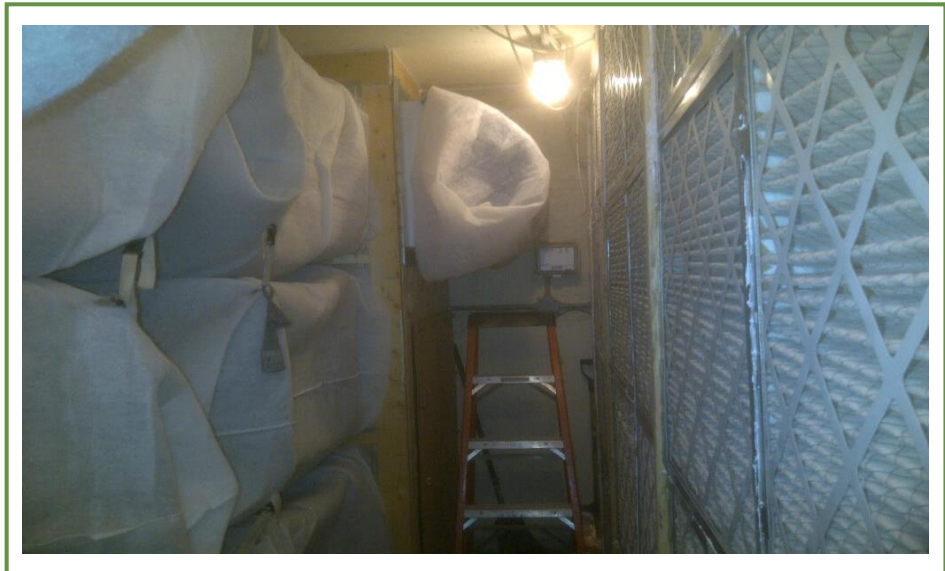


Essai d'un concept de bioconfinement en quarantaine - filtration d'air et réduction du taux de colmatage des filtres



Avril 2013

Rapport

Francis Pouliot¹, ing., M.B.A.
Valérie Dufour¹, M. Sc.
Michel Morin¹, agr.
Caroline Duchaine², Ph. D.
Valérie Létourneau², Ph. D.
Christopher Robitaille³, ing. jr
Marie-Aude Ricard¹, ing.

¹ Centre de développement du porc du Québec inc.

² Centre de recherche de l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

³ R. Robitaille et fils



CENTRE DE RECHERCHE
INSTITUT UNIVERSITAIRE
DE CARDIOLOGIE
ET DE PNEUMOLOGIE
DE QUÉBEC

APPLIÉ À L'UNIVERSITÉ
LAVAL



Centre de développement
du porc du Québec inc.

© Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2013
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-922276-69-5

Équipe de réalisation

Répondant : Francis Pouliot, ing., M.B.A. (CDPQ)

Chargée de projet : Valérie Dufour, M. Sc. (CDPQ)

Collaborateurs : Christopher Robitaille, ing. jr (R. Robitaille et fils)
Joël Rivest, Ph. D. (CDPQ)
Pierre Lachapelle, Benoit Baillargeon inc.
Marie-Aude Ricard, ing. (CDPQ)
François Cardinal, D.M.V., M. Sc. (Les Consultants Avi-Porc)

Équipe de rédaction : Valérie Dufour, M. Sc. (CDPQ)
Valérie Létourneau, Ph. D. (Centre de recherche de l'IUCPQ)
Caroline Duchaine, Ph. D. (Centre de recherche de l'IUCPQ)
Michel Morin, agr. (CDPQ)
Francis Pouliot, ing., M.B.A. (CDPQ)

Remerciements

Une partie du financement de ce projet a été fournie par l'entremise des conseils sectoriels du Québec, de l'Ontario, de l'Alberta, du Manitoba et de la Saskatchewan qui gèrent le Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA) pour le compte d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Cette étude a également été financée par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) dans le cadre du volet 3 du Programme d'appui financier pour un secteur agroalimentaire innovateur, le Conseil canadien de la santé porcine (CCSP), R. Robitaille et fils, la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ), Ontario Pork, Manitoba Pork, Sask Pork, Alberta Pork, le Centre de recherche de l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec affilié à l'Université Laval, JSR Genetics, le Prairie Swine Centre (PSCI) et le Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ).

Une partie du financement de ce projet a été assurée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA). Au Québec, la part destinée au secteur de la production agricole est gérée par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Canadian Swine Health Board
Conseil canadien
de la santé porcine

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec



Fédération des
producteurs de porcs
du Québec



ONTARIO PORK



Research Profits Everyone



CENTRE DE RECHERCHE
INSTITUT UNIVERSITAIRE
DE CARDIOLOGIE
ET DE PNEUMOLOGIE
DE QUÉBEC

AFILIÉ À UNIVERSITÉ
LAVAL



Centre de développement
du porc du Québec inc.



Résumé

L'objectif du projet était de tester un système novateur de bioconfinement adapté à une quarantaine porcine pour réduire le risque de propagation aérienne de virus en cas de contamination par des agents pathogènes et de tester des technologies qui pourraient diminuer à un niveau acceptable le taux de colmatage des préfiltres et des filtres antimicrobiens installés à la sortie des ventilateurs.

Les essais ont eu lieu dans une section de quarantaine de 108 places ventilée en pression négative, annexée au bâtiment existant de la maternité. Les ventilateurs et le système de filtration d'air à la sortie d'air étaient localisés dans une salle consacrée au traitement de l'air et construite au bout de la quarantaine. Les entrées d'air (dans l'entretoit) étaient munies de filtres antimicrobiens Noveko constitués de 15 couches de membranes filtrantes en cas de reflux d'air potentiellement contaminé vers l'entretoit. À la sortie d'air (ventilateurs muraux), le système était composé de trois étapes de filtration : un préfiltre StuffNix ou MERV 13, des préfiltres Noveko et des filtres antimicrobiens Noveko constitués de 10 couches de membranes filtrantes.

Les essais se sont déroulés sur une période équivalant à quatre lots en tout plein - tout vide d'une durée de 25 jours chacun, sauf le premier lot dont la durée a été de 35 jours, au cours desquels un traitement différent a été testé; lot 1) préfiltre StuffNix et un système d'abattement de la poussière par ionisation; lot 2) préfiltre StuffNix sans système d'ionisation; lot 3) préfiltre DP-green® (MERV 13) et le système d'ionisation et lot 4) préfiltre DP-green® (MERV 13) sans le système d'ionisation.

Les températures extérieures et intérieures ainsi que la pression statique à huit endroits dans les bâtiments ont été prises toutes les dix minutes à l'aide d'un système d'acquisition de données. La tension électrique de chacun des ventilateurs a été mesurée avec des transmetteurs de tension afin d'estimer le débit d'air des ventilateurs en fonction de la tension et de la pression statique au ventilateur. Finalement, les particules de poussière totales ont été prélevées et les particules de l'air possédant un diamètre de 0,3, 0,5, 1, 3, 5 et 10 µm ont été comptées une fois par semaine sur trois sites d'échantillonnage : à l'intérieur du bâtiment, entre les préfiltres et les filtres antimicrobiens et en aval des filtres antimicrobiens.

La présence du système d'ionisation a permis de diminuer, en moyenne, la concentration de particules de différentes tailles de 43 à 60 % et celle des bactéries totales de 83 %. Le système d'ionisation a également permis de réduire significativement la concentration massique en poussière (64 %) dans l'air du bâtiment.

La présence du préfiltre StuffNix a permis de diminuer faiblement la concentration massique en poussière de 29 à 38 %, ce qui est nettement inférieur à l'efficacité annoncée par le fabricant (70 %). Quant au nombre de particules dans l'air, ce préfiltre a permis d'en réduire la quantité de 3 à 39 %, en fonction de la taille des particules allant de 0,3 à 10 µm. Quant aux bactéries totales, ce préfiltre n'a pas permis d'en réduire la quantité de façon importante avec seulement 6 à 9 %. Étant donné le nombre important de particules de poussière et de bactéries ayant réussi à franchir le préfiltre, ce dernier a été remplacé par des préfiltres de type MERV 13 pour les deux essais suivants. L'importance de diminuer le risque de contamination de la maternité accolée à la quarantaine a guidé ce choix, consistant à changer le préfiltre. L'objectif était de minimiser la quantité de particules sortant de la salle et de conserver le filtre antimicrobien le plus propre possible afin d'optimiser l'efficacité des produits antimicrobiens, contenus dans la fibre du filtre, à inactiver les microorganismes.

Le préfiltre MERV 13 a permis de diminuer la concentration massique en poussière de 47 à 80 %. Quant aux particules dans l'air, ce préfiltre a permis d'en réduire la quantité de 81 à 96 %,

en fonction de la taille des particules allant de 0,5 à 10 µm, ce qui correspond aux résultats attendus. Ce préfiltre a été plus efficace que le préfiltre StuffNix pour ce qui est de bloquer l'émission des particules de 1 à 10 µm et des bactéries totales ($p < 0,05$).

La combinaison du préfiltre MERV 13 et du filtre antimicrobien a assuré la capture de 54 à 98 % des particules de poussière en fonction de leurs tailles et, de 96 à 98 %, des bactéries. Cette combinaison a permis de réduire la concentration massique en poussière de 62 à 91 %. Il semble y avoir eu toutefois une émission de particules de 0,3 et 0,5 µm à partir du filtre antimicrobien lors des 3^e et 4^e lots. Une « réémission » des particules, à partir du filtre antimicrobien, de 1, 3, 5 et 10 µm a aussi été observée lors du 3^e lot. Celle-ci a pu être mise en évidence par l'emploi d'un préfiltre plus efficace à capturer les particules provenant du bâtiment (lots 1 et 2 comparativement aux lots 3 et 4) et la présence d'un système d'ionisation (lot 3 comparativement au lot 4). Ce phénomène de « réémission » peut s'expliquer par le fait que les filtres antimicrobiens n'aient pas été nettoyés parfaitement entre les essais, car les mêmes filtres ont été utilisés durant les quatre essais. Seuls les préfiltres MERV 13 et ceux installés directement sur les filtres antimicrobiens furent changés entre les essais.

Le différentiel de pression entre l'amont et l'aval du préfiltre StuffNix a très peu varié dans le temps, et ce, avec ou sans système d'ionisation en fonction. Le différentiel de pression a varié entre 0,09 et 0,18 po H₂O en fonction du débit d'air. Donc, le préfiltre ne se colmatait pas. Toutefois, les filtres antimicrobiens, eux, se sont encrassés, ce qui était inacceptable dans le contexte présent.

En effet, la pression différentielle en ce qui a trait aux filtres antimicrobiens a augmenté graduellement dans le temps en présence du système d'ionisation alors qu'elle a augmenté plus rapidement sans le système d'ionisation (avec préfiltre StuffNix). Avec ou sans ionisation, du côté des filtres du palier 2 de ventilation, la pression différentielle était inférieure d'environ 0,04 à 0,05 po d'H₂O par rapport à celle du côté du palier 1. Les filtres du côté du palier 2 de ventilation étaient donc moins sales, ce qui est logique puisque les ventilateurs de ce côté fonctionnent moins souvent que ceux du côté du palier 1.

Globalement, durant les deux essais avec le préfiltre StuffNix, la pression aux ventilateurs est toujours restée sous 0,50 po H₂O; soit la pression maximale acceptable selon le design des ventilateurs.

Durant les deux essais avec les préfiltres MERV 13, les ventilateurs du côté du palier 2 de ventilation n'ont pas ou très peu fonctionné. Étant donné que le différentiel de pression a très peu augmenté à l'automne durant les essais 3 et 4, ceci indique que les préfiltres MERV 13 dans des conditions automnales pourraient être utilisés pour plus d'un élevage, à condition que l'élevage n'ait pas connu de souci sanitaire. Le système d'ionisation aurait permis de réduire de près de la moitié la fréquence de nettoyages des filtres et du préfiltre, ce qui aurait pour effet de réduire les frais d'exploitation de façon intéressante. Il restera à valider le tout durant la saison chaude. Quant aux filtres antimicrobiens, le différentiel de pression n'a pas augmenté dans le temps en fonction d'un débit d'air donné, ce qui signifie que les préfiltres MERV 13 sont efficaces.

La pression différentielle n'a jamais été problématique durant les deux essais avec le préfiltre MERV 13 réalisés à l'automne et aucun entretien n'a été nécessaire durant les essais. Les préfiltres n'ont été changés qu'entre les lots et les filtres antimicrobiens nettoyés. Le différentiel de pression aux ventilateurs est resté pratiquement tout le temps en dessous de 0,25 po H₂O alors que le système a été désigné pour une pression de 0,50 po H₂O. Donc, aucun entretien du système de filtration d'air n'a été nécessaire durant les essais. Toutefois, en été, des essais devront être réalisés pour valider l'impact sur le taux d'encrassement et sur le différentiel de pression. Il est possible que les préfiltres soient changés en été, car la pression différentielle aux

ventilateurs est de 0,45 po H₂O avec des préfiltres et filtres neufs lorsque tous les paliers de ventilation sont en fonction. Il ne reste alors que de 0,05 à 0,20 po d'eau environ d'autonomie relativement à l'encrassement, ce qui reste à valider. Toutefois, il ne semble pas y avoir de problème *a priori*. Ainsi, la puissance des ventilateurs semble adéquate. Il a été de mise de surdimensionner la puissance motrice et d'adapter les hélices en conséquence, et ce, tout en conservant un type de ventilateur conventionnellement utilisé dans l'industrie.

Lors des deux premiers essais, ceux avec le préfiltre StuffNix, la quantité d'air filtré après 25 jours était similaire avec un écart de seulement 9 % (11,83 comparativement à 10,74 millions de m³ d'air), ce qui permet de comparer l'encrassement et l'efficacité des filtres. Alors qu'avec le MERV 13, la quantité d'air filtré a été plus importante de 87 % dans l'essai avec l'ioniseur que dans celui sans ce système d'ionisation (5,02 comparativement à 2,68 millions de m³ d'air). Donc, contrairement aux essais avec le préfiltre StuffNix, les essais avec le préfiltre de type MERV 13 qui ont été conduits tard à l'automne ne sont pas comparables entre eux.

Au total, les systèmes de filtration et d'ionisation se traduisent par des coûts supplémentaires de 36 400 \$. Cependant, l'ajout de ces systèmes a permis de construire la quarantaine annexée sur la maternité et a engendré des économies de construction estimée à 39 600 \$ par rapport à une quarantaine construite à 100 m de la maternité. D'autres économies pourraient s'ajouter (coûts de transport, temps de travail) toutefois même si les coûts du concept de bioconfinement peuvent être compensés par des économies reliées à la construction d'une quarantaine éloignée de la maternité, la différence est minime (environ 3 200 \$) et pourrait s'avérer négative selon le projet (situation physique, plan de bâtiment, taille, etc.).

Cependant, le choix d'investir dans un concept de bioconfinement devrait principalement être basé sur le risque de contamination par le virus du SRRP que font courir les cochettes de remplacement au troupeau de truies de la maternité. L'introduction de problématique sanitaire dans le cheptel de truies peut avoir des conséquences graves sur la productivité du troupeau, avec de 1 à environ 4 porcelets sevrés de moins par an, selon une récente étude (Klopfenstein *et al.*, 2013). À 35 \$ du porcelet, cela représente des pertes de revenus de 35 à près de 140 \$ par truie. Également, il faut se questionner sur la nécessité de filtrer l'air des quarantaines construites près de la maternité, typiquement à plus ou moins 100 m. Cette éventualité aurait pour effet d'avantager économiquement la construction de la quarantaine à même la maternité.

Table des matières

Résumé.....	i
1. Introduction.....	1
1.1 Problématique et mise en contexte.....	1
1.2 Revue bibliographique.....	3
1.2.1 Poussière en élevage porcin	3
1.2.2 Méthodes d'abattement de la poussière en élevage et description du principe d'ionisation	3
1.2.3 Efficacité des ionisateurs sur la qualité de l'air.....	3
1.2.4 Effet de la poussière et des particules sur les animaux et les travailleurs	4
1.2.5 L'efficacité du système de filtration d'air StuffNix de la compagnie Big Dutchman	4
1.2.6 L'efficacité du système de filtration d'air antimicrobien de Noveko.....	4
1.3 Objectifs et hypothèses	5
1.3.1 Objectif général	5
1.3.2 Objectifs spécifiques.....	5
1.3.3 Hypothèses	5
2. Matériel et méthodes	6
2.1 Bâtiment et animaux.....	6
2.2 Dispositif expérimental	7
2.3 Collecte des données.....	9
2.3.1 Mesure des températures et de la pression statique.....	9
2.3.2 Mesure de la tension des ventilateurs.....	9
2.3.3 Calcul du débit d'air	9
2.3.4 Validation du design	9
2.3.5 Tension parasite.....	10
2.3.6 Concentration en poussière et en bactéries totales	10
3. Résultats et discussion	12
3.1 Conditions d'ambiance	12
3.1.1 Validation de la conception du système de ventilation – filtration d'air	12
3.1.2 Température extérieure	13
3.2 Poussière et bactéries	14
3.3 Pression statique.....	17
4. Analyse économique	21
4.1 Discussion.....	22

5. Recommandations.....	23
6. Conclusion.....	25
7. Bibliographie.....	26
Annexe A	
Rapport d'expertise : évaluation de l'impact du système d'ionisation EPI® sur les tensions parasites	29
Annexe B	
Protocole de biosécurité de la quarantaine jusqu'à l'introduction des cochettes dans le troupeau.....	35
Annexe C	
Procédures à mettre en place dans le cas où des animaux contaminés au SRRP devraient être sortis d'une quarantaine dont l'air est filtrée à la sortie des ventilateurs	41

Liste des tableaux

Tableau 1	Fréquence d'observation (%) des écarts de température (ΔT) entre la température intérieure et la température extérieure durant l'essai 1	12
Tableau 2	Réduction du nombre de particules dans l'air selon leur taille grâce au système d'ionisation	14
Tableau 3	Réduction des concentrations en poussière et en bactéries totales grâce au système d'ionisation	15
Tableau 4	Réduction de la concentration massique en poussière et du nombre de bactéries et particules de poussière de différentes tailles dans l'air par les préfiltres et les filtres antimicrobiens	15
Tableau 5	Liste de coûts supplémentaires possibles pour la construction d'une quarantaine éloignée de 100 m de la maternité	21

Liste des figures

Figure 1	Schéma de la quarantaine.....	6
Figure 2	Lignes de décharge avec pointes et isolateur du système d'ionisation	7
Figure 3	Salle de traitement de l'air	8
Figure 4	Évolution de la température extérieure médiane durant les essais	13
Figure 5	Volume cumulé d'air filtré à la sortie des ventilateurs selon l'essai	14
Figure 6	Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval du StuffNix et entre l'amont et l'aval des filtres antimicrobiens à la sortie d'air (essais 1 et 2).....	17
Figure 7	Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval des ventilateurs d'extraction (essais 1 et 2).....	18
Figure 8	Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval des préfiltres MERV 13 et entre l'amont et l'aval des filtres antimicrobiens à la sortie d'air (essais 3 et 4).....	19
Figure 9	Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval des ventilateurs d'extraction durant les essais 3 et 4 avec les préfiltres MERV 13.....	20

1. Introduction

1.1 Problématique et mise en contexte

Il est maintenant reconnu que certains agents pathogènes, dont le virus du Syndrome reproducteur et respiratoire porcin (vSRRP), l'influenza et le *Mycoplasma hyopneumoniae* (*M. hyo*) sont transmissibles par l'air (Desrosiers, 2004). Ces agents pathogènes sont transportés sur la poussière appelée bioaérosol. Le vSRRP de même que *M. hyo* peuvent voyager par l'air sur une distance pouvant aller jusqu'à un peu plus de neuf kilomètres (Dee *et al.*, 2009; Otake *et al.*, 2010). Le vSRRP cause des pertes économiques importantes lorsqu'un élevage en est atteint. Selon une étude canadienne, le coût attendrait de 250 à 460 \$/trouille/année (SRRP chronique ou nouvelle crise aiguë) (Mussel, 2010). Depuis le début des années 2000, plusieurs travaux de recherche réalisés par D^r Scott Dee et D^{re} Laura Batista ont démontré que l'installation de filtres appropriés sur des bâtiments d'élevages, jumelée à un protocole de biosécurité adéquat, étaient efficaces pour éviter la contamination par le vSRRP.

Étant donné le contexte économique très difficile dans le secteur porcin qui sévit depuis plusieurs années et pour contrer les pertes économiques liées aux contaminations par le vSRRP, les producteurs de porcs ont été encouragés à mettre en place ou à améliorer leurs procédures de biosécurité à la ferme, dont la mise en place de quarantaines. Toutefois, la majorité des quarantaines construites jusqu'à maintenant ne prenaient pas en compte qu'un troupeau contaminé peut rejeter des virus par l'air sortant des ventilateurs et contaminer des élevages voisins sur plusieurs kilomètres. Aujourd'hui, il y a donc un bon nombre de quarantaines qui mettent à risque des élevages de leur voisinage. L'implantation d'un système de filtration ou de traitement de l'air efficace à la sortie des ventilateurs permettrait de résoudre cette problématique.

Par ailleurs, il est actuellement préconisé dans l'industrie d'implanter les bâtiments de quarantaine sur un site différent du bâtiment de maternité lorsque la taille de l'unité le permet, ce qui engendre des coûts de construction et d'exploitation importants (ex. : chemin d'accès, services, électricité, fosse, transport, main-d'œuvre, etc.). Ces coûts importants font en sorte de diminuer l'implantation de quarantaines pour les sites naisseurs et naisseurs-finisseries. En effet, encore aujourd'hui, un nombre important de sites naisseurs et naisseurs-finisseries ne sont pas munis de quarantaines au Canada, compte tenu des coûts prohibitifs liés à leur implantation et exploitation.

En 2010, en Ontario, le Dr Brent Jones a testé un concept de filtration d'air installé à la sortie de ventilateurs d'une maternité commerciale qui venait d'être contaminée par le vSRRP, afin d'éviter qu'elle ne contamine à son tour un élevage voisin situé très près. Bien que ce concept de bioconfinement utilisé en cas d'urgence se soit avéré très intéressant, la poussière émise par l'élevage a colmaté les filtres en moins de trois jours, rendant ainsi son application difficile (Jones, 2011, South West Ontario Veterinary Services, communication personnelle).

Ainsi, la principale problématique du concept de filtration à la sortie des ventilateurs des bâtiments, en vue d'éviter la propagation de virus, réside dans le colmatage rapide du système de filtration par la poussière et dans son entretien. Dans le cas d'un concept de bioconfinement en quarantaine, il est important de trouver une ou des solutions à la problématique générée par la poussière émise, car l'air doit être filtré à la sortie des ventilateurs environ 50 % du temps durant l'année. Cette durée équivaut à celle requise pour confirmer que les animaux sont naifs à la suite de leur entrée dans le bâtiment, soit la moitié du temps que les animaux passent en quarantaine.

Le développement d'un concept de bioconfinement efficace et à moindre coût, adapté tant aux quarantaines existantes qu'aux nouvelles, permettra de protéger les élevages avoisinants contre

la propagation de virus en cas de contamination, tout en favorisant l'implantation de nouvelles quarantaines, ce qui aura pour effet d'améliorer la biosécurité des troupeaux reproducteurs.

Ainsi, considérant que :

- Une quarantaine constitue un maillon important afin de sécuriser le statut sanitaire d'une maternité;
- Les quarantaines construites sur des sites isolés sont coûteuses;
- Il est reconnu scientifiquement que le vSRRP peut voyager par voie aérienne sur 9,2 km;
- Plusieurs bâtiments porcins faisant office de quarantaines sont situés à moins de 9,2 km d'autres élevages, engendrant ainsi un risque de contamination advenant une crise en quarantaine;
- Certains types de filtres installés sur les entrées d'air se sont avérés efficaces à contrer la propagation du vSRRP dans l'air;
- La filtration de l'air à la sortie des ventilateurs peut faire partie d'un programme de biosécurité, entre autres, dans le cas d'un projet de contrôle et d'éradication régionale du vSRRP afin de protéger les fermes environnantes (ex. : projet CLÉ-SRRP);
- La grande quantité de poussière émise par les bâtiments d'élevage engendre un colmatage rapide des filtres, rendant leur entretien ardu et coûteux.

L'objectif était de développer un concept permettant de filtrer l'air à la sortie des quarantaines afin de :

- Résoudre la problématique de colmatage rapide des filtres et d'en évaluer les coûts et les bénéfices;
- Protéger les maternités et autres élevages porcins environnants de quarantaines existantes ou en voie d'être construites;
- Construire de nouvelles quarantaines annexées directement aux bâtiments de maternité afin de réduire significativement leur coût d'implantation et d'exploitation;
- Favoriser la construction de quarantaines par la réduction des coûts de construction et d'exploitation, afin de sécuriser les troupeaux sur le plan sanitaire.

Des recherches dans la littérature et des communications avec des fournisseurs d'équipements laissent croire qu'il est très prometteur de jumeler les quatre procédés suivants, en raison de leurs performances et de leur coût abordable :

- Étape 1 : Un procédé d'abattement des particules de poussière par ionisation (EPI, Baumgartner Environics inc, MI, États-Unis). L'objectif de ce système sera d'abattre la poussière directement au bâtiment;
- Étape 2 : Un système de préfiltration (StuffNix, Big Dutchman, MN, États-Unis) adapté aux conditions très poussiéreuses. Le système de préfiltration devrait capter la majorité des particules non abattues par le procédé d'ionisation afin de conserver le filtre antimicrobien installé en aval propre le plus longtemps possible et de maximiser l'efficacité des agents antimicrobiens contenus dans la fibre du filtre à inactiver les agents pathogènes;
- Étape 3 : Un filtre muni d'agents antimicrobiens (Noveko, QC, Canada) comprenant 10 couches de membranes antimicrobiennes. Cette étape du procédé vise à bloquer et à détruire les virus pouvant sortir par les ventilateurs;
- Étape 4 : des filtres antimicrobiens (Noveko, QC, Canada), comprenant 15 couches de membranes, installés à l'entrée d'air afin d'éviter que de l'air contaminé puisse sortir par les entrées d'air.

1.2 Revue bibliographique

1.2.1 Poussière en élevage porcin

La poussière est un des contaminants retrouvés dans les bâtiments d'élevage. La concentration en poussière dans les bâtiments porcins est très variable et dépendra de plusieurs facteurs dont l'âge et l'activité des animaux, le type de nourriture et le système d'alimentation, le débit de ventilation, le nombre d'animaux et l'humidité relative (Vancoillie, 2004).

Selon Choinière et Munroe (1993), la poussière est composée de substances organiques et inorganiques de différentes tailles et formes. La poussière de nature organique représente entre 70 et 90 % de la poussière et elle est composée, entre autres, d'excréments desséchés, de poils, de cellules cutanées, de virus et de bactéries. La poussière de nature inorganique, pour sa part, se compose, entre autres, de particules provenant de matériaux de construction.

D'après Maghirang *et al.* (1997), en pouponnière, la concentration moyenne globale en poussière est de 0,72 mg/m³ d'air, variant de 0,12 à 2,14 mg/m³. Selon une autre étude menée en France, la concentration en poussière est plus élevée en pouponnière suivie par l'engraissement et la maternité (moyenne de 6,3, 3,7 et 2,5 mg/m³ respectivement, toutes saisons confondues; Guingand, 1999).

1.2.2 Méthodes d'abattement de la poussière en élevage et description du principe d'ionisation

Il existe différentes méthodes pour contrôler la poussière à l'intérieur d'un bâtiment : additifs alimentaires, aspersion d'eau ou d'huile, ventilation, précipitation électrostatique, ionisation négative, filtration et laveur d'air (Chénard *et al.*, 2002). Selon Chénard *et al.* (2002), le principe de l'ionisation consiste en l'ajout d'une charge électrique sur les particules de poussière. Les surfaces de la pièce deviennent l'électrode de collecte et les particules chargées négativement sont attirées par ces surfaces. Certains facteurs comme la distribution spatiale de la poussière, le mouvement de l'air, la dispersion des particules collectées et l'épaisseur de la couche de particules accumulées sur les surfaces affecteront l'efficacité d'un tel procédé. Pour les bâtiments sous air filtré à la sortie des ventilateurs, le procédé d'ionisation est intéressant, car il permettrait de réduire significativement la concentration en poussière dans l'air et de réduire le taux de colmatage du système de filtration d'air. En effet, le taux d'encrassement des filtres constitue le principal frein à l'implantation de tel type de bâtiment, étant donné l'entretien important à apporter à ces filtres et les coûts qui s'en suivent.

Le système EPI (Electrostatic Particulate Ionization), de Baumgartner Environics Inc., permettrait de retirer une partie des particules présentes dans l'air en agissant selon le principe d'ionisation. Selon le fabricant, ce système d'ionisation permettrait également de contrôler les agents pathogènes, car les ions négatifs interféreraient avec les fonctions cellulaires des microbes, ce qui a comme impact que plusieurs microbes sont détruits par le système EPI (EPI, 2011).

1.2.3 Efficacité des ionisateurs sur la qualité de l'air

Certains chercheurs ont prouvé l'efficacité de l'abattement de la poussière par le principe d'ionisation. Du côté de la production aviaire, Mitchell *et al.* (2004) ont démontré l'efficacité du principe d'ionisation à réduire de façon significative la poussière contenue dans l'air (diminution moyenne de 61 %), de l'ammoniac (diminution de 56 %) et des bactéries (réduction de 67 %). Hagen (2011) mentionne qu'à l'intérieur de pouponnières équipées du système EPI, des chercheurs ont mesuré une diminution de 57,7 % des particules de 10 µm, de 47,8 % des particules de 2,5 µm, de 43,1 % des particules de 0,05 µm et de 55 % moins d'ammoniac.

L'efficacité du système d'ionisation EPI a été évaluée par Cambra-Lopez *et al.* (2009) dans la production de poulets à griller. L'étude a démontré que l'utilisation du système EPI a réduit la concentration des particules de 10 μm et 2,5 μm de 36 et 10 % respectivement, mais n'a par contre pas eu d'effet sur les microorganismes, les odeurs et l'ammoniac. Les auteurs mentionnent que le taux d'abattement était beaucoup plus élevé en début d'élevage et qu'il diminuait par la suite, car l'émission de poussière augmente exponentiellement avec la croissance des poulets élevés sur litière.

1.2.4 Effet de la poussière et des particules sur les animaux et les travailleurs

Selon Carpenter (1986), la poussière a pour effet d'irriter les voies respiratoires, ce qui peut réduire la résistance aux maladies respiratoires. La taille et la forme des particules auront un impact sur la profondeur de pénétration dans le système respiratoire. Il est estimé que des particules de plus de 10 μm sont arrêtées au niveau du nez, celles de 5 à 10 μm le sont par la partie supérieure des voies respiratoires (trachée, bronches) et celles de moins de 5 μm se rendent aux voies respiratoires inférieures (bronchioles, alvéoles).

1.2.5 L'efficacité du système de filtration d'air StuffNix de la compagnie Big Dutchman

Dans le cadre du projet, combinée à l'utilisation de l'ionisateur de la compagnie BEI, une préfiltration de la poussière par le système StuffNix, conçu par la compagnie Big Dutchman, sera réalisée afin de retenir les particules de poussière. Ce préfiltre sera installé en amont du système de filtration d'air antimicrobien Noveko, installé à la sortie d'air des ventilateurs, afin de prévenir un colmatage prématuré et surtout de maximiser l'efficacité des agents antimicrobiens, pour inactiver les bactéries et le virus.

Le StuffNix est le nom commercial d'un préfiltre à poussière composé d'une paroi filtrante en forme d'accordéon, ayant une ou deux couches, qui est actuellement utilisé dans les poulaillers en Europe, où l'air est très chargé en poussière, afin de filtrer l'air à la sortie de ces bâtiments. Comme mentionné par le fabricant, le système StuffNix sépare les particules de poussière du courant d'air selon le principe de séparation par force centrifuge. Selon Big Dutchman (2010), le système StuffNix permet un abattage de poussière totale très intéressant allant jusqu'à 70 %. Ce préfiltre a été adapté pour les conditions poussiéreuses. Il a été conçu en plastique de façon à être nettoyé à la balayeuse ou au balai. Sa durée de vie est estimée à plus de 5 ans, son coût est très raisonnable à 0,22 \$/m³/h ou 6 000 \$ pour une quarantaine de 108 truies (basé sur une soumission remise par Big Dutchman pour une couche de filtre) et il ne requiert pas de frais de fonctionnement, mis à part son nettoyage régulier. Par contre, ce système génère une perte de charge aux ventilateurs, ce qui fait en sorte d'augmenter quelque peu la consommation d'électricité.

1.2.6 L'efficacité du système de filtration d'air antimicrobien de Noveko

Les filtres à air antimicrobiens, fabriqués par la compagnie québécoise Noveko, constituent la dernière étape du procédé visant à éviter l'émission de virus vivants à l'extérieur du bâtiment de quarantaine en cas de contamination par le vSRRP ou de l'influenza et par les bactéries *Mycoplasma hyopneumoniae*. Ce type de filtre, comportant dix couches de membranes munies d'agents antimicrobiens, sera installé en amont des ventilateurs d'extraction, mais en aval du préfiltre StuffNix. Plusieurs études, réalisées au Québec et à l'Université du Minnesota, ont fait la preuve de l'efficacité de ce filtre antimicrobien à éviter la transmission aérienne du vSRRP, de *Mycoplasma hyopneumoniae* et du virus de l'influenza (Batista *et al.*, 2008, 2009; Dee *et al.*, 2011).

1.3 Objectifs et hypothèses

1.3.1 Objectif général

Tester un système novateur de bioconfinement adapté à une quarantaine porcine pour empêcher la propagation aérienne de virus en cas de contamination par des agents pathogènes et tester des technologies qui pourraient réduire à un niveau acceptable le taux de colmatage des préfiltres et des filtres antimicrobiens installés à la sortie des ventilateurs

1.3.2 Objectifs spécifiques

- Mesurer l'efficacité du système d'ionisation EPI à diminuer la concentration en poussière totale et en bactéries dans l'air ambiant du bâtiment;
- Mesurer l'efficacité du préfiltre à air StuffNix et du filtre à air antimicrobien Noveko à bloquer les particules de poussière et les agents pathogènes;
- Mesurer l'impact du système d'ionisation EPI sur le taux de colmatage et la fréquence d'entretien du préfiltre à air StuffNix, conçu pour les endroits poussiéreux;
- Mesurer l'impact du système d'ionisation EPI et du préfiltre à air StuffNix sur le taux de colmatage et la fréquence d'entretien du filtre à air muni d'agents antimicrobiens;
- Mesurer l'impact de l'ensemble du procédé sur les pertes de charge en ce qui a trait au système de ventilation;
- Mesurer l'impact sur la consommation d'énergie du système d'ionisation et de ventilation;
- Définir les critères de conception du système d'ionisation EPI, du préfiltre StuffNix, du filtre à air antimicrobien Noveko et de ventilation;
- Réaliser une analyse coût/bénéfice;
- Déterminer les critères de succès qui mèneront à l'implantation de ce type de procédé à plus grande échelle.

1.3.3 Hypothèses

Voici les hypothèses qui seront vérifiées dans le projet :

- Le système d'ionisation EPI permet une réduction de la concentration en poussière d'au moins 50 % comme mentionné dans la littérature;
- Le système d'ionisation permet de réduire la fréquence de nettoyage du préfiltre StuffNix de deux fois à moins d'une fois par semaine;
- Le préfiltre StuffNix permet de bloquer 70 % de la poussière, comme mentionné par le fournisseur;
- Le taux d'encrassement des filtres antimicrobiens permettra qu'ils soient nettoyés seulement entre chaque lot de cochettes;
- Le système d'ionisation EPI ne génère pas de tension parasite indésirable pour les porcs;
- Ce concept de bioconfinement en quarantaine est viable techniquement et économiquement et peut être répliqué à plus grande échelle tant pour les bâtiments existants que neuf.

2. Matériel et méthodes

2.1 Bâtiment et animaux

Les essais ont eu lieu dans une section de quarantaine, annexée au bâtiment existant d'une maternité de 1 200 truies (Figure 1). La quarantaine pouvait loger jusqu'à 108 cochettes. Cette quarantaine est séparée de la maternité par un mur et des portes étanches afin qu'il n'y ait pas de communication et d'échange d'air entre les deux sections. Les ventilateurs et le système de filtration d'air à la sortie étaient localisés dans une salle de 1,83 x 4,88 m dédiée au traitement de l'air et construite au bout de la quarantaine. Quatre ventilateurs surdimensionnés de 500 mm de diamètre (Multimax; 0,5 HP; 1640 RPM; 2,3 Amp; 230 V) assuraient la ventilation du bâtiment. Quatre ventilateurs de recirculation (915 mm) permettaient également d'assurer le confort des truies et entraînent en fonction avant le troisième palier de ventilation.

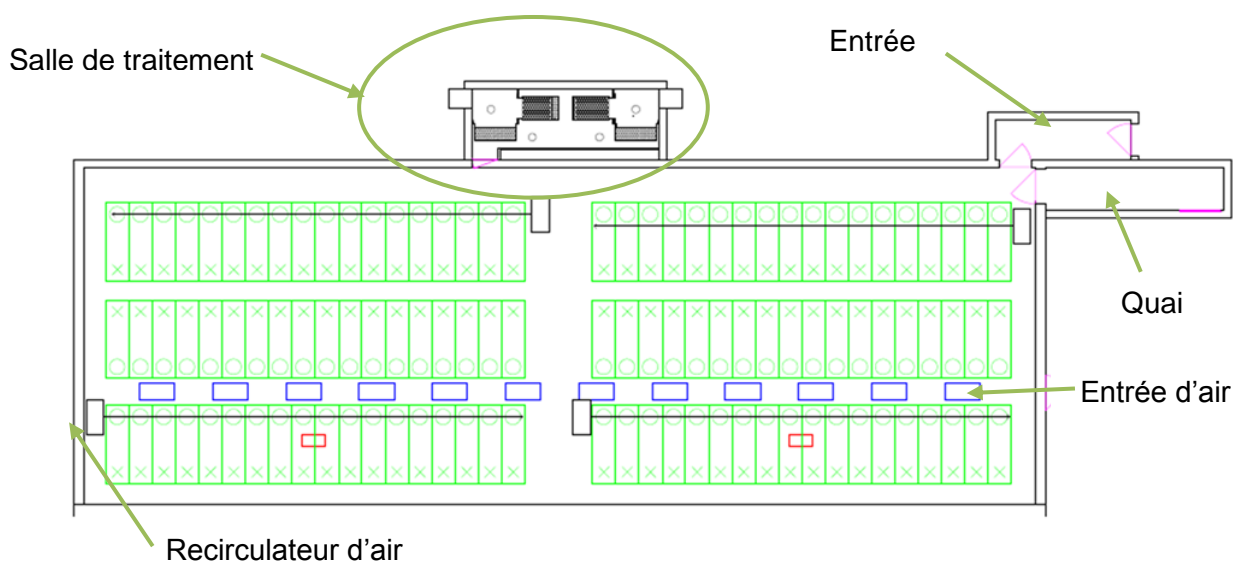


Figure 1 Schéma de la quarantaine

Un système d'abattement de la poussière par ionisation (EPI®, Baumgartner Environics, MN, ÉU) a été installé dans la quarantaine. Le système était constitué d'un bloc d'alimentation qui génère des ions négatifs sous haute tension et les émet dans l'air par six¹ lignes de décharge d'ions en acier inoxydable avec des pointes (Figure 2). Un système de treuil permet d'éloigner ou rapprocher les lignes du plafond afin d'optimiser le niveau de production d'ions en fonction de la propreté des parois de la salle.

¹ Le double du nombre de lignes normalement recommandé par le fabricant.



Figure 2 Lignes de décharge d'ions avec pointes et isolateur du système d'ionisation

2.2 Dispositif expérimental

L'unité expérimentale pour cette étude correspond à un lot. Les essais se sont déroulés sur quatre lots en tout plein - tout vide d'une durée de 25 jours chacun, sauf le premier lot dont la durée a été de 35 jours. Il y a eu deux essais réalisés sans que le système d'ionisation soit en fonction et deux autres où il était en fonction. Le système de filtration à l'entrée d'air (entretoit) était constitué de préfiltres et de filtres antimicrobiens Noveko constitués de 15 couches de membranes filtrantes à chaque entrée d'air. À la sortie d'air, dans la salle de traitement de l'air, le système était composé de trois étapes de filtration : des préfiltres, des préfiltres Noveko et des filtres antimicrobiens constitués de 10 couches de membranes filtrantes (Figure 3). Tous les filtres antimicrobiens étaient protégés par le préfiltre de la compagnie.

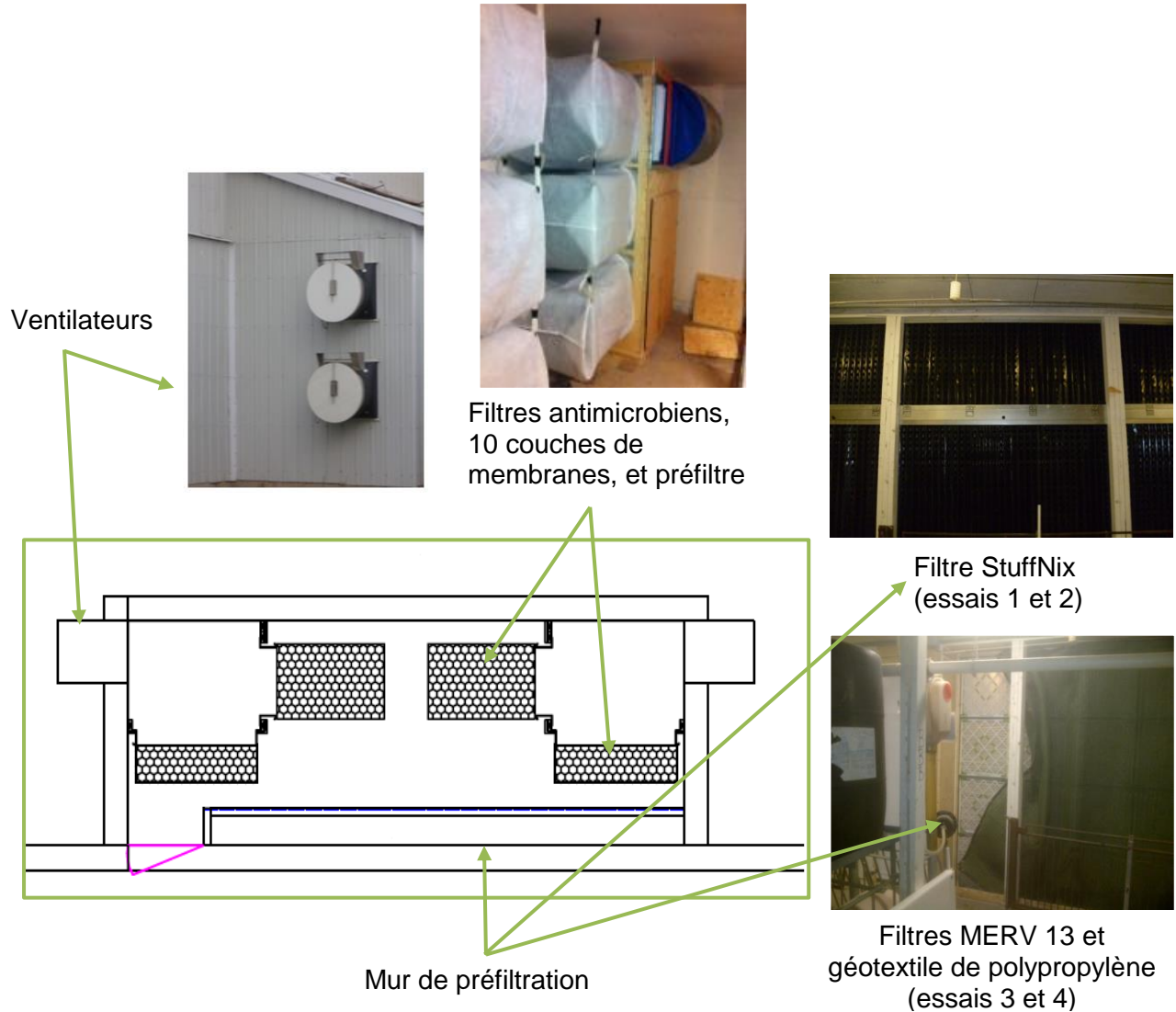


Figure 3 Salle de traitement de l'air

Le filtre StuffNix (Big Dutchman, Vechta, Allemagne) a été utilisé comme préfiltre durant les deux premiers lots et a été remplacé par des préfiltres plissés MERV 13 DP-green® (DP13-STD2-205, Clacor, Jefferson, IN, É.-U.) jumelés à un géotextile de polypropylène (Pyramat®, Proprex, Chattanooga, TN, É.U.) pour les deux derniers lots.

Tableau 1 Description des traitements

Lot	Traitement	Description	Durée
1	StuffNix avec ioniseur	Avec ioniseur et préfiltre StuffNix	35 jours
2	StuffNix sans ioniseur	Sans ioniseur et préfiltre StuffNix	25 jours
3	MERV 13 avec ioniseur	Avec ioniseur et préfiltre DP-green®	25 jours
4	MERV 13 sans ioniseur	Sans ioniseur et préfiltre DP-green®	25 jours

2.3 Collecte des données

2.3.1 Mesure des températures et de la pression statique

La température extérieure et la pression statique dans les bâtiments ont été prises toutes les dix minutes à l'aide d'un système d'acquisition de données (HOBO® energy logger pro H22, Bourne, MA, É.-U.). Une sonde de température (Onset computer corporation, S-THB-M008) installée à l'extérieur et huit transducteurs de pression différentielle (Veris Industries, PXU, Portlans, OR, É.-U.) reliés au système d'acquisition ont été installés dans la quarantaine afin de mesurer le différentiel de pression entre les points suivants :

1. Entre l'amont et l'aval d'un filtre antimicrobien Noveko installé sur une entrée d'air
2. Entre l'aval d'un filtre antimicrobien Noveko installé sur une entrée d'air et l'intérieure de la salle
3. Entre la salle et l'extérieur
4. Entre l'amont et l'aval des préfiltres
5. Entre l'amont et l'aval des filtres antimicrobiens Noveko du côté du palier 1 de ventilation
6. Entre l'amont et l'aval des filtres antimicrobiens Noveko du côté du palier 2 de ventilation
7. Entre l'extérieur et l'aval des filtres antimicrobiens Noveko du côté du palier 1 de ventilation
8. Entre l'extérieur et l'aval des filtres antimicrobiens Noveko du côté du palier 2 de ventilation

La température intérieure a été enregistrée toutes les dix minutes grâce à deux appareils d'acquisition de données (HOBO® Energy logger U10-003, Onset, Bourne, MA, É.-U.).

2.3.2 Mesure de la tension des ventilateurs

La tension électrique de chacun des ventilateurs a été mesurée avec des transmetteurs de tension (Onset computer corporation, T-MAG-SPT-300) branchés aux bornes du contrôle électronique des ventilateurs.

2.3.3 Calcul du débit d'air

Le débit d'air des ventilateurs a été estimé grâce au voltage (vitesse de rotation) et à la pression statique au ventilateur. Les pressions statiques aux ventilateurs prises par les sondes de pressions n'ont pu être utilisées. Par conséquent, elles ont été déterminées en additionnant les quatre pressions suivantes : au filtre Noveko à l'entrée d'air, à l'entrée d'air, aux préfiltres et finalement aux filtres Noveko à la sortie. Une courbe de prédiction du débit en fonction de la vitesse des ventilateurs et de la pression statique a été établie avant l'installation des ventilateurs dans la quarantaine. Pour ce faire, un ventilateur a été calibré pour différents pourcentages de vitesse et selon différentes pressions statiques sur un banc d'essai.

2.3.4 Validation du design

Le design du système de ventilation a été fait afin d'avoir un différentiel de température maximal de 3 °C en période chaude, et ce, pour des cochettes de 165 kg. Afin de valider que la température dans la salle de quarantaine ne dépassait pas de 3 °C celle de l'extérieur, le différentiel entre la température mesurée par la sonde extérieure et la moyenne des deux sondes intérieures durant l'essai 1 a été évalué. Ce différentiel a été calculé pour des températures intérieures au-delà de la température de consigne (18,9 °C) et pour des températures inférieures à 24,4°C soit avant que les ventilateurs de recirculation n'entrent en fonction.

2.3.5 Tensions parasites

Afin de s'assurer que le système d'ionisation ne cause pas de tensions parasites pouvant incommoder les truies, une évaluation a été effectuée par un expert. Selon le rapport de l'expert, le niveau de tensions parasites n'était pas affecté par le fonctionnement du système d'ionisation. Les niveaux de tensions moyens et maximums quotidiens restaient identiques que le système d'ionisation soit en fonction ou non. Il recommande toutefois que la ligne de décharge de l'EPI soit isolée (avec le tube isolant fourni par la compagnie) lorsque la distance entre celle-ci et les structures métalliques est inférieure à 12 po. Le rapport de l'expert est à l'Annexe A.

2.3.6 Concentration en poussière et en bactéries totales

La poussière totale a été prélevée une fois par semaine sur trois sites d'échantillonnage : à l'intérieur de la salle, entre les préfiltres et les filtres antimicrobiens Noveko et en aval des filtres antimicrobiens Noveko. À chaque site d'échantillonnage, la poussière totale a été prélevée en triplicata à l'aide de deux cassettes 37 mm (SKC Inc., Eighty Four, PA, É.-U.) contenant une membrane de chlorure de polyvinyle (CPV, porosité : 0,8 µm, SKC Inc.) et une cassette 37 mm contenant une membrane de polycarbonate (porosité : 0,8 µm, SKC Inc.). Les cassettes ont été reliées à des pompes Gilian GilAir5 Tri-Mode *Air Sampling pump* (Sensidyne, LP, Clearwater, FL, É.-U.) calibrées à 2 l/min (DryCal DC-2 flowmeter, Bios International Corp., Butler, NJ, É.-U.). L'échantillonnage s'est effectué sur 8 heures. À la suite de l'échantillonnage, les membranes CPV, prépesées avant la prise des échantillons, ont été pesées à nouveau dans un environnement contrôlé (température et humidité relative constantes) afin de déterminer le nombre de milligrammes de poussière totale présent par mètre cube d'air.

La poussière totale a été extraite des membranes de polycarbonate afin d'en isoler l'ADN total et de quantifier par PCR les bactéries totales. Les membranes de polycarbonate ont d'abord été mises en suspension dans 5 ml d'une solution saline contenant 0,025 % Tween 20. Les suspensions contenues dans des tubes de 50 ml ont par la suite été agitées à l'aide d'un Multi-Pulse Vortexer (Glas-Col, Terre Haute, IN, É.-U.) pendant 15 minutes à température pièce. L'extraction de l'ADN total a ensuite été effectuée à partir de 1,5 ml de la suspension à l'aide d'un protocole du kit QIAmp DNA mini kit (QIAGEN, Mississauga, ON, Canada) adapté pour l'extraction de l'ADN bactérien. À partir de l'ADN total extrait, la quantification des bactéries totales a été réalisée par la quantification PCR des gènes ARNr16S (Bach *et al.*, 2002). L'amplification de l'ADN s'est faite à l'aide du système DNA Engine Opticon 2 (Bio-Rad, Hercules, CA, É.-U.). Les données ont été acquises par le logiciel Opticon Monitor (Bio-Rad) puis analysées à l'aide de l'équation $\log_{10}(\text{Nombre de copies cibles}) = f(\text{Cycle Seuil})$ et d'une courbe standard d'ADN génomique d'*Escherichia coli*. L'efficacité d'amplification PCR a été déterminée par l'équation $E = 10^{(-\text{pente})} - 1$. Les concentrations en bactéries ont été exprimées en nombre de bactéries totales par mètre cube d'air.

Parallèlement à l'échantillonnage de la poussière, les particules de l'air possédant un diamètre de 0,3, 0,5, 1, 3, 5 et 10 µm ont été comptées par un *Particle Counter Model 3315* (Met One, Loveland, CO, É.-U.) aux trois mêmes sites que pour l'échantillonnage des bactéries. Les particules en suspension dans l'air ont été comptées une fois par semaine à un débit de 28,3 L/min pendant 5 minutes (prélèvement de 141,5 L d'air).

2.3.6.1 Analyses statistiques

Les données continues ont été exprimées utilisant la moyenne \pm écart-type. Les concentrations en bactéries totales et en particules de l'air présentes dans la maternité en quarantaine ont été analysées par l'emploi d'un design statistique incluant les facteurs d'interaction afin de comparer les différentes conditions (préfiltre StuffNix versus MERV 13) associées à la présence ou l'absence du système d'ionisation. Les données ont été transformées sous forme logarithmique

afin de stabiliser les variances. Les concentrations en poussière totales ont quant à elles été analysées en employant deux approches statistiques puisque des concentrations se situaient sous la limite de détection de la méthode d'analyse (données censurées) : une méthode d'analyse de survie utilisant une distribution normale sur des données ayant une transformation logarithmique ainsi que des méthodes non paramétriques employant des rangs. Pour l'approche de l'analyse de survie, étant donné qu'il s'agit d'une censure à gauche, celles-ci ont été transformées linéairement afin de les analyser comme des données de survie avec censure à droite. Les deux méthodes d'analyse ont donné des résultats similaires.

Pour les analyses dans lesquelles les filtres (trois niveaux : sans, préfiltre et filtre) ont été inclus dans les modèles statistiques, une analyse de variance à trois facteurs a été effectuée avec des termes d'interaction et utilisant les approches statistiques mentionnées ci-dessus. Des comparaisons a posteriori ont été faites selon les différents contrastes d'intérêt. Les résultats ont été considérés significatifs pour des valeurs p inférieures à 0,05. Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel de statistiques SAS version 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3. Résultats et discussion

3.1 Conditions d'ambiance

3.1.1 Validation de la conception du système de ventilation – filtration d'air

Dans le cadre du projet, la conception du système de ventilation à débit réduit a été validée afin de vérifier l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur de la salle en fonction du débit d'air présent. L'objectif initial était d'avoir un écart de moins de 3 °C pour des températures extérieures allant de 19 à 24,4 °C, soit lorsque seuls les ventilateurs des paliers 1 et 2 étaient en fonction. À titre d'exemple, s'il faisait 19 °C à l'extérieur, l'objectif était de ventiler suffisamment pour maintenir moins de 22 °C à l'intérieur. Les ventilateurs des paliers 1 et 2 à vitesse maximale débitaient 11 250 cfm à 0,2 po H₂O de pression statique, ce qui correspondait à un débit réduit à 104 cfm par cochette, alors que le débit de ventilation conventionnel est d'environ 180 à 200 cfm/cochette en été. À partir de 20,3 °C, les ventilateurs d'extraction du palier 1 et 2 fonctionnaient à plein régime et ceux de recirculation, de type marche-arrêt, n'étaient pas encore en fonction tout comme les deux ventilateurs du palier 3. Ainsi, au cours de l'essai 1, 71 % des températures enregistrées dans la salle dépassaient de 3 °C la température extérieure lorsque celle-ci se situait entre 18,9 et 24,4 °C. Dans 64,5 % du temps, l'écart se situait entre 3 et 6 °C et dans 6,9 % du temps entre 6 et 9 °C, ce qui est trop élevé dans le dernier cas (Tableau 1). C'est entre 22 et 24,4 °C, que les écarts les plus importants sont observés. Toutefois, les truies ne semblent pas avoir été inconfortables durant le projet. Les ventilateurs de recirculation permettent d'abaisser la température ressentie par les animaux de 6 °C grâce à la vitesse d'air, donc ils ne pouvaient pas être démarrés plutôt, car la température ressentie aurait été inférieure à la température de consigne.

Tableau 1 Fréquence d'observation (%) des écarts de température (ΔT) entre la température intérieure et la température extérieure durant l'essai 1

Température extérieure, °C	Écart de température, °C			
	-3 à 0	0 à 3	3 à 6	6 à 9
≥ 18,9 - <20	0,0 %	1,2 %	20,8 %	5,2 %
≥ 20 - <22	0,4 %	6,9 %	25,6 %	1,7 %
≥ 22 - <24,4	2,0 %	18,1 %	18,1 %	0,1 %
Total	2,4 %	26,2 %	64,5 %	6,9 %

Il est à noter qu'à partir de 24,4 °C à l'intérieur, les ventilateurs de recirculation entraînent en fonction afin de refroidir les animaux et que par sécurité, un troisième palier de ventilation à débit variable entraine en fonction lorsque la température intérieure atteignait 29 °C. Le débit maximal passait donc à environ 205 cfm par truie (taux de ventilation conventionnel). L'idée était de faire fonctionner le troisième palier de ventilation le moins possible, afin de réduire le taux de colmatage des filtres et la perte de charge (pression statique).

Plusieurs paramètres peuvent expliquer les écarts de plus de 3 °C. Outre la précision des appareils de mesures, l'encrassement des filtres et des préfiltres peut être responsable d'une perte d'efficacité des ventilateurs et donc d'une hausse des températures dans la salle. L'exactitude de l'équation de prédiction de la chaleur dégagée par les animaux et le poids considéré pour les calculs, ayant servi à concevoir le système de ventilation peuvent également être en cause. En effet, le bilan de chaleur effectué pour déterminer le besoin en ventilation a été effectué pour des cochettes de 165 kg en attente de saillie alors que durant les essais les truies étaient gestantes et plus lourdes (environ 200 kg) et devaient dégager plus de chaleur.

Également, la production de chaleur produite par les animaux a été considérée en fonction d'animaux calmes, alors qu'elle augmente de façon significative lorsque les animaux s'agitent, lors de la période d'alimentation par exemple.

3.1.2 Température extérieure

La température extérieure était plus élevée durant les deux essais réalisés à l'été avec les préfiltres StuffNix comparativement aux essais menés à l'automne avec les préfiltres MERV 13. Il est ainsi difficile de comparer les deux types de préfiltres au regard du taux de colmatage du système de filtration d'air.

Lors des deux premiers essais réalisés durant l'été, avec le préfiltre StuffNix, les températures se sont généralement maintenues entre 20 et 30°C (Figure 4). Après 25 jours, la quantité totale d'air filtré était similaire avec un écart de seulement 9 % (11,83 comparativement à 10,74 millions de m³ d'air; Figure 5). Ce qui permet d'évaluer l'efficacité du système d'ionisation et le taux d'encrassement du système de filtration d'air à la sortie des ventilateurs.

Quant aux deux essais réalisés à l'automne avec les préfiltres MERV 13, la quantité totale d'air filtré a été 1,9 fois plus importante dans l'essai avec l'ioniseur que dans l'essai sans ioniseur (2,68 comparativement à 5,02 millions de m³ d'air; Figure 5), ce qui rend difficile la comparaison entre ces deux derniers essais.

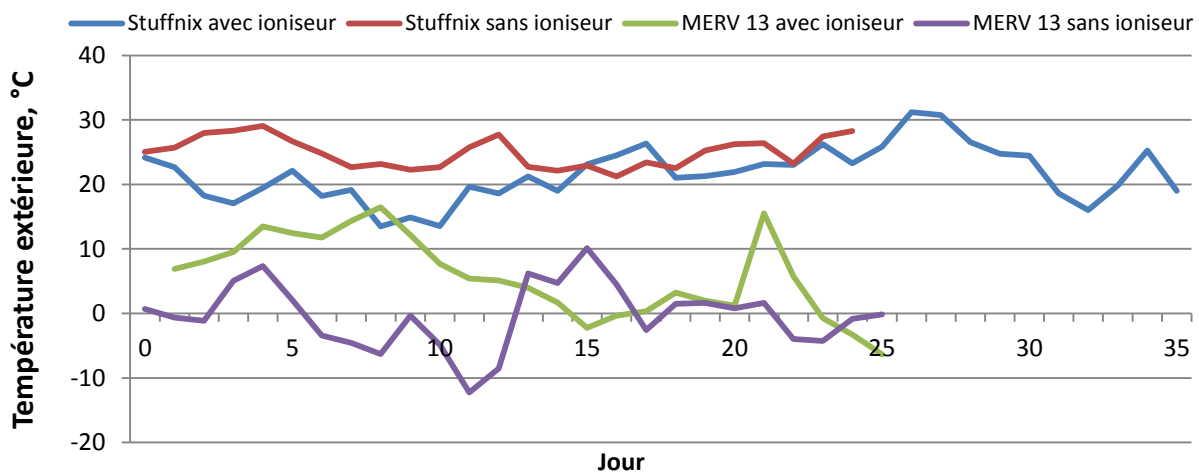


Figure 4 Évolution de la température extérieure médiane durant les essais

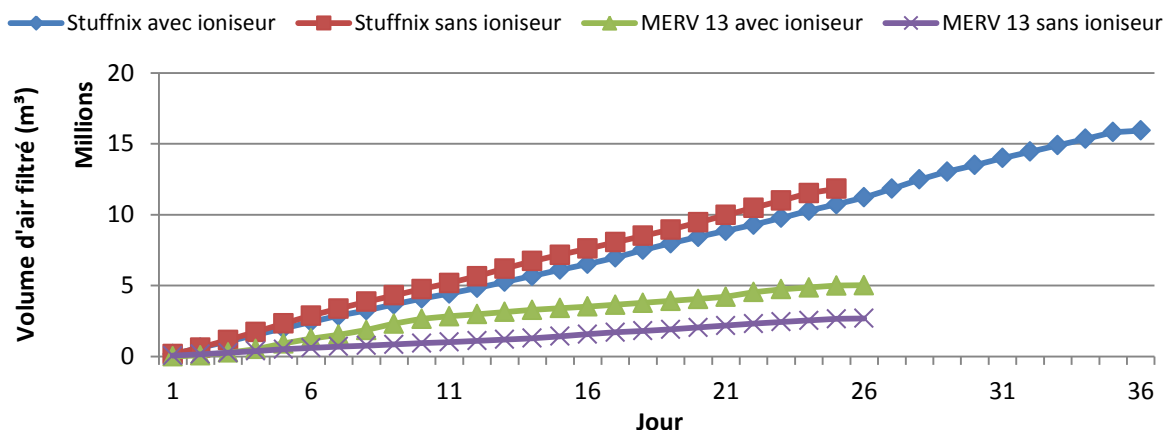


Figure 5 Volume cumulé d'air filtré à la sortie des ventilateurs selon l'essai

3.2 Poussière et bactéries

La présence du système d'ionisation a permis de diminuer en moyenne de 43 à 60 % le nombre de particules de différentes tailles (Tableau 2). La réduction est plus significative pour les particules supérieures à 1 µm ($p < 0,0011$). Globalement, en absence de l'ioniseur, pour toutes tailles de particules confondues, il y avait 33 852 particules/L d'air comparativement à 18 021 à la suite de l'activation du système d'ionisation. La plus faible réduction est associée aux particules de 0,3 µm, soit les particules les plus difficiles à capturer par filtration d'air ($p = 0,0389$; CDC, 2009). Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par Hagen (2011) en pouponnière.

Tableau 2 Réduction du nombre de particules dans l'air selon leur taille grâce au système d'ionisation

Taille des particules	Avec ioniseur (particules/L)		Sans ioniseur (particules/L)		Réduction des particules, %*	P
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
0,3 µm	15 053,0	11 731,4	26 501,8	9 752,7	43	0,0389
0,5 µm	1 462,9	663,6	3 674,9	1 780,9	60	0,0018
1 µm	939,9	292,6	2 226,1	1 660,8	58	0,0003
3 µm	268,6	78,4	658,7	561,8	59	0,0006
5 µm	245,2	70,0	578,8	486,2	58	0,0011
10 µm	86,2	28,6	215,5	164,0	60	0,0009
Total	18 021,2	12 296,8	33 851,6	10 812,7	47	0,0135

* Le pourcentage de réduction du nombre de particules est obtenu par l'équation suivante : $[(\text{le nombre de particules dans le bâtiment en absence du système d'ionisation} - \text{celle en présence du système d'ionisation}) / \text{nombre de particules dans le bâtiment en absence du système d'ionisation}] \times 100$

Le système d'ionisation a permis de réduire la quantité de poussière ($p < 0,05$) et de bactéries totales² ($p < 0,05$) dans l'air de la salle (Tableau 3). Ces résultats appuient les travaux de Mitchell *et al.* (2004).

² Le contenu en bactéries totales ne permet pas de faire la distinction entre les bactéries vivantes ou mortes, ni les déchets cellulaires.

Tableau 3 Réduction des concentrations en poussière et en bactéries totales grâce au système d'ionisation

Paramètres	Avec ioniseur		Sans ioniseur		Réduction %*	P
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
Poussière totale (mg/m ³)	0,062653	0,000571	0,172811	0,082053	64	0,0079
Bactéries totales (bactéries/m ³)	2,18E+07	1,14E+07	1,27E+08	1,11E+08	83	0,0005

* Le pourcentage de réduction est obtenu par l'équation suivante : [(concentration dans le bâtiment en absence du système d'ionisation – celle en présence du système d'ionisation)/ concentration dans le bâtiment en absence du système d'ionisation] X 100

La présence du préfiltre StuffNix a permis de diminuer la concentration massique en poussière de 29 à 38 % (Tableau 4), ce qui est nettement inférieur à l'efficacité annoncée par le fabricant (70 %). Quant au nombre de particules dans l'air, le préfiltre a permis d'en réduire la quantité de 3 à 39 %, en fonction de la taille de particules allant de 0,3 à 10 µm. Ce préfiltre semble adapté pour les particules de poussière de plus de 5 à 10 µm. Quant aux bactéries totales, ce préfiltre n'a pas permis de réduction importante avec seulement 6 à 9 %. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la concentration en poussière dans la quarantaine était faible et que le préfiltre StuffNix, conçu pour les endroits très poussiéreux comme les poulaillers, ne convenait pas pour le présent usage. Étant donné le nombre important de poussière et de bactéries qui ont réussi à franchir le préfiltre, ce dernier a été remplacé par des préfiltres pli sur pli de type MERV 13 pour les deux essais suivants. L'importance de diminuer le risque de contamination de la maternité accolée à la quarantaine a guidé ce choix de changer de préfiltre. L'objectif était de minimiser la quantité de particules sortant du bâtiment et de conserver le filtre antimicrobien le plus propre possible afin d'optimiser l'efficacité des produits antimicrobiens, contenus dans la fibre du filtre, à inactiver les microorganismes.

Tableau 4 Réduction de la concentration massique en poussière et du nombre de bactéries et particules de poussière de différentes tailles dans l'air par les préfiltres et les filtres antimicrobiens

Paramètres	Sites d'échantillonnage et réduction des concentrations	Lots			
		1	2	3	4
Poussière (mg/m ³)	Bâtiment	0,063057	0,114791	0,062249	0,230831
	Après le préfiltre	0,044957	0,070827	0,032846	0,046810
	Réduction, %	29	38	47	80
	Après le filtre	0,036430	0,019991	0,023833	0,021832
	Réduction, %	42	83	62	91
Bactéries totales (bactéries/m ³)	Bâtiment	2,35E+07	3,70E+07	2,02E+07	2,16E+08
	Après le préfiltre	2,21E+07	3,37E+07	2,18E+06	7,71E+06
	Réduction, %	6	9	89	96
	Après le filtre	3,73E+06	6,66E+06	7,64E+05	4,21E+06
	Réduction, %	84	82	96	98
0,3 µm (particules/m ³)	Bâtiment	2,34E+06	3,87E+06	1,91E+06	3,62E+06
	Après le préfiltre	2,24E+06	3,74E+06	2,17E+05	1,34E+06
	Réduction, %	4	3	89	63
	Après le filtre	1,70E+06	3,49E+06	7,94E+05*	1,68E+06
	Réduction, %	27	10	58	54

Paramètres	Sites d'échantillonnage et réduction des concentrations	Lots			
		1	2	3	4
0,5 µm (particules/m ³)	Bâtiment	2,07E+05	3,64E+05	2,06E+05	6,75E+05
	Après le préfiltre	1,88E+05	3,22E+05	1,52E+04	1,29E+05
	Réduction, %	10	12	93	81
	Après le filtre	1,59E+05	3,07E+05	6,85E+04	1,37E+05
	Réduction, %	24	16	67	80
1 µm (particules/m ³)	Bâtiment	1,33E+05	1,46E+05	1,34E+05	4,84E+05
	Après le préfiltre	1,17E+05	1,38E+05	8,69E+03	6,19E+04
	Réduction, %	12	5	94	87
	Après le filtre	1,09E+05	1,41E+05	4,04E+04	5,44E+04
	Réduction, %	18	3	70	89
3 µm (particules/m ³)	Bâtiment	3,92E+04	4,00E+04	3,69E+04	1,46E+05
	Après le préfiltre	3,31E+04	3,87E+04	2,22E+03	1,64E+04
	Réduction, %	16	3	94	89
	Après le filtre	2,77E+04	3,35E+04	1,01E+04	1,22E+04
	Réduction, %	29	16	73	92
5 µm (particules/m ³)	Bâtiment	3,80E+04	3,57E+04	3,14E+04	1,28E+05
	Après le préfiltre	2,72E+04	3,10E+04	1,81E+03	1,33E+04
	Réduction, %	28	13	94	90
	Après le filtre	1,84E+04	2,48E+04	6,79E+03	7,64E+03
	Réduction, %	52	31	78	94
10 µm (particules/m ³)	Bâtiment	1,35E+04	1,53E+04	1,08E+04	4,56E+04
	Après le préfiltre	8,24E+03	1,08E+04	5,79E+02	3,58E+03
	Réduction, %	39	29	95	92
	Après le filtre	3,26E+03	1,36E+04	1,83E+03	1,19E+03
	Réduction, %	76	11	83	97
0,3-10 µm (particules/m ³)	Bâtiment	2,77E+06	4,47E+06	2,33E+06	5,10E+06
	Après le préfiltre	2,62E+06	4,28E+06	2,46E+05	1,56E+06
	Réduction, %	5	4	89	69
	Après le filtre	2,02E+06	4,01E+06	9,21E+05	1,89E+06
	Réduction, %	27	10	60	63

* Les valeurs en rouge indiquent une augmentation de la concentration après le filtre par rapport à après le préfiltre

Le préfiltre plissé MERV 13 a permis de diminuer la concentration massique en poussière de 47 à 80 % (Tableau 3). Quant au nombre de particules dans l'air, ce préfiltre a permis d'en réduire la quantité de 81 à 96 % (1 seul cas à 63 %), en fonction de la taille des particules allant de 0,3 à 10 µm, ce qui correspond aux résultats attendus. Ce dernier a été plus efficace que le préfiltre StuffNix à bloquer l'émission des particules de 1 à 10 µm et des bactéries totales ($p < 0,05$). Les particules de 0,3 ($p = 0,29$) et de 0,5 µm ($p = 0,2$) ainsi que la poussière totale ($p = 0,08$) n'ont pas été davantage réduites par le préfiltre MERV 13. Une grande variabilité entre les échantillonnages explique la combinaison du préfiltre MERV 13 et du filtre antimicrobien à assurer la capture de 54 à 98 % des particules de poussière en fonction de leurs tailles et de 96 à 98 % des bactéries. Cette combinaison a permis de réduire la concentration massique en poussière de 62 à 91 %. Il semble avoir eu toutefois une « réémission » de particules de 0,3 et 0,5 µm à partir du filtre antimicrobien lors des 3^e et 4^e lots. Une « réémission » des particules de 1, 3, 5 et 10 µm a aussi été observé, lors du 3^e lot. La « réémission » des particules à partir du filtre antimicrobien Noveko a pu être mise en évidence par l'emploi d'un préfiltre plus efficace à capturer les particules provenant du bâtiment (les lots 1 et 2 comparativement aux lots 3 et 4) et la présence d'un système d'ionisation (lot 3 comparativement au lot 4). Ce phénomène de

« réémission » peut s'expliquer par le fait que les filtres antimicrobiens n'aient pas été nettoyés parfaitement entre les essais, car les mêmes filtres ont été utilisés durant les quatre essais. Seuls les préfiltres installés directement sur les filtres antimicrobiens furent changés entre les essais.

3.3 Pression statique

Le différentiel de pression entre l'amont et l'aval du préfiltre StuffNix a très peu varié dans le temps, et ce, avec ou sans système d'ionisation en fonction (Figure 6). Le différentiel de pression a varié entre 0,09 et 0,18 po H₂O en fonction du débit d'air. Donc, le préfiltre ne se colmatait pas. Toutefois, les filtres antimicrobiens eux se sont encrassés, ce qui était inacceptable.

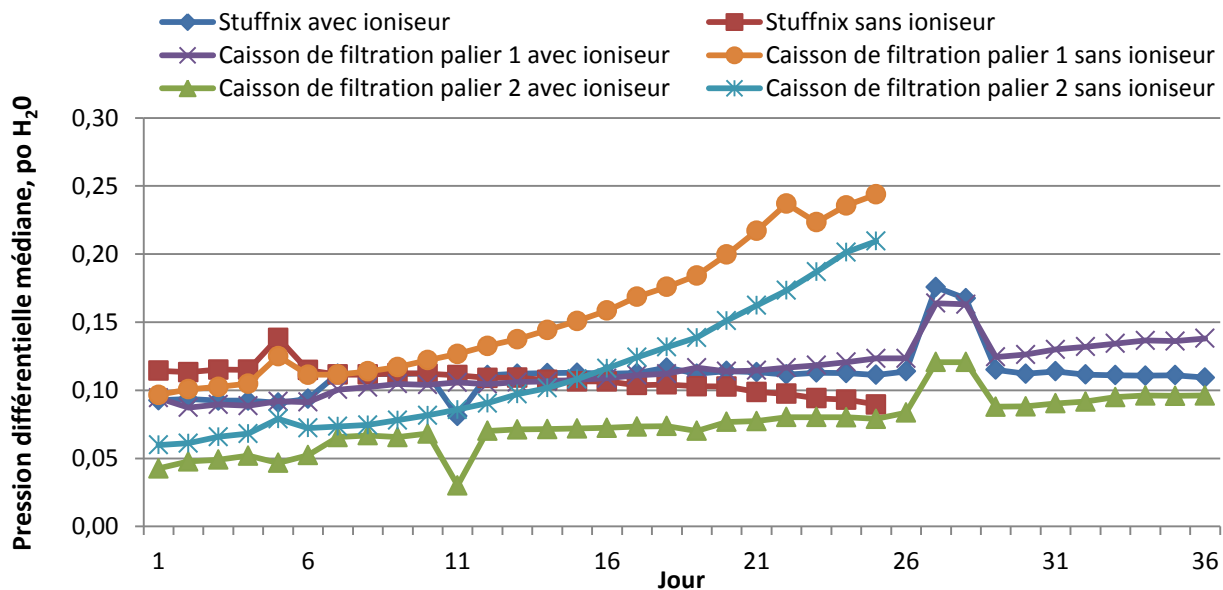


Figure 6 Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval du StuffNix et entre l'amont et l'aval des filtres antimicrobiens à la sortie d'air (essais 1 et 2)

En effet, la pression différentielle en ce qui a trait aux filtres antimicrobiens a augmenté graduellement dans le temps en présence du système d'ionisation alors qu'elle a augmenté plus rapidement sans le système d'ionisation. Avec ou sans ionisation, du côté des filtres du palier 2 de ventilation, la pression différentielle était inférieure d'environ 0,04 à 0,05 po d'H₂O par rapport à celle du côté du palier 1. Les filtres du côté du palier 2 de ventilation étaient donc moins sales, ce qui est logique puisque les ventilateurs de ce côté fonctionnent moins souvent que ceux du côté du palier 1.

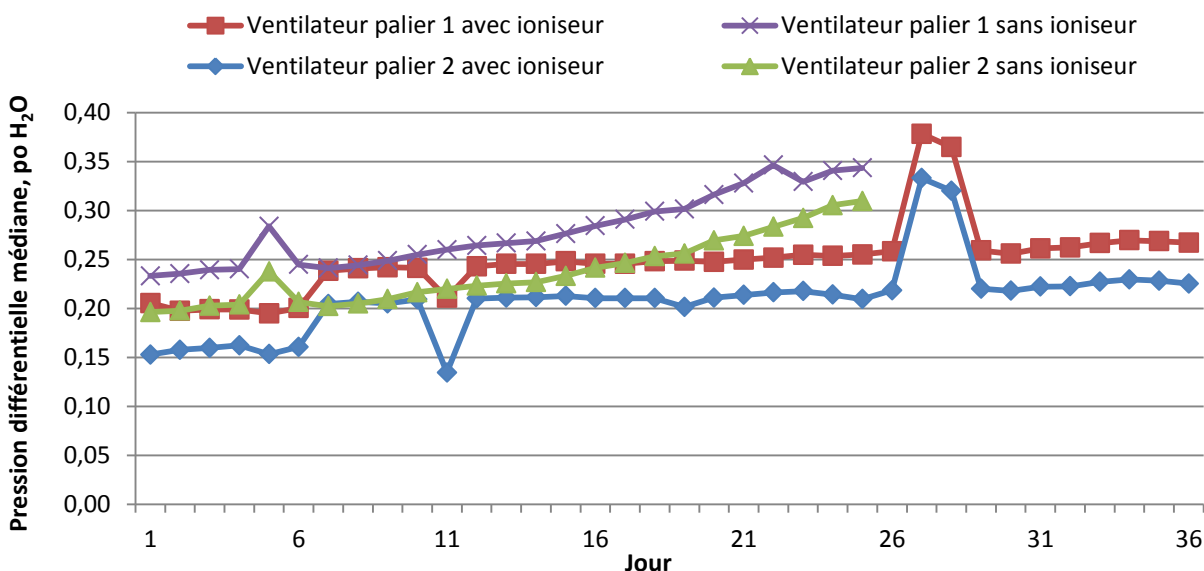


Figure 7 Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval des ventilateurs d'extraction (essais 1 et 2)

Globalement, durant les deux essais avec le préfiltre StuffNix, la pression aux ventilateurs est toujours restée sous -0,50 po H₂O, soit la pression maximale acceptable selon le design des ventilateurs (Figure 7). Selon une analyse de régression linéaire, avant d'atteindre cette pression différentielle, le volume d'air filtré serait 1,7 fois plus important en présence du système d'ionisation que sans ce système. Donc, le système d'ionisation aurait permis de réduire de près de la moitié la fréquence de nettoyages des filtres et du préfiltre.

Durant les deux essais avec les préfiltres MERV 13, les ventilateurs du côté du palier 2 n'ont pas ou très peu fonctionné. La pression en ce qui a trait aux filtres est restée stable autour de 0,01 po H₂O, sauf durant trois pics de chaleur pendant l'essai avec le système d'ionisation (Figure 8). Il est à noter que la pression aurait dû être nulle et qu'elle est légèrement positive à cause de la mise à zéro de l'appareil d'acquisition. Lors des trois pics de chaleur, la pression différentielle en ce qui a trait au préfiltre et des filtres antimicrobiens du côté du palier 1 a augmenté. Le reste du temps, la pression différentielle en ce qui a trait aux préfiltres MERV 13 est demeurée relativement stable autour de -0,03 po H₂O, alors que celle aux filtres antimicrobiens du côté du palier 1 a fluctué davantage selon la température (Figure 6 et Figure 2). Le différentiel de pression plus élevé aux préfiltres et aux filtres avec le système d'ionisation à l'essai 3, par rapport à l'essai 4 sans ionisation, s'explique par le débit de ventilation plus élevé engendré par une température extérieure plus chaude. Étant donné que le différentiel de pression a très peu augmenté à l'automne durant les essais 3 et 4, ceci indique que les préfiltres MERV 13 dans ces conditions automnales pourraient être utilisés sur plus d'un élevage, à condition que l'élevage n'ait connu de souci sanitaire, ce qui aurait pour effet de réduire les coûts d'exploitation de façon intéressante. Il restera à valider le tout durant la saison chaude.

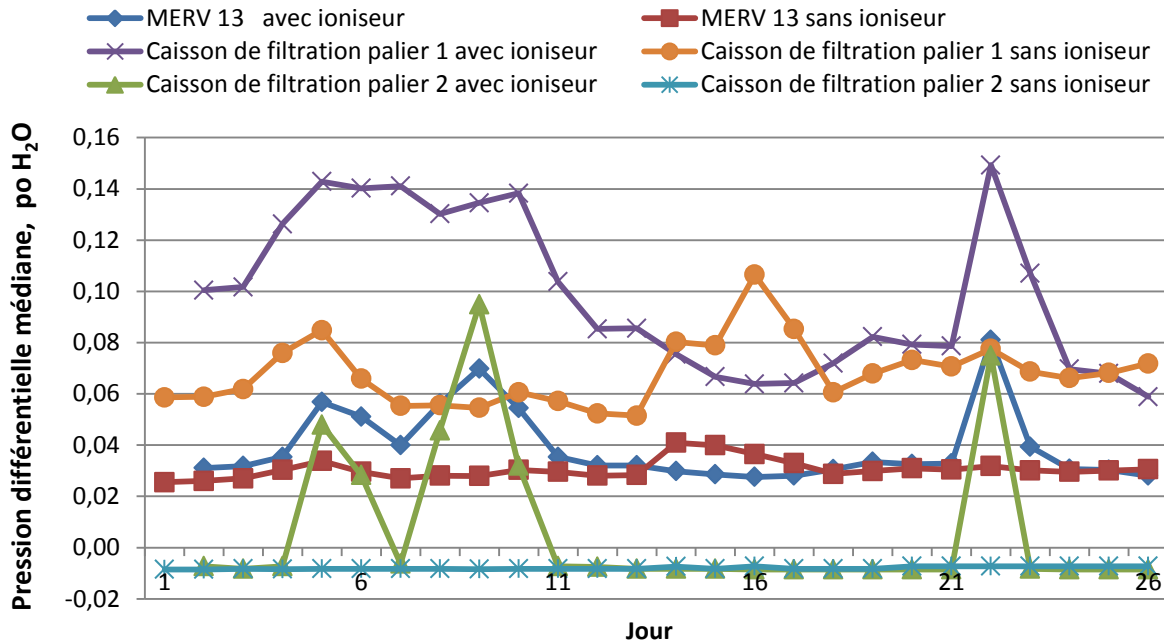


Figure 8 Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval des préfiltres MERV 13 et entre l'amont et l'aval des filtres antimicrobiens à la sortie d'air (essais 3 et 4)

Les pressions différentielles entre l'amont et l'aval des ventilateurs ont évolué selon la température extérieure plutôt que selon l'encrassement, car le système de ventilation ne fonctionnait pas au maximum de sa capacité (Figure 9 et Figure 4). Les ventilateurs du palier 3 n'ont jamais fonctionné alors que ceux du palier 2 ont fonctionné de temps à autre selon les pics de température extérieure, ce qui explique les pics de pression lors des essais avec le préfiltre MERV 13. La pression différentielle n'a jamais été problématique durant les deux essais avec le préfiltre MERV 13 qui ont été réalisés à l'automne. Elle est restée quasi tout le temps en dessous de $-0,25 \text{ po H}_2\text{O}$ alors que le système a été désigné pour une pression de $-0,50 \text{ po H}_2\text{O}$. Donc, aucun entretien du système de filtration d'air n'a été nécessaire durant les essais. Toutefois, des essais devront être réalisés en été, pour valider l'impact sur le taux d'encrassement et le différentiel de pression. Il est possible que les préfiltres doivent être changés en été, car la pression différentielle aux ventilateurs est de $-0,45 \text{ po H}_2\text{O}$ avec des préfiltres et filtres neufs lorsque tous les paliers de ventilation sont en fonction. Ainsi, il resterait que $0,05$ à $0,20 \text{ po H}_2\text{O}$ environ d'autonomie avant qu'un remplacement des préfiltres à cause de l'encrassement soit nécessaire, ce qui reste à valider. Toutefois, il ne semble pas y avoir de problème a priori. Ainsi, la puissance des ventilateurs semble adéquate. Il a été de mise de surdimensionner la puissance motrice et d'adapter les hélices en conséquence, et ce, tout en conservant un type de ventilateur conventionnellement utilisé dans l'industrie.

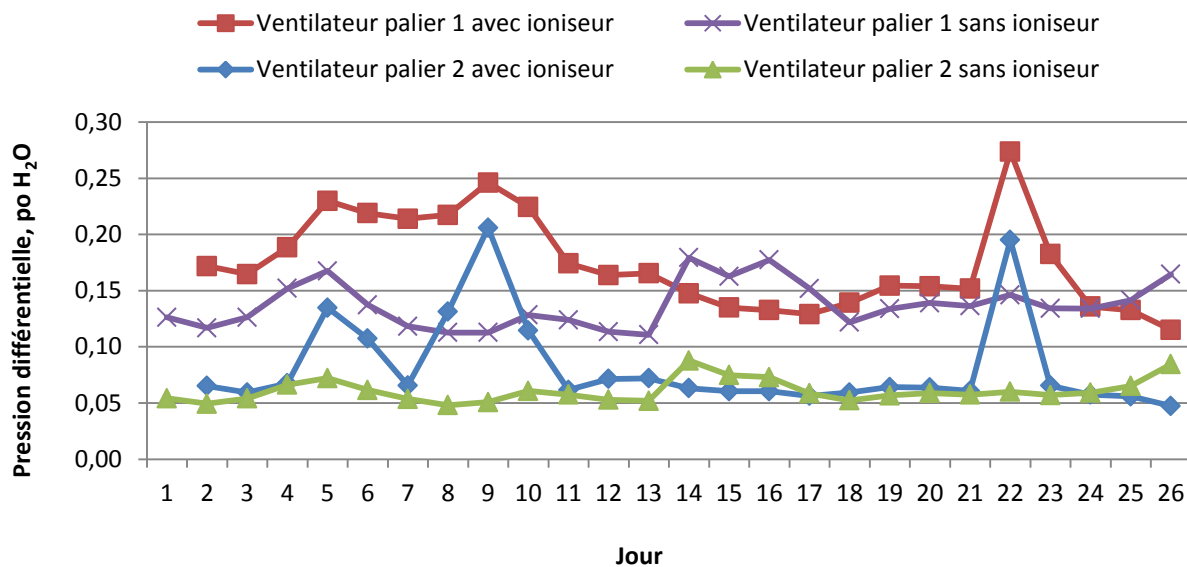


Figure 9 Évolution du différentiel de pression entre l'amont et l'aval des ventilateurs d'extraction durant les essais 3 et 4 avec les préfiltres MERV 13

4. Analyse économique

L'analyse économique de ce système de bioconfinement en quarantaine portera principalement sur deux éléments : les coûts supplémentaires et les économies de construction. Plusieurs éléments de coûts sont similaires tant pour les quarantaines annexées sous air filtré que celles sous air non filtré à proximité. Il y a par exemple les ventilateurs ou le système d'éclairage. Les principales dépenses différentes sont constituées des filtres (10 050 \$), des préfiltres (1 250 \$), du système d'ionisation (18 700 \$), de la main-d'œuvre (5 775 \$) et de la quincaillerie (625 \$). Au total, les systèmes de filtration et d'ionisation se traduisent par des coûts supplémentaires de 36 400 \$ pour la construction de la quarantaine.

Cependant, l'ajout du système de filtration d'air couplé à un ioniseur a permis de construire la quarantaine annexée sur la maternité. Cette proximité engendre des économies de coûts de construction par rapport à une quarantaine qui serait construite à distance de la maternité (Tableau 5), par exemple de 100 m. En effet, une quarantaine éloignée demanderait des infrastructures et équipements supplémentaires, alors que la quarantaine intégrée au bâtiment principal permet de les partager.

Tableau 5 Liste de coûts supplémentaires possibles pour la construction d'une quarantaine éloignée de 100 m de la maternité

Types de dépense	Coûts estimés
Chemin d'accès (107 \$/m ² , passage sur 100 m)	15 000 \$
Ligne électrique (56 \$/m, sur 100 m)	5 600 \$
Boîte électrique	2 500 \$
Puits (20 \$/pi à 500 pi de profondeur + infrastructures)	10 000 \$
Préfosse	4 000 \$
Pompe	2 500 \$
Total	39 600 \$

Sources : Francis Pouliot, ing. CDPQ et Christopher Robitaille, ing. jr., communications personnelles, 2013

Selon le cas, ces coûts peuvent varier. Il y a, entre autres, la distance entre la route et la quarantaine qui aura un impact sur le coût du chemin d'accès et de la ligne électrique. Aussi, l'existence de bâtiments existants pouvant être convertis en quarantaine pourrait réduire les coûts de rénovation. Sachant que le vSRRP peut voyager sur 9,2 km, il faut s'interroger sur la nécessité de filtrer l'air à la sortie de quarantaines localisées à proximité des maternités (ex. : à environ 100 à 500 m et peut-être plus), ce qui avantagerait économiquement le projet d'annexer la quarantaine à la maternité.

Malgré tout, les éléments présentés représentent un coût de 39 600 \$ pour la quarantaine éloignée, ce qui est supérieur au coût de la quarantaine annexée (36 400 \$). D'autres économies pourraient cependant s'ajouter, entre autres, dans le cas de la construction d'une maternité, une quarantaine annexée au bâtiment principal offrirait des possibilités d'économies d'échelle lors de la construction. La plus importante économie est le coût du béton pour les fondations de la quarantaine, qui serait intégré aux coûts du béton de la maternité.

De plus, une quarantaine intégrée avec la maternité offre l'avantage de diminuer les coûts de transport (pas de remorque pour le transport, pas de carburant), de même que le temps de travail (transport, lavage de remorque). Il est également intéressant de considérer que la quarantaine annexée pourra être éventuellement utilisée comme salle de gestation en cas de nécessité.

4.1 Discussion

Même si les coûts d'installation des systèmes de filtration et d'ionisation pour une quarantaine annexée à la maternité peuvent être compensés par des économies par rapport à une quarantaine qui serait éloignée de la maternité, la différence reste très faible (un peu plus 3 000 \$). Compte tenu du fait que la situation varie d'une maternité à l'autre (situation physique, plan de bâtiment, taille, etc.) chaque projet de quarantaine sera différent. Cela implique que le résultat net entre les coûts supplémentaires et les économies entre les projets avec et sans filtration risque d'être parfois négatif.

Le principal élément de décision de filtrer ou non la quarantaine, que celle-ci soit intégrée à la maternité ou éloignée de celle-ci, ne sera pas le coût de filtration, mais plutôt le risque de contamination par le virus du SRRP que font courir les cochettes de remplacement au troupeau de truies de la maternité. Plus il y aura de risques³ que les cochettes excrètent du virus en quarantaine et qu'il y ait contamination par aérosol de la maternité, plus la filtration de la quarantaine risque d'être indiquée. La filtration d'air pourrait donc être de mise pour une quarantaine éloignée de la maternité, surtout si elle est mal située par rapport aux vents dominants. Sachant que le vSRRP peut voyager sur 9,2 km, il faut s'interroger sur la nécessité de filtrer l'air à la sortie de quarantaines localisées à proximité des maternités, ce qui avantagerait économiquement le projet d'annexer la quarantaine à la maternité. Le coût de filtration de la quarantaine doit alors être comparé aux coûts d'une crise de SRRP en maternité pour l'entreprise. Lors d'une récente enquête auprès de 78 maternités au Canada (Québec, Ontario, Alberta), la médiane du nombre de porcelets sevrés par truie pour les maternités exemptes de SRRP était de 24,7 porcelets, contre 23,8 porcelets pour les maternités positives au regard du SRRP pour la période d'avril 2010 à mars 2012 (Klopfenstein *et al.*, 2013). Cependant, pour les entreprises éprouvant de fortes difficultés sanitaires, la productivité médiane n'atteignait que 22,0 porcelets par truie par année, contre 25,9 pour les entreprises performantes.

L'introduction d'une problématique sanitaire dans le cheptel de truies peut donc avoir des conséquences graves sur la productivité du troupeau, avec un à pratiquement quatre porcelets sevrés de moins par an, selon la situation de départ du troupeau. À 35 \$ du porcelet, cela représente des pertes de revenus de 35 à près de 140 \$ par truie, excluant les pertes liées à la mortalité des truies, aux frais vétérinaires supplémentaires ou d'une possible éradication.

³ Soit parce que les cochettes sont porteuses du virus à leur arrivée en quarantaine, soit parce qu'elles sont contaminées pendant leur séjour en quarantaine.

5. Recommandations

Avec l'utilisation de filtres antimicrobiens, le présent projet a démontré l'importance d'utiliser un préfiltre efficace afin que les filtres antimicrobiens demeurent efficaces à inactiver les agents pathogènes et par le fait que leur entretien n'est pas aisé. L'aspiration des particules à l'aide d'un aspirateur ne permet pas de déloger toute la poussière dans les filtres antimicrobiens. Un lavage à l'eau s'impose. Or, l'utilisation d'un système d'ionisation devrait permettre de diminuer de près de moitié la fréquence des entretiens. Dans ce projet, le nombre de lignes de décharge du système d'ionisation a été doublé par rapport à la recommandation du fabricant. Pour l'instant, par prudence, il est suggéré de continuer dans cette voie, lorsque ce système est combiné à un système de filtration d'air installé à la sortie des ventilateurs. Toutefois, les résultats obtenus durant ce projet ne permettent pas de déterminer des fréquences d'entretien des filtres et préfiltres, car il y a eu peu de répétitions et il n'y a pas eu d'essais avec les préfiltres MERV 13 durant la saison chaude alors que les débits d'air sont plus élevés. Cependant, selon les résultats obtenus à l'automne, il semble que les préfiltres MERV 13 puissent être utilisés sur plus d'un lot d'élevage lorsque les filtres et préfiltres ne sont plus utilisés à la suite de la déviation du courant d'air, après avoir obtenu la confirmation du statut sanitaire des truies. Ces précisions demeurent à valider dans le cadre d'un projet futur.

Durant la saison chaude, une attention particulière aux pressions et aux taux d'encrassement devra être apportée, car le concept de bioconfinement testé engendre une pression différentielle en ce qui a trait aux ventilateurs est de -0,45 po H₂O lorsque les préfiltres MERV 13 et filtres antimicrobiens sont neufs et que tous les ventilateurs sont en fonction. Donc, en été, la marge de manœuvre sera plus faible. Le système de bioconfinement a été conçu pour une pression différentielle de 0,50 po H₂O aux ventilateurs, mais ils sont capables de tolérer jusqu'à 0,60 po H₂O. En été, les préfiltres MERV 13 risquent de s'encrasser plus rapidement, car il semble que le système d'ionisation soit moins efficace à réduire la teneur en poussière dans l'air durant cette période. Pour minimiser la manipulation de préfiltres et filtres en présence d'animaux, un système de dérivation de l'air pourrait être mis en place pour cesser de filtrer l'air à la suite, et uniquement à la suite, de la confirmation du statut sanitaire adéquat des cochettes.

D'après les résultats obtenus lors de la validation du design du système de ventilation, voici les principales recommandations quant à la conception du système de ventilation.

- Concevoir le système de ventilation en fonction de recevoir des truies gestantes et non seulement des cochettes en attente de saillies (plus de débit d'air) afin de donner de la flexibilité à cette salle;
- Installer un troisième palier de ventilation permettant d'atteindre le débit d'air conventionnel pour des truies gestantes et afin de se laisser de la flexibilité, à un coût raisonnable, lors de l'augmentation de la perte de charge avec l'encrassement des filtres. Le producteur aura alors la possibilité d'ajuster la température de démarrage de ce palier de ventilation en fonction du type d'animal qui y est logé et de la nécessité de filtrer l'air;
- Concevoir le système de filtration à la sortie d'air en fonction d'une stratégie de ventilation à débit réduit et surdimensionner la puissance des ventilateurs afin de pouvoir augmenter le débit d'air s'il y a lieu. Dans le présent cas, les ventilateurs de 20" ont été munis de moteurs de 0,5 HP au lieu de 0,3 HP et les hélices ont été choisies en conséquence, ce qui a bien fonctionné à un coût raisonnable. Il est à noter qu'avec des animaux confirmés sanitaires convenables, le système de filtres et préfiltres peut alors être contourné sans filtrer l'air à la sortie des ventilateurs;
- Concevoir le système de filtration d'air à l'entrée d'air en fonction d'un taux de ventilation conventionnel;

- Utiliser des ventilateurs de recirculation à vitesse variable afin de les faire démarrer à une température intérieure inférieure;
- Valider l'intérêt de faire démarrer le troisième palier de ventilation avant de démarrer les ventilateurs de recirculation d'air afin de réduire la température dans la salle, ce qui risque, par contre, d'augmenter la vitesse de colmatage des filtres;
- Valider l'intérêt de retarder l'utilisation des ventilateurs de recirculation en faveur du démarrage des ventilateurs du palier 3 sur l'efficacité du système d'ionisation à réduire la quantité de poussière contenue dans l'air en réduisant ainsi la turbulence dans la salle;

Une question demeure, malgré la proportion élevée de poussière et de bactéries retirées de l'air sortant de la salle, est-ce que le système de bioconfinement réduit suffisamment le nombre de particules évacuées pour éviter de contaminer la section maternité en cas d'épisodes de maladies transmissibles par l'air. Dans un futur projet, il sera important de réaliser des essais en utilisant des virus bactériens mimant le vSRRP afin de valider l'excrétion par les ventilateurs. En outre, il serait très pertinent d'évaluer l'impact du système d'ionisation sur la survie des virus dans l'air. Par souci de réduction de coûts, et ce, sans trop affecter la performance, il serait de mise de valider l'intérêt de réduire le nombre de lignes de décharge d'ions avec pointes du système d'ionisation. Enfin, la réalisation de projets permettant de savoir sur quelles tailles de particules le vSRRP et autres agents pathogènes transmissibles par l'air se déplacent permettra de mieux déterminer le niveau de filtration d'air à préconiser en fonction du risque.

En ce qui a trait à la biosécurité, il est important de respecter quotidiennement le protocole établi avec le vétérinaire et de toujours considérer les cochettes comme infectieuses jusqu'à ce qu'une confirmation de leur statut soit obtenue. Le protocole de biosécurité en place durant les essais est présenté à titre d'exemple à l'Annexe B. Toute entreprise désirant installer un système de bioconfinement dans une quarantaine annexée à leur maternité devrait en discuter avec le vétérinaire traitant afin d'établir leur propre protocole et s'assurer que celui-ci réponde bien à toutes les particularités de la ferme. Il est également important d'avoir un protocole de sortie des cochettes si elles s'avéraient positives au regard du SRRP afin de ne pas contaminer les truies de la maternité. Un exemple de procédure d'évacuation est présenté à l'Annexe C.

6. Conclusion

Ce projet a permis de tester avec succès un système novateur de bioconfinement adapté à une quarantaine porcine pour réduire le risque de propagation aérienne de virus en cas de contamination par des agents pathogènes. Le système de bioconfinement testé ne permet pas de faire de grandes économies, pour ce qui est des coûts d'installation par rapport à une quarantaine construite très près de la maternité (moins de 500 m), à moins d'effectuer une filtration de l'air sortant des quarantaines construites à proximité des maternités.

Le système d'ionisation a répondu aux attentes fixées en début de projet. Par contre, le préfiltre StuffNix® n'a pas donné les résultats escomptés. Il a dû être remplacé par des préfiltres (MERV-13 plissés) qui se sont avérés plus efficaces à retenir la poussière et les bactéries de la quarantaine, afin de ne pas surcharger les filtres antimicrobiens et maximiser l'action antimicrobienne de ces filtres. Les préfiltres MERV 13 ont été utilisés seulement durant les essais réalisés à l'automne, où le débit de ventilation était moindre. D'autres essais devront être effectués durant l'été. Également, par souci de réduction de coûts sans trop affecter la performance, il serait de mise de valider l'intérêt de réduire le nombre de lignes de décharge d'ions avec pointes du système d'ionisation. Il serait également avantageux d'expérimenter d'autres types de préfiltres afin de s'assurer d'avoir la meilleure combinaison possible en matière d'efficacité et de coût. Des solutions pour dériver l'air et cesser de le filtrer à la suite de la confirmation du statut sanitaire des cochettes devraient également être développées et testées. Des essais avec des agents biologiques simulant des virus devront être réalisés afin d'évaluer l'efficacité du concept à éviter la dissémination des virus à la sortie des ventilateurs en cas de crise. Ceci, afin de déterminer si le niveau de filtration d'air est adéquat et s'il y a des améliorations à apporter. Dans ce projet, l'efficacité du système a été évaluée en fonction de la poussière et des bactéries.

En terminant, le présent projet a permis de démontrer qu'il est possible de filtrer l'air à la sortie des ventilateurs d'un bâtiment faisant office de quarantaine, et ce, à un coût et un niveau d'efficacité intéressants, sans causer de problème majeur de blocage du système de filtration d'air. Étant donné qu'il s'agissait d'un projet pilote, d'autres essais devront être réalisés dans le futur afin de continuer à valider et à améliorer le concept.

7. Bibliographie

- Bach, H.J., Tomanova, J., Schloter, M. et J.C. Munch. 2002. Enumeration of total bacteria and bacteria with genes for proteolytic activity in pure cultures and in environmental samples by quantitative PCR mediated amplification. *Journal of Microbiological Methods*, 49(3) : 235-45.
- Batista, L., Dufour, V., Pouliot, F., Gobeil-Tremblay, E. et M. Morin. 2008. Évaluation d'un système de filtration d'air visant à réduire ou à éviter la transmission par voie aérienne du virus du syndrome respiratoire et reproducteur porcin (SRRP) à l'intérieur des bâtiments d'élevage : Rapport final. Québec : Centre de développement du porc du Québec inc., 39 p.
- Batista, L., Urizar, L. et F. Pouliot. 2009. Évaluation de l'efficacité du filtre à air antimicrobien commercialisé par Noveko après 16 mois d'utilisation dans un bâtiment porcin commercial. Rapport final. Québec : Centre de développement du porc du Québec inc., 6 p.
- Big Dutchman. 2010. MagixX & StuffNix : Des laveurs d'air qui réduisent efficacement les émissions olfactives des poulaillers. [En ligne]. http://www.bigdutchman.de/fileadmin/products/Gefluegelpoultry/fr/MagixX_StuffNix_Poultry_fr.pdf
- Cambra-Lopez, M., Winkel, A., van Harn, J., Hannink, N. et A.J.A. Aarnink. 2009. Measures to reduce fine dust emission from poultry houses: reduction from broiler houses by ionization. Report 215. Wageningen UR, Netherland : Animal Sciences Group, 41 p.
- Carpenter, G.A. 1986. Dust in livestock building - Review of some aspects. *Journal of agricultural engineering research*, 33: 227-241.
- The Centres for Disease Control and Prevention (CDC). 2009. N95 Respirators and Surgical Masks. [En ligne]. <http://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2009/10/n95/>
- Chénard, L., S.P. Lemay et D.L. Whittington. 2002. Poussières dans les bâtiments d'élevage : sources, composition et type. Prairie Swine Centre. [En ligne]. <http://www.prairieswine.com/pdf/22.pdf>
- Choinière, Y. et J.A. Munroe. 1993. La qualité de l'air dans les bâtiments d'élevage. Fiche technique. OMAFRA. [En ligne]. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/swine/facts/93-002.htm>
- Dee, S., Otake, A. et J. Deen. 2009. Use of a production region model to address issues regarding the aerobiology of PRRSV and *Mycoplasma hyopneumoniae* and to investigate alternative protocols of aerosol biosecurity. *American Association of Swine Veterinarians* : 111.
- Dee, S., Pitkin, A., Otake, S., et J. Deen. 2011. A four-year summary of air filtration system efficacy for preventing airborne spread of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Journal of Swine Health and Production*, 19(5) : 292–294.
- Desrosiers, R. 2004. Epidemiology, diagnosis and control of swine diseases. *American Association of Swine Veterinarians* : 9-38.

- EPI. 2011. [En ligne]. <http://www.beiagsolutions.com>. Page consultée le 17 novembre.
- Guingand, N. 1999. Dust concentrations in piggeries: Influence of season, age of pigs, type of floor and feed presentation in farrowing, post-weaning and finishing rooms. In: Dust Control in Animal Production Facilities. Proc. Congress in Aarhus, 30 May-2 June, Denmark : 69-75.
- Hagen, D. 2011. Duster buster. National Hog Farmer, 15 septembre.
- Klopfenstein C., M. Morin et J. Rivest (2013). Clinical, Technical and Economic Aspects of Pig Production Sites Involved in PRRS Control Projects in Canada. Québec : CDPQ, Sous presse.
- Maghirang, R.G., Puma, M.C., Liu, L. et P. Clark. 1997. Dust concentration and particule size distribution in an enclosed swine nursery. Transaction of the ASAE, 40 : 749-754.
- Mitchell, B.W., Richardson, L.J., Wilson J.L. et C.L. Hofacre. 2004. Application of an electrostatic space charge system for dust, ammonia and pathogen reduction in a broiler breeder house. American Society of Agricultural Engineers, 20 : 87-93.
- Mussell, A. 2010. Pour une stratégie d'éradication du SRRP. George Morris Centre. Forum canadien sur la santé porcine, 25 et 26 octobre, Québec.
- Otake, S., Dee, S., Corzo, C., Oliveira, S. et J. Deen. 2010. Long-distance airborne transport of infectious PRRSV and Mycoplasma hyopneumoniae from a swine population infected with multiple viral variants. Veterinary Microbiology, 145 : 198-208.
- Vancoillie, G. 2004 Santé et sécurité dans le secteur porcin belge. Cellule Fédérale FSE, Université de Liège, 111 p.

Annexe A

**Rapport d'expertise : évaluation de l'impact du système
d'ionisation EPI® sur les tensions parasites**



Le 26 novembre 2012

Centre de développement du porc du Québec inc
(CDPQ)

Place de la Cité - Tour Belle Cour
2590, boulevard Laurier, bureau 450
Québec (Québec)
G1V 4M6

Rapport d'inspection relatif aux tensions parasites (Projet 195) :
Projet " Essais d'un concept de bio confinement en quarantaine -
filtration d'air et réduction du taux de colmatage des filtres "

Les recommandations de ce rapport sont basées sur :

L'enregistrement continu du niveau de tension parasite entre les cages et une référence extérieure durant une période de 9 jours (du 4 mai 2012 au 12 mai 2012). Ces enregistrements sont fournis en annexe.

Les mesures de tension "flottante" dans l'air près des structures métalliques (cages). Ces mesures sont consignées en fonction de la distance séparant la ligne EPI et le point flottant dans l'air.
Ces mesures (réalisées avec J.Labrecque) sont fournies en annexe.

1- Analyse de l'enregistrement en continu

1.1 Le niveau de tension parasite n'est pas affecté par l'opération du système d'ionisation. Les niveaux de tension moyens / maximums quotidiens restent identiques que le système d'ionisation soit en opération ou non.

1.2 Le niveau de tension parasite résiduel est généré par les autres équipements de la ferme en plus du niveau de tension déjà présent sur le neutre du réseau d'Hydro-Québec.

2- Analyse des mesures de tension "flottante" dans l'air

2.1 Le niveau de tension (CC) entre la ligne EPI et un point flottant dans l'air diminue de façon exponentielle. Ce niveau diminue de façon inversement proportionnelle au carré de la distance.

2.2 À 2,5 pouces de la ligne EPI, la tension est de 500 Volts CC et à 60 pouces de la ligne EPI, la tension est de 0.300 Volt CC. Notez que la mesure à 60 pouces de la ligne EPI est équivalente à une hauteur de 24 pouces du plancher soit la hauteur moyenne de la tête des animaux.

2.3 Le niveau mesuré de 0.300 Volt CC dans l'air (hauteur de tête) est complètement atténué par les structures métalliques (cages). En effet, les cages agissent de la même façon qu'une cage de "Faraday".

2.4 Les tubes isolants fournis par le fabricant ont pour effet de réduire le champ électrique de façon très importante. Par exemple, à une distance de 2.5 pouces de l'amplitude du champ électrique est de 500Vcc sans isolant et de 1.5Vcc avec l'isolant.

3- Recommandations

3.1 La ligne EPI devrait être isolée (avec le tube isolant) lorsque la distance entre celle-ci et les structures métalliques est inférieure à 12 pouces.

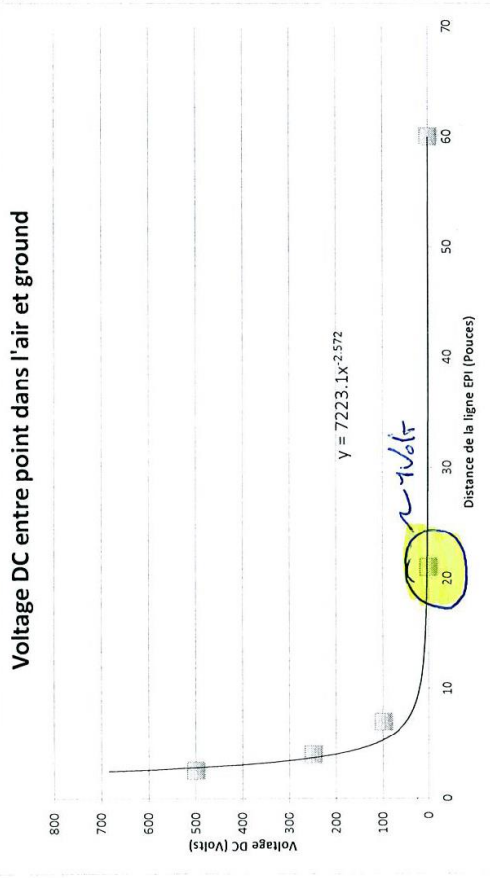
3.2 Pour réduire le risque de "décharge statique" sur le personnel, le système d'ionisation ne devrait pas fonctionner durant les périodes normales de travail. Vous pouvez commander le fonctionnement de l'ionisateur via une minuterie ou relier son fonctionnement avec un circuit d'éclairage "de travail".



Pierre Lachapelle ing.

distance du fil	Voltage
2,5	500
4	250
7	100
21	1
60	0,3

NOTE: 60 pouces de la ligne EPI représente 2 pieds du sol ou l'équivalent de la position de la tête de la truie. L'isolant fourni avec le EPI permet de réduire le voltage entre l'air et le ground de 500V à 1,5V à la même distance de la ligne (Environ 1 pouce)

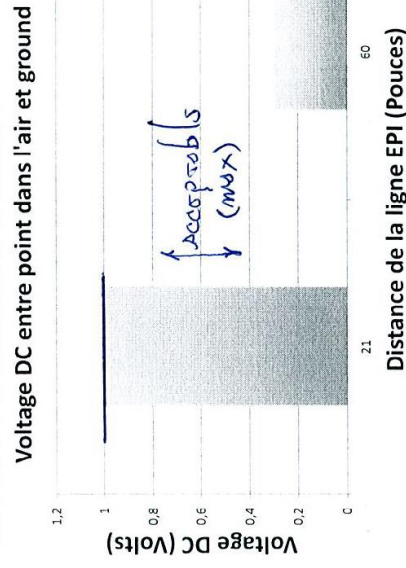
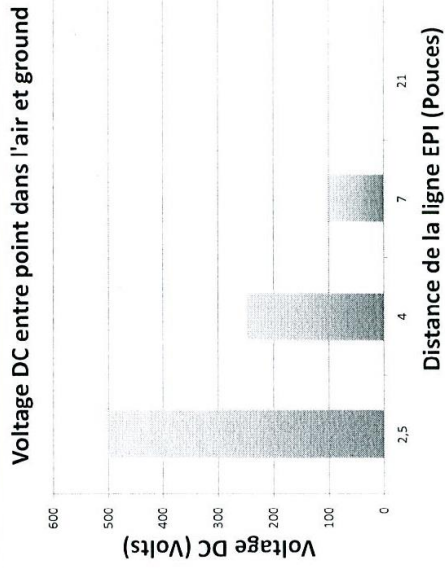


* en théorie: $V(x) = \frac{\rho_{air}}{x^2}$

ρ_{air} = permittivité électrique de l'air

→ distance minimale entre la ligne et les structures métalliques.

→ si inférieurs, utiliser la gaine isolante.



Annexe B

**Protocole de biosécurité de la quarantaine jusqu'à
l'introduction des cochettes dans le troupeau**

Quarantaine annexée au bâtiment principal et dont l'air est filtré à la sortie des ventilateurs

3 février 2013

Responsabilité du gérant du site

- Expliquer les protocoles de biosécurité aux autres employés et aux visiteurs occasionnels;
- Vérifier que les protocoles de biosécurité soient appliqués en tout temps;
- Signaler un problème d'équipement ou de bâtiment nuisant à l'application des mesures de biosécurité au superviseur du site dès que le problème survient;
- Signaler un refus de respecter le protocole de biosécurité au superviseur du site immédiatement;
- Ne pas permettre l'accès au bâtiment aux personnes n'acceptant pas de se conformer au protocole;
- Ne pas laisser entrer des animaux ou laisser un camion s'accoler à un quai si le protocole de biosécurité n'est pas respecté;
- Vérifier chaque jour le manomètre de pression et aviser le vétérinaire ou le superviseur du site si la pression négative est au-dessus de -0,6 pouce d'eau.

Signalisation

- Mettre en place des affiches indiquant clairement qu'il s'agit d'un bâtiment de quarantaine et qu'aucune admission n'est permise sans autorisation et explication de la marche à suivre;
- S'assurer qu'il y a le numéro de téléphone de la personne à contacter en cas de besoin.

Introduction des animaux

- La quarantaine doit être lavée et désinfectée préalablement en portant une attention particulière à bien laver le quai de chargement;
- La porte qui communique avec la gestation doit être condamnée. Ne pas ouvrir les accès puisqu'il y a un système de filtration de l'air;
- L'accès doit être verrouillé;
- La porte scellée avec un scellant temporaire coupe-froid ou autre matériel rendra l'ouverture étanche à l'air;
- La ou les personnes qui font le déchargement des animaux doit ou doivent :
 - Passer par l'entrée danoise de la quarantaine et se conformer à toutes les étapes d'entrée comme décrites ci-dessous dans la section personnel et visiteurs;
 - Entrer dans la remorque en passant par l'intérieur de la quarantaine;
 - Faire le déchargement des animaux;
 - Passer par l'entrée danoise de la quarantaine et se conformer à toutes les étapes de sortie comme décrites ci-dessous dans la section personnel et visiteurs;
 - Ne pas retourner en maternité une fois le déchargement terminé.

Personnel et visiteurs

1. Entrer dans la salle où sont logés les animaux seulement en fin de journée;
2. Passer par l'extérieur en tout temps pour avoir accès à la quarantaine;
3. Ne pas porter de bottes ou de vêtements de la ferme pour les allers et venues entre le bâtiment principal et la quarantaine;
4. Porter des bottes et vêtements civils ou prévus spécifiquement à l'effet de passer du bâtiment principal à la quarantaine ou vice-versa;
5. Éviter de garder les deux portes de l'entrée danoise ouvertes en même temps, car cela ferait en sorte que de l'air non filtré entrerait dans la quarantaine;
6. Utiliser le corridor danois de la quarantaine pour entrer dans la section où sont logées les cochettes;
7. Retirer les vêtements civils, manteaux et bottes;
8. Bien respecter les zones contaminées et propres;
9. Se laver les mains. Il faut porter une attention particulière pour que les mains soient bien propres. Utiliser une brosse à main au besoin;
10. Enfiler un survêtement et les bottes spécifiques de la quarantaine;
11. Observer l'apparition de signes cliniques : toux, pompage, morve au nez, fièvre, truies qui arrêtent de manger, diarrhée, etc. Avertir le vétérinaire dès qu'il y a apparition de signes anormaux;
12. Utiliser le corridor danois de la quarantaine pour sortir;
13. Retirer le survêtement et les bottes spécifiques de la quarantaine;
14. Bien respecter les zones contaminées et propres;
15. Se laver les mains. Il faut porter une attention particulière pour que les mains soient bien propres. Utiliser une brosse à main au besoin;
16. Enfiler les vêtements civils, manteaux et bottes;
17. Ne pas retourner dans le bâtiment principal après avoir été en contact avec les animaux de la quarantaine.

Problématique particulière des allers et venues du personnel entre le bâtiment principal et la quarantaine la même journée

- Il faut éviter de retourner dans le bâtiment principal après avoir été en contact avec les animaux potentiellement contagieux de la quarantaine, voici quelques trucs pour éviter d'aller dans la quarantaine :
 - Installer des fenêtres entre la section gestation et la section quarantaine qui permettent d'observer l'intérieur de la quarantaine. Cela permet de s'assurer qu'il n'y a pas de dégât d'eau ou une autre situation qui nécessiterait une intervention urgente;
 - Installer un thermomètre dont le cadran se trouve du côté de la gestation et la sonde dans la quarantaine pour détecter les problèmes de ventilation qui ne seraient pas visibles;
- En cas de force majeure où une personne doit absolument revenir dans le bâtiment principal après avoir été en contact avec les animaux de la quarantaine :
 - Respecter tous les protocoles d'entrée et de sortie de la quarantaine;
 - Respecter le principe de l'entrée danoise à la perfection lors de l'entrée dans le bâtiment principal en prenant une douche au lieu de se laver les mains;
 - S'il était impossible de prendre une douche ou de respecter parfaitement le principe de l'entrée danoise, la personne devrait aller prendre une douche ailleurs et changer de vêtements avant de revenir à la ferme.

Introduction de matériel

- Prévoir d'avoir en quarantaine les médicaments, seringues, aiguilles, lasso ou autres équipements nécessaires durant le lot avant l'entrée des animaux;
- Désinfecter tout ce qui sera introduit dans la quarantaine avant l'entrée des animaux;
- Introduire que du matériel neuf dans la quarantaine, si du matériel doit être introduit en cours de lot :
 - Il faut avoir un endroit pour le recevoir et le désinfecter. La salle de réception spécifique comporte trois zones. Une zone dite contaminée où le livreur peut marcher, une zone surélevée pour y déposer le matériel et une zone où le personnel de la ferme peut marcher pour aller chercher le matériel;
 - La pièce de réception du matériel sera gardée à 21 °C ou plus en tout temps;
 - Si le matériel est reçu dans des boîtes ou des sacs, ceux-ci ne doivent pas sortir de la pièce. Seulement le contenu des boîtes ou des sacs peut entrer réellement dans la ferme. Une fois que le matériel est sorti de la boîte ou du sac, il faudra désinfecter le matériel avant de le faire entrer dans la ferme;
 - Si pour une raison quelconque, il était impossible de sortir seulement le contenu des boîtes, il faudrait appliquer un désinfectant sur les boîtes dans la salle de réception et laisser un temps de contact de 24 heures avant de les entrer dans la quarantaine;
- Mettre le papier neuf dans un contenant de plastique ne servant qu'à cette utilité dans la pièce de réception du matériel. Le laisser à cet endroit pendant 24 heures avant de le faire entrer dans la ferme;
- Introduire la semence par le livreur qui a accès au Thermofix par la salle de livraison du matériel ou directement par l'extérieur, sans entrer dans la quarantaine;
- Déposer les bons de livraison de moulée dans une boîte aux lettres à l'extérieur du bâtiment.

Cochettes mortes

- Sortir les cochettes mortes par une porte donnant directement accès à l'extérieur en laissant fonctionner la ventilation. De cette façon, l'air ne sortira pas de la quarantaine sans être filtré, ce qui est la priorité par rapport à filtrer l'air entrant;
- Avoir une surface de ciment lavable à l'extérieur en face de la porte;
- Laver et désinfecter la surface lorsque la saison le permet après avoir retiré le cadavre;
- Demeurer en tout temps dans le bâtiment lors de la sortie du cadavre;
 - Une autre personne peut aider à l'extérieur, mais doit demeurer en tout temps à l'extérieur du bâtiment;
- Mettre les carcasses dans un bac fermé;
- Éloigner le plus possible le bac fermé du bâtiment principal lors de l'entreposage;
- Amener le bac en dehors du site proprement dit pour que l'équarrisseur le vide.

Contrôle des rongeurs

- Contrôle par un exterminateur
- Entretien extérieur du bâtiment
- Pas de matériel et de déchets autour du bâtiment

Nourriture des employés

- Aucune nourriture ne peut être amenée en quarantaine

Travaux majeurs, rénovations

- Diminuer la fréquence des bris en faisant des inspections, des entretiens préventifs et les réparations entre les lots de quarantaine;
- Préparer un protocole spécifique au cas par cas si des animaux encore en période de quarantaine sont dans le local de quarantaine.

Sortie des animaux

- Une fois la confirmation que les animaux en quarantaine sont exempts de maladie, ils pourront être amenés dans le bâtiment principal;
- Pour ce faire, on pourra ouvrir les portes qui avaient été scellées au départ de la quarantaine et y faire passer les animaux.

Dr François Cardinal, mv, M. Sc.
Les Consultants Avi-Porc SENC
Membre du Groupe Maelström
1320, boul. Jean de Brébeuf
Drummondville (Québec) J2B 4T6

Annexe C

Procédures à mettre en place dans le cas où des animaux contaminés par le SRRP devraient être sortis d'une quarantaine dont l'air est filtré à la sortie des ventilateurs

L'objectif de ce document est de diminuer le risque que des animaux identifiés comme porteurs du virus du SRRP dans une quarantaine annexée à une maternité, dont l'air est filtré à la sortie des ventilateurs, contaminent les animaux du troupeau lors de leur retrait de la quarantaine.

Processus de décision

- Il est de première importance d'impliquer le vétérinaire traitant et, au besoin, un vétérinaire consultant externe;
- Résultats de laboratoire :
 - S'assurer qu'il n'y a pas eu de contamination des échantillons lors du prélèvement ou du transport;
 - S'assurer qu'il n'y a pas eu d'erreurs d'interprétation des résultats;
 - Au besoin, procéder à de nouveaux tests de laboratoire sur les mêmes échantillons ou sur de nouveaux échantillons;
- Choisir l'endroit où les animaux contaminés seront acheminés :
 - Il faut s'assurer qu'il n'y a aucun temps de retrait à respecter avant d'expédier les animaux à l'abattoir, si cette option est retenue;
 - Il peut être considéré de procéder à l'euthanasie des animaux présentant des signes évidents ou sévères de SRRP avant le chargement. Ces animaux risquent fortement d'être refusés à l'abattoir et d'être plus contagieux, augmentant ainsi le risque de contamination du bâtiment principal lors du chargement;
- Arrêter de transférer le lisier du dalot de la quarantaine vers la fosse et déterminer la meilleure méthode pour éliminer le virus SRRP du lisier présent dans le dalot et possiblement dans la fosse. Différentes options s'offrent au producteur :
 - Le lisier peut être pompé dans un réservoir et emporté hors du site après que la sortie des animaux de la quarantaine;
 - On peut laisser reposer le lisier dans le dalot jusqu'à ce que le virus du SRRP ne soit plus infectieux. Le temps requis dépendra des conditions de l'environnement, mais principalement de la température;
 - On peut traiter le lisier du dalot avec des substances chimiques comme la chaux vive pour inactiver le virus. Ce produit est extrêmement corrosif et ne peut être utilisé s'il y a un système de grappe sans causer de dommages importants aux équipements.

Choix de la journée de chargement

- Choisir une journée ensoleillée pour bénéficier de l'impact des rayons UV qui permettent d'inactiver les virus dans l'air;
- Éviter les journées où la direction des vents sera de la quarantaine vers le bâtiment principal.

Équipement

- Le quai de chargement de la quarantaine est le plus éloigné possible des entrées d'air du bâtiment principal;
- Il faut choisir une remorque ayant un coussin pour augmenter l'étanchéité entre la remorque et le quai;
- L'utilisation d'une remorque étanche dont l'air sortant serait filtré, si une telle remorque venait à exister, serait à privilégier.

Chargement

- Fermer le plus possible les ouvertures de la remorque tout en laissant suffisamment d'ouverture pour que les cochettes respirent bien. Ceci permettra de créer une pression négative dans la remorque lorsqu'elle sera accolée au quai;
- Ouvrir la porte de la remorque pour le chargement des animaux;
- Reculer la remorque au quai. Ne pas ouvrir la porte du quai à ce moment;
- Procéder au chargement des cochettes en utilisant le corridor danois de la quarantaine pour entrer dans la section où sont logées les cochettes ainsi que dans la remorque :
 - Retirer les vêtements civils, manteaux et bottes;
 - Respecter bien les zones contaminées et propres;
 - Se laver les mains;
 - Enfiler un survêtement et les bottes spécifiques de la quarantaine;
- Créer une pression négative dans la remorque et diminuer le transport de particules virales des cochettes de la remorque vers le bâtiment principal en :
 - Fermant le plus possible les ouvertures de la remorque;
 - Augmentant manuellement le débit des ventilateurs de la quarantaine pour qu'ils soient en ventilation maximum;
 - Fermant manuellement les trappes d'air de la quarantaine pour qu'elles soient fermées presque complètement;
 - Ouvrant la porte du quai de chargement;
- Procéder au chargement des animaux;
- Fermer la porte de la remorque une fois le chargement complété;
- Éloigner le camion du bâtiment principal d'au moins deux kilomètres aussi rapidement que possible après la fermeture de la porte. Le camionneur s'arrêtera ensuite pour ouvrir les ouvertures de la remorque afin d'éviter que les animaux aient trop chaud;
- Laisser une personne en quarantaine afin de fermer la porte du quai et remettre la ventilation en mode automatique. Il est important de laisser la filtration d'air en fonction tant que le bâtiment de quarantaine ne sera pas décontaminé;
- Utiliser le corridor danois de la quarantaine pour sortir :
 - Retirer le survêtement et les bottes spécifiques de la quarantaine;
 - Respecter bien les zones contaminées et propres;
 - Se laver les mains. Il faut porter une attention particulière pour que les mains soient bien propres. Utiliser une brosse à main au besoin;
 - Enfiler les vêtements civils, manteaux et bottes;
- Ne pas retourner dans le bâtiment principal le même jour après avoir été en contact avec les animaux de la quarantaine.

Décontamination de la quarantaine

- Laisser les filtres en place tant à l'entrée qu'à la sortie d'air;
- Procéder au lavage de la salle en utilisant un savon. Laver toutes les surfaces, y compris les plafonds. Laver aussi les équipements et le matériel lavable;
- Désinfecter les surfaces avec un désinfectant reconnu efficace contre le virus du SRRP;
- Retirer les préfiltres 24 heures après la désinfection afin de les remplacer par des préfiltres neufs, laver à fond et laisser sécher les filtres antimicrobiens des ventilateurs selon les recommandations du fabricant;
- Sortir les vêtements pour les laver dans un lieu sécuritaire où ils ne risquent pas de contaminer d'animaux;
- Remplacer tout équipement et matériel de peu de valeur;
- Remplacer tous les médicaments, vaccins, seringues et aiguilles;
- Relaver les endroits salis par le retrait des préfiltres et des filtres;
- Procéder à une deuxième désinfection avec le même désinfectant;
- Laisser reposer le tout au moins 24 heures ou jusqu'à ce que les surfaces soient sèches.

Dr François Cardinal, mv, M. Sc.
Les Consultants Avi-Porc SENC
Membre du Groupe Maelström
1320, boul. Jean de Brébeuf
Drummondville (Québec) J2B 4T6



Centre de développement du porc du Québec inc.

Place de la Cité, tour Belle Cour

2590, boulevard Laurier, bureau 450

Québec (Québec) G1V 4M6

 418 650-2440 •  418 650-1626

cdpq@cdpq.ca • www.cdpq.ca