evaluated the value of audits and visible cameras on compliance with biosecurity measures required when entering and exiting poultry barns on 24 poultry farms in Québec, Canada. Short term (first two weeks) and medium term (six months later) compliance were determined. Application of biosecurity measures was evaluated using hidden cameras. Video viewing revealed a total of 2748 visits by 259 different individuals. Results showed that bimonthly audits did not have any impact on medium term compliance. Visible cameras had a significant impact on changing boots (OR=9.6; 1.9-48.4) and respecting areas (contaminated versus clean) during the visit (OR=14.5; 1.2-175.1) for the short term period. However, six months later, compliance declined and was no longer significantly different from controls. Duration and moment of the visit, presence of the grower or an observer, barn entrance design, number of barns, number of biosecurity measures requested, type of boots worn, gender and being a member of a grower's family were significantly associated with biosecurity compliance.

Keywords: Biosecurity; Compliance; Video surveillance; Poultry; Audit; Camera

¹ Article soumis à *Preventive Veterinary Medicine*

1. Introduction

Biosecurity is the ‘health plan or measures designed to protect a population from transmissible infectious agents’ (Toma et al., 1999). Constant application of biosecurity measures is essential for the success of all types of animal productions (Gifford et al., 1987; Shane, 1993). However, research shows that compliance is poor even though consequences can be important (Nespeca et al., 1997; Vaillancourt and Carver, 1998). Moreover, despite its importance, to our knowledge, there is a paucity of studies that have investigated strategies to enhance biosecurity compliance at the farm level.

Related research on hygiene compliance can be found with humans. For example, some studies have been done in human medicine to enhance hand washing compliance. These studies found that verbal and written warnings had no effect on compliance (Lohr et al., 1991). Installation of innovative stations for hand washing increased compliance from 22% to 38%, but this was not statistically significant (Wurtz et al, 1994). Increasing accessibility of hand washing stations increased compliance from 32% to 45%, which was significant in this study (Graham, 1990). Another strategy was the implementation of a training program. After its establishment, compliance with hand washing before and after contact with patients went from 13% and 15% to 73% and 81% respectively. However, it declined to 26% and 23% after four years (Conly et al., 1989). Feedback and reinforcement seemed to be essential to maintain compliance. Studies have demonstrated the effectiveness of frequent performance feedback to improve short term compliance (Geller et al., 1980). For example, hand washing compliance increased from 12.4% and 10.6% to 68.3% and 64.8% before and after contact with a patient (Tibballs, 1996). Another study had similar results; feedback increased compliance from 63% to 92% and it was maintained for at least 3 weeks. Long term effect was not evaluated (Mayer et al., 1986). The presence of an observer can influence compliance behaviors. Indeed, the presence of another person in public toilets enhanced hand washing from 15.8% to 90% (Pedersen et al., 1986). Although these studies show that compliance can be enhanced through different means, no studies have examined this phenomenon on farms. Therefore, the main objective of this study was to determine the impact of audits and visible cameras on short term (first two weeks) and medium term (six months later)

compliance with biosecurity measures when entering and exiting poultry barns. A second objective was to identify factors related to farm visits that may be associated with compliance.

2. Materials and methods

2.1 Study population

Twenty-four commercial poultry farms were selected. The inclusion criteria were having at least one farm employee and a biosecurity protocol in place for entering and exiting barns. Both integrated and independent farms were considered for inclusion. Production types targeted were meat-type farms (chickens or turkeys), commercial layers and breeder farms (for meat-type birds). Preference was also given to farms located closest to the Faculty of Veterinary Medicine of the University of Montreal, where the investigators were based. The identification of farms fitting the selection criteria was facilitated by the Québec poultry grower associations and private veterinary practitioners. One barn was selected for each farm. For each meat-type farm, it was the barn having a new bird placement, since it was expected that people traffic would be higher during the first weeks of production. For breeder and egg-laying farms, four had a main entrance for the site, and for the remaining 3, the barn most likely to have people traffic was selected based on advice by the grower. Each grower was met by the senior author to identify the farm's entry and exit biosecurity protocol currently in place and to produce and install a laminated poster (60 by 45cm) describing the protocol at the entrance of the selected barn. Each grower had his own protocol. However, in all cases two measures were mandatory according to requirements by grower associations, namely: signing a logbook and changing boots when entering a barn. The population of interest was employees and visitors of those 24 poultry farms. All growers were informed that a hidden camera would be installed.

2.2 Study design

Farms were systematically assigned into three groups (control, audit and camera) of eight farms. The farm of the first grower who accepted to participate was assigned as to the control group; the second farm was assigned to the audit group, and the third one to

the visible camera group. The process was then repeated for the next three farms, and so on. This assignment process was designed to ensure that each production type was present in each group. For the control group, there was no intervention, other than installing the laminated poster with the grower's list of required measures. A hidden camera was installed in the barn entrance. However, in order to obtain an ethic certificate, we were required to inform all employees and visitors that they would be filmed. Hence, another non functional but visible camera was also placed elsewhere in the barn. The exact purpose of the project was not fully explained. Employees and visitors to the monitored barns were just informed that human traffic on poultry farm was being evaluated, without specifying that the purpose was to evaluate the application of biosecurity measures *per se*. In order to be included in the study, all participants had to sign a confidentiality agreement. For visitors, the logbook was modified in order to present the information related to the project. Visitors could refuse to participate by adding their initials in a specific column in the logbook. Failing to do so allowed for the inclusion of observations from these visitors, respecting the same confidentiality agreement as for employees (i.e., protection of a person's record and only reporting summary information preventing the identification of specific people and farms). For the audit group, there was also a hidden camera in the entrance and a non functional camera elsewhere in the barn, as well as a poster detailing the required biosecurity measures. An additional poster highlighted the farm's participation in a biosecurity audit project. There were three non announced audits over a six-month period and they consisted in evaluating the availability and feasibility of biosecurity measures. A questionnaire evaluating general biosecurity principles was administered on-farm, as well as individual questionnaires for employees to assess their own and their coworkers' compliance. Visitors were not targeted by audits because their visit schedule was not known. Biosecurity principles were discussed with all employees during each audit and changes in the barn entrance setup were made to facilitate daily compliance (such as moving the logbook into the contaminated area or moving the hand sanitizer closer to the area delimitation). Finally, for the camera group, in addition to the poster listing the required measures, there was a visible camera in the entrance of the barn for six months and a poster advising that a constant (entire six months) monitoring was done. However, the

actual filming was done, as for the other groups, by a hidden camera, and for the same duration as for the other groups.

2.3 Data collection

The project began in fall 2008 and ended in winter 2010. The senior author went on all the farms with a technician specialized in camera installation in order to target the best place to hide the camera depending on the requested biosecurity measures. Efforts were made to ensure that farm employees and visitors were not aware of this installation. In particular, nobody was present when the hidden camera was installed. All the farms were followed 24 hours/day for two weeks after setting up the surveillance system (short term viewing) and six months later, for another two weeks corresponding to the medium term viewing. For meat-type birds, these two-week periods corresponded to the beginning of a production cycle. The senior author watched all the videos and recorded the application of biosecurity measures as well as other aspects of the visit (gender, visitor versus employee, date, time, duration of visit [time spent in the selected barn], presence of an observer and presence of the grower). To avoid misclassifications during video viewing, a detailed physical description of each individual was made. Pictures of all individuals were also taken for identification by the grower.

A visit was defined as employees or visitors getting in the barn and going beyond the contaminated area, defined as the first zone at the entrance of an anteroom that could be contaminated with pathogens from outside. Anterooms were all separated in two with the area closest to the door giving access to the birds being considered “clean” or not contaminated. At entrance, a participant would be expected to remove his personal footwear and coat in the contaminated area and to don farm boots while crossing the area delimitation. Coveralls would then be put on in the clean area to avoid contamination. Alternatively, participants could don plastic boots while crossing the area delimitation. To maintain the integrity of the two areas, it was expected that personal shoes and clothing would not be in contact with the clean area; likewise, farm boots, plastic boots and coveralls would not be in contact with the contaminated area. Contact between personal shoes and farm boots also had to be avoided.

2.4 Participation

To obtain 24 participating growers, 27 had to be contacted. Two refused to participate for lack of time and refusal to hide cameras because employees were family members. One grower was excluded because he did not have a biosecurity protocol for entering and exiting his barns. Thirteen farms were associated with eight integrated companies and 11 were independent farms. The mean number of barns on each farm was five (range: one to twelve). The production types for the short term assessment were 17 meat-type farms, 4 commercial layers and 3 breeder farms. For the medium term assessment, one commercial layer operation had converted the pullet barn included in the study into a broiler barn, resulting as well in a change in biosecurity measures requested. The poster listing biosecurity measures was therefore replaced. The required biosecurity measures for the 24 participating farms are presented in table I. The mean and the median number of measures requested when entering and exiting a barn was 5 (2 to 9).

One grower did not ask his employees to respect areas but required it for visitors. Although this was contrary to sound biosecurity principles, the purpose of the study was not to modify biosecurity protocols, but to evaluate compliance. For hand washing, all the farms requiring it had waterless alcohol hand rub; 11 also had a sink with water and soap, and 7 of these sinks were in the entrance of the barn (near the area delimitation). Twenty-three farms had their logbook in the entrance of each barn and one farm kept it in a central office. In barn entrances, the types of separation between the contaminated and the clean areas were red lines (14/24 barns), benches (3/24), doors (4/24) and foot baths (2/24). On one farm, the outside door was the delimitation for the short term assessment, but a red line was put in place for the medium term assessment. Benches, doors and foot baths were considered a physical barrier by contrast to a line. Biosecurity posters identified these particular markers as boundaries between contaminated and clean areas. However, it was not visually presented on the poster. Barns were also classified depending on the ease of application of requested biosecurity measures (easy, intermediate and difficult). 'Easy' referred to entrances where all measures could be easily applied without important space limit; 'intermediate' referred to entrances where

it was more challenging to comply. For example, some anterooms offered a large contaminated area, but only a small clean one. This made it difficult to avoid walking in the contaminated area during the visit; ‘difficult’ referred to entrances where major problems were noted such as a small contaminated area difficult to respect when, for example, more than one person were in the entrance. Ease of application was determined when cameras were installed. Eight farms were classified as ‘easy’, eleven as ‘intermediate’ and five as ‘difficult’.

2.5 Analysis

2.5.1 Short term assessment

The unit of analysis was the visit. For each biosecurity measure, multilevel logistic regression models, with the outcome being the application or not of a specific biosecurity measure, were performed. Models were fitted using RIGLS first order penalized quasi-likelihood estimation with logit link function using MLwiN software (MLwiN 2.22; Rasbash et al., 2010). A random intercept for individuals was included to consider repeated visits made by the same individual. A farm random intercept was also included to adjust for dependence between individuals visiting the same farm. Fixed effects that were considered as possible predictors of application of a biosecurity measure are presented in table II. The model used was as follow:

$$BM_{ijk} = \beta_{0ijk} + \beta_{ijk}X_{ijk} + v_{0k} + u_{0jk} + e_{0ijk}$$

Where BM_{ijk} is the odds of applying the biosecurity measure for the i^{th} visit by the j^{th} individual on the k^{th} farm; and is a function of β_0 (the intercept) and a series of fixed predictors (X) through the logit function and approximately follows a binomial distribution; v_{0k} , u_{0jk} , and e_{0ijk} are respectively the farm, individual and visit error terms and are assumed to follow an approximately normal distribution.

To model overall visit compliance, a model for count data was built. The response variable was the number of biosecurity measures truly respected on a specific visit. The different biosecurity measures were equally weighted because of a lack of information available in the literature to justify a measure-specific weighting. To evaluate the relationship with rates (compliance), rather than counts (crude number of biosecurity

measures applied), the log (base e) of the number of biosecurity measures asked on each farm was added to the model as an offset. A Poisson multilevel model of visits was fitted to the count data using a log link function with RIGLS and second order penalized quasi-likelihood with random intercepts for individuals and farms. Variables considered as predictor (fixed part) are presented in table II. The model used was as follow:

$ABM_{ijk} = \beta_{0ijk} + \beta_{ijk}X_{ijk} + v_{0k} + u_{0jk} + e_{0ijk}$ with an offset (log (base e) of the number of biosecurity measures asked).

Where ABM_{ijk} is the odds of applying one additional biosecurity measure for the i^{th} visit by the j^{th} individual on the k^{th} farm; and is a function of β_0 (the intercept) and a series of fixed predictors (X) through the log function and approximately follows a Poisson distribution; v_{0k} , u_{0jk} , and e_{0ijk} are respectively the farm, individual and visit error terms are assumed to follow an approximately normal distribution.

2.5.2 Medium term assessment

Only people filmed during both short and medium term assessments were included in the statistical analyses. Also, for the audit group, only individuals who participated in at least two audits were included. For each biosecurity measure, multilevel logistic regression models with random intercepts for individuals and farms were used. The assessment period (short and medium terms) and the interaction with the study groups were added to the models as fixed effects. The purpose was to determine the effect of time on compliance within each study group and to compare study group compliance at both terms. Visit compliance was evaluated using a Poisson multilevel model as described earlier.

2.5.3 Model construction

Statistical analyses were performed using MLwiN software (MLwiN 2.22). All the variables presented in table II were added to the model and a backward selection method was used with $p > 0.05$ (Wald test at 5% significance level). When co-linearity was present between two variables, one was chosen according to the biological importance of the relationship. The *a priori* biologically important interactions were only tested in the final model to avoid convergence problems. In the presence of significant interactions,

post-hoc tests were performed to evaluate which pairs were significant (Wald test). For each model, the standardised residuals at the farm and individual levels were graphically evaluated to verify the assumptions that random errors were normally distributed and to detect outliers. At the visit level, the extra-binomial (for biosecurity measure models) or extra-Poisson (for visit compliance models) parameters were calculated to evaluate the model fit (Steele, 2009a, 2009b).

3. Results

3.1 Descriptive results

All farm employees and visitors from the 24 farms agreed to participate in the project. Overall, 23 individuals visited more than one farm in different study groups resulting in non independence between groups. These people were assigned to only one group depending on number of visits, meaning the one where they made the most visits. A total of 15 people were unknown to the growers but included in the study as visitors. These people were observed on nine farms, with one or two such visitors per farm. Thirteen children were excluded because they were too young to read biosecurity instructions. After these exclusions, a total of 2748 visits featuring 259 individuals were included in the study. There were 136 employees and 123 visitors. Visitors were technicians, veterinarians, members of the growers' families or employees' families, delivery men, salespersons, pest exterminators, repairmen, future employee, student and unidentified individuals. The majority of visits (2153 or 78.3% of all visits) occurred during the week, and 595 occurred during the weekend (21.7%). Morning visits were more frequent (1631 or 59.4% of all visits) than afternoon visits (1117 or 40.6%). The mean duration of all visits was 64 minutes. On average, visits lasted 91 minutes in the morning and 26 minutes in the afternoon. For broiler farms, the mean duration was 25 minutes in the morning and 14 minutes in the afternoon. The mean duration in the morning was 155 minutes and 187 minutes for commercial layers and breeder farms, respectively. In the afternoon, it was 33 minutes for commercial layers and 55 for breeder farms. The presence of an observer (another employee or visitor) was noted during 839 visits (30.5% of all visits). The grower was present during only 70 visits (2.6% of all visits). Twenty-five individuals (9.7% of all people) were members of a grower's family (14

employees and 11 visitors). When boots were put on, farm rubber boots were used by 65 employees on 17 farms for 1043 visits and by two visitors on two different farms. Farm rubber covers (allowing users to keep their shoes on) were used by nine employees on four farms for 124 visits and by only one visitor on one farm. Disposable plastic boot covers (allowing users to keep their shoes on) were used by 47 employees on 16 farms for 688 visits and by 81 visitors on 21 farms. During the total observation period (short and medium terms), there were on average 5.1 visitors (0 to 11) and 5.7 employees (1 to 17) per farm. Layers and breeder farms had, on average, 6.3 visitors (4 to 10) and 9.7 employees (3 to 17) and broiler farms had 4.7 visitors (0 to 11) and 4.3 employees (1 to 10). The mean number of visits per individual was 8.0 (1 to 83). The number of visits and individuals per assessment period and study group are presented in tables III and IV, respectively.

Some biosecurity measures were not frequently required resulting in lack of data to build models. Those measures were hand washing at exit, disinfection of personal shoes (or footbath) and wearing a hairnet. Consequently, results for these measures are not presented. For the medium term assessment, there were not enough data to evaluate the effect of strategies on logbook compliance since there were only 62 visits done by 16 visitors on 10 farms. The logbook was signed during 41 visits (66.1% of visits) by 13 different individuals.

The percentage of visits where each biosecurity measure was respected when entering and exiting a barn depending on the study group and assessment period is presented in table V.

3.2 Regression analysis

Tables VI to IX present the regression models. The video recorder for one barn was defective during the short term assessment, resulting in loss of data. Therefore, the farm involved had to be excluded. Models were thus built using data from 23 farms. Final multi-level logistic regression models for each biosecurity measure for the short term assessment are presented in table VI and for the medium term assessment, in table VII.

Odds ratio estimates and 95% confidence intervals were calculated. For visit compliance, multi-level Poisson regression models predicting the number of biosecurity measures applied depending on those required when entering and exiting poultry barns are presented in table VIII for the short term assessment and in table IX for the medium term assessment. Incidence rate ratio estimates and 95% confidence intervals were calculated. Only significant results are presented ($p < 0.05$). For each model (tables VI to IX), standardised residuals at both farm and individual levels were normally distributed and no outliers were detected. The extra-binomial parameters varied from 0.6 to 0.9 suggesting no important departure from the binomial distribution. However, an extra-binomial distribution was permitted for coveralls ($\alpha = 0.4$) and hand washing short term models ($\alpha = 0.5$) and an extra-Poisson distribution for visit compliance ($\alpha = 0.4$ for the short term assessment and 0.5 for the medium term assessment).

The presence of a visible camera in barn entrances had a strong impact on wearing boots (OR=9.6; 1.9-48.4) and respecting areas during the visit (OR=14.5; 1.2-175.1) for the short term assessment (table VI). The camera also had a significant short term impact on visit compliance: odds of complying with one additional biosecurity measure were 1.6 times higher compared to the control group (table VIII). However, six months later, the camera group was not different from the control group. Indeed, there was no difference between groups at the medium term assessment, except for respecting areas during the visit, where the visible camera still had an impact (OR=28.5; 1.8-440.1). Moreover, compliance with boots, areas and coveralls significantly declined over time within the audit group and the visible camera group. Hand washing was also significantly reduced at the medium term assessment in the visible camera group. Even within the control group, there was a significant decline in compliance over time (coveralls, hand washing and overall compliance). Audits had a positive impact on some individuals, but generally, compliance was not enhanced.

The number of barns, the design of the entrance, the type of boots, the duration and the moment of the visit, the presence of a grower or an observer, being a member of a grower's family and the number of biosecurity measures required were significantly

associated with compliance with at least some of the biosecurity measures (tables VI and VII). Other variables were not related to compliance such as type of farms (integrated vs. independent), type of individuals (visitors vs. employees) and day of the visit (week vs. weekend). The number of barns was associated with boot compliance and visit compliance. There were six to 18 times more chances of donning boots (tables VI and VII) and odds of complying with one additional biosecurity measure were 1.8 times higher (table IX) when there were more than five barns on the site. Barn entrance design affected area compliance. For the short term assessment, there were five to nine times more chances of respecting areas at entrance and exit, when there was a physical barrier compared to a line. Co-linearity was present between the type of area delimitations and the ease of application of biosecurity. Models were tested with the ease of application instead of area delimitations, and the variable was still statistically significant with the outcome (results not shown). Also, odds of complying with one additional biosecurity measure were 1.5 times higher when there was a physical barrier compared to a line (table VIII). For the medium term assessment, the type of area delimitations was not associated with area compliance. However, the ease of application of biosecurity was strongly associated with area compliance: there were 12 to 23 times more chances of respecting areas, when biosecurity measures were performed in an environment facilitating their application. Moreover, for the medium term assessment, compliance with areas at entrance was better for men than women, and compliance with areas at exit was better when plastic boots were worn compared to farm boots (rubber boots or rubber covers) (table VII).

The duration of the visit was strongly related to compliance. When the visit was lasting longer than five minutes, there were 8 to 35 times more chances of donning boots, 2 to 3 times more chances of washing hands at entrance and 2 to 14 times more chances of donning coveralls (tables VI and VII). Compliance with areas during the visit was negatively correlated to the duration of the visit: there were 6 to 11 times fewer chances of respecting areas for visits lasting longer than five minutes (table VII). For overall visit compliance, odds of complying with one additional biosecurity measure were 1.5 times higher when the visit was lasting longer than five minutes (tables VIII and IX). Visits in

the morning were also associated with higher compliance. In the morning, participants were more likely to don boots and coveralls and to wash their hands (tables VI and VII).

The presence of an observer while entering a barn reduced compliance for boots, signing the logbook and hand washing for the short term assessment (table VI). Overall visit compliance was also reduced when an observer was present (table VIII). However, the presence of an observer was not evaluated when exiting the barn. Peer pressure was only evaluated at entrance because the majority of biosecurity measures had to be applied when entering the barn. Also, when the grower was present, there were about six times fewer chances of donning coveralls, but three times more chances of washing hands (tables VI and VII). Fourteen employees and 11 visitors (9.7% of all participants) were members of 11 grower families and they were less likely to comply with the biosecurity protocol: odds of complying with one additional biosecurity measure were 1.6 times lower (table VIII). Finally, visit compliance was related to the number of biosecurity measures required: odds of complying with one additional biosecurity measure were 1.6 times higher when there were more than five measures to apply (table IX).

4. Discussion

The presence of a visible camera in a barn entrance enhanced overall visit compliance and more specifically boot and area compliance. However, six months after its installation, compliance with area during the visit was the only biosecurity measure that was enhanced at the medium term assessment. Compliance declined over time in all study groups, even within the control group (table IX) suggesting that the presence of a new poster with the grower's list of required biosecurity measures probably enhanced short term compliance. It has been reported in the literature that a poster on hand washing techniques in public bathrooms enhanced women's compliance from 61% to 97%, although it did not change men's behavior. However, data were only collected one hour a day for a week; long term effect was not evaluated (Johnson et al., 2003). Audits are frequently used in the medical field, but their effectiveness is difficult to assess (Mortel et al., 2006). Audits should be relevant, objective, measurable, repeatable and able to suggest changes (Shaw et Costain, 1989; Smith, 1990). In the present study,

audits did not have any impact on biosecurity compliance for the short and medium term assessments. At each audit, participants also had to assess their own compliance. Some reported that they were always complying with all the requested measures. However, based on video surveillance, we observed that compliance was frequently low. As reported in other studies, there is a poor correlation between self-reported and observed compliance (O'Boyle et al., 2001). Although audits seemed ineffective in our study, we must keep in mind that the auditor, in this case, was not in a position of authority over the employees. In other words, the fact that this was only a University study might have played a role. An audit assisted by video surveillance and performed by representative of the farm ownership (or the integrated company involved with the farm) might have yielded different results. Furthermore, these audits did not offer training material such as study results showing the importance of compliance. For this study, we can only conclude that a bimonthly audit, including direct interaction with employees, was ineffective in enhancing compliance. For some biosecurity measures, compliance was even lower following the three audits.

Having more than five barns on the site was positively associated with boot and visit compliance. This may be related to concerns due to the risk of disease transmission between barns. Indeed, boots can act as mechanical vectors, and spread diseases between barns or farms (Newell and Fearnlay, 2003). This is also true for farms with two to four barns, but employees of larger farms may be more concerned with heavier traffic, may be more used to frequent boot changing, or may have received more training. Unfortunately, this study was not designed to assess the motivation of employees. Having a physical barrier and sufficient space in barn entrances were also positively associated with area compliance. Infrastructures should facilitate or even encourage people to comply. Barn entrance design should permit a logical and practical application of biosecurity measures on a daily basis. Replacing area delimitation lines with physical barriers and providing sufficient space to perform required biosecurity protocol should enhance and contribute to maintain compliance. In particular, having sufficient space to change boots and clothing without cross-contamination is very important. The contaminated area should be large enough to remove personal clothing and shoes

(considered contaminated) without difficulty and, mainly, without contact with farm coveralls and boots. Compliance with areas at entrance was better for men than women (table VII). This may be related to experience and training. However, we were not in a position to test this hypothesis. It may also only be a statistical finding, since men did not perform significantly better for any of the other required measures. Compliance with areas at exit was better when plastic boots were used instead of farm boots (table VII). Some studies have suggested that disposable plastic boots could improve boot hygiene, particularly for unskilled people (Poss et al., 1998; Amass et al., 2000). In this study, it is probable that respecting areas was enhanced when plastic boots were used because they are easier to remove. Often, when farm boots are removed, cross-contamination occurs with personal shoes or socks (as a person uses one foot to remove the second boot) resulting in failure to respect areas. However, plastic boots are not durable and should not be reused. This is a major concern because plastic boots were often worn and many reused them, sometimes for an entire week. A preferable approach would be for employees to use farm boots instead of plastic boots and having a physical barrier, such as a bench, delimitating areas. This would help reducing contact between personal shoes and farm boots.

The duration of the visit was strongly related to boot, coveralls and hand washing compliance and to overall visit compliance. We expect compliance to be the same, independently of the time spent in the barn. The risk of disease transmission may not be proportional to the time spent working there. However, this was obviously not the case. Therefore, it is important to be aware of people coming in for short visits because they may be less likely to comply. Locking doors is needed to avoid unexpected visits when, for example, a visitor is looking for the grower. In our study, this point is further highlighted by the fact that several visitors not known to growers were observed on several farms. Also, frequently used equipment should be stored in a garage or a storage room instead of barns to avoid visits by employees who are only coming in to get equipment. Moreover, the odds of respecting areas during a visit were lower as the duration of the visit increased. This is probably related to a greater opportunity of not respecting the area delimitations as the duration of the visit increases. A physical barrier

should help with this issue. The moment of the visit was also associated with compliance. Boot, coveralls and hand washing compliance were better in the morning compared to the afternoon. It may be due to farm activities performed in the morning, such as picking up dead birds, which may be perceived as an activity enhancing chances of becoming contaminated and of propagating diseases between barns. It may also be related to declining attention and motivation as the day progresses or to social factors such as being rushed in the afternoon in anticipation of getting off work. However, it is not justified to alter biosecurity measures depending on the time of day. Therefore, training programs will have to address this issue.

Attitudes and behaviors of an employee can affect the behavior of coworkers (Ajzen et Fishbein, 1980; Coleman et al. 1998). In this present study, the presence of an observer while entering a barn actually had a negative impact on compliance. Lower compliance in the presence of an observer may be related to distractions occurring when more than one person is present. For the logbook, a visitor may expect the other person with him to sign him in or he may think that signing is only required when no farm personnel is around. These results are contrary to another study evaluating the influence of an observer on hand washing compliance. Pedersen et al. (1986) demonstrated that the presence of another person in public washrooms enhanced hand washing compliance from 15.8% to 90%. Social pressure seems to encourage proper hygienic behavior, although this was not the case in the present study, except when the grower was the observer. His presence did enhance hand washing compliance, but reduced compliance with coveralls for both observation periods (tables VI and VII). Washing hands may be perceived easier and faster than donning coveralls. The presence of the grower may be enough to encourage the former, but not the latter. Growers' attitudes and leadership were not evaluated, but may be related to their employees' compliance. In other words, another possibility is that employees and visitors follow the behaviour of the grower. If the grower does not don coveralls, employees and visitors may infer that it is not necessary for them as well. In the context of industrial accidents, it had been shown that supervisor behaviors and attitudes toward safety were significantly related to employees' compliance with safety measures (Hayes et al., 1998).

In Georgia, a study showed that family members of 35% of growers were working in the poultry industry or owned birds (Dorea et al., 2010). In the present study, this proportion was lower (about 10%) but it is worth noting that they were less likely to comply with the required biosecurity protocol (table VIII). Family members were often helping with bird placement. Biosecurity should be effective from this moment and during the entire production cycle. There is no reason to think that family members are less likely to contribute to contagious diseases transmission. Training programs should be provided to all employees, and growers should be aware of the risks associated with any visitors, including family members. Finally, visit compliance was positively associated with the number of required biosecurity measures. Farms requiring more than five measures tended to provide an environment facilitating biosecurity compliance, such as adequate space and a physical barrier. Although this may also reflect the type of poultry production: commercial layers and breeder farms normally required more biosecurity measures than broiler farms. The type of production could not be tested because we only had three commercial layers and three breeder farms distributed over three different groups.

Studies identifying reasons for lack of compliance typically focus on the level of information provided to personnel on biosecurity (Lotz, 1997; Amass et Clark, 1999; Sanderson et al., 2000). Lack of knowledge and comprehension is only one aspect of the problem. It has been shown that visit, people, and farm characteristics are determinants of compliance. Some individuals seemed to willingly not follow the rules indicating that psychological characteristics may also be part of the problem. Personality traits, attitudes and motivations should be investigated. Communication is also a key factor. At the time the study began, only three farms had their biosecurity protocol written and displayed in barn entrances. In a 2001 survey, 72 North American veterinarians reported that communication was the most important component of a good biosecurity plan. They also indicated that implementation of training programs was essential (Vaillancourt, 2009). However, information is lacking on the optimal frequency, content, and administration method of training programs to minimize a decline in compliance over time. Several

factors may need to be considered, such as employee turnover, and previous training experience. Moreover, highly compliant employees should be identified and used to train employees. Because of the decline in compliance observed between the short and medium term assessments, it is recommended to revisit biosecurity protocols several times throughout the year. This could be done by soliciting employee participation in establishing and in reviewing the measures in place.

Certain limitations of this study need to be addressed to interpret the findings. The study used a convenience sample; growers were volunteers. However, all employees and visitors participated in the study. Selected farms may not be representative of all Canadian poultry farms, since farms without employees (often family farms) were excluded from this study. The sample size (24 barns) was relatively small. Nevertheless, 259 individuals doing 2748 visits were more than expected and the statistical analysis provided useful information that was previously missing to better understand compliance determinants. Regarding how overall visit compliance was assessed, we gave the same weight to each biosecurity measure. The assumption that biosecurity measures are equally important can be criticized, as one can be more effective than another in reducing disease transmission. However, we did not have any previous studies justifying a ranking of measure effectiveness. Finally, poultry production types could not be evaluated because of the limited number of layer and breeder farms. In this study, layers and breeder farms tended to have fewer barns, more employees and visitors, and more biosecurity measures required at entrance and exit compared to broiler farms. Visits on these farms were longer than visits on broiler farms. They may also have had different objectives, motivations and training programs.

Conclusion

The presence of a visible camera in barn entrance enhanced overall short term visit compliance and more specifically boot and area compliance. However, six months later, compliance significantly declined. Audits did not have any impact. Continuous training programs (i.e. regular employee training programs coupled with measure specific training sessions based on observed needs) should address issues related to visits by all

poultry personnel and visitors. Of particular importance is emphasizing that biosecurity measures must be applied with the same rigor independently of the duration and the moment of the visit. Improving barn entrance design by replacing area delimitation lines with physical barriers and facilitating the application of each measure by providing enough space and adequately positioned equipment (e.g., hand washing or sanitizing products, sufficient farm boots, coveralls, etc.) should contribute to enhancing and maintaining compliance. Since the presence of an observer may affect compliance negatively, it is also important to train employees to enforce compliance when more than one person enters or leaves a barn. Finally, we must stress that no single intervention or corrective action can, in itself, solve the problem of low biosecurity compliance.

Acknowledgements

The researchers acknowledge the support of all participants and the financial contributions from the Canadian Food Inspection Agency and the Faculty of veterinary medicine of the University of Montreal. A special thanks to Simon Dufour for his help with the statistical analysis.

References

- Ajzen I., Fishbein M., 1980. Understanding attitudes and predicting social behavior. Prentice-Hall New Jersey, 278 pages.
- Amass S. F., Clark L. K., 1999. Biosecurity considerations for pork production units. *Journal of Swine Health and Production*, 7(5), 217-228.
- Amass S., Vyverberg B.D., Ragland D., Dowell C.A., Anderson C.D., Stover J.H., Beaudry D.J., 2000. Evaluating the efficacy of boot baths in biosecurity protocols. *Journal of Swine Health and Production* 8(4), 169-173.
- Coleman G.J., Hemsworth P.H., Hay M., 1998. Predicting stockperson behavior towards pigs from attitudinal and job-related variables and empathy. *Applied Animal Behavior Science* 58(1), 63-75.
- Conly J. M., Hill S., Ross J., Lertzman J., Louie T.L., 1989. Hand washing practices in an intensive care unit: the effects of an educational program and its relationship to infection rates. *American Journal of Infection Control*, 17(6), 330-339.

- Dorea F.C., Berghaus R., Hofacre C., Cole D.J., 2010. Survey of Biosecurity Protocols and Practices Adopted by Growers on Commercial Poultry Farms in Georgia, U.S.A. *Avian Diseases* 54(3), 1007-1015.
- Geller E. S., Eason S. L., Phillips J. A., Pierson M. D., 1980. Interventions to improve sanitation during food preparation. *Journal of Organizational Behavior Management*, 2(3), 229-240.
- Graham M., 1990. Frequency and duration of hand washing in an intensive care unit. *American Journal of Infection Control*, 18(2), 77-80.
- Hayes B.E., Perander J., Smecko T., Trask J., 1998. Measuring Perceptions of Workplace Safety: Development and Validation of the Work Safety Scale. *Journal of Safety Research* 29(3), 145–161.
- Johnson H. D., Sholcosky D., Gabello K., Ragni R., Ogonosky N., 2003. Sex differences in public restroom hand washing behavior associated with visual behavior prompts. *Percept Mot Skills*, 97(3), 805-810.
- Lohr J.A., Ingram D.L., Dudley S.M., Lawton E.L., Donowitz L.G., 1991. Hand washing in pediatric ambulatory settings: an inconsistent practice. *American Journal of Diseases of Child*, 145(10), 1198-1199.
- Lotz J.M., 1997. Special topic review: Viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 13(4), 405-413.
- Mayer J. A., Dubbert P. M., Miller M., Burkett P. A., Chapman S. W., 1986. Increasing hand washing in an intensive care unit. *Infection Control*, 7(5), 259-262.
- Mortel T., Murgo M., 2006. An examination of covert observation and solution audit as tools to measure the success of hand hygiene interventions *American Journal of Infection Control* 34(3), 95-99.
- Nespeca R., Vaillancourt J.-P., Morrow W.E.M., 1997. Validation of a poultry biosecurity survey. *Preventive Veterinary Medicine*, 31(1-2), 73-86.
- Newell D. G., Fearnley C., 2003. Sources of *Campylobacter* Colonization in Broiler Chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(8), 4343-4351.

- O'Boyle C.A., Henly S.J., Larson E., 2001. Understanding adherence to hand hygiene recommendations: The theory of planned behavior. *American Journal of Infection Control* 29(6), 352-360.
- Pedersen D. M., Keithly S., Brady K., 1986. Effects of an observer on conformity to hand washing norm. *Perceptual and motor skills*, 62(1), 169-170.
- Poss P.E., 1998. Turkey Industry Strategies for Control of Respiratory and Enteric Diseases. *Poultry Science* 77(8), 1181-1185.
- Rasbash J., Browne W., Healy M., Cameron B., Charlton C., 2010. MLwiN version 2.22. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Sanderson M.W., Dargatz D.A., Garry F.B., 2000. Biosecurity practices of beef-cow calf producers. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(2), 185-189.
- Shaw C.D., Costain D.W., 1989. Guidelines for medical audit: seven principles. *British Medical Journal* 299(6697) 498-499.
- Smith T., 1990. Medical audit: closing the feedback loop is vital. *British Medical Journal* 300(6717), 65.
- Steele F., 2009a. Module 6: Regression Models for Binary Responses Concepts. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Steele F., 2009b. Module 7: Multilevel models for binary responses. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Tibballs J., 1996. Teaching hospital medical staff to hand wash. *The Medical Journal of Australia*, 164(7), 395-398.
- Toma B., Vaillancourt J.-P., Dufour B., Eloit M., Moutou F., Marsh W., Bénet J.-J., Sanaa M., Michel P., Kass P., Bigras-Poulin M., 1999. *Dictionary of Veterinary Epidemiology*. Wiley-Blackwell, 284 pages.
- Vaillancourt J.-P., Carver D. K., 1998. Biosecurity: perception is not reality. *Poultry Digest*, 57(6) 28-36.
- Vaillancourt J.-P. Can we talk? 2009. The role of communication in regional disease control. *La Revue Canadienne d'aviculture* 96(6), 16-18.

Wurtz R., Moye G, Jovanovic B., 1994. Hand washing machines, hand washing compliance, and potential for cross-contamination. *American Journal of Infection Control*, 22(4), 228-230.

Table I: Number of poultry farms that require a specific biosecurity measure for employees and visitors when entering and exiting 24 poultry farms in Québec

Biosecurity measures	Required to	
	Employee	Visitor
Respect of a “contaminated” and a clean area (i.e., an anteroom separated in two with the area closest to the door giving access to the birds being considered “clean” or not contaminated)	23	24
Change boots or put on plastic boots	24	24
Wear barn-specific coveralls ¹	9.5	16.5
Hand washing when entering barn ¹	11.5	13.5
Wear gloves when handling birds	1	0
Hand washing when exiting barn	3	4
Disinfection of personal footwear when entering barn	4	4
Disinfection of personal footwear when exiting barn	2	2
Wear a hairnet ¹	1.5	2.5
Sign a logbook	0	24

¹One farm changed production type during the study: it was a commercial layer operation for the short term assessment and a meat-type operation for the medium term resulting in different biosecurity measures requested.

Table II: Explanatory variables included in the assessment of biosecurity compliance when entering and exiting 24 poultry barns in Québec

Levels	Explanatory variables	Types of variables	Categories
Farm	Study groups	Categorical	Control; audit; visible camera
	Type of farms	Binary	Integrated vs. independent farms
	Number of barns	Binary	< 5 vs. ≥ 5 ¹
	Area delimitations	Binary	Physical barrier vs. red line
	Ease of application	Categorical	Easy; intermediate; difficult
Individual	Type of individuals	Binary	Visitor vs. employee ²
	Gender	Binary	Woman vs. man
Visit	Day	Binary	Week vs. weekend
	Moment of the visit	Binary	Morning vs. afternoon
	Grower	Binary	Present at entrance vs. not present
	Observer	Binary	Present at entrance vs. not present
	Measures requested	Binary	< 5 vs. ≥ 5 ¹
	Assessment periods	Binary	Short term vs. medium term
	Type of boots	Binary	Farm boots vs. plastic boots
	Duration of visit ³	Categorical	<5 min; 5-17 min; 17-54 min; ≥ 54 min

¹The distribution was bimodal with a mean of five.

²Employee included part-time and full-time employees and co-owners.

³The duration of all visits were divided in four equal groups (quartiles) and categories were built accordingly.

Table III: Number of visits and individuals recorded entering a barn during short term (first 2 weeks) and medium term (2 week observation 6 months later) observation periods on 24 Québec poultry farms

		Assessment periods ¹		
		Short term	Medium term	Both terms
Number of visits		1517	1231	1997
Number of individuals		176	169	86 ²
Type of individuals	Full-time employees	68	74	56
	Part-time employees	26	30	11
	Visitors	79	60	16
	Farm co-owners	3	5	3
Gender	Men	145	140	71
	Women	31	29	15

¹Short term: first two weeks after installation of cameras; medium term: two-week observation period six months after short term assessment; both terms: people who were observed during both assessment periods

²41 individuals in the control group; 23 in the audit group (15 participated to at least 2 audits) and 22 in the camera group

Table IV: Number of visits and individuals recorded entering a barn depending on the study group (control, audit, and camera) on 24 Québec poultry farms

		Study group ¹			Total
		Control	Audit ²	Camera ³	
Number of visits		883	907	958	2748
Number of individuals		102	62	95	259
Type of individuals	Full-time employees	32	22	32	86
	Part-time employees	20	5	20	45
	Visitors	47	35	41	123
	Co-owners	3	0	2	5
Gender	Men	91	48	75	214
	Women	11	14	20	45

¹ Control group: no intervention; audit group: 3 biosecurity audits over 6 months; camera group: visible camera in the barn entrance; 8 farms per group

² For the medium term assessment, data were lost on two barns because the hidden camera that was placed in the box with the video recorder became obstructed.

³ For the short term assessment, the video recorder from one barn was defective resulting in loss of data.

Table V: Proportion (percentage) of visits where each biosecurity measure was respected when entering and exiting a barn depending on the study group and assessment period on 23 Québec poultry farms

Study group	Assessment periods	Proportion of visits (%) where each biosecurity measure was respected ¹						
		Boots	Logbook	Areas at entrance	Areas during visit	Areas at exit	Coveralls	Hands at entrance
Control	Short term	228/434 (52.5%)	16/48 (33.3%)	67/423 (15.8%)	33/201 (16.4%)	57/426 (13.3%)	169/238 (71.0%)	97/271 (35.8%)
	Medium term ²	147/319 (46.1%)	6/14 (42.9%)	57/318 (17.9%)	22/146 (15.1%)	50/319 (15.7%)	100/156 (64.1%)	22/167 (13.2%)
Audit	Short term	465/632 (73.6%)	21/35 (60.0%)	180/632 (28.5%)	72/336 (21.4%)	148/632 (23.4%)	104/184 (56.5%)	63/320 (19.7%)
	Medium term ^{2,3}	152/259 (58.7%)	6/7 (85.7%)	80/258 (31.0%)	2/103 (1.9%)	78/257 (30.4%)	28/38 (73.7%)	38/64 (59.4%)
Camera	Short term	422/451 (93.6%)	17/23 (73.9%)	111/415 (26.8%)	164/227 (72.2%)	124/412 (30.1%)	217/259 (83.8%)	186/326 (57.1%)
	Medium term ²	180/262 (68.7%)	7/7 (100%)	61/209 (29.1%)	50/133 (37.6%)	51/209 (24.4%)	96/123 (78.1%)	61/185 (33.0%)

¹ Denominators vary because some biosecurity measures were not required on all the farms and because of missing data due to the occasional obstruction of the hidden camera by equipment or people

² Only medium term visits of people filmed during both short and medium term assessments were considered

³ Only individuals who participated in at least two audits were included.

Table VI: Odds ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel logistic regression models describing compliance for each biosecurity measure required when entering and exiting a barn on 23 poultry farms in Québec for a short term assessment (first two weeks)

Variables		Biosecurity measures ¹ (Odds ratios and 95% confidence intervals)						
		Boots ²	Log book ³	Areas at entrance ⁴	Areas during visit ⁵	Areas at exit ⁶	Coveralls ⁷	Hands at entrance ⁸
Visible camera (ref: control group)		9.6 (1.9-48.4)			14.5 (1.2-175.1)			
Physical barrier (ref: red line)				9.1 (1.4-59.3)		4.8 (1.2-18.5)		
Duration of visit (ref: <5min)	5-17 min	12.0 (6.9-20.8)						1.6 (0.91-2.7)
	17-54 min	32.6 (18.2-58.6)						2.4 (1.4-4.2)
	≥ 54 min	35.4 (18.3-68.5)						2.3 (1.3-4.2)
Morning							10.6 (6.8-16.3)	2.2 (1.4-3.4)
≥ 5 barns		5.7 (1.5-21.8)						
Presence of an observer		0.45 (0.28-0.73)	0.22 (0.07-0.69)					0.59 (0.38-0.90)
Presence of the grower							0.18 (0.09-0.36)	2.5 (1.2-5.4)

¹For area compliance (entrance, during the visit, exit), visits where boots were not don were excluded because respect of areas could not be evaluated. ²1517 visits by 176 individuals on 23 farms; ³106 visits, 75 individuals, 20 farms; ⁴1070 visits, 132 individuals, 22 farms; ⁵632 visits, 82 individuals, 18 farms; ⁶1071 visits, 132 individuals, 22 farms; ⁷681 visits, 91 individuals, 16 farms; ⁸917 visits, 94 individuals, 12 farms.

Table VII: Odds ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel logistic regression models describing compliance for each biosecurity measure required on 23 poultry farms in Québec 6 months after initial intervention

Variables		Biosecurity measures ¹ (Odds ratios and 95% confidence intervals)					
		Boots ²	Areas at entrance ³	Areas during visit ⁴	Areas at exit ⁵	Coveralls ⁶	Hands at entrance ⁷
Comparison of study groups at the medium term assessment	Audits (ref: control group)	0.72 (0.06-9.1)		0.11 (0.004-3.5)		0.43 (0.01-13.7)	12.4 (0.48-319.9)
	Camera (ref: control group)	3.6 (0.27-45.9)		28.5 (1.8-440.1)		8.3 (0.64-106.7)	8.4 (0.66-107.7)
Comparison of assessment periods within each study group	Control group at medium term (ref: control group at short term)	0.72 (0.42-1.2)		0.35 (0.06-1.9)		0.40 (0.20-0.79)	0.11 (0.05-0.22)
	Audit group at medium term (ref: audit group at short term)	0.37 (0.19-0.70)		0.04 (0.01-0.35)		0.09 (0.02-0.55)	0.93 (0.36-2.4)
	Camera group at medium term (ref: camera group at short term)	0.02 (0.01-0.09)		0.33 (0.16-0.68)		0.40 (0.16-0.99)	0.16 (0.09-0.31)
Easy to comply (ref: intermediate)			14.1 (1.1-184.1)		12.7 (2.0-82.2)		
Easy to comply (ref: difficult)			22.9 (1.3-417.7)		13.1 (1.8-98.1)		
Duration of visit (ref: < 5 min)	5-17 min	7.5 (4.2-13.5)		0.18 (0.05-0.63)		2.3 (1.1-4.5)	2.0 (1.1-3.8)
	17-54 min	17.0 (8.4-34.1)		0.09 (0.03-0.31)		13.4 (5.1-34.9)	3.0 (1.6-5.4)
	≥ 54 min	17.1 (7.9-37.1)		0.09 (0.02-0.33)		14.0 (5.6-35.5)	1.8 (0.98-3.3)

Morning	1.5 (1.0-2.1)				3.7 (1.9-7.1)	
≥ 5 barns	17.7 (2.0-153.5)					
Plastic boots (ref: farm boots)				5.0 (1.6-15.8)		
Men		6.3 (1.4-27.5)				
Presence of the grower					0.15 (0.05-0.43)	3.1 (1.2-8.3)
Grower's family			0.06 (0.01-0.51)			

¹For area compliance (entrance, during the visit, exit), visits where boots were not don were excluded because respect of areas could not be evaluated. ²1947 visits clustered within 78 individuals and 23 farms; ³1209 visits, 60 individuals, 20 farms; ⁴586 visits, 34 individuals, 15 farms; ⁵1189 visits, 59 individuals, 20 farms; ⁶728 visits, 30 individuals, 8 farms; ⁷1018 visits, 37 individuals, 11 farms.

Table VIII: Incidence rate ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel Poisson regression model of biosecurity measures applied at entrance and exit of 23 poultry barns in Québec within the first two weeks of group assignment

Variables		Short term visit compliance¹
Study groups	Audits (ref: control group)	1.2 (0.83-1.8)
	Camera (ref: control group)	1.6 (1.1-2.4)
Duration of visit (ref: <5min)	5-17 min	1.6 (1.5-1.8)
	17-54 min	1.8 (1.7-2.0)
	≥ 54 min	1.9 (1.7-2.0)
Physical barrier (ref: red line)		1.5 (1.1-2.1)
Presence of an observer		0.91 (0.85-0.97)
Grower's family		0.64 (0.47-0.86)

¹ The dataset consisted of 1515 visits by 176 individuals on 23 farms. Two visits were excluded because data on the duration of these visits were missing.

Table VIX: Incidence rate ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel Poisson regression model of biosecurity measures applied at entrance and exit of 23 poultry barns in Québec 6 months after initial intervention

Variables		Medium term visit compliance ¹
Comparison of study groups at the medium term assessment	Audits (ref: control group)	0.98 (0.51-1.9)
	Camera (ref: control group)	1.3 (0.70-2.6)
Comparison of assessment periods within each study group	Control group at medium term (ref: control group at short term)	0.82 (0.75-0.89)
	Audit group at medium term (ref: audit group at short term)	0.98 (0.88-1.1)
	Camera group at medium term (ref: camera group at short term)	0.77 (0.71-0.83)
Duration of visit (ref: <5min)	5-17 min	1.5 (1.4-1.6)
	17-54 min	1.6 (1.5-1.8)
	≥ 54 min	1.5 (1.4-1.7)
≥ 5 barns		1.8 (1.0-3.1)
≥ 5 measures to apply		1.6 (1.3-1.8)

¹ Only people filmed during both terms were included in the analysis. The dataset consisted of 1947 visits done by 78 individuals on 23 farms.

ARTICLE 3

Evaluation of the relationship between personality traits, experience, education and biosecurity compliance on poultry farms in Québec, Canada¹

Manon Racicot ^{a, b}, Daniel Venne ^c, André Durivage ^d and Jean-Pierre Vaillancourt ^a

^a Department of Clinical Sciences, Université de Montréal, Québec

^b Canadian Food Inspection Agency, St-Hyacinthe, Québec

^c Scott Hatchery Ltd, Québec;

^d Department of Administrative Science, Université du Québec en Outaouais;

Abstract

Biosecurity compliance is an issue in all types of animal production. Poor compliance is frequently related to lack of knowledge or comprehension. Human dimensions, such as personality and attitudes were also suggested as being related to compliance. As part of a larger study, personality traits, experience, education and training of employees, visitors and growers were evaluated to assess their relationship with their compliance with biosecurity measures when entering and exiting poultry barns. Biosecurity compliance was evaluated using hidden cameras. One hundred fourteen individuals involved in a total of 2379 visits on 23 poultry farms responded to a personality test. Results demonstrated that several determinants of compliance exist, and some are related to personality, experience and education. Three personality traits were significantly associated with compliance: responsibility, complexity and action-oriented. Such information has important implications for the selection of job applicants or task attribution and to enhance effectiveness of training programs.

Key words: Biosecurity; Compliance; Personality; Experience; Education; Poultry

¹ Article soumis à *Preventive Veterinary Medicine*

1. Introduction

Personality is defined as the set of thoughts, feelings and behaviors that characterize an individual. Personality traits of adults are stable over time (Costa and McCrae, 1986). The main dimensions of human personality can be divided in five factors, known as the *Big Five* model (Goldberg, 1990). The factors are emotional stability, extraversion, open-mindedness, agreeableness and conscientiousness. Many studies evaluated the relationship between personality traits and work performance (Costa and McCrae, 1984; Tett et al. 1991; Hogan & Hogan, 1996; Goodstein and Lanyon, 1999). According to Barrick and Mount (1991), conscientiousness is the best predictor of job performance among the five factors, while Tett et al. (1991) identified agreeableness as the best predictor. Accident rates and compliance with safety rules can also be predicted by personality traits. Studies reported that conscientiousness, agreeableness and emotional stability were inversely related to accident rates, while extraversion was positively correlated (Hansen, 1988-1989; Cellar et al., 2001-2004). One study reported a positive correlation between accidents and extraversion, but only for men (Craske, 1968). It was also demonstrated that patient compliance with therapeutic regimens was associated with personality traits (Strömberg et al., 1999). Regarding biosecurity compliance, Delabbio (2006) suggested a possible link with personality traits. However, the relationship had not been studied yet. Therefore, the hypothesis of this study was that personality traits, particularly those linked to conscientiousness, are associated to biosecurity compliance. The main objective was to evaluate the relationship between personality traits and compliance targeting employees, visitors and growers involved in poultry production. The relationship with experience, education and training was also investigated.

2. Material and method

2.1 Study population

Twenty-four farms were selected as described in a previous article (Racicot et al., accepted). All the participating farms had at least one farm employee and a biosecurity protocol in place when entering and exiting barns. Production types included meat-type farms (chickens or turkeys), commercial layers and breeder farms (meat-type). One barn

was selected for each farm. For each meat-type farm, it was the barn having a new bird placement, since it was expected that people traffic would be higher during the first weeks of production. For breeder and egg-laying farms, four had a main entrance for the site, and for the remaining 3, the barn most likely to have people traffic was selected based on advice by the grower. A biosecurity poster was produced according to each grower's protocol. The population of interest was employees, visitors, supervisors and growers of those 24 poultry farms.

2.2 Study design

The study design was described in details in a previous article (Racicot et al, accepted). Briefly, farms were assigned to three groups (control, audit and camera) of eight farms. For the control group, there was no intervention other than hiding a camera in the barn entrance. For the audit group, there was a hidden camera in the entrance as well as a poster highlighting the farm's participation in a biosecurity audit project. Three audits were conducted over a six-month period. Finally, for the camera group, there was a visible camera in the barn entrance for six months and a poster advising that a constant monitoring was done. Participants in this group were aware that biosecurity was evaluated for a period of six months.

2.3 Data collection

Not all farms were filmed at the same time; hence filming began in the fall 2008 and ended in winter 2010. All the farms were followed 24 hours/day for two weeks after setting up the surveillance system (short term viewing) and six months later, for another two weeks corresponding to the medium term viewing. For meat-type birds, both periods corresponded to the beginning of a production cycle. The senior author watched all the videos and recorded the application of biosecurity measures. From February to August 2010, the people recorded on film were asked to participate in the evaluation of their personality. First, a confidentiality agreement was signed by each individual. The exact purpose of the project was not fully explained; participants were only informed that poultry workers' personality was evaluated. No mention was made regarding the relationship between personality and biosecurity compliance. In this study, the

personality test used was the Work Approach and Behavior Test, known as TACT² (French acronym for *Test d'Approche et de Comportement au Travail*), which is based on the *Big Five* model. It comprised 300 questions evaluating personality in a work environment. It is widely used to assess personality traits in the workplace. Although not specific to the poultry industry, questions were related to team work, relationship between employees and with supervisors, and any other activities generally encountered in a workplace. Previous studies have indeed demonstrated that the link between personality test results and job performance is stronger when test items are directly related to the setting in which they apply (work) (Tett et al., 1991; Barrick and Mount, 1991). The test measures 25 personality traits grouped along the *Big Five* factors. Trait definitions are presented in annex 1. This tool was designed using a deductive approach, and was validated and standardized with a population of employees working in the private, public and parapublic sectors. The internal consistency indexes, which assess the consistency of results across items within the test (vary from 0 to 1; homogeneity is higher when the value is close to 1), for all the traits vary between 0.60 and 0.84, with a mean of 0.74. The test-retest coefficients for the 25 traits vary between 0.66 and 0.89 with a mean of 0.77. As part of the present study, another questionnaire was also completed by each participant to assess experience, training and demographic information such as age, education, and kinship with the poultry production family. Participants were tested in small groups of up to ten individuals per group. The questionnaire was available in the first language of each participant (French or Spanish) and took 45 minutes to two hours to complete. Because of reading skill limitations, the questionnaire had to be read as is, with no interpretation provided by the reader, to four individuals. Each participant had an identification number on both response sheets.

2.4 Analysis

Analyses were performed on boot compliance and overall visit compliance. Boot compliance was the only specific biosecurity measure analyzed because it was mandatory for all the farms resulting in sufficient data to build models. The unit of

² The test is available for a fee on the Compmetrica website:

<http://www.compmetrica.com/OurTests/Tests.aspx>

analysis was the visit. A random intercept for individuals was included to consider repeated visits made by the same individual. A farm random intercept was also included to adjust for dependence between individuals visiting the same farm. To model boot compliance and overall visit compliance, multilevel logistic regression models and Poisson multilevel models were performed, respectively. For Poisson multilevel models, the response variable was the number of biosecurity measures respected on a specific visit. The different biosecurity measures were considered equally weighted because of lack of data available in the literature to base a meaningful weighting. For both models, variables considered as predictors (fixed parts) are presented in table I. The model details were presented in a previous article (Racicot et al, accepted). Models were also built without data related to growers or supervisors because they were aware of the hidden camera resulting in a possible overestimation of their compliance. The mean compliance of all visits done by growers and supervisors was calculated and expressed in percentage. Compliance for a visit was calculated by dividing the number of biosecurity measures applied by those required.

Statistical analyses were performed using MLwiN software (MLwiN 2.22). Each variable, presented in table I, was tested with the outcome and those with a p-value less than 0.20 were kept for further analysis. Then, these variables were added to the model and a backward selection method was used with $p > 0.05$ (Wald test at 5% significance level). When co-linearity was present between two variables, one was chosen according to the biological importance of the relationship. The interactions, *a priori* biologically important, were only tested in the final model to avoid convergence problems, except for the interaction between assessment period (short and medium terms) and the study groups (control, audits, visible camera); this interaction was added to the models as fixed effect. In the presence of significant interactions, post-hoc tests were performed to evaluate which pairs were significant (Wald test). For each model, the standardised residuals at the farm and individual levels were graphically evaluated to verify the assumptions that random errors are normally distributed and to detect outliers. At the visit level, the extra-binomial (for boot compliance model) or extra-Poisson (for visit

compliance model) parameters were calculated to evaluate the model fit (Steele 2009a, 2009b).

3. Results

3.1 Participation

A total of 3055 visits by 277 different individuals (136 employees, 123 visitors, 3 supervisors and 15 growers) were done on 24 poultry farms. Among all the people filmed, 114 from 23 different farms completed the personality tests: 76 employees, 24 visitors, 3 supervisors and 11 growers. Forty-two individuals were excluded because they were not part of the population of interest for this project: 22 friends, children or members of growers' families, 15 people unknown to the growers, 3 veterinarians and 2 employees in training. We were unable to contact 89 people: 55 salespersons, delivery men, repairmen or inspectors and 34 employees due to turnover. At the time the test was done, 19 were unavailable, sick or on vacation and 13 were absent because they were summer students or weekend employees. The participation proportion was then 48.5% (114/235): 46.1% (100/217) for employees and visitors and 77.8% (14/18) for growers and supervisors. Supervisors and growers were aware of all the project details such as the hidden camera and the exact purpose of the study. Overall, supervisors and growers did 292 visits on 13 different farms. The mean number of visits per grower or supervisor was 21.

3.2 Descriptive results

Of the 114 participants, 92 were filmed during the short term assessment, 98 during the medium term assessment and 76 were present during both observation periods. There were 100 men (87.7%) and 14 women (12.3%). Nine individuals (7.9%) were less than 20 years old, 26 (22.8%) were between 21 and 30, 30 (26.3%) were between 31 and 41, 24 (21.1%) were between 41 and 50, 20 (17.5%) were between 51 and 60 and 5 (4.4%) were older than 61 years old. Among farm personnel, there were 47 employees (12 part-time and 35 full-time), 28 farm managers and one co-owner (involved in daily farm tasks; they did not know about the hidden camera). Among visitors, there were 16 technicians or salespersons, three repairmen, two electricians, one pest exterminator, one

replacement employee and one farm helper. Mean experience in their current position was 8.8 years (standard deviation=8.8), and the median was 5 years. Mean experience in poultry production was 14.6 years (standard deviation=11.8), and the median was 11 years. Eleven (9.7%) had experience in swine production, 18 (15.8%) in bovine production and 10 (8.8%) in multiple types of production. Almost half the participants (53/114) were attending educational meetings related to poultry production. This comprised all growers and supervisors as well as 18 farm managers (64.3%), 13 technicians or salespersons (81.3%) and only eight employees (17.0%). Forty-one (36.0%) did not complete high school (24 employees, 12 farm managers, three repairmen and two technicians); 39 (34.2%) had a high school degree or a professional diploma (17 employees, 12 farm managers, three technicians, one electrician, one repairman, one farm helper, one co-owner and two growers); 29 (25.4%) went to college (six employees, three farm managers, eight technicians, one electrician, one exterminator, two supervisors and eight growers); and 5 (4.4%) went to university (one farm manager, two salespersons, one technician and one grower). Twenty-three (20.2%) had formal education in animal production: three employees, four farm managers, nine technicians or salespersons, two supervisors and five growers. Thirty-eight (33.3%) had family in poultry production and seven (6.1%) were family members of growers.

3.2 Regression analysis

For boot compliance models, the following personality traits were significant ($p < 0.20$) when tested individually: complexity, initiative, action-oriented, responsibility, tolerance, perseverance (only for the model that included data from growers) and team-oriented (only for the model without grower data). All the traits were positively associated with compliance, except for team-oriented. Gender, experience in poultry production, level of education and education related to animal productions were also significant ($p < 0.20$). Final multilevel logistic regression models for boot compliance are presented in table II. Odds ratio estimates and 95% confidence intervals were calculated. Only significant results are presented ($p < 0.05$).

For visit compliance models, the following personality traits were significant ($p < 0.20$) when tested individually: complexity, dominance, action-oriented, perseverance, responsibility, tolerance, and initiative (only for the model that included data from growers). All the traits were positively associated with compliance. Experience in poultry production, level of education, education related to animal productions and participation in annual meetings on poultry production were also significant ($p < 0.20$). Final multilevel Poisson regression models predicting the number of biosecurity measures applied depending on those required when entering and exiting poultry barns are presented in table III. Incidence rate ratio estimates and 95% confidence intervals were calculated. Only significant results are presented ($p < 0.05$). For each model (tables II and III), standardised residuals at both farm and individual levels were normally distributed and no outliers were detected. The extra-binomial parameters were 0.94 and 1.1 suggesting no important departure from the binomial distribution. However, an extra-Poisson distribution was used for visit compliance ($\alpha = 0.53$ for the model with grower data and 0.51 for the model without grower data).

Growers and supervisors who were aware of the entire research protocol, including the presence of the hidden camera, had, on average, 63.0% (7 to 100%) and 75.7% (40 to 100%) compliance for the short and the medium term assessments, respectively. Growers and supervisors were significantly more compliant compared to employees or visitors (table III). Boot compliance was associated with experience in poultry production. However, the strength of the association decreased while experience increased (table II). For the model including grower and supervisor data, education related to animal productions was significantly and positively associated with boot compliance. For the model excluding grower and supervisor data, the level of education had a significant impact (table II).

The traits responsibility and complexity were significantly associated with boot and visit compliance, respectively. There were 1.2 to 1.3 times more chances of donning boots for each unit increase in the responsibility scale. Moreover, odds of complying with one additional biosecurity measure were 1.1 times higher for each unit increase in the

complexity scale. For models with grower and supervisor data, the trait action-oriented was also related to boot (OR=1.2; 1.0-1.4) and visit compliance (IRR=1.1; 1.0-1.1).

4. Discussion

This study highlighted that compliance with biosecurity measures at entrance and exit of poultry barns can be very low and varies depending on several factors. It has been shown that the presence of a visible camera, the number of measures to apply, the design of the entrance, the number of barns on a site, and the duration of visits were all associated with compliance (Racicot et al., accepted). The investigation of the relationship between personality traits and biosecurity compliance demonstrated that factors intrinsic to people are possibly determinants of compliance as well.

Two traits related to the conscientiousness factor (responsibility and complexity) were significantly associated with compliance. The responsibility trait was associated with boot compliance. Individuals who scored low for this trait are more likely to defy authority and tend to ignore rules, while high scoring people for this trait tend to follow guidelines, such as biosecurity protocols. The complexity trait was associated with visit compliance. People who score poorly for this trait tend to follow an intuitive approach. Those with a high score tend to have a more logical and rational approach, which is needed to correctly apply biosecurity measures. On average, biosecurity protocols included five measures. For each visit, an individual had to apply these measures in a specific order to avoid biosecurity breaches. Often, the protocol was not easy to apply due to lack of space in barn entrances. Despite this, employees and visitors who were categorized as more conscientious towards the work they undertake and more likely to use complex strategies to solve problems were more likely to comply with biosecurity measures. The trait action-oriented was also associated with compliance, but only for models including growers and supervisors. Individuals with high scores for this trait tend to evaluate options before making risky decisions, react quickly to constraints in their environment, and energetically react when faced with tasks to accomplish and challenges to overcome. By contrast, low scoring people tend to take unnecessary risks often leading to mistakes. This may explain in part why some growers were seen

donning plastic boots that were left in garbage containers by previous visitors or why some did not apply at all their biosecurity protocol.

Experience in poultry productions was also significantly related to compliance. Individuals having less than five years of experience had lower compliance. Having five to eleven years of experience increased chances of donning boots. However, when experience increased, the strength of the relationship with compliance decreased. Based on Park and Jung (2003), we would expect less experienced employees to follow the rules as written, because they do not have sufficient knowledge to build up their own beliefs and tend to rely on training they received. Compliance should then be higher among less experienced employees. However, in the present study, less experienced individuals had lower compliance. This could be related to the initial training they received, assuming they received any training in biosecurity, which was not evaluated. Only eight employees and 18 farm managers reported participating in training activities, reflecting the lack of importance accorded to training programs. Also, Park and Jung (2003) reported that highly experienced employees tend to be more compliant, since they are aware of the risk and the consequences related to non-compliance behaviors. In this study, increase in experience did increase compliance. However, compliance for individuals who had more than 24 years of experience was not different from those who had less than five years. Biosecurity is a relatively new concept and experienced individuals may have been less exposed to it. In Canada, the poultry industry experienced its first major crisis in decades in 2004, when highly pathogenic avian influenza affected the British Columbia poultry industry. Following this epidemic, initiatives related to biosecurity were developed across the country, including the establishment of on-farm national biosecurity standards and the development of educational biosecurity self-assessment guides (Bowes, 2007). This may explain why higher compliance was noted among individuals who had five to eleven years of experience. Moreover, experienced individuals who have never faced a serious poultry health problem may believe that their behavior is without consequences or adequate to prevent disease transmission, making constant biosecurity compliance unnecessary. Experience with avian diseases was unfortunately not evaluated.

Education related to animal production was associated with enhanced biosecurity compliance. The level of education was also important. Employees and visitors who did not complete high school were less compliant. They may not know how infectious diseases can be transmitted or they may have difficulty understanding disease transmission pathways, biosecurity principles and the consequences of a biosecurity breach. This highlights the importance of developing educational materials and training programs that consider these issues.

From an industry perspective, these results suggest that determining personality traits and assessing experience and education could be useful to screen job applicants and to evaluate current employees. They could select job applicants or attribute tasks to current employees depending on these factors. An incentive program could also be designed depending on these factors. Growers could identify highly compliant employees and use them to train new and refractory employees. These compliant employees could be designated to escort visitors and to provide feedbacks to less compliant employees. It has been demonstrated that frequent feedbacks improve and maintain compliance (Geller et al., 1980, Mayer et al., 1986, Conly et al., 1989, Tibballs, 1996). Even if education and experience favorably impact compliance, some individuals can remain problematic in terms of compliance because of their personality traits. Using a personality trait assessment tool like the one included in this study can be done in collaboration with a professional in the field of psychology. Most likely, this could be of interest to integrated production companies and service companies that have a human resources department. But it may also be a valuable tool for independent growers as one of many considerations when assessing an individual for employment, in particular on breeder and egg-laying farms, given the higher value of these flocks compared to meat bird operations. From a research perspective, frequency and development of training programs depending on personality traits should be investigated. Vroom (1964) suggested that motivation to comply is a good predictor of safety behavior. This could be investigated as well as attitudes, leadership and risk acceptance.

Biases associated with farm selection were presented in a previous article (Racicot et al., accepted). The generalizability of this study is somewhat limited since it was conducted in one animal industry and in one province. However, it has been shown that biosecurity compliance varies greatly and is often low in all types of animal production (bovine: Rauff et al., 1996; Sanderson et al., 2000; Wren, 2000; Faust et al., 2001; Hoe and Ruegg, 2006; swine: Losinger et al., 1998; Amass and Clarke, 1999; Pinto and Urcelay, 2003, Bucklund et al., 2004, Ribbens et al., 2008; poultry: Nespeca et al., 1997; Vaillancourt and Carver, 1998, Van Steenwinkel et al., 2011; fish: Delabbio et al., 2004-2005; Bondad-Reantaso et al., 2005). Thirty four employees had to be excluded due to unexplained turnover. These employees may have been fired or laid off or may have quit for different reasons leading to a possible response bias. Although employment turnover is high in animal industries, the employees included in the present study had been in the same job for over a year. Therefore, they may not represent all poultry employees. Also, data were not available to assess if the ratio of men and women was representative of poultry employees. The study is still valuable because its participants were employees and visitors in their actual work settings performing their daily activities. Also, compliance was evaluated with cameras resulting in valid observations.

Conclusion

It has been shown that personality traits, such as responsibility and complexity, work experience and education were correlated with compliance. This information could help selecting job applicants, attributing tasks for current employees, particularly in integrated companies, and developing educational materials and training programs.

Acknowledgements

The researchers acknowledge the support of all participants and the financial contributions from the Canadian Food Inspection Agency, the Faculty of veterinary medicine of the University of Montreal, EPSI (*Évaluation Personnel Sélection International*) for personality tests and St-Hubert restaurants. A special thanks to Simon Dufour for his help with the statistical analysis.

References

- Amass S. F., Clark L. K., 1999. Biosecurity considerations for pork production units. *Journal of Swine Health and Production*, 7(5), 217-228.
- Barrick M.R., Mount M.K., 1991. The big five personality dimensions and job performance: a meta-analysis. *Personnel Psychology* 44(1), 1-26.
- Boklund A., Alban L., Mortensen S., Houe H., 2004. Biosecurity in 116 Danish fattening swineherds: descriptive results and factors analysis. *Preventive Veterinary Medicine* 66(1-4), 49-62.
- Bondad-Reantaso M. G., Subasinghe R. P., Arthur J. R., Ogawa K., Chinabut S., Adlard R., Tan Z., Shariff M., 2005. Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132(3-4), 249–272.
- Bowes, V.A., 2007. After the Outbreak: How the British Columbia Commercial Poultry Industry Recovered After H7N3 HPAI. *Avian Diseases* 51(1), 313-316.
- Cellar D.F., Nelson Z.C., Yorke C.M., Bauer C., 2001. The five-factor model and safety in the workplace: Investigating the relationships between personality and accident involvement. *Journal of Prevention and Intervention in the Community* 22(1), 43-52.
- Cellar D.F., Yorke C.M., Nelson Z.C., Carroll K.A., 2004. Relationships between five factor personality variables, workplace accidents, and self-efficacy. *Psychological Reports* 94(3), 1437-1441.
- Conly J.M., Hill S., Ross J., Lertzman J., Louie T.L., 1989. Hand washing practices in an intensive care unit: the effects of an educational program and its relationship to infection rates. *American Journal of Infection Control*, 17(6), 330-339.
- Costa P.T., McCrae R.R., 1984. Personality and vocational interests in an adult sample. *Journal of Applied Psychology* 69(3), 390-400.
- Costa P.T., McCrae R.R., 1986. Personality stability and its implications for clinical psychology *Clinical Psychology Review* 6(5), 407-423.
- Craske S., 1968. A study of the relation between personality and accident history. *British Journal of Medical Psychology* 41(4), 399-404.
- Delabbio J.L., Johnson G.R., Murphy B.R., Hallerman E., Woart A., McMullin S.L., 2005. Fish Disease and Biosecurity: Attitudes, Beliefs, and Perceptions of

- Managers and Owners of Commercial Finfish Recirculating Facilities in the United States and Canada. *Journal of Aquatic Animal Health* 17(2), 153-159.
- Delabbio J., 2006. How farm workers learn to use and practice biosecurity. *Journal of Extension* 44(6).
- Delabbio J., Murphy B., Johnson G.R., McMullin S.L., 2004. An assessment of biosecurity utilization in the recirculation sector of finfish aquaculture in the United States and Canada. *Aquaculture*, 252(1-4), 165-179.
- Faust M.A., Kinsel M.L., Kirkpatrick M.A. 2001. Characterizing Biosecurity, Health, and Culling During Dairy Herd Expansions. *Journal of Dairy Science*, 84(4), 955-965.
- Geller E.S., Eason S.L., Phillips J.A., Pierson M.D., 1980. Interventions to improve sanitation during food preparation. *Journal of Organizational Behavior Management*, 2(3), 229-240.
- Gifford D.H., Shane S.M., Hugh-Jones M., Weigler B. J., 1987. Evaluation of biosecurity in broiler breeders. *Avian Diseases*, 31(2), 339-344.
- Goldberg L.R., 1990. An Alternative "Description of Personality": The Big-Five Factor Structure. *Journal of Personality and Social Psychology* 59(6), 1216-1229.
- Goodstein L.D., Lanyon R.I., 1999. Applications of personality assessment to the workplace: a review. *Journal of Business and Psychology* 13(3), 291-322.
- Hansen C.P., 1988. Personality characteristics of the accident involved employee. *Journal of Business and Psychology* 2(4), 346-365.
- Hansen C.P., 1989. A Causal Model of the Relationship Among Accidents, Biodata, Personality, and Cognitive Factors. *Journal of Applied Psychology* 74(1), 81-90.
- Hoe F.G.H., Ruegg P.L., 2006. Opinions and Practices of Wisconsin Dairy Producers About Biosecurity and Animal Well-Being. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2297-2308.
- Hogan R., Roberts B.W., 1996. Personality measurement and employment decisions: questions and answers. *American Psychologist* 51(5), 469-477.
- Losinger W.C., Bush E.J., Hill G.W., Smith M.A., Garber L.P., Rodriguez J.M., Kane G., 1998. Design and implementation of the United States National Animal Health

- Monitoring System 1995 National Swine Study. *Preventive Veterinary Medicine*, 34(2-3), 147-159.
- Mayer J.A., Dubbert P.M., Miller M., Burkett P.A., Chapman S.W., 1986. Increasing hand washing in an intensive care unit. *Infection Control*, 7(5), 259-262.
- Nespeca R., Vaillancourt J.-P., Morrow W.E.M., 1997. Validation of a poultry biosecurity survey. *Preventive Veterinary Medicine*, 31(1-2), 73-86.
- Park J., Jung W., 2003. The operators' non-compliance behavior to conduct emergency operating procedures-comparing with the work experience and the complexity of procedural steps. *Reliability Engineering & System Safety* 82(2), 115-131.
- Pinto J.C., Urcelay V.S., 2003. Biosecurity practices on intensive pig production systems in Chile. *Preventive Veterinary Medicine*, 59(3), 139-145.
- Racicot M., Venne D., Durivage A., Vaillancourt J.-P., Evaluation of strategies to enhance biosecurity compliance on poultry farms in Québec: effect of audits and cameras. *Preventive Veterinary Medicine*, submitted.
- Rasbash J., Browne W., Healy M., Cameron B., Charlton C., 2010. MLwiN version 2.22. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Rauff Y., Moore D. A., Sisco W.M., 1996. Evaluation of the results of a survey of dairy producers on dairy herds biosecurity and vaccination against bovine viral diarrhea. *Journal American Veterinary Medicine Association*, 209(9), 1618-1622.
- Ribbens S., Dewulf J., Koenen F., Mintiens K., Sadeleer L.D., Kruif A.D., Maes D., 2008. A survey on biosecurity and management practices in Belgian pig herds. *Preventive Veterinary Medicine* 83(3-4), 228-241.
- Sanderson M.W., Dargatz D.A., Garry F.B., 2000. Biosecurity practices of beef-cow calf producers. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(2), 185-189.
- Steele F., 2009a. Module 6: Regression Models for Binary Responses Concepts. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Steele F., 2009b. Module 7: Multilevel models for binary responses. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Steenwinkel S.V., Ribbens S., Ducheyne E., Goossens E., Dewulf J., 2011. Assessing biosecurity practices, movements and densities of poultry sites across Belgium,

resulting in different farm risk-groups for infectious disease introduction and spread. *Preventive Veterinary Medicine* 98(4), 259-270.

Strömberg A., Broström A., Dahlström U., Fridlund B., 1999. Factors influencing patient compliance with therapeutic regimens in chronic heart failure: A critical incident technique analysis. *Heart & Lung: Journal of Acute & Critical Care* 28(5), 334-341.

Tett R.P., Jackson D.N., Rothstein M., 1991. Personality measures as predictors of job performance: a meta-analytic review. *Personnel Psychology* 44(4), 703-742.

Tibballs J., 1996. Teaching hospital medical staff to hand wash. *The Medical Journal of Australia*, 164(7), 395-398.

Vaillancourt, J.-P., Carver D.K., 1998. Biosecurity: perception is not reality. *Poultry Digest*, 57(6) 28-36.

Vroom V.H., 1964. *Work and motivation*. New York: Wiley, 396 pages.

Wren G., 2000. Biosecurity – the human factor. *Bovine Veterinarian*, March-April, 20-23.

Table I: Explanatory variables included in the assessment of biosecurity compliance when entering and exiting poultry barns in Québec

Levels	Variables	Types of variables	Categories
Farm	Study groups	Categorical	Control group; audit group; visible camera group
	Type of farms	Binary	Integrated vs. independent farms
	Number of barns ¹	Binary	< 5 vs. ≥ 5
	Area delimitations	Binary	Physical barrier vs. red line
	Ease of application ²	Categorical	Easy; intermediate; difficult
Individual	Type of individuals	Categorical	Visitor; employee; grower/supervisor
	Gender	Binary	Woman vs. man
	Personality traits ³	Linear	On a scale of 0 to 12
	Experience in poultry production ⁴	Categorical	< 5; 5-11; 11-24; >24 years
	Education	Categorical	Did not complete high school; high school or professional diploma; college; university
	Type of education	Binary	Related to animal productions vs. not related
	Training	Binary	Educational meetings related to poultry production vs. no training
	Family in poultry productions	Binary	Yes vs. no
	Members of growers' families	Binary	Yes vs. no

Visit	Day	Binary	Week vs. weekend
	Moment of the visit	Binary	Morning vs. afternoon
	Grower	Binary	Present at entrance vs. not present
	Observer	Binary	Present at entrance vs. not present
	Number of measures requested ⁵	Binary	< 5 vs. ≥ 5
	Assessment periods	Binary	Short term vs. medium term
	Duration of visit ⁶	Categorical	<5 min; 5-17 min; 17-54 min; ≥ 54 min

¹The distribution was bimodal with a mean at five.

²Barns were classified depending on the ease of application of biosecurity measures requested. Easy referred to entrance where all measures can be applied without important space limit; intermediate referred to entrance where minor difficulties were noted such as a large contaminated area facilitating entrance and exit, but difficult to respect during the visit (going from one room to another); difficult referred to entrance where major difficulties were noted such as a small contaminated area almost impossible to respect when there is more than one person in the entrance.

³The 25 personality traits are presented in annex 1.

⁴Experience was divided in four equal groups (quartiles) and categories were built accordingly.

⁵The mean and the median of the number of biosecurity measures requested for all visits were 5.

⁶The duration of all visits were divided in four equal groups (quartiles) and categories were built accordingly.

Table II: Odds ratio estimates (95% confidence intervals) from multilevel logistic regression models describing boot compliance on 23 poultry farms in Québec for the short and medium term assessments

Variables		Boot compliance ¹ (Odds ratios and 95% confidence intervals)	
		Employees, visitors and growers ²	Employees and visitors (without grower and supervisor data) ^{3,4}
Education related to animal productions		4.0 (1.3-12.5)	Not statistically significant
Education (ref: Did not complete high school)	High school or professional diploma	Not statistically significant	3.2 (1.3-8.1)
	College and university		5.4 (1.6-17.7)
Experience in poultry production (ref: less than 5 years)	5 to 11 years	7.4 (2.3-23.6)	6.7 (2.1-21.2)
	11 to 24 years	3.5 (1.0-11.7)	2.6 (0.76-9.0)
	More than 24 years	3.2 (0.94-10.7)	1.8 (0.54-5.9)
Personality traits	Action-oriented	1.2 (1.0-1.4)	Not statistically significant
	Responsibility (conformity)	1.3 (1.1-1.5)	1.2 (1.0-1.4)

¹ Both models were adjusted for these covariates: study group, assessment period, number of barns and duration of the visit. The dataset consisted of: ²2373 visits done by 114 individuals on 23 farms; ³2085 visits, 100 individuals and 23 farms. ⁴14 growers or supervisors were excluded because they knew about the hidden camera resulting in a possible overestimation of their compliance.

Table III: Incidence rate ratio estimates (95% confidence intervals) from a multilevel Poisson regression model describing incidence of biosecurity measures applied at entrance and exit of 23 poultry barns in Québec for the short and medium term assessments

Variables		Visit compliance ¹ (Incidence rate ratios and 95% confidence intervals)	
		Employees, visitors and growers ²	Employees and visitors (without grower and supervisor data) ^{3,4}
Growers⁵	Ref : employees	2.2 (1.6-3.1)	Not statistically significant
	Ref : visitors	1.9 (1.3-2.8)	
Personality traits	Complexity	1.1 (1.0-1.1)	1.1 (1.0-1.1)
	Action-oriented	1.1 (1.0-1.1)	Not statistically significant

¹ Both models were adjusted for these covariates: study groups, assessment periods, number of barns, number of biosecurity measures to apply, ease of application and duration of the visit. The dataset consisted of: ²2373 visits done by 114 individuals on 23 farms; ³2085 visits, 100 individuals and 23 farms. ⁴14 growers or supervisors were excluded because they knew about the hidden camera resulting in a possible overestimation of their compliance. ⁵There was no difference between visitors and employees

Annex 1: Definitions of factors and traits of the Work Approach and Behavior Test

Factors	Traits	High results	Low results
Extraversion	Dominance	Enjoys leading others in work situations. Makes decisions and informs others of these decisions without hesitation.	Does not enjoy leading others in work situations. Prefers performing tasks or acting on decisions already made.
	Persuasion	Likes to convince others of his ways of seeing, doing or viewing things.	Does not need to convince others of his ways of seeing, doing or viewing things.
	Impulsive	Spontaneous and impulsive in his dealings with others or in taking action at work.	Prefers a certain amount of self-restraint when expressing his feelings. Takes a sensible, non impulsive or spontaneous approach to work.
	Direct approach	Prefers using a direct approach in his interpersonal relationships at work, sometimes at the expense of other peoples' feelings.	Tactful and diplomatic in his interpersonal relationships at work. Uses a positive approach in his relationships at work.
	Emotionalism	Becomes emotional during difficult work situations.	Does not become emotional during difficult work situations.
Agreeableness	Empathy	Is sensitive to problems encountered and needs expressed by others.	Is not very sensitive to problems encountered and needs expressed by others.
	Altruism	Enjoys helping others at work. Can put his own work aside to help a colleague in need.	Does not really help others at work. Values the accomplishment of his own work and is not really concerned with problems experienced by others.
	Sociability	Enjoys socializing with his peers at work.	Does not enjoy socializing with his work

		Seeks the company of others.	colleagues. Contacts them when needed, but does not seek their company.
	Team-oriented	Values teamwork over individual work. Works more efficiently when other people are involved.	Values individual work over teamwork. Works more efficiently when performing tasks alone.
Conscientiousness	Results-oriented	Puts emphasis on achieving results at work. Considers results as an end in themselves.	Does not put much emphasis on results to be achieved. Does not consider results as an end in themselves. Places more importance on peoples' well-being.
	Work-oriented	Places a lot of importance on work and constantly tries to outdo himself. Is stimulated by competition at work.	Does not place a lot of importance on work and does not constantly try to outdo himself. Is not stimulated by competition at work.
	Responsibility	Is responsible and conscientious towards the work he undertakes. Does not compromise or bend the rules as far as his principles and promises are concerned.	Does not take a conscientious and responsible approach to work. Makes compromises or bends the rules as far as his principles and promises are concerned to reach his objectives.
	Organization	Is methodical and likes things to be planned, structured and organized at work.	Does not plan his work a lot. Works without structure or method.
	Cognitive approach	Thoroughly analyses problems. Enjoys getting the maximum amount of information before taking an action or making a decision. Does not like living in ambiguity or in	Analyses problems in a general manner, not thoroughly. Makes a decision with summary information only. Can deal with ambiguity at work.

		uncertainty.	
	Complexity	Values a logical and rational approach as well as the use of complex strategies.	Values an intuitive approach to resolve problems or to make decisions. Suggests simple strategies to solve problems that are sometimes complex.
Emotional stability	Peace mind	Does not worry too much or become overly anxious about past or future events.	Worries about his tasks, performance or problems encountered at work. Worries about past events at work.
	Self-confidence	Has self-confidence and assurance. Expresses and defends his ideas with conviction; is confident enough to face difficulties and relies on his talents and opinions.	Is uncertain when making decisions at work. Questions his abilities. Has difficulty asserting himself at work.
	Independence of mind	Acts independently, using his own judgment, and is not easily influenced by the opinions or expectations of others.	Seeks out other peoples' opinions before making a decision. Feels better once he gets others peoples' approval.
	Stress tolerance	Works well in long and stressful situations. Remains calm and objective in difficult situations.	Does not work very well in a stressful environment. Has a tendency to lose his cool when subjected to highly stressful situations.
	Action-oriented	Reacts quickly to constraints in his environment. Becomes energetic when faced with tasks to accomplish and challenges to overcome.	Does not really react to constraints in his environment. Does not become very energetic when faced with tasks to accomplish and challenges to overcome. Has difficulty multi-

			tasking.
Open-mindedness	Initiative	Initiates actions or changes at work in order to improve the situation, even if he must take risks or if results are not guaranteed.	Does not initiate many actions or changes in the workplace. Does not enjoy being put in risky situations. Prefers sticking to things that are known and familiar than things that are new and changing.
	Tolerance	Shows tolerance for colleagues or people with opinions, approaches or ways of doing things that are different from his own. Takes criticism well.	Is uncomfortable with people whose beliefs, ideas or approaches differ from his own. Does not take criticism well. Does not accept differences very well.
	Creativity	Is creative and imaginative. Enjoys inventing new ways of doing things at work.	Is not very creative at work. Prefers using proven methods. Values the mastery of acquired skills over the acquisition of new ways of doing things.
	Open-mindedness	Values new approaches and new ways of dealing with problems. Promotes the exchange of ideas. Has various interests.	Does not really value new approaches or new ways of approaching problems. Prefers using concrete methods. Have few interests in diverse subjects.
	Perseverance	Works consistently to reach objectives. Persists, despite difficulties or lengthy tasks. Is tenacious and determined. Enjoys working on lengthy projects.	Has difficulty working consistently hard towards reaching goals. Does not always finish what he starts. Prefers working on short projects.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Cette étude visait à évaluer et décrire l'application des mesures de biosécurité reliées à l'entrée et à la sortie des bâtiments d'élevages avicoles. Des stratégies pour améliorer l'observance de la biosécurité ont également été étudiées, ainsi que les déterminants de l'observance. Puis, la relation entre les traits de la personnalité, l'expérience, l'éducation et l'observance a été décrite. Cette discussion générale résume les principaux résultats associés à ces trois objectifs, discute des limites de cette étude et propose des avenues de recherche.

Analyse des principaux résultats

1) Erreurs de biosécurité

Plusieurs études sur la biosécurité rapportent un manque de connaissance et de compréhension des principes qui s'y rattachent (Lotz, 1997; Amass et Clark, 1999; Sanderson et coll., 2000). La présente étude le suggère également, mais en détaillant les bris de biosécurité et en suggérant des facteurs associés aux mesures liées à l'entrée et à la sortie du personnel des bâtiments d'élevage. Dans ces circonstances, plusieurs erreurs de biosécurité différentes sont commises. Ces erreurs peuvent être intentionnelles ou non. Les causes semblent multiples : croyances, attitudes, manque de compréhension, maladresse des individus et problème d'espace disponible dans les entrées des bâtiments. Des 44 erreurs décrites, la majorité était reliée au respect de la zone contaminée et de la zone propre. Le nombre élevé d'erreurs reliées au respect des zones semble être attribué, entre autres, au manque d'espace dans les entrées des bâtiments et au type de délimitation des zones. En effet, fournir suffisamment d'espace est important pour effectuer un changement de bottes et de vêtements sans qu'il y ait de contaminations croisées, c'est-à-dire sans que les souliers et les vêtements personnels aient un contact avec la zone propre et sans que les bottes et les survêtements de la ferme aient un contact avec la zone contaminée. De plus, les autres mesures de biosécurité peuvent difficilement être respectées, lorsque l'entrée est trop petite pour accueillir plus d'une personne. Il semble également important d'avoir une délimitation physique entre les deux zones pour éviter les contaminations croisées et réduire la confusion reliée à la

ligne rouge. En effet, lorsque la délimitation est une ligne rouge, la fréquence des erreurs augmente suggérant une incompréhension du principe relié à cette ligne. De plus, lorsque les zones sont séparées par un pédiluve, celles-ci sont très peu respectées. Une délimitation physique, telle qu'un banc, ne peut être ignorée aussi facilement que la ligne rouge ou le pédiluve. Il est alors recommandé de modifier l'entrée des bâtiments de façon à augmenter l'espace disponible pour appliquer le protocole de biosécurité et d'opter pour la barrière physique telle qu'un banc pour délimiter les zones.

Le changement de bottes à chacun des bâtiments d'élevage est fréquemment recommandé dans la littérature, puisqu'elles peuvent agir comme vecteurs mécaniques (Amass et coll., 2000a; Newell et Fearnley, 2003). Dans cette étude, le port de bottes était obligatoire pour toutes les fermes participantes. Malgré cette exigence, l'absence de changement de bottes était la deuxième erreur la plus fréquente. Le potentiel de transmission d'agents pathogènes par les bottes ne semble pas compris ou reconnu comme un facteur important. La troisième erreur la plus fréquente était l'absence de lavage des mains. Peu d'individus se sont conformés à cette mesure et ceux l'ayant respecté l'ont effectué avec un assainissant à base d'alcool. Ce type de lavage des mains est très populaire, car il est facile à effectuer et épargne du temps. En médecine humaine, l'observance est meilleure lorsque le lavage des mains est effectué avec des produits sans rinçage comparativement à un lavage avec de l'eau et du savon (Widmer, 2000; Hugonnet et coll., 2002). Cependant, aucune étude n'a clairement démontré l'efficacité des produits sans rinçage sur des mains visiblement contaminées. Cet aspect doit être étudié pour clarifier les recommandations quant au lavage des mains.

Outre les mains, les vêtements sont aussi une source potentielle de contamination. Par exemple, *Mycoplasma gallisepticum*, *iowae* et *synoviae* peuvent survivre sur les vêtements de deux à six jours (Christensen et coll., 1994). Malgré ce risque de contamination, peu de fermes exigeaient le port de survêtement. Pour les fermes l'exigeant, peu de gens ont respecté cette mesure, particulièrement pour les visites de courte durée (moins de 17 minutes) et pour les visites en après-midi. Finalement, près de 70% des visites effectuées par des visiteurs n'ont pas été notées dans

le registre des visiteurs. Ce registre est pourtant exigé, car il sert au retraçage rapide et efficace des visiteurs et contribue au contrôle et à l'éradication des épidémies (England, 2002). De plus, plusieurs visiteurs n'ont pas pu être identifiés par les éleveurs. Ces individus ont été filmés durant les heures de travail, indiquant que les portes des bâtiments n'étaient pas verrouillées et qu'aucun employé n'a escorté ces visiteurs. Cette constatation met l'accent sur la nécessité de verrouiller les bâtiments d'élevage en tout temps. Il serait également recommandé d'identifier les employés ayant une bonne observance pour escorter les visiteurs et s'assurer du respect du protocole de biosécurité. Ils pourraient aussi aider à la formation d'autres employés.

En général, la fréquence des principales erreurs semble plus élevée pour l'évaluation à moyen terme (six mois après le début de l'étude) comparativement à l'évaluation à court terme (les premières deux semaines après la pose de l'affiche de biosécurité). Il est probable que la pose d'une nouvelle affiche avec les mesures de biosécurité exigées par l'éleveur ait augmenté la vigilance des employés et des visiteurs pour l'évaluation à court terme. Il a d'ailleurs été rapporté dans la littérature qu'une affiche dans les toilettes publiques sur les techniques de lavage des mains augmente l'observance de 61 à 97%, mais seulement pour les femmes. Les données ont toutefois seulement été recueillies une heure par jour pendant une semaine (Johnson et coll., 2003). Cette diminution possible de l'observance dans le temps suggère de revoir les protocoles de biosécurité à plusieurs reprises tout au long de l'année en sollicitant la participation des employés.

Cette partie de l'étude, détaillant les erreurs de biosécurité fréquemment observées à l'entrée et à la sortie des bâtiments d'élevage, a mis l'accent sur l'importance et la nécessité d'améliorer la compréhension des principes de biosécurité. Pour ce faire, il importe de démontrer pourquoi et comment appliquer les mesures exigées. La description détaillée des erreurs observées sera utile au développement et à la production de matériel de formation. De plus, cette étude a suggéré des changements de la conception de l'entrée pour faciliter l'application des mesures de biosécurité.

2) Évaluation des stratégies

a- Effet des audits et des caméras

Dans la littérature, il a été démontré, dans tous les types de productions, que la mise en place des mesures de biosécurité varie grandement et que l'observance est souvent sous-optimale (bovin: Rauff et coll., 1996; Sanderson et coll., 2000; Wren, 2000; Faust et coll., 2001; Hoe et Ruegg, 2006; porcin: Losinger et coll., 1998; Amass et Clarke, 1999; Pinto et Urcelay, 2003, Bucklund et coll., 2004, Ribbens et coll., 2008; aviaire: Nespeca et coll., 1997; Vaillancourt et Carver, 1998, Van Steenwinkel et coll., 2011; aquaculture: Delabbio et coll., 2004-2005; Bondad-Reantaso et coll., 2005). En médecine vétérinaire, l'évaluation de stratégies pour améliorer l'observance de la biosécurité n'a pas été réalisée. La présente étude s'est donc intéressée à l'effet des audits et d'une caméra visible à l'entrée des bâtiments de fermes et à l'identification des déterminants de l'observance. Les résultats ont démontré que la caméra visible a augmenté de façon significative l'observance générale d'une visite et plus particulièrement, l'observance du port de bottes et des zones durant la visite. Par contre, six mois après son installation, l'observance a radicalement chuté. Un déclin significatif de l'observance a même été noté au sein du groupe contrôle, ce qui suggère qu'une nouvelle affiche de biosécurité a probablement augmenté l'observance à court terme. Dans le domaine médical, les audits sont fréquemment utilisés, mais leur efficacité est difficile à mesurer (Mortel et coll., 2006). Il est recommandé, dans la littérature, qu'un audit soit pertinent, objectif, mesurable, répétable et qu'il puisse suggérer des changements (Shaw et Costain, 1989; Smith, 1990). Dans cette étude, les audits n'ont pas eu d'impact sur l'observance des mesures de biosécurité. Il faut par contre mentionner que l'auditeur n'était pas en position d'autorité envers les employés. Si l'auditeur avait été un représentant de l'industrie ou un superviseur d'une compagnie intégrée, les résultats auraient pu être différents. Par ailleurs, à chaque audit, les participants devaient s'autoévaluer par rapport à leur observance. Plusieurs rapportaient toujours suivre les règles, mais, basée sur les vidéos, l'observance était fréquemment faible. Tel que rapporté dans d'autres études, il y a une faible corrélation entre l'observance rapportée et celle observée (O'Boyle et coll., 2001). Ainsi, pour la présente étude, nous pouvons seulement conclure que trois audits sur une période de six mois,

comme décrits dans la méthodologie, furent inefficaces pour augmenter l'observance des mesures de biosécurité ciblées. Pour certaines mesures (port de bottes, respect des zones durant la visite et port de la salopette), l'observance était même significativement plus faible après les trois audits.

Il a été démontré que les caractéristiques de fermes, d'individus et de visites sont des déterminants de l'observance. En effet, le type de délimitation des zones, la facilité d'application du protocole de biosécurité, le nombre de bâtiments et le nombre de mesures à appliquer étaient significativement associés à l'observance. Le genre (homme et femme) et le lien familial avec l'éleveur étaient également associés à l'observance de certaines mesures. Finalement, la durée et le moment de la visite, la présence d'un observateur ou de l'éleveur et le type de bottes ont eu des impacts majeurs sur l'observance. Chacune de ces variables exploratrices est discutée séparément.

b- Nombre de bâtiments, conception des entrées et type de bottes

Le fait d'avoir plus de cinq bâtiments d'élevage sur le site était positivement et significativement associé à l'observance des bottes et à l'observance de la visite en général. Il est possible que ces fermes soient plus préoccupées par la transmission d'agents pathogènes entre les bâtiments. Il s'agit également d'une préoccupation pour les élevages avec moins de cinq bâtiments, mais il y a peut-être moins de trafic et d'encadrement des employés sur ces fermes. Toutefois, ces aspects n'ont pas été évalués dans le cadre de cette étude. Tel que suggéré précédemment, avoir une barrière physique et suffisamment d'espace dans les entrées des bâtiments sont à privilégier. En effet, ces facteurs étaient positivement associés à l'observance des zones. La conception des entrées doit faciliter et encourager les gens à se conformer. De plus, l'application du protocole doit être logique et pratique quotidiennement. Par ailleurs, l'observance des zones était significativement supérieure pour les hommes comparativement aux femmes. L'expérience et la formation peuvent possiblement expliquer ce résultat, mais cette hypothèse n'a pas pu être testée. Il peut également s'agir d'une trouvaille statistique. L'observance des zones à la sortie était supérieure lorsque des bottes de plastique étaient portées comparativement aux bottes de la ferme. Il a déjà été suggéré dans la littérature

que le port de bottes de plastique pourrait améliorer l'hygiène des bottes, particulièrement pour les individus inexpérimentés (Poss et coll., 1998; Amass et coll., 2000). Ici, c'est plutôt le respect des zones qui semble favorisé par le port de bottes de plastique, probablement parce qu'elles sont plus faciles à retirer que les bottes de la ferme (bottes de caoutchouc). En effet, lorsque les bottes de la ferme sont retirées, une contamination croisée peut avoir lieu avec les souliers personnels ou les bas (ex. : retirer la botte à l'aide de l'autre pied), tandis que les bottes de plastique sont plutôt retirées avec les mains. Par contre, il faut noter que les bottes de plastique ne sont pas suffisamment durables pour de longues visites et ne devraient pas être réutilisées. Ce dernier aspect est particulièrement important, puisque des employés ont réutilisé des bottes de plastique pour une période allant jusqu'à une semaine. Il serait préférable que les employés mettent plutôt des bottes de caoutchouc. Le fait d'avoir une barrière physique, telle qu'un banc pour délimiter les zones devrait contribuer à réduire les contaminations croisées entre les bottes de la ferme et les souliers personnels.

c- Durée et moment de la visite

En ce qui concerne les caractéristiques de la visite, la durée de celle-ci était fortement associée à l'observance de l'usage des bottes, des survêtements, du lavage des mains et à l'observance de la visite en général. L'observance ne devrait pas dépendre de la durée de la visite, puisque le risque de transmission de maladies n'est pas nécessairement proportionnel au temps passé dans le bâtiment. Dans cette étude, il a été démontré que de courtes visites étaient associées à une faible observance. Il est donc d'autant plus important de limiter et surveiller les individus effectuant ces courtes visites, puisqu'ils sont moins susceptibles de se conformer aux mesures de biosécurité. Pour ce faire, les portes des bâtiments devraient être verrouillées en tout temps pour éviter les visites inopinées où, par exemple, un visiteur est à la recherche de l'éleveur. Les visites d'inconnus seraient également empêchées. De plus, le matériel fréquemment utilisé devrait être entreposé dans un garage ou un entrepôt au lieu des bâtiments d'élevage pour limiter les courtes visites où les employés entrent dans le bâtiment d'élevage uniquement pour chercher de l'équipement. Le moment de la visite était également associé à l'observance. En effet, l'observance de l'usage des bottes, des

survêtements et du lavage des mains était supérieure en avant-midi comparativement à en après-midi. Il est possible que ces résultats soient associés aux activités matinales de la ferme, telles que la collecte des oiseaux morts. Par contre, il n'est pas justifié de modifier les mesures de biosécurité en fonction du moment de la journée. Ainsi, il est recommandé que les programmes de formation mettent l'emphase sur cette problématique.

d- Présence d'un observateur et de l'éleveur

Les attitudes et les comportements d'un employé peuvent affecter les comportements de collègues de travail (Ajzen et Fishbein, 1980; Coleman et coll. 1998). Dans la présente étude, la présence d'un observateur lors de l'entrée d'un individu dans un bâtiment a eu un impact négatif sur l'observance de l'usage des bottes, de la signature du registre par les visiteurs et du lavage des mains. Une faible observance en présence d'un observateur pourrait être reliée aux distractions survenant lorsque plus d'une personne est présente. Pour la signature du registre des visiteurs en présence d'une autre personne, un visiteur s'attend peut-être à ce que l'observateur signe à sa place ou pense possiblement que sa signature n'est pas requise lorsqu'un employé de ferme est présent. Nous n'avons toutefois pas pu vérifier ces hypothèses. Ces résultats sont opposés à ceux d'une autre étude sur l'influence d'un observateur sur l'observance du lavage des mains. Perderson (1986) a démontré que la présence d'une autre personne dans les toilettes publiques augmente l'observance du lavage des mains de 15,8 à 90%. Une pression sociale semble encourager une bonne hygiène, bien que ce ne fût pas le cas dans cette étude, sauf lorsque l'observateur était l'éleveur. En effet, la présence de l'éleveur augmentait l'observance du lavage des mains, mais réduisait celle du port du survêtement pour les deux périodes d'observation. Un lavage des mains peut être perçu comme étant plus facile et plus rapide que le port d'un survêtement. Les attitudes, le leadership et les comportements de l'éleveur n'ont pas été évalués, mais pourraient être associés à l'observance de ses employés. En d'autres mots, les employés et les visiteurs ont possiblement suivi les comportements de l'éleveur. Si l'éleveur n'enfilait pas de survêtement, les employés et les visiteurs ont pu en déduire que ce n'est pas nécessaire pour eux non plus. Dans le contexte des accidents du travail, il a été démontré que les

comportements et les attitudes des superviseurs envers les mesures de sécurité sont significativement associés à l'observance de ces mesures par les employés (Hayes et coll., 1998).

e- Membres de la famille de l'éleveur

En Georgie aux États-Unis, une étude a rapporté que 35% des membres de la famille des éleveurs travaillent dans l'industrie avicole ou possèdent des oiseaux (Dorea et coll., 2010). Dans la présente étude, environ 10% des gens filmés étaient membres de la famille des éleveurs. Il est intéressant de noter qu'ils étaient moins susceptibles de se conformer au protocole de biosécurité. Les membres de la famille étaient particulièrement présents à des moments plus occupés tels qu'à l'arrivée des poussins. La biosécurité devrait déjà être en place à ce moment et durant tout le cycle de production. Il n'y a aucune raison de croire que les membres de la famille soient moins à risque de contribuer à la transmission de maladies. Les programmes de formation devraient être accessibles à tous les employés, et les éleveurs doivent être conscients du risque associé à tout type de visiteurs, y compris les membres de sa famille.

f- Nombre de mesures exigées

Finalement, l'observance de la visite était positivement associée au nombre de mesures de biosécurité exigées. Les éleveurs exigeant plus de cinq mesures avaient tendance à fournir un environnement facilitant l'observance, tel qu'une grande entrée et une barrière physique pour délimiter les zones. Bien que cela puisse aussi refléter le type de production avicole (les éleveurs de poules pondeuses et de reproducteurs exigent normalement davantage de mesures de biosécurité que les éleveurs de poulets de chair), le type de production n'a pas pu être testé, car nous n'avions que trois fermes de poules pondeuses et trois fermes de reproducteurs réparties dans trois groupes différents.

3) Personnalité, expérience et éducation

a- Traits de personnalité

Des facteurs intrinsèques aux individus filmés étaient également associés à l'observance des mesures de biosécurité exigées à l'entrée et à la sortie des bâtiments d'élevage. En effet, les traits de la personnalité, le nombre d'années d'expérience et le niveau d'éducation de 114 individus étaient significativement associés à leur observance. Les traits liés au facteur consciencieux, soient les traits responsabilité et complexité, étaient associés à l'observance des bottes et de la visite en général, respectivement. Par définition, les individus ayant un score faible pour le trait responsabilité sont plus susceptibles de défier l'autorité et ont tendance à ignorer les règles, tandis que les individus ayant un score élevé pour ce trait ont tendance à suivre les lignes directrices, telles que les protocoles de biosécurité. Les individus ayant un score faible pour le trait complexité ont tendance à suivre une approche intuitive, tandis que les individus ayant un score élevé ont tendance à avoir une approche logique et rationnelle, ce qui est nécessaire pour correctement appliquer les mesures de biosécurité exigées. En moyenne, les protocoles de biosécurité incluaient cinq mesures à suivre. À chaque visite, un individu devait appliquer ces mesures dans un ordre spécifique pour éviter les bris de biosécurité. Souvent, les protocoles n'étaient pas faciles à appliquer à cause du manque d'espace et d'organisation dans les entrées de bâtiments. Malgré cela, les employés et les visiteurs qui ont été considérés comme plus consciencieux envers le travail qu'ils entreprennent et plus susceptibles d'utiliser des stratégies complexes pour résoudre des problèmes étaient plus susceptibles de se conformer aux mesures de biosécurité. Le trait de personnalité orienté vers l'action était également associé à l'observance, mais seulement lorsque les données des éleveurs et des superviseurs étaient incluses dans le modèle. Les individus ayant un score élevé pour ce trait ont tendance à évaluer les options avant de prendre des décisions risquées, à réagir rapidement aux contraintes de leur environnement et à réagir énergiquement face à des tâches à accomplir et des défis à surmonter. Les individus ayant un score faible pour le trait orienté vers l'action ont tendance à prendre des risques inutiles qui conduisent souvent à des erreurs. Cela peut expliquer, en partie, pourquoi certains éleveurs ont été vus en train d'enfiler des bottes en plastique qui avaient été laissées dans les poubelles par un visiteur ou pourquoi certains n'appliquaient pas leur propre protocole de biosécurité.

b- Expérience

Le nombre d'années d'expérience en production avicole était également significativement associé à l'observance. Les individus ayant moins de cinq ans d'expérience avaient tendance à avoir une observance plus faible. Lorsque le nombre d'années était entre cinq et onze ans, l'observance du port de bottes augmentait. Par contre, lorsque l'expérience augmentait au-delà de cet intervalle, la force de l'association diminuait. Selon Park et Jung (2003), on devrait s'attendre à ce que les employés les moins expérimentés suivent les règles exigées, puisqu'ils n'ont pas suffisamment de connaissances pour bâtir leurs propres croyances et ont tendance à défier à la formation qu'ils ont reçue. L'observance devrait donc être plus élevée au sein des employés moins expérimentés. Toutefois, dans la présente étude, ces derniers étaient moins observants. Cela pourrait être lié à leur formation initiale, en supposant qu'ils en ont effectivement reçu une en matière de biosécurité, ce qui n'a pas été évalué. L'étude a tout de même révélé que seulement huit employés et 18 gérants de fermes ont déclaré participer à des activités de formation, ce qui peut refléter le manque d'importance accordée aux programmes de formation. De plus, Park et Jung (2003) ont rapporté que les employés expérimentés ont tendance à être plus observants, car ils sont conscients des risques et des conséquences liées au manque d'observance. Dans la présente étude, une augmentation du nombre d'années d'expérience était associée à une meilleure observance. Par contre, l'observance des individus ayant plus de 24 ans d'expérience n'était pas statistiquement différente de l'observance de ceux ayant moins de cinq ans d'expérience. La biosécurité est un concept relativement nouveau et les individus expérimentés ont possiblement été moins exposés à celui-ci. Au Canada, l'industrie avicole a vécu sa première crise majeure depuis des décennies en 2004, lorsqu'un virus de l'influenza aviaire hautement pathogène s'est propagé au sein de l'industrie avicole de la Colombie-Britannique. Suite à cette épidémie, des initiatives en matière de biosécurité ont été développées à travers le pays, y compris l'établissement de normes nationales de biosécurité à la ferme et le développement de guides d'auto-évaluation sur la biosécurité (Bowes, 2007). Ceci peut possiblement expliquer pourquoi les individus ayant entre cinq et onze ans d'expérience (donc, ayant débuté en production avicole au

moment de cette crise) avaient tendance à être plus observants comparativement aux autres. Par ailleurs, les individus expérimentés n'ayant jamais confronté un problème de santé aviaire grave peuvent croire que leur comportement est sans conséquence ou adéquat pour prévenir la transmission des maladies, rendant l'application constante de la biosécurité inutile à leurs yeux. L'expérience avec les maladies aviaires n'a malheureusement pas été évaluée.

c- Éducation

L'éducation reliée aux productions animales était associée avec une observance plus élevée. Le niveau d'éducation était également important. Les employés et les visiteurs qui n'avaient pas complété leurs études secondaires avaient tendance à être moins observants. Ces individus ne savent peut-être pas comment les maladies infectieuses se transmettent ou peuvent avoir de la difficulté à comprendre les voies de transmission des maladies, les principes de biosécurité et les conséquences d'un bris de biosécurité. Pour certains, il a été nécessaire de lire le test de personnalité, puisqu'ils éprouvaient des difficultés de lecture importantes. Cela souligne l'importance de développer du matériel et des programmes de formation qui tiennent compte de cette réalité.

Du point de vue de l'industrie, ces résultats suggèrent que l'évaluation des traits de la personnalité pourrait être utile pour la sélection des candidats à l'embauche et pour évaluer les employés actuels. Un éleveur pourrait sélectionner les candidats ou attribuer des tâches aux employés actuels selon leur profil de personnalité, leur expérience et leur éducation. Des incitatifs pourraient également être mis en place en fonction de ces facteurs. Tel que mentionné précédemment, l'identification des employés ayant une bonne observance pourrait aider dans la formation d'autres employés. Ils pourraient également donner des rétroactions aux employés moins observants. Il a en effet été démontré que les rétroactions fréquentes peuvent augmenter et maintenir l'observance (Geller et coll., 1980, Mayer et coll., 1986, Conly et coll., 1989, Tibballs, 1996).

En résumé, la problématique du manque d'observance semble multifactorielle. Une part pourrait être attribuée à l'incompréhension des principes de biosécurité et au manque de volonté à se conformer au protocole exigé. Il y a également un problème de communication, puisque seulement trois fermes affichaient de façon écrite, avant le début de l'étude, leur protocole de biosécurité à l'entrée des bâtiments. On peut ainsi se questionner sur la diffusion de l'information auprès des employés et particulièrement des visiteurs. Un sondage en 2001 auprès de 72 médecins vétérinaires nord-américains rapporte que la communication est l'aspect le plus important d'un bon plan de biosécurité. Ce sondage soulève également l'importance de mettre en place des programmes de formation (Vaillancourt, 2009). Il manque par contre d'information sur la fréquence optimale de ces programmes pour éviter un déclin de l'observance dans le temps. Une autre part de la problématique du manque d'observance est reliée à la conception des entrées des bâtiments. En effet, dans la majorité des bâtiments, la grandeur, les infrastructures et l'organisation ne favorisaient pas l'observance. Des modifications majeures devront être apportées aux bâtiments d'élevage pour inciter voire contraindre les gens à se conformer aux règles. L'organisation des entrées doit permettre d'appliquer de façon logique, praticable et quotidienne les mesures demandées. Finalement, l'aspect humain entre en jeu. En effet, certaines personnes semblent entêtées à ne pas suivre les règles malgré les conditions gagnantes pour avoir une bonne observance. Certains prétendaient même toujours suivre les règles, malgré une constatation opposée dans la vidéo surveillance. Certains traits de la personnalité ont été associés à l'observance, ainsi que le nombre d'années d'expérience et le niveau d'éducation. Ces paramètres pourront guider l'élaboration et la mise en place de programmes de formation.

Limites de l'étude

Cette étude comporte certaines limites. La sélection des fermes n'a pas été réalisée de façon aléatoire. La participation dépendait plutôt de la volonté des éleveurs (échantillonnage de convenance), bien que tous les employés et les visiteurs aient accepté de participer. Les fermes sélectionnées peuvent ne pas être représentatives des fermes avicoles canadiennes, puisque les fermes sans employé (souvent des fermes

familiales) ont été exclues de l'étude. Les fermes participantes se situaient dans trois grandes régions du Québec, soit la Montérégie (19 fermes), les Cantons-de-l'Est (3 fermes) et le centre du Québec (2 fermes). Ces régions ont été ciblées étant donné la densité importante de volaille, la volonté de participer au projet et la proximité avec la Faculté de médecine vétérinaire de St-Hyacinthe. La région de Lanaudière a été exclue, malgré la forte densité de volaille, car une épidémie de laryngotrachéite infectieuse se propageait dans cette région lors de la sélection des fermes. La différence d'observance entre les régions n'a pas été testée étant donné la taille d'échantillonnage et l'absence d'hypothèse quant à une différence régionale de l'observance. De plus, aucune étude n'indique des différences de personnalité entre les régions du Québec. Quant à la taille d'échantillonnage, elle était relativement petite. Toutefois, un total de 3055 visites par 277 individus différents était plus qu'attendu. Les analyses statistiques ont fourni de l'information pertinente quant aux déterminants de l'observance.

Des visiteurs et des employés n'ont pas été observés à la deuxième période de visionnement (moyen terme) à cause de l'absence de visites à ce moment-là, d'un congédiement, d'une promotion ou d'un roulement d'employés. Il n'était pas possible, lors de l'élaboration du protocole, de déterminer le roulement des employés et la cédule des visiteurs. Toutefois, cette perte de suivi ne semble pas reliée aux interventions testées, n'entraînant donc pas de biais de suivi (perte de 33 individus dans le groupe contrôle, 28 et 29 dans les groupes audits et caméra visible, respectivement). Lors de l'évaluation des traits de la personnalité, 34 individus ont été exclus étant donné un roulement d'employés inexplicé. Ces employés peuvent avoir été congédiés ou avoir quitté pour différentes raisons. Les individus inclus dans cette partie de l'étude ont conservé leur emploi durant plus d'un an. Par conséquent, ils peuvent ne pas représenter tous les employés de fermes avicoles, limitant ainsi la généralisation de cette étude ou la validité externe. De plus, l'évaluation de la personnalité a été réalisée dans une industrie animale dans une région particulière. L'étude est tout de même valable étant donné que les participants étaient des employés et des visiteurs dans leur milieu de travail effectuant des activités quotidiennes. De plus, leur observance a été évaluée à l'aide de

caméras cachées donnant ainsi des observations valides et rendant la validité interne excellente.

L'observance d'une visite a été calculée en donnant la même importance à chacune des mesures de biosécurité. L'hypothèse selon laquelle les mesures de biosécurité sont tout aussi importantes peut être critiquée. En effet, certaines mesures peuvent être plus efficaces que d'autres pour réduire la transmission de maladies. Cependant, aucune étude antérieure ne permettait d'accorder un certain poids aux mesures de biosécurité. Par ailleurs, pour les groupes contrôle et audits, le fait d'avoir mis une caméra non fonctionnelle peut avoir entraîné un changement de comportement chez les sujets étudiés (effet Hawthorne) (Cook, 1962). De plus, ce changement de comportement est en faveur de l'observance de certaines mesures de biosécurité, particulièrement le port de bottes et de vêtements (mesures qui auraient été vérifiables si la caméra avait été réellement fonctionnelle). Il n'était pas possible de contourner ce biais étant donné l'aspect éthique du projet.

Les types de production n'ont pas pu être comparés étant donné le nombre limité de fermes de reproducteurs et de pondeuses commerciales. En général, ces fermes semblaient avoir moins de bâtiments, plus d'employés et de visiteurs et davantage de mesures de biosécurité dans leur protocole d'entrée et de sortie comparativement aux fermes de poulets de chair. De plus, les visites sur les fermes de reproducteurs et de pondeuses commerciales étaient en moyenne plus longues que les visites sur les fermes de poulets de chair. Les objectifs, la motivation et les programmes de formation peuvent également différer entre les types de production et avoir un impact sur l'observance. Afin d'assurer la comparabilité entre les groupes, les trois fermes de reproducteurs et les trois fermes de pondeuses ont été réparties dans les trois groupes (une ferme par groupe).

Certaines contraintes liées à la conception de l'étude sont à noter. Par exemple, lorsqu'un lavage des mains est demandé à l'entrée du bâtiment, il n'est pas possible de savoir si le visiteur a utilisé un assainissant pour les mains dans sa voiture avant d'entrer. Ainsi, l'observance des visiteurs a probablement été sous-estimée pour cette mesure de

biosécurité. Quelques fermes exigeaient un lavage des mains avant ou après un contact avec les oiseaux. Il n'était pas toujours évident de savoir si la personne avait effectivement un contact avec ceux-ci. Parfois, la caméra permet de voir l'entrée dans un parquet, mais ce n'était pas toujours le cas. Pour les visiteurs, l'éleveur a pu nous renseigner sur la fonction de cette personne et il était possible de déduire si un contact avait eu lieu. De plus, aucun jugement n'a été fait par rapport à la durée ou l'efficacité du lavage des mains. Ainsi, l'observance de cette mesure pourrait manquer de précision. Par ailleurs, lorsqu'un visiteur portait déjà une salopette lors de l'entrée, il n'était pas possible de savoir si celle-ci avait été mise correctement, c'est-à-dire sans la contaminer en la faisant toucher le sol. Dans ce cas, l'observance pour le respect des zones est probablement surestimée. Par contre, le visionnement de toutes les vidéos a été effectué par une seule personne de façon méthodique et systématique (description physique de la personne, application de chacune des mesures exigées et erreurs notées à l'aide d'une liste détaillée d'erreurs cumulées au fil du visionnement).

À quelques occasions, des visiteurs et des employés sont allés sur des fermes appartenant à différents groupes (roulement d'employés, promotion, remplacement, vacances, etc.). Il en résulte une absence d'indépendance entre les groupes de recherche. Ces individus ont été alloués à une seule ferme selon le nombre de visites effectuées. Des analyses statistiques auraient pu tenir compte de ce manque d'indépendance, mais étant donné la taille d'échantillonnage, les visites accidentelles ou peu fréquentes sur une ferme participante ont été éliminées. D'ailleurs, plusieurs méthodes statistiques auraient pu être utilisées avec les données de cette étude. Étant donné la structure hiérarchique des données, des analyses en multi-niveaux ont été privilégiées. En effet, ce type d'analyse permet d'ajuster pour les variables potentiellement confondantes aux différents niveaux (fermes, individus, visites). La variation inexplicée est alors réduite et la puissance de l'étude augmentée. En ne tenant pas compte de la structure hiérarchique, la variance peut être sous-estimée, puisque la variabilité entre les fermes et les individus est ignorée. L'analyse en multi-niveaux permet également de tester des prédicteurs à tous les niveaux, ce qui était un argument majeur pour répondre à certaines hypothèses (Rasbash et coll., 2000). Des variables potentiellement confondantes n'ont

pas pu être testées dans cette étude. Les saisons pourraient avoir un impact sur des mesures de biosécurité telles que le port de survêtement et le lavage des mains (le port de survêtement pouvant être plus faible en été à cause de la chaleur et le lavage des mains pouvant être plus faible en hiver à cause de l'irritation et de la sécheresse des mains). Cette variable n'a pas pu être testée à cause de problèmes de convergence dans les modèles. Il a été démontré que l'expérience avec la maladie, la perception du risque, les croyances et les attitudes peuvent avoir un impact sur l'observance de la biosécurité (Delabbio et coll. 2003 et 2005). Ces variables n'ont pas été testées dans l'étude présente.

Malgré les limites et les biais notés, cette étude se démarque par l'originalité et la validité des données recueillies. En effet, une revue exhaustive de la littérature scientifique n'a pas permis d'identifier une étude comparable où l'entrée et la sortie de poulaillers ont pu être observées en détail dans des conditions de terrain.

Directions futures

Cette étude a permis d'identifier les erreurs fréquemment commises lors de l'entrée et la sortie des bâtiments d'élevage, ainsi que les déterminants de l'observance de la biosécurité. Cette information est pertinente et essentielle pour le développement d'outils de formation. En effet, la création de matériel de formation stimulant et interactif est nécessaire pour combler le manque de connaissance et de compréhension des principes de biosécurité et de leur application. Des sessions de formation pourront également être développées en tenant compte des problèmes soulevés quant aux caractéristiques des visites (durée et moment de la visite, par exemple) et des fermes (facilité d'application et conception de l'entrée des bâtiments, par exemple). Il sera important d'évaluer l'impact des sessions de formation, ainsi que la fréquence nécessaire pour maintenir l'observance. Une autre voie de recherche est le développement de programmes de formation sur la biosécurité considérant les traits de la personnalité. En effet, il est possible que le type de formation, les patrons d'apprentissage, les types d'incitatifs et la fréquence de renforcement varient en fonction des profils de personnalité. Vroom (1964) a suggéré que la motivation était un bon prédicteur de

l'observance de certains comportements. La relation entre l'observance et la motivation, ainsi que les attitudes, le leadership et l'acceptation du risque pourraient être évaluées.

Cette étude a également soulevé la problématique de la communication. Les protocoles de biosécurité étant rarement affichés dans les bâtiments d'élevage, la communication auprès d'un nouveau visiteur et le rappel du protocole aux autres individus ne sont pas possibles. Pour faciliter la création de ces affiches, un logiciel pourrait être développé. Il est nécessaire que cet outil offre la possibilité de créer des affiches en différentes langues. De plus, des pictogrammes devraient être disponibles pour les gens illettrés. Ces pictogrammes peuvent également démontrer la façon d'appliquer une mesure de biosécurité pour faciliter la compréhension.

Les stratégies évaluées (audits et caméras) étaient pertinentes dans le contexte étudié, mais se sont avérées peu, voire non efficaces pour améliorer et, particulièrement maintenir l'observance. Un suivi pourrait être fait avec les participants de cette étude pour évaluer les raisons de leur manque d'observance. Le questionnaire pourrait inclure les perceptions, les croyances, les attitudes et l'expérience avec les maladies avicoles des participants. Par ailleurs, la littérature en médecine humaine révèle que les rétroactions fréquentes sur le comportement désiré sont une stratégie efficace pour améliorer et maintenir l'observance du lavage des mains en milieu hospitalier. Il serait donc intéressant d'évaluer l'effet de cette intervention sur l'observance de la biosécurité. La combinaison d'une caméra visible et de rétroactions sur les comportements observés pourrait être évaluée. L'effet des incitatifs, tels que les bonis, serait également pertinent.

Finalement, il semble nécessaire de démontrer l'efficacité des mesures de biosécurité pour justifier leur application quotidienne. Dans le secteur avicole et porcin, plusieurs études ont déjà identifié des facteurs de risque pertinents dans la problématique actuelle. Ces études devraient être considérées dans les modules de formation. Des études faisant le lien entre l'application de certaines mesures de biosécurité et les performances ou le statut sanitaire d'un troupeau pourraient aider à convaincre les différents intervenants de l'industrie avicole de la pertinence de la biosécurité. Des

analyses coûts-bénéfices sont également nécessaires. Des interrogations particulières découlent de cette étude : étudier l'étanchéité des bottes de plastique dans le but de déterminer si ces bottes peuvent être réutilisées, comparer la résistance de différents types de bottes de plastique, déterminer la fréquence à laquelle les vêtements de la ferme devraient être lavés, déterminer l'efficacité des filets pour les cheveux et si une réutilisation est possible, établir un protocole de biosécurité pour l'entrée d'équipement, déterminer si une montre et des bijoux peuvent servir de vecteurs de maladies et évaluer différentes méthodes de dispositions des carcasses de façon à cibler celle qui engendre le moins de bris de biosécurité et qui est réaliste selon la conception des entrées.

CONCLUSION

Cette étude a permis de décrire de façon précise et valide l'application des mesures de biosécurité reliées à l'entrée et la sortie de bâtiments d'élevages avicoles au Québec. L'évaluation de deux stratégies, soit les audits et la présence d'une caméra visible, destinées à améliorer l'observance de la biosécurité a été réalisée à court et à moyen terme. Les associations entre l'observance et les caractéristiques de la visite, de l'individu et de la ferme ont été démontrées. Les principales conclusions sont :

- Plusieurs erreurs dans l'application des mesures de biosécurité ont été notées. Les principales étaient reliées au respect de la zone contaminée et de la zone propre, suggérant un manque de compréhension de ce principe de biosécurité.
- La présence d'une caméra visible à l'entrée des bâtiments a augmenté de façon significative l'observance des mesures de biosécurité, particulièrement le port de bottes. Cette amélioration était seulement notée immédiatement après son installation. Six mois plus tard, l'observance a diminué radicalement. Les audits, tels qu'effectués dans cette étude, n'ont pas eu d'impact sur l'observance.
- La durée et le moment de la visite, la présence d'un observateur ou de l'éleveur et le type de bottes ont eu des impacts majeurs sur l'observance.
- À l'échelle de la ferme, le type de délimitation des zones, la facilité d'application du protocole de biosécurité, le nombre de bâtiments et le nombre de mesures à appliquer étaient significativement associés à l'observance.
- Les traits de la personnalité responsabilité et complexité sont associés à l'observance des bottes et de la visite, respectivement. L'expérience et l'éducation sont également corrélées à l'observance. Cette information peut servir à identifier un employé exemplaire pouvant éduquer de nouveaux employés et encadrer les autres. La sélection des candidats à l'embauche, l'attribution de tâches et la mise en place d'incitatifs sont d'autres contributions.
- Le développement de matériel de formation et la mise en place de formation tenant compte des problématiques identifiées dans cette étude sont nécessaires.
- L'amélioration de la conception des entrées des bâtiments devrait contribuer à augmenter et maintenir l'observance.

SOURCES DOCUMENTAIRES

- Ajzen I., Fishbein M. 1980. Understanding attitudes and predicting social behavior. New Jersey: Prentice-Hall, 278 pages.
- Akey B. L. 2003. Low-pathogenicity H7N2 avian influenza outbreak in Virginia during 2002. *Avian Diseases*, 47(special issue), 1099-1103.
- Alencar M.C.B., Nääs I.A., Salgado D.A., Gontijo L.A. 2006. Broiler mortality and human behavior at work. *Scientia Agricola*, 63(6), 529-533.
- Allen V.M., Newell D.G. 2005. Evidence for the effectiveness of biosecurity to exclude *Campylobacter* from poultry flocks: Food Standards Agency Report, Commissioned project MS0004, 28 pages.
- Alvarez R.M., Amass S.F., Anderson C.D., Ragland D., Grote L.A., Dowell C. A., Clark L.K., Stevenson G.W., Spicer P.M. 2001. Evaluation of biosecurity protocols to prevent mechanical transmission of TGEV of swine by pork production unit personnel. *Pig Veterinary Journal*, 48, 22-33.
- Amass S. F., Clark L.K. 1999. Biosecurity considerations for pork production units. *Journal of Swine Health and Production*, 7(5), 217-228.
- Amass S.F., Halbur P.G., Byrne B.A., Schneider J.L., Koons C.W., Cornick N., Ragland D. 2003a. Mechanical transmission of enterotoxigenic *Escherichia coli* to weaned pigs by people, and biosecurity procedures that prevented such transmission. *Journal of Swine Health and Production*, 11(2), 61-68.
- Amass S.F., Mason P.W., Pacheco J.M., Miller C.A., Ramirez A., Clark L.K., Ragland D., Schneider J.L., Kenyon S.J. 2004. Procedures for preventing transmission of foot-and-mouth disease virus (O/TAW/97) by people *Veterinary Microbiology*, 103(3-4), 143-149.
- Amass S.F., Pacheco J.M., Mason W., Schneider J.L., Alvarez R.M., Clark L.K., Ragland D., Schneider J.L., Kenyon S.J. 2003b. Procedures for preventing the transmission of foot-and-mouth disease virus to pigs and sheep by personnel in contact with infected pigs. *Veterinary Record*, 153(5), 137-140.
- Amass S.F., Stevenson G.W., Anderson C., Grote L.A., Dowell C., Vyverberg B.D., Kanitz C., Ragland D. 2000b. Investigation of people as mechanical vectors for

- porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Journal of Swine Health and Production*, 8(4), 161-166.
- Amass S., Vyverberg B.D., Ragland D., Dowell C.A., Anderson C.D., Stover J.H., Beaudry D.J. 2000a. Evaluating the efficacy of boot baths in biosecurity protocols. *Journal of Swine Health and Production*, 8(4), 169-173.
- Anderson J. F. 1998. Biosecurity - A new term for an old concept - how to apply it. *Bovine Practitioner*, 32(2), 61-70.
- Bandura A. 1997. *Self-efficacy: the exercise of control* New York: W.H. Freeman, 604 pages.
- Bandura A., Cervone D. 1983. Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effect of goal systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(5), 1017-1028.
- Barcelo M., Marco E. 1998. On Farm Biosecurity. Paper presented at the International Pig Veterinary Society Proceedings, Spain, 1-9.
- Barclay E. 2004. Biosecurity on farms. from http://www.ruralfutures.une.edu.au/downloads/BiosecurityonFarmsResultsSummary_84.pdf
- Barrick M.R., Mount M.K., 1991. The big five personality dimensions and job performance: a meta-analysis. *Personnel Psychology* 44(1), 1-26.
- Barrington G.M., Allen A.J., Parish S.M., Tibary A. 2006. Biosecurity and biocontainment in alpaca operations. *Small Ruminant Research*, 61(2-3), 217-225.
- Bates T.W., Thurmond M.C., Carpenter T.E. 2001. Direct and indirect contact rates among beef, dairy, goat, sheep, and swine herds in three California counties, with reference to control of potential foot-and-mouth disease transmission. *American Journal of Veterinary Research*, 62(7), 1121-1129.
- Bojesen A.M., Nielsen S.S., Bisgaard M. 2003. Prevalence and transmission of haemolytic *Gallibacterium* species in chicken production systems with different biosecurity levels. *Avian Pathology*, 32(5), 503-510.

- Boklund A., Alban L., Mortensen S., Houe H. 2004. Biosecurity in 116 Danish fattening swineherds: descriptive results and factors analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 66(1-4), 49-62.
- Bondad-Reantaso M.G., Subasinghe R.P., Arthur J.R., Ogawa K., Chinabut S., Adlard R., Tan Z., Shariff M. 2005. Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132(3-4), 249–272.
- Bowes V.A., 2007. After the Outbreak: How the British Columbia Commercial Poultry Industry Recovered After H7N3 HPAI. *Avian Diseases* 51(1), 313-316.
- Bradley F.A. 2007. Biosecurity: Educational Programs. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 77-81.
- Brandt A.W., Sanderson M.W., DeGroot B.D., Thomson D.U., Hollis L.C. 2008. Biocontainment, biosecurity, and security practices in beef feedyards. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(2), 262-269.
- Breuer K., Hemsworth P.H., Barnett J.L., Matthews L.R., Coleman G.J. 2000. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 66(4), 273-288.
- Broes A. 2002. Les mesures de biosécurité dans les élevages porcins québécois. Paper presented at the Journée : "De la démarche hygiène à la biosécurité", ISPAIA – SOGEVAL, 1-10.
- Buckalew L.W., Sallis R.E. 1986. Patient compliance and medication perception. *Journal of Clinical Psychology*, 42(1), 49-53.
- Callan R.J., Garry F.B. 2002. Biosecurity and bovine respiratory disease. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 18(1), 57-77.
- Casal J., Manuel A.D., Mateu E., Martin M. 2007. Biosecurity measures on swine farms in Spain: Perceptions by farmers and their relationship to current on-farm measures. *Preventive Veterinary Medicine*, 82(1-2), 138–150.
- Cellar D.F., Nelson Z.C., Yorke C.M., Bauer C. 2001. The five-factor model and safety in the workplace: Investigating the relationships between personality and accident involvement. *Journal of Prevention and Intervention in the Community*, 22(1), 43-52.

- Cellar D.F., Yorke C.M., Nelson Z.C., Carroll K.A. 2004. Relationships between five factor personality variables, workplace accidents, and self-efficacy. *Psychological Reports*, 94(3), 1437-1441.
- Chamberlain A.N., Halablad M.A., Gould D.J., Miles R.J. 1997. Distribution of bacteria on hands and the effectiveness of brief and thorough decontamination procedures using non-medicated soap. *Zentralbl Bakteriologie*, 285(4), 565-575.
- Chauvin C., Bouvarel I., Beloeil P.A., Orand J.P., Guillemot D., Sanders P. 2005. A pharmaco-epidemiological analysis of factors associated with antimicrobial consumption level in turkey broiler flocks. *Veterinary Research*, 36(2), 199-211.
- Chin R.P., Garcia M., Corsiglia C., Riblet S., Crespo R., Shivaprasad H. L., Rodriguez-Avila A., Woolcock P.R., França M. 2009. Intervention Strategies for Laryngotracheitis: Impact of Extended Downtime and Enhanced Biosecurity Auditing. *Avian Diseases*, 53(4), 574–577.
- Christensen N.H., Yavari C.A., McBain A.J., Bradbury J.M. 1994. Investigations into the survival of *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma synoviae* and *Mycoplasma iowae* on materials found in the poultry house environment. *Avian Pathology*, 23(1), 127-143.
- Coleman G.J., Hemsworth P.H., Hay M. 1998. Predicting stockperson behaviour towards pigs from attitudinal and job-related variables and empathy. *Applied Animal Behaviour Science*, 58(1-2), 63-75.
- Coleman G.J., Hemsworth P.H., Hay M., Cox M. 2000. Modifying stockperson attitudes and behaviour towards pigs at a large commercial farm. *Applied Animal Behaviour Science*, 66(1-2), 11-20.
- Coleman G.J., McGregor M., Hemsworth P.H., Boyce J., Dowling S. 2003. The relationship between beliefs, attitudes and observed behaviours of abattoir personnel in the pig industry *Applied Animal Behaviour Science*, 82(3), 189-200.
- Colombo C., Giger H., Grote J., Deplazes C., Pletscher W., Lüthi R., Ruef C. 2002. Impact of teaching interventions on nurse compliance with hand disinfection *Journal of Hospital Infection*, 51(1), 69-72.

- Conly J.M., Hill S., Ross J., Lertzman J., Louie T.L. 1989. Handwashing practices in an intensive care unit: the effects of an educational program and its relationship to infection rates. *American Journal of Infection Control*, 17(6), 330-339.
- Conrad P. 1985. The meaning of medications: another look at compliance. *Social Science and Medicine*, 20(1), 29-37.
- Cook D. L. 1962. The Hawthorne Effect in Educational Research. *The Phi Delta Kappan*, 44(3), 116-122.
- Costa P.T., McCrae R.R. 1984. Personality and vocational interests in an adult sample. *Journal of Applied Psychology*, 69(3), 390-400.
- Costa P.T., McCrae R.R. 1986. Personality stability and its implications for clinical psychology *Clinical Psychology Review*, 6(5), 407-423.
- Cransberg P.H., Hemsworth P.H., Coleman G.F. 2000. Human factors affecting the behavior and productivity of commercial broilers chickens. *British Poultry Science*, 41(3), 272-279.
- Craske S. 1968. A study of the relation between personality and accident history. *British Journal of Medical Psychology*, 41(4), 399-404.
- Dargatz D.A., Garry F.B., Traub-Dargatz J.L. 2002. An introduction to biosecurity of cattle operations. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 18(1), 1-5.
- Davis M.A., Sheng H., Newman J., Hancock D.D., Hovde C.J. 2005. Comparison of a waterless hand-hygiene preparation and soap-and-water hand washing to reduce coliforms on hands in animal exhibit setting. *Epidemiology and Infection*, Short Report, 1-5.
- De Benedictis P., Beato M.S., Capua I. 2007. Inactivation of Avian Influenza Viruses by Chemical Agents and Physical Conditions: A Review. *Zoonosis Public Health*, 54(2), 51-68.
- Dee S., Deen J., Pijoan C. 2003. Evaluation of 4 intervention strategies to prevent the mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 68(1), 19-26.
- Delabbio J.L., Johnson G.R., Murphy B.R., Hallerman E., Woart A., McMullin S.L. 2005. Fish Disease and Biosecurity: Attitudes, Beliefs, and Perceptions of

- Managers and Owners of Commercial Finfish Recirculating Facilities in the United States and Canada. *Journal of Aquatic Animal Health* 17(2), 153-159.
- Delabbio J., 2006. How farm workers learn to use and practice biosecurity. *Journal of Extension* 44(6).
- Delabbio J., Murphy B., Johnson G.R., McMullin S.L. 2004. An assessment of biosecurity utilization in the recirculation sector of finfish aquaculture in the United States and Canada. *Aquaculture*, 252(1-4), 165-179.
- Doebbeling B.N., Pfaller M.A., Houston A.K. 1988. Removal of nosocomial pathogens from the contaminated glove: implication for glove reuse and handwashing. *Annual Intern Medicine*, 109(5), 394-398.
- Dorea F.C., Berghaus R., Hofacre C., Cole D.J. 2010. Survey of Biosecurity Protocols and Practices Adopted by Growers on Commercial Poultry Farms in Georgia, U.S.A. *Avian Diseases*, 54(3), 1007-1015.
- Dubbert P.M., Dolce J., Richter W., Miller M., Chapman S.W., 1990. Increasing ICU Staff Handwashing: Effects of Education and Group Feedback. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 11(4), 191-193.
- Dunn E.C. 2003. Trojan pig: paradoxes of food safety regulation. *Environment and Planning*, 35, 1493-1511.
- East I. J. 2007. Adoption of biosecurity practices in the Australian poultry industries. *Australian Veterinary Journal*, 85(3), 107-112.
- Elbers A.R.W., Stegeman J.A., Jong M.C.M.D. 2001. Factors associated with the introduction of classical swine fever virus into pig herds in the central area of the 1997/98 epidemic in the Netherlands. *Veterinary Record*, 149(13), 377-382.
- Emmerson A.M., Enstone J.E., Griffin M., Kelsey M.C., Smyth E.T.M. 1996. The Second National Prevalence Survey of Infection in Hospitals—overview of the results. *Journal of Hospital Infection*, 32(3), 175-190.
- England J.J. 2002. Biosecurity: safeguarding your veterinarian: client: patient relationship. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 18(3), 373-378.
- Evans S.J., Sayers A.R. 2000. A longitudinal study of *Campylobacter* infection of broiler flocks in Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine*, 46(3), 209-223.

- Faust M.A., Kinsel M.L., Kirkpatrick M.A. 2001. Characterizing Biosecurity, Health, and Culling During Dairy Herd Expansions. *Journal of Dairy Science*, 84(4), 955-965.
- Friedman C.R., Torigian C., Shillam P.J., Hoffman R.E., Heltzel D., Beebe J. L., Malcolm G., DeWitt W.E., Hutwagner L., Griffin P.M. 1998. An outbreak of salmonellosis among children attending a reptile exhibit at a zoo. *The Journal of Pediatrics*, 132(5), 802-807.
- Garner J.S., Favero M.S. 1986. CDC Guideline for Handwashing and Hospital Environmental Control, 1985. *Infection Control*, 7(4), 231-243.
- Geller E.S., Eason S.L., Phillips J.A., Pierson M.D. 1980. Interventions to improve sanitation during food preparation. *Journal of Organizational Behavior Management*, 2(3), 229-240.
- Gifford D.H., Shane S.M., Hugh-Jones M., Weigler B.J. 1987. Evaluation of biosecurity in broiler breeders *Avian Diseases*, 31(2), 339-344.
- Giuffrida A., Gravelle H. 1998. Paying patients to comply: an economic analysis. *Health Economics*, 7(7), 569 - 579.
- Goldberg L.R., 1990. An Alternative "Description of Personality": The Big-Five Factor Structure. *Journal of Personality and Social Psychology* 59(6), 1216-1229.
- Goodstein L.D., Lanyon R.I. 1999. Applications of personality assessment to the workplace: a review. *Journal of Business and Psychology*, 13(3), 291-322.
- Goodwin R.F.W. 1985. Apparent reinfection of enzootic-pneumonia-free pig herds: search for possible causes. *Veterinary Record*, 116(26), 690-694.
- Graham M. 1990. Frequency and duration of handwashing in an intensive care unit. *American Journal of Infection Control*, 18(2), 77-80.
- Gregory E., Barnhart H., Dreesen D.W., Stern N.J., Corn J.L. 1997. Epidemiological Study of *Campylobacter* spp. in Broilers: Source, Time of Colonization, and Prevalence. *Avian Diseases*, 41(4), 890-898.
- Gunn G.J., Heffernan C., Hall M., McLeod A., Hovic M. 2008. Measuring and comparing constraints to improved biosecurity amongst GB farmers, veterinarians and the auxiliary industries. *Preventive Veterinary Medicine*, 84(3-4), 310-323.

- Hald B., Wedderkopp A., Madsen M. 2000. Thermophilic *Campylobacter* spp. in Danish broiler production: a cross-sectional survey and a retrospective analysis of risk factors for occurrence in broiler flocks. *Avian Pathology*, 29(2), 123-131.
- Hansen C.P. 1988. Personality characteristics of the accident involved employee. *Journal of Business and Psychology*, 2(4), 346-365.
- Hansen C.P. 1989. A causal model of the relationship among accidents, biodata, personality, and cognitive factors. *Journal of Applied Psychology*, 74(1), 81-90.
- Hansson I., Vagsholm I., Svensson L., Engvall E. O. 2007. Correlations between *Campylobacter* spp. prevalence in the environment and broiler flocks. *Journal of Applied Microbiology*, 103(3), 640-649.
- Hayes B.E., Perander J., Smecko T., Trask J., 1998. Measuring Perceptions of Workplace Safety: Development and Validation of the Work Safety Scale. *Journal of Safety Research* 29(3), 145–161.
- Haynes R.B., Taylor D.W., Sackett D.L. 1979. Compliance in health care. Baltimore: John Hopkins University Press, 516 pages.
- Hemsworth P.H., Barnett J.L., Coleman G.J., Hansen, C. 1989. A study of the relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpersons and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 23(4), 301-314.
- Hemsworth P.H., Coleman G.J., Barnett J.L., Borg S., Dowling S. 2002. The effects of cognitive behavioral intervention on the attitude and behavior of stockpersons and the behavior and productivity of commercial dairy cows. *Journal of Animal Science*, 80(1), 68–78.
- Hoe F.G.H., Ruegg P.L. 2006. Opinions and Practices of Wisconsin Dairy Producers About Biosecurity and Animal Well-Being. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2297-2308.
- Hogan R., Roberts B.W. 1996. Personality measurement and employment decisions: questions and answers. *American Psychologist*, 51(5), 469-477.
- Holmboe E., Scranton R., Sumption K., Hawkins R. 1998. Effect of medical record audit and feedback on residents' compliance with preventive health care guidelines. *Academic Medicine*, 73(8), 901-903.

- Hueston W.D., Taylor J.D. 2002. Protecting US cattle the role of national biosecurity programs. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 18(1), 177–196.
- Hugonnet S., Perneger T.V., Pittet D., 2002. Alcohol-Based Handrub Improves Compliance With Hand Hygiene in Intensive Care Units. *Archives of Internal Medicine* 162(9), 1037-1043.
- Humphrey T.J., Henley A., Lanning D.G. 1993. The colonization of broiler chickens with *Campylobacter jejuni*: some epidemiological investigations. *Epidemiology and Infection*, 110(3), 601-607.
- Jardine C.G., Hrudey S.E. 1997. Mixed Messages in Risk Communication. *Risk Analysis*, 17(4), 489-498.
- Johnson H.D., Sholcosky D., Gabello K., Ragni R., Ogonosky N. 2003. Sex differences in public restroom handwashing behavior associated with visual behavior prompts. *Percept Mot Skills*, 97(3), 805-810.
- Kaplan L.M., McGuckin M., 1986. Increasing Handwashing Compliance with More Accessible Sinks. *Infection Control* 7(8), 408-410.
- Kiang K.M., Scheftel J.M., Leano F.T., Taylor C.M., Belle-Isle P.A., Cebelinski E.A., Danila R., Smith K.E. 2006. Recurrent outbreaks of cryptosporidiosis associated with calves among students at an educational farm program, Minnesota, 2003. *Epidemiology and Infection*, 134(4), 878-886.
- Kirk J.H., Sisco W.M., Barnett S.C., Collar C., Higginbotham J., Shultz T. 2002. *Salmonella* contamination of rubber boots worn on dairies. *Bovine Practitioner*, 36(1), 11-14.
- Kirk J., Boggs C., Jefferey J. 2003. Efficacy of disinfectants for sanitizing boots under dairy farm conditions. *Bovine Practitioner*, 37, 50-53.
- Kretzer E.K., Larsen E.L., 1998. Behavioral interventions to improve infection control practices *American Journal of Infection Control* 26(3), 245-253.
- Langsrud S., Moretro T., Sundheim G. 2003. Characterization of *Serratia marcescens* surviving in disinfecting footbaths. *Journal of Applied Microbiology*, 95(1), 186-195.
- Larson, E., Kretzer, E.K., 1995. Compliance with handwashing and barrier precautions. *Journal of Hospital Infection* 30(1), 88-106.

- Larsen A.F. 2009. Semi-subsistence Producers and Biosecurity in the Slovenian Alps. *Journal of the European Society for Rural Sociology*, 49(4), 330-343.
- Lohr J.A., Ingram D.L., Dudley S.M., Lawton E.L., Donowitz L.G. 1991. Hand washing in pediatric ambulatory settings: an inconsistent practice. *American Journal of Diseases of Child*, 145(10), 1198-1199.
- Losinger W.C., Bush E.J., Hill G.W., Smith M.A., Garber L.P., Rodriguez J.M., Kane G. 1998. Design and implementation of the United States National Animal Health Monitoring System 1995 National Swine Study. *Preventive Veterinary Medicine*, 34(2-3), 147-159.
- Lotz J.M. 1997. Special topic review: Viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 13(4), 405-413.
- Mayer J.A., Dubbert P.M., Miller M., Burkett P.A., Chapman S.W. 1986. Increasing handwashing in an intensive care unit. *Infection Control*, 7(5), 259-262.
- Milne L.M., Plom A., Strudley I., Pritchard G.C., Crooks R., Hall M., Duckworth G., Seng C., Susman M.D., Kearney J., Wiggins R.J., Mouldsdale M., Cheasty T., Willshaw G.A. 1999. *Escherichia coli* O157 incident associated with a farm open to members of the public. *Communicable disease and public health*, 2(1), 22-26.
- Moore C. 1992. Biosecurity and minimal disease herds. *Swine reproduction*, 8(3), 461-474.
- Moore D.A., Merryman M.L., Hartman M.L., Klingborg D.J. 2008. Comparison of published recommendations regarding biosecurity practices for various production animal species and classes. *Journal American Veterinary Medicine Association*, 233(2), 249-256.
- Mortel T., Murgo M. 2006. An examination of covert observation and solution audit as tools to measure the success of hand hygiene interventions *American Journal of Infection Control*, 34(3), 95-99.
- Nespeca R., Vaillancourt J.-P., Morrow W.E.M. 1997. Validation of a poultry biosecurity survey. *Preventive Veterinary Medicine*, 31(1-2), 73-86.

- Newell D.G., Fearnley C. 2003. Sources of *Campylobacter* Colonization in Broiler Chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(8), 4343-4351.
- Nielen M., Jalvingh A.W., Horst H.S., Dijkhuizen A.A., Maurice H., Schut B.H., Van Wuijckhuise L.A., De Jong M.F. 1996. Quantification of contacts between Dutch farms to assess the potential risk of foot-and-mouth disease spread. *Preventive Veterinary Medicine*, 28(3), 143-158.
- Nishimura S., Masahiro K., Fusae K., Masaji N., Nobuyuki T. 1999. Handwashing before entering the intensive care unit: What we learned from continuous video-camera surveillance. *American Journal of Infection Control*, 97(4), 367-369.
- O'Boyle C. A., Henly S. J., Larson E. 2001. Understanding adherence to hand hygiene recommendations: The theory of planned behavior. *American Journal of Infection Control*, 29(6), 352-360.
- O'Bryen P.J., Lee C.S. 2003. Discussion summary on biosecurity in aquaculture production systems: exclusion of pathogens and other desirables. Paper presented at the Biosecurity in aquaculture production systems: Exclusion of pathogens and other desirables, Baton Rouge, Louisiana.
- Ones D.S., Viswesvaran C., Schmidt F.L. 1993. Comprehensive meta-analysis of integrity test validities findings and implications for personnel selection and theories of job performance. *Journal of Applied Psychology*, 78(4), 679-703.
- Otake S., Dee S.A., Rossow K.D., Deen J., Joo H.S., Molitor T.W., Pijoan C. 2002. Transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus by fomites (boots and coveralls). *Swine Health and Production*, 10(2), 59-65.
- Palmer S., Sully M., Fozdar F. 2009. Farmers, animal disease reporting and the effect of trust: a study of West Australian sheep and cattle farmers. *Rural Society*, 19(1), 32-48.
- Panama J.L.A., Spinka M. 2005. Associations of stockperson's personalities and attitudes with performance of dairy cattle herds. *Czech Journal Animal Science*, 50(5), 226-234.
- Park J., Jung W., 2003. The operators' non-compliance behavior to conduct emergency operating procedures-comparing with the work experience and the complexity of procedural steps. *Reliability Engineering & System Safety* 82(2), 115-131.

- Patnayak D.P., Prasad M., Malik Y.S., Ramakrishnan M.A., Goyal S.M. 2008. Efficacy of Disinfectants and Hand Sanitizers Against Avian Respiratory Viruses. *Avian Diseases*, 52(2), 199-202.
- Patrick D.R., Findon G., Miller T.E. 1997. Residual moisture determines the level of touch-contact-associated bacterial transfer following hand washing. *Epidemiology and Infection*, 119(3), 319-325.
- Pedersen D.M., Keithly S., Brady K. 1986. Effects of an observer on conformity to handwashing norm. *Perceptual and motor skills*, 62(1), 169-170.
- Pervin L.A., John O.P. 2005. *Personnalité - théorie et recherche* (Éditions du Renouveau Pédagogique inc.). Québec: John Wiley and Sons inc., 549 pages.
- Pinto J.C., Urcelay V.S. 2003. Biosecurity practices on intensive pig production systems in Chile. *Preventive Veterinary Medicine*, 59(3), 139-145.
- Pitkin A., Deen J., Dee S. 2009. Further assessment of fomites and personnel as vehicles for the mechanical transport and transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 73(4), 298-302.
- Pittet D., 2001. Improving adherence to hand hygiene practice: a multidisciplinary approach. *Emerging Infectious Diseases* 7(2), 234-240.
- Porter S., El-Maaytah M., Afonso W., Scully C., Leung T. 1995. Cross-infection compliance of UK dental staff and students. *Oral Diseases*, 1(4), 198-200.
- Poss P.E. 1998. Turkey Industry Strategies for Control of Respiratory and Enteric Diseases. *Poultry Science* 77(8), 1181-1185.
- Quinn P.J. 1991. *Disinfection and disease prevention in veterinary medicine in Disinfection, sterilization and preservation*. Philadelphia: Lea and Febiger, 846-868.
- Quraishi Z.A., McGuckin M., Blais F.X. 1984. Duration of handwashing in intensive care units: a descriptive study. *American Journal of Infection Control*, 12(2), 83-87.
- Rasbash, J., Browne, W., Goldstein, H., Yang, M., Plewis, I., Healy, M., Woodhouse, G., Draper, D., Langford, I., Lewis, T., 2000. *A user's guide to MLwiN*. University of London, United Kingdom, 278 pages.

- Rasbash J., Browne W., Healy M., Cameron B., Charlton C., 2010. MLwiN version 2.22. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Rauff Y., Moore D.A., Sisco W.M. 1996. Evaluation of the results of a survey of dairy producers on dairy herds biosecurity and vaccination against bovine viral diarrhoea. *Journal American Veterinary Medicine Association*, 209(9), 1618-1622.
- Ravel A., D'Allaire S., Bigras-Poulin M. 1996b. Influence of management, housing and personality of the stockperson on preweaning performances on independent and integrated swine farms in Québec *Preventive Veterinary Medicine*, 29(1), 37-57.
- Ravel A., D'Allaire S., Bigras-Poulin M., Ward R. 1996a. Psychodemographic profile of stockpeople working on independent and integrated swine breeding farms in Québec. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 60(4), 241-248.
- Refrégier-Petton J., Rose N., Denis M., Salvat G. 2001. Risk factors for *Campylobacter* spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Preventive Veterinary Medicine*, 50(1-2), 89-100.
- Ribbens S., Dewulf J., Koenen F., Maes D., Kruif A.D. 2007. Evidence of indirect transmission of classical swine fever virus through contacts with people. *Veterinary Record*, 160(20), 687-690.
- Ribbens S., Dewulf J., Koenen F., Mintiens K., Sadeleer L.D., Kruif A.D., Maes D. 2008. A survey on biosecurity and management practices in Belgian pig herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 83(3-4), 228-241.
- Rushen J., De Passille A.M.B., Munksgaard L. 1999. Fear of People by Cows and Effects on Milk Yield, Behavior, and Heart Rate at Milking. *Journal of Dairy Science*, 82(4), 720-727.
- Saif Y.M., Fadly A.M., Glisson J.R., McDougald L.R., Nolan L.K., Swayne D.E. 2008. *Diseases of poultry* (12th ed.). Iowa: Blackwell publishing, 1324 pages.
- Sanderson M.W., Dargatz D.A., Garry F.B. 2000. Biosecurity practices of beef-cow calf producers. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(2), 185-189.
- Schaik G.V., Schukken Y.H., Nielen M., Dijkhuizen A.A., Barkema H.W., Benedictus G. 2002. Probability of and risk factors for introduction of infectious diseases

- into Dutch SPF dairy farms: a cohort study *Preventive Veterinary Medicine*, 54(3), 279-289.
- Sellers R.F., Donaldson A.I., Herniman K.A.J. 1970. Inhalation, Persistence and Dispersal of Foot-and-Mouth Disease Virus by Man. *The Journal of Hygiene*, 68(4), 565-573.
- Sellers R.F., Herniman K.A.J., Mann J.A. 1971. Transfer of foot-and-mouth disease virus in the nose of man from infected to non-infected animals. *Veterinary Record*, 89(16), 447-449.
- Shane S.M. 1993. Preventing erosive diseases in broiler parents. *Zootecnica International*, 16(5), 58-60.
- Shaw C.D., Costain D.W. 1989. Guidelines for medical audit: seven principles. *British Medical Journal*, 299(6697), 498-499.
- Shukla R., Slack R., George A., Cheasty T., Rowe B., Scutter J. 1995. *Escherichia coli* O157 infection associated with a farm visitor centre. *Communicable disease report*, 5(6), 86-90.
- Smith T. 1990. Medical audit: closing the feedback loop is vital. *British Medical Journal*, 300(6717), 65.
- Steele F., 2009a. Module 6: Regression Models for Binary Responses Concepts. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Steele F., 2009b. Module 7: Multilevel models for binary responses. Center for Multilevel Modelling, University of Bristol. UK.
- Strömberg A., Broström A., Dahlström U., Fridlund B. 1999. Factors influencing patient compliance with therapeutic regimens in chronic heart failure: A critical incident technique analysis. *Heart & Lung: Journal of Acute & Critical Care*, 28(5), 334-341.
- Tett R.P., Jackson D.N., Rothstein M. 1991. Personality measures as predictors of job performance: a meta-analytic review. *Personnel Psychology*, 44(4), 703-742.
- Thomas M.E., Bouma A., Ekker H.M., Fonken A.J.M., Stegeman J.A., Nielen M. 2005. Risk factors for the introduction of high pathogenicity Avian Influenza virus into poultry farms during the epidemic in the Netherlands in 2003. *Preventive Veterinary Medicine* 69(1-2), 1-11.

- Tibballs J. 1996. Teaching hospital medical staff to handwash. *The Medical Journal of Australia*, 164(7), 395-398.
- Toma B., Vaillancourt J.-P., Dufour B., Eloit M., Moutou F., Marsh W., Bénet J.-J., Sanaa M., Michel P., Kass P., Bigras-Poulin M. 1999. *Dictionary of Veterinary Epidemiology*: Wiley-Blackwell, 284 pages.
- Vaillancourt J.-P. 2009. Can we talk? The role of communication in regional disease control. *La Revue Canadienne d'aviiculture*, 96(6), 16-18.
- Vaillancourt J.-P., Carver D.K. 1998. Biosecurity: perception is not reality. *Poultry Digest*, 57(6), 28-36.
- Van de Giessen A.W., Tilburg J.J.H.C., Ritmeester W.S., Plas J.V.D. 1998. Reduction of *Campylobacter* infections in broiler Flocks by application of hygiene measures. *Epidemiology and Infection*, 121(1), 57-66.
- Van Steenwinkel S., Ribbens S., Ducheyne E., Goossens E., Dewulf J. 2011. Assessing biosecurity practices, movements and densities of poultry sites across Belgium, resulting in different farm risk-groups for infectious disease introduction and spread. *Preventive Veterinary Medicine*, 98(1-4), 259-270.
- Venier A.G., Zaro-Goni D., Pefau M., Hauray J., Nunes J., Cadot C., Ribes F., Lasheras A., Parneix P. 2009. Performance of hand hygiene in 214 healthcare facilities in South-Western France. *Journal of Hospital Infection*, 71(3), 280-282.
- Vieira A.R., Hofacrea C.L., Smith J.A., Cole D. 2009. Human Contacts and Potential Pathways of Disease Introduction on Georgia Poultry Farms. *Avian Diseases*, 53(1), 55-62.
- Vroom V.H. 1964. *Work and motivation*. New York: John Wiley & Sons Inc., 396 pages.
- Waiblinger S., Menke C., Coleman G. 2002. The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 79(3), 195-219.
- Welsh B.C., Farrington D.P. 2006. Surveillance for crime prevention in public space: results and policy in Britain and America. *Criminology & Public Policy*, 3(3), 497 - 526.

- Wentworth D.E., McGregor M.W., Macklin M.D., Neumann V., Hinshaw V.S. 1997. Transmission of swine influenza virus to humans after exposure to experimentally infected pigs. *Journal of Infectious Diseases*, 175(1), 7-15.
- Widmer A.F. 2000. Replace hand washing with use of a waterless alcohol hand rub? *Clinical Infectious Diseases* 31(1), 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. 1999. Farmers' Attitudes, Objectives, Behaviors, and Personality Traits: The Edinburgh Study of Decision Making on Farms. *Journal of Vocational Behavior*, 54(1), 5-36.
- Wong D., Nye K., Hollis P. 1991. Microbial flora on doctors' white coats. *British Medical Journal*, 303(6817), 1602-1604.
- Wren G. 2000. Biosecurity – the human factor. *Bovine Veterinarian*, March-April, 20-23.
- Wurtz R., Moye G., Jovanovic B. 1994. Handwashing machines, handwashing compliance, and potential for cross-contamination. *American Journal of Infection Control*, 22(4), 228-230.
- Young I., Rajić A., Letellier A., Cox B., Leslie M., Sanei B., McEwen S.A. 2010. Knowledge and Attitudes toward Food Safety and Use of Good Production Practices among Canadian Broiler Chicken Producers. *Journal of Food Protection*, 73(7), 1278-1287.
- Zellen G.K., Weber L.J., Martin S.W. 1984. Infectious Laryngotracheitis in the Niagara Peninsula: A Case Control Study. *Canadian Veterinary Journal*, 25(2), 75-77.

APPENDICES

Annexe 1 : Certificat d'éthique de la recherche



COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DE LA FACULTÉ DES ARTS ET DES SCIENCES (CÉRFAS)

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche de la Faculté des arts et des sciences, selon les procédures en vigueur, a examiné le projet de recherche intitulé :

« Évaluation de stratégies pour améliorer l'observance des mesures de biosécurité »

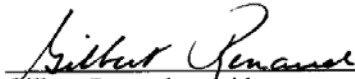
subventionné par : *Agence canadienne d'inspection des aliments et FMV*

et soumis par : *Manon Racicot, étudiante au doctorat, Département de sciences cliniques, Faculté de médecine vétérinaire*

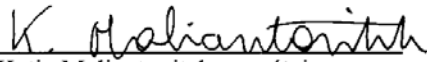
Le Comité a conclu que la recherche proposée respecte les règles d'éthique énoncées dans la « Politique sur la recherche avec des êtres humains » de l'Université de Montréal.

Tout changement anticipé au protocole de recherche doit être communiqué au CÉRFAS qui devra en évaluer l'impact au chapitre de l'éthique afin de déterminer si une nouvelle demande de certificat d'éthique est nécessaire.

Toute interruption prématurée du projet ou tout incident grave devra être immédiatement signalé au CÉRFAS.



Gilbert Renaud, président
CÉRFAS



Katia Maliantovitch, secrétaire
CÉRFAS

Date de délivrance : 19 DEC. 2008

Annexe 2: Entente confidentielle entre l'éleveur et les chercheurs

Entente éleveurs - chercheurs

Propriétaire : _____
 Nom de la ferme : _____
 Adresse de la ferme : _____
 Ville : _____
 Téléphone : _____
 Télécopieur : _____
 Courriel : _____

Le projet de recherche consiste à évaluer l'impact de deux stratégies, soient les audits et les caméras, sur l'observance des mesures de biosécurité et ce, au courant de l'année 2009. Pour ce faire, un système de surveillance sera installé pour monitorer l'application des recommandations à l'entrée et à la sortie d'un bâtiment. Les personnes visitant les fermes seront ultérieurement rencontrées pour répondre à un questionnaire afin d'établir leur profil de personnalité. Le but de cette étude est de déterminer si les audits ou les caméras augmenteront l'observance des mesures de biosécurité. Puis, la relation entre les profils de personnalité et l'observance sera étudiée. Vous pouvez, en tout temps, vous désister du projet. Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel ombudsman@umontreal.ca (l'ombudsman accepte les appels à frais virés).

Les chercheurs impliqués s'engagent à respecter les accords de confidentialité suivants :

- Aucune information permettant de retracer les fermes ou les individus ne sera divulguée.
- Les données seront seulement enregistrées sur un ordinateur hors-ligne avec un système de secours sécurisé. Même volées, les données ne pourront pas être obtenues à partir de cet ordinateur (le disque dur doit être effacé pour que l'accès sans mot de passe ou sans identification numérique (empreinte digitale) soit accordé.
- Les enregistrements seront détruits immédiatement après la collecte des données.

J'accepte de participer au projet en respectant l'accord de confidentialité suivant :

- Ne pas divulguer la participation à ce projet à quiconque tant que celui-ci est en cours.

Signature de l'éleveur: _____

Signature des responsables du projet :

 Jean-Pierre Vaillancourt
 Tél: (450) 773-8521 poste 1-8678

 Manon Racicot
 Tél: (450) 773-8521 poste 1-8476

Annexe 3: Formulaire de consentement pour la section caméra

Projet de recherche - Évaluation du trafic avicole Formulaire de consentement

Nom du participant : _____

Nom de la ferme : _____

Téléphone : _____

Courriel : _____

Le projet de recherche consiste à étudier le trafic avicole. Pour ce faire, une observation par caméras sera utilisée. Ainsi, au courant de l'année 2009, il est possible que vous soyez filmés dans le cadre de vos fonctions. Les vidéos seront visionnés uniquement par la personne responsable du projet. En tout temps, vous pouvez vous désister du projet. Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel ombudsman@umontreal.ca (l'ombudsman accepte les appels à frais virés).

Aucune information ne sera divulguée à votre employeur, et donc, aucune conséquence négative possible.

Les chercheurs impliqués s'engagent donc à respecter les accords de confidentialité suivants :

- Aucune information permettant de retracer les fermes ou les individus ne sera divulguée.
- Aucune information individuelle ne sera transmise ou accessible à un tiers partie, tel un employeur.
- Tous les vidéos seront détruits immédiatement après la collecte des données.
- Les données pour ces études seront seulement enregistrées sur un ordinateur hors-ligne avec un système de secours sécurisé. Même volées, les données ne pourront pas être obtenues (le disque dur contenant les données doit être effacé pour que l'accès sans mot de passe ou sans identification numérique (empreinte digitale) soit accordé.
- **Votre nom n'apparaîtra nulle part dans la banque de données.**

J'accepte de participer au projet:

Signature du participant : _____

Signature du responsable du projet : _____

Jean-Pierre Vaillancourt

Si vous avez des questions, veuillez contacter Dr Jean-Pierre Vaillancourt :

- Bureau : (450) 773-8521 poste 1-8678

Annexe 4: Formulaire de consentement pour les visiteurs pour la section caméra

Quota n° : _____

Poulaillier n° : _____

Registre des visiteurs

Projet d'évaluation du trafic avicole

	Date	Nom	Avez-vous visité une autre ferme, couvoir ou abattoir aujourd'hui?	Biosécurité			Signature	Projet de la faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal
				Bottes de plastique	Survêtement	Lavage des mains		
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								

Projet de recherche de la Faculté de médecine vétérinaire - Évaluation du trafic avicole

Le projet de recherche consiste à étudier le trafic avicole. Pour ce faire, une observation par caméras sera utilisée. Ainsi, au courant de l'année 2009, il est possible que vous soyez filmés lors de vos visites. Les vidéos seront visionnées uniquement par la personne responsable du projet.

Aucune information individuelle ne sera transmise ou accessible à un tiers partie, tel un employeur ou l'éleveur de cette ferme. Tous les vidéos seront détruits immédiatement après la collecte des données. Vous pouvez en tout temps vous désister du projet. Si vous ne voulez pas participer, veuillez signer dans la colonne de droite. Pour toutes questions, veuillez contacter le responsable du projet, le Dr Jean-Pierre Vaillancourt au 450-778-8521 au poste 8678. Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel ombudsman@umontreal.ca (l'ombudsman accepte les appels à frais virés).

Annexe 5: Formulaire de consentement pour la section profil de personnalité

Projet de recherche sur les profils de personnalité dans le secteur avicole Formulaire de consentement

Nom du participant : _____

Nom de la ferme : _____

Téléphone : _____

Courriel : _____

Le projet de recherche consiste à comparer les profils de personnalité des travailleurs de l'industrie avicole à certaines données zootechniques. Votre participation consiste à répondre à un questionnaire sur les profils de personnalité au cours de l'année 2010. Ce questionnaire prend environ une heure à remplir. Le lieu et le moment de passation sera en fonction des disponibilités et des besoins du sujet. En tout temps, vous pouvez vous désister du projet. Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel ombudsman@umontreal.ca (l'ombudsman accepte les appels à frais virés).

Aucune information ne sera divulguée à votre employeur, et donc, aucune conséquence négative possible.

Les chercheurs impliqués s'engagent à respecter les accords de confidentialité suivants :

- Aucune information permettant de retracer les fermes ou les individus ne sera divulguée.
- Aucune information individuelle ne sera transmise ou accessible à un tiers partie, tel un employeur.
- Toute l'information sur les profils de personnalité sera détruite à la fin de la recherche.
- Les données pour ces études seront seulement enregistrées sur un ordinateur hors-ligne avec un système de secours sécurisé. Même volées, les données ne pourront pas être obtenues à partir de cet ordinateur (le disque dur doit être effacé pour que l'accès sans mot de passe ou sans identification numérique (empreinte digitale) soit accordé.
- **Votre nom n'apparaîtra nulle part dans la banque de données.**

J'accepte de participer au projet:

Signature du participant : _____

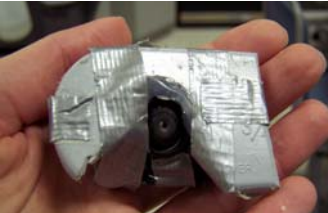



Signature des responsables du projet : _____

Jean-Pierre Vaillancourt

Manon Racicot

Si vous avez des questions, veuillez contacter : Dr Jean-Pierre Vaillancourt au (450) 773-8521 poste 1-8678 ou Dre Manon Racicot au (450) 773-8521 poste 1-8476

Annexe 6 : Matériel utilisé pour le projet

Matériel utilisé	Détails	Illustration	Explication
Caméra cachée	Caméra ayant une dimension approximative de 3 cm par 3 cm filmant en noir et blanc		La caméra cachée était d'abord collée (colle chaude et ruban adhésif gris) sur un morceau de plastique qui lui-même était collé (ruban adhésif deux faces) à l'intérieur du boîtier contenant l'enregistreur numérique. Selon l'espace disponible et l'emplacement du boîtier dans l'entrée des fermes, il était nécessaire de donner un certain angle à la caméra cachée lors de l'adhésion sur le morceau de plastique.
Enregistreur numérique	Marque Pelco, modèle DX4004-160 permettant d'enregistrer en détection de mouvements		Le logiciel accompagnant l'enregistreur numérique permettait de prendre des photos à partir des vidéos.
Boîtier	Boîtier contenant l'enregistreur numérique et la caméra cachée; fermé sous clé	 	Les installations de la caméra cachée ont été effectuées à l'insu des employés, c'est-à-dire en leur absence.
Installation	Tournevis, ciseau, colle chaude, collant adhésif, barre de tension, transformateurs, câbles, connecteurs	