

# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



1

Jusqu'à présent, il était préconisé dans l'industrie porcine d'implanter les quarantaines dans un bâtiment indépendant du bâtiment de maternité, ce qui engendre des coûts de construction et de fonctionnement supplémentaires pouvant varier selon les situations (ex. : chemin d'accès, services, électricité, fosse, transport, main-d'œuvre...). Compte tenu des coûts prohibitifs liés à leur implantation et à leur fonctionnement, un nombre significatif de sites de types naisseurs et naisseurs-finisseurs ne sont pas équipés de quarantaines au Canada.

Le Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ) et R. Robitaille et Fils ont réalisé un projet visant à développer un concept de bioconfinement efficace à moindre coût, avec un système de filtration d'air installé à la sortie des ventilateurs, adapté tant aux quarantaines existantes qu'aux nouvelles. Ce concept offre également la possibilité d'utiliser ou de construire une annexe au bâtiment de maternité, mais 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. Le bioconfinement permettra de mieux protéger la maternité et les élevages avoisinants contre la propagation d'agents pathogènes en cas de contamination. Par contre, la principale problématique du concept de filtration d'air à la sortie des ventilateurs est le colmatage rapide du système de filtration d'air causé par la poussière et son entretien. Dans le cas d'un concept de bioconfinement en quarantaine, il est important de trouver une ou des solutions à cette problématique, car l'air doit être filtré à la sortie des ventilateurs pendant environ la moitié du temps au cours de l'année, ce qui équivaut à la durée requise pour obtenir la confirmation que les animaux sont exempts de maladie à la suite de leur entrée dans le bâtiment.

Le concept est simple : il s'agit de filtrer l'air à la sortie des ventilateurs ainsi qu'à l'entrée d'air afin d'éviter que de l'air éventuellement contaminé puisse sortir par les entrées d'air lors de reflux tout en utilisant un système d'ionisation pour abattre la poussière dans le bâtiment pour réduire le taux de colmatage des filtres. Le tout doit être jumelé à un protocole de biosécurité prescrit par un vétérinaire, tant pour la période de quarantaine qu'en cas de crise sanitaire.

Le présent document a pour objectif d'indiquer les résultats obtenus à l'intérieur de ce projet, ainsi que les critères de conception considérés. Puisqu'il s'agit d'un projet pilote, il est important de consulter votre vétérinaire ainsi qu'un ingénieur spécialisé dans le domaine de la ventilation et de la filtration d'air avant d'aller de l'avant avec ce type de concept de bâtiment.

Plus précisément, le système de bioconfinement développé et testé dans ce projet comprenait :

1. Un système d'ionisation constitué de :

- Un contrôle électronique qui génère des ions négatifs sous haute tension et les émet dans l'air par des lignes de décharge et des pointes en acier inoxydable (EPI Air®, Baumgartner Environics, MN, É.-U.)



Contrôle électronique



Lignes et pointes en acier inoxydable

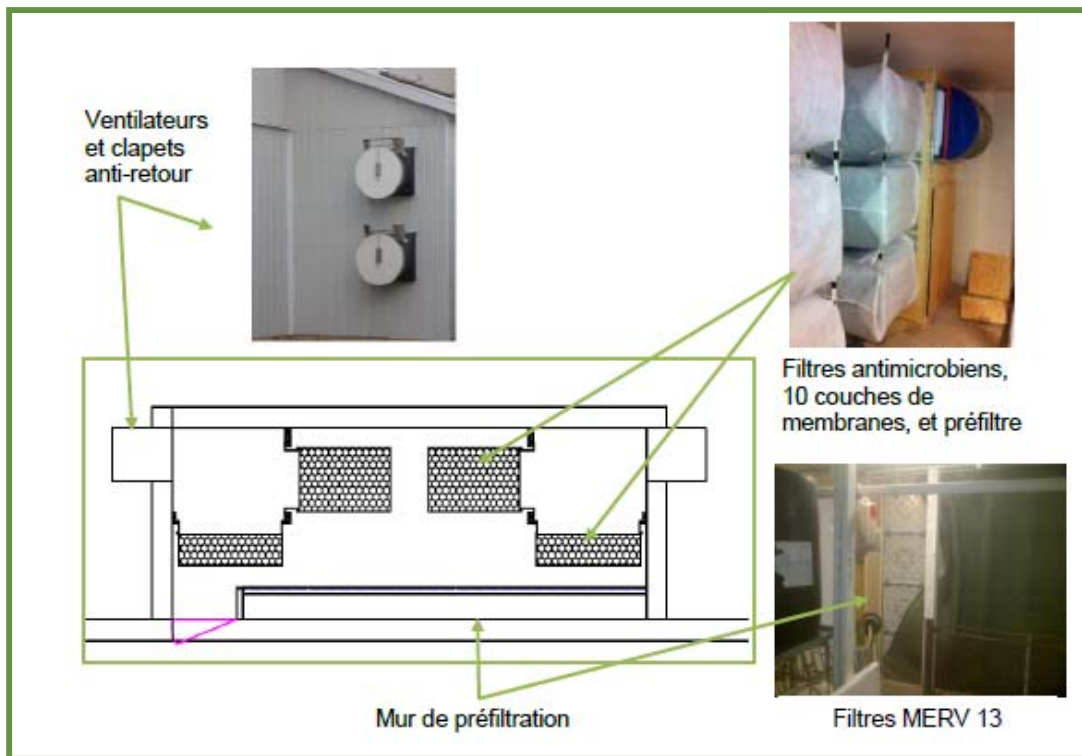
# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



2

2. Un système de filtration d'air installé à la sortie d'air, logé dans une salle réservée au traitement de l'air constitué de :

- Un mur de préfiltration comprenant des préfiltres de type MERV 13 (DP13-STD2-205, Clarcor, IN, É.-U.) installés à l'entrée de la salle de traitement d'air permettant de capter la majorité des particules non abattues par le procédé d'ionisation. Cela afin de conserver la propreté du filtre antimicrobien installé en aval, le plus longtemps possible afin de maximiser l'efficacité des agents antimicrobiens contenus dans la fibre du filtre servant à inactiver les agents pathogènes;
- Deux caissons de filtration sur lesquels sont installés des filtres antimicrobiens (Noveko, QC, Canada) comprenant dix couches de membrane antimicrobienne ainsi qu'un préfiltre sont utilisés pour bloquer ou tuer les virus pouvant sortir par les ventilateurs. Les différents paliers de ventilateurs sont installés dans ces deux caissons;



Salle de traitement de l'air

3. Un système de filtration de l'air installé sur les entrées d'air constitué de :

- Un filtre antimicrobien, comprenant 15 couches de membrane, et un préfiltre (Noveko, QC, Canada) installé à chaque entrée d'air afin d'éviter un éventuel retour d'air contaminé dans l'environnement.



# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



3

## 4. Un système de ventilation comprenant :

- Des ventilateurs d'extraction conçus pour supporter la pression statique générée par les entrées d'air et les différents filtres et préfiltres. Ces ventilateurs seront étalés sur différents paliers de ventilation selon la taille de la quarantaine.
- Des clapets antiretour d'air étanches afin d'éviter l'entrée d'air non filtré par les ventilateurs arrêtés et permettre d'éviter des fuites lorsque la pression dans le caisson est élevée, ce qui aura pour effet de réduire le débit d'air dans la salle.
- Des ventilateurs de recirculation installés dans la salle pour refroidir les animaux par temps chaud afin de pouvoir réduire le débit de ventilation à l'extraction et ainsi réduire les pertes de charge et le taux de colmatage des filtres.

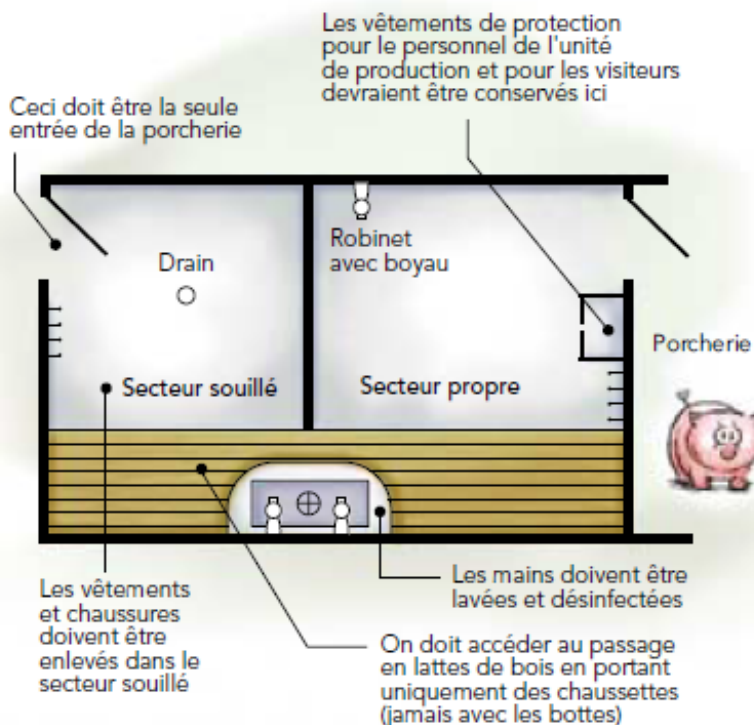


Ventilateur de recirculation

## 5. Une entrée danoise comprenant :

- Deux portes étanches afin d'éviter la sortie d'air potentiellement contaminé lors de l'ouverture de la porte extérieure;
- Un lavabo et deux sections, une dite sale et l'autre dite propre, clairement définie;

## Entrée de porcherie danoise



Tiré de Biosécurité : un « must » pour tout le secteur porcin!

## 6. Un quai de chargement comprenant :

- Une montée fermée avec doubles portes; la porte extérieure est munie de coussins afin que la remorque, éventuellement avec filtration d'air à la sortie d'air, puisse s'appuyer de façon étanche au quai de façon à éviter toute fuite d'air, surtout en cas d'évacuation d'animaux contaminés de la salle de quarantaine.



# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



4

Il est important de noter que les critères de conception présentés dans cette section le sont à titre indicatif. Puisqu'il s'agit d'un projet pilote et que chaque cas comporte des particularités, il est important de consulter votre vétérinaire ainsi qu'un ingénieur spécialisé dans le domaine de la ventilation et de la filtration d'air avant d'aller de l'avant avec ce type de concept.

## Principe de base

L'objectif du bioconfinement en quarantaine est d'éviter la sortie d'agents pathogènes de ce bâtiment en cas de contamination, tant par voie aérienne que par d'autres façons (ex. : personnel, outils, équipements, etc.). Dans la présente section, nous traiterons des critères de conception du système de ventilation et de filtration d'air. Le principal défi est de déterminer le niveau de filtration d'air adéquat à installer à la sortie d'air de façon à minimiser le risque de contamination du cheptel de truies en cas de contamination en quarantaine. Toutefois, il faut trouver un juste milieu afin de ne pas avoir un niveau de filtration d'air trop élevé qui engendrera des pertes de charge importantes. Dans un tel cas, il faudrait des ventilateurs puissants et un nombre de filtres important. Ceci rendrait le projet inabordable. Également, il faut mettre en place une solution permettant de réduire la quantité de poussière dans l'air afin d'éviter de colmater les préfiltres et filtres trop rapidement et engendrer des frais d'entretien importants. Les paramètres de conception proposés dans ce document, à la section suivante, sont ceux qui ont été utilisés dans le cas de la quarantaine étudiée dans le présent projet. Puisqu'il s'agissait d'un projet pilote, il faut comprendre que le concept peut être amélioré et optimisé.

## Notion de pertes de charge

Une perte de charge représente la résistance au passage de l'air par frottement. Les pertes de charge sont provoquées par l'élargissement ou le rétrécissement de la section à traverser par l'air, par des obstacles physiques tels que les filtres, les volets de ventilateur, les volets d'entrée d'air, etc. Ces pertes de charge ont pour effet de réduire la performance des ventilateurs et leur débit. Le phénomène des pertes de charge est cumulatif, c'est-à-dire que les pertes de charge du circuit emprunté par l'air de l'extérieur vers l'intérieur du bâtiment s'additionnent. Par exemple, les pertes de charge seront additionnées au fur et à mesure que l'air passera par : les corniches, les filtres à l'entrée d'air, l'ouverture de l'entrée d'air, les préfiltres et filtres à la sortie d'air et les volets des ventilateurs. Le calcul de la perte de charge totale peut être effectué par un ingénieur. Lors de la conception du système de filtration d'air et d'entrée d'air, il est important de considérer l'ensemble de ces pertes de charge et non seulement celles générées par les filtres. De cette façon, il sera possible de vérifier s'il n'y a pas de pertes de charge trop importantes dans le circuit d'air. Au besoin, il sera préférable d'agrandir la surface de passage d'air aux points problématiques (ex. : corniches, entrées d'air, etc.) au lieu d'ajouter des filtres pour compenser.

Tableau 1 Pression statique différentielle maximale de conception à chaque étape du système de bioconfinement, lorsque les filtres et préfiltres sont propres et que tous les ventilateurs fonctionnent au maximum

	Pression statique (pouce d'eau)
Corniche	-0,02
Filtre et préfiltre à l'entrée d'air	-0,10
Entrée d'air	-0,03
Mur de préfiltration MERV 13	-0,10
Filtre et préfiltre à la sortie d'air	-0,15
Total	-0,40

# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



5

Sur deux essais d'une durée de 25 jours chacun, ce concept a permis de capturer de 54 à 98 % des particules de poussière en fonction de leur taille et de 96 à 98 % des bactéries. Il a permis de réduire la concentration massique en poussières de 62 à 91 %, correspondant aux résultats attendus avec ces préfiltres et filtres.

Il est à noter que le système d'ionisation a permis, en moyenne, de diminuer la concentration en particules de différentes tailles de 43 à 60 % (33 852 particules/L d'air comparativement à 18 021) et les bactéries totales de 83 % dans la salle. La concentration massique en poussière a, quant à elle, été réduite de 64 %. Ceci correspond aux résultats annoncés par le fabricant en ce qui a trait à la poussière.

Globalement, ce concept novateur se traduit par une économie totale d'environ 3 000 \$ par rapport à une quarantaine construite à 100 m de la maternité. D'autres économies pourraient s'ajouter (coûts de transport, temps de travail, 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. L'introduction d'une problématique sanitaire due au SRRP dans le cheptel de truies peut engendrer des pertes importantes de revenus (35 à 140 \$ par truie) (Klopfenstein *et al.*, 2013, sous presse). Également, sachant que les virus peuvent voyager sur plus de 9 km, il semblerait préférable de filtrer l'air des quarantaines construites typiquement à plus ou moins 100 m de la maternité. Cette éventualité aurait pour effet d'avantager économiquement la construction de la quarantaine à même la maternité.

Ce concept de bioconfinement avec des préfiltres MERV 13 fonctionne bien. Il a répondu aux attentes en matière de taux de colmatage à l'automne, mais d'autres essais devront être conduits durant l'été afin de valider si les préfiltres devront être changés en cours de période de quarantaine, étant donné les débits d'air plus élevés. Il serait avantageux d'expérimenter d'autres préfiltres afin de s'assurer d'avoir la meilleure combinaison possible en matière d'efficacité et de coût et de déterminer le niveau de filtration nécessaire pour éviter la contamination du troupeau de truies adjacent. Dans le cadre du projet, les préfiltres MERV 13 ont été changés systématiquement à la fin de chaque essai (lot), il serait intéressant de tester la possibilité d'utiliser les préfiltres sur plus d'un lot. Des solutions pour dériver l'air et arrêter la filtration à la suite de la confirmation du bon statut sanitaire des cochettes devraient être développées afin d'éviter de colmater les filtres durant cette période où le système de filtration d'air n'est pas requis à la sortie d'air.

Finalement, ce type de concept ne peut fonctionner que si des règles de biosécurité rigoureuses sont mises en place et qu'elles sont respectées quotidiennement par les employés et les visiteurs jusqu'à ce que le statut des cochettes de remplacement soit connu. Un protocole de sortie des cochettes, au cas où elles s'avéreraient positives au regard du SRRP, est également requis afin de ne pas contaminer les truies de la maternité. Il est fortement recommandé d'en discuter avec le vétérinaire traitant avant même de mettre en place un système de bioconfinement.

# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



6

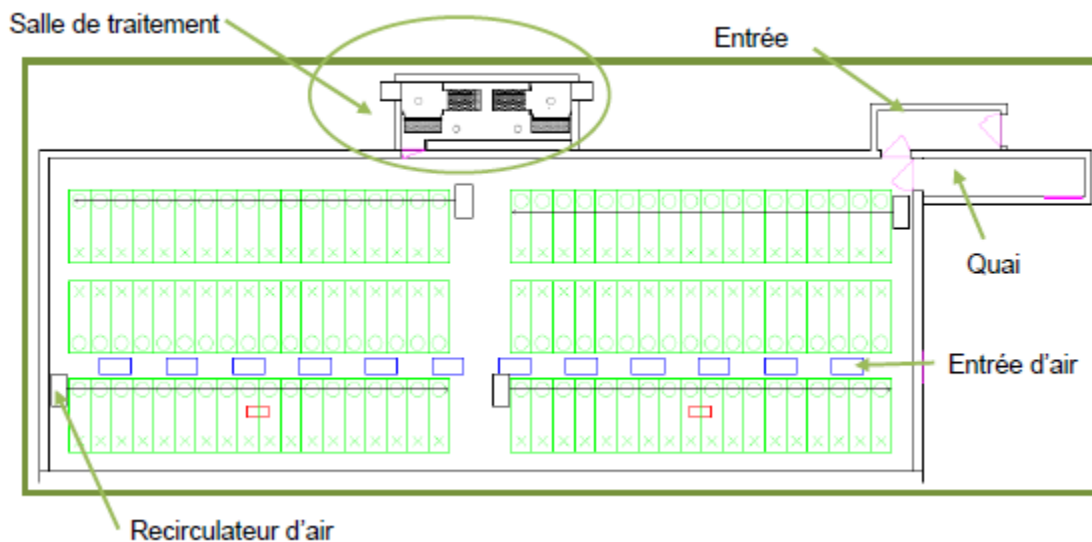
Dans le cadre du présent projet, la perte de charge maximale considérée aux ventilateurs était de 0,45 po d'eau lorsque tous les ventilateurs étaient en fonction avec des filtres et préfiltres neufs. Les ventilateurs ont été conçus en fonction de supporter une pression statique d'un peu plus de 0,5 po d'eau, afin de considérer l'encrassement du système de filtration d'air. L'objectif était d'utiliser des ventilateurs conventionnels à hélices, qui ne supportent pas de pressions statiques trop élevées, et ainsi éviter d'utiliser des ventilateurs centrifuges qui sont peu courants dans le milieu agricole.

## Systeme d'ionisation

Le système d'ionisation a été installé selon les instructions du fabricant (EPI Air). Pour cette salle (27' x 80'), le fabricant, guidé par son expérience, proposait initialement d'installer trois lignes de décharge de 80' (longueur) munies de pointes, réparties sur la largeur de la salle. Toutefois, étant donné l'importance de réduire significativement le niveau de poussière pour diminuer le taux de colmatage des préfiltres, il a été convenu d'installer six lignes de décharge en guise de facteur de sécurité. Dans un prochain projet, il serait intéressant de vérifier si ce nombre de lignes peut être réduit sans affecter le système de filtration à la sortie d'air.

## Salle de traitement d'air

Afin d'avoir l'espace requis pour installer les filtres en centralisant les ventilateurs au même endroit, évitant ainsi d'encombrer l'aire d'élevage, il a été convenu de construire une salle réservée au système de filtration d'air et aux ventilateurs. Les dimensions de la salle dépendront des dimensions du système de filtration d'air requis. Dans le cas présent, la salle mesurait 6' x 16' x 8,5' (largeur, longueur et hauteur).



## Systeme de ventilation et stratégie de contrôle

Le système de ventilation a été conçu de façon à minimiser les débits d'air requis par temps chaud afin de réduire les pertes de charge et réduire le taux de colmatage des préfiltres. Pour compenser ce débit réduit, 4 ventilateurs de recirculation de 36'' de diamètre ont été installés dans la salle afin de refroidir les animaux par temps chaud.

# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



7

Le système de ventilation a été conçu pour 108 cochettes et les ventilateurs à vitesse variable ont été répartis sur quatre paliers et programmés sur le contrôleur électronique de ventilation comme suit :

Palier	Nombre et dimension des ventilateurs	Description	Consigne
Palier 1	1 ventilateur de 20''	Vitesse minimum (consigne)	18,9 °C
Palier 1		Vitesse maximum	20 °C
Palier 2	1 ventilateur de 20''	Vitesse minimum	20,3 °C
Palier 2		Vitesse maximum	21,4 °C
Palier 3	4 ventilateurs de recirculation de 36''	Démarrage	24,4 °C
Palier 4	2 ventilateurs de 20''	Vitesse minimum	29,4 °C
Palier 4		Vitesse maximum	32,2 °C
Palier 5		Démarrage du chauffage	18,0 °C
Palier 5		Arrêt du chauffage	18,3 °C

Le débit de ventilation maximal, lorsque tous les ventilateurs étaient en fonction, était de 18 920  $\text{pi}^3/\text{min}$  ou de 175  $\text{pi}^3/\text{min}$  par cochette. Toutefois, afin de retarder le départ des ventilateurs du palier 4, ceux de recirculation du palier 3 entraînent en fonction à 24,4 °C afin de refroidir les animaux par courant d'air. Ainsi, le palier 4 d'extraction entraîne en fonction à partir de 29,4 °C pour agir comme sécurité. Lorsque la température de la salle était inférieure à 29,4 °C, seuls les deux premiers paliers de ventilation étaient en fonction pour un débit total de 10 750  $\text{pi}^3/\text{min}$  ou 100  $\text{pi}^3/\text{min}$  par cochette.

Cependant, l'expérience acquise en cours de projet nous amène à proposer l'expérimentation suivante : faire démarrer le palier 4 à 21,7 °C (une fois que le palier 2 a atteint son régime maximal) et programmer le contrôleur afin que ce stade fonctionne à plein régime à 29,4 °C en vue de profiter des nuits fraîches de l'été pour abaisser la température intérieure. Il faudra toutefois en valider l'impact sur le taux de colmatage du système de filtration à la sortie d'air. La programmation du palier 3 demeurera inchangée afin de conserver le design en débit réduit.

## Conception des ventilateurs d'extraction à débit variable

Les ventilateurs d'extraction utilisés avaient un diamètre de 20''. Il s'agissait d'un type de ventilateur à vitesse variable communément utilisé dans le secteur agricole. Toutefois, le moteur et l'hélice du ventilateur ont été surdimensionnés afin de fonctionner à une pression statique d'un peu plus de 0,5 po d'eau. Pour ce faire, un moteur de 1/2 HP a été utilisé au lieu d'un moteur de 1/3 HP communément utilisé pour cette taille de ventilateur. L'hélice de six pales a été modifiée afin de mieux résister à la pression statique, en augmentant l'angle de chacune d'elles. Selon des tests réalisés sur un banc d'essai, ce ventilateur de 20'' débitait 4 730  $\text{pi}^3/\text{min}$  à 0,45 po d'eau.

Étant donné que la pression dans les caissons de filtration peut être relativement élevée, un volet anti-retour étanche, modèle « No BackDraft » fabriqué par Conception Ro-Main, a été installé sur chacun des ventilateurs pour éviter des fuites d'air lorsque les ventilateurs sont arrêtés et pour ne pas réduire le débit d'air dans la salle. Les volets conventionnels ont été retirés, car ils engendraient une perte de charge supérieure au « No BackDraft ».

# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



8

## **Conception des corniches et des entrées d'air**

L'air passant par l'entree, l'ouverture des corniches a été conçue afin d'avoir 300 pi/min de vitesse d'air lorsque tous les ventilateurs de la salle fonctionnent. Ceci afin de ne pas créer de perte de charge inutile (environ 0,02 po d'eau).

Pour ventiler la salle, 12 entrées d'air modulaires (17" x 36") installées au plafond ont été utilisées. Le nombre d'entrées d'air a été déterminé afin de bien distribuer l'air dans la pièce et pour générer moins de 0,03 po d'eau de pression statique, ou 400 pi/min de vitesse d'air, lorsqu'elles sont complètement ouvertes et que tous les ventilateurs fonctionnent.

## **Conception du système de filtration d'air à l'entrée d'air**

Des filtres antimicrobiens de 15 couches, type dôme de 36" de long, fabriqués par Noveko ont été installés sur chacune des entrées d'air; des préfiltres ont également été ajoutés. Ainsi, le choix des préfiltres et filtres installés à l'entrée d'air a été déterminé afin de générer moins de 0,1 po d'eau lorsque tous les ventilateurs fonctionnent à plein régime. L'objectif d'installer des filtres à cet endroit est d'éviter les éventuels retours d'air contaminé vers l'entree qui pourraient contaminer le reste du troupeau.

## **Conception du système de filtration d'air à la sortie d'air**

Le nombre de préfiltres classifiés MERV 13 (n =24) a été déterminé afin de ne pas générer plus de 0,1 po d'eau en perte de charge lorsque la ventilation fonctionne au maximum. Étant donné qu'il y avait peu d'information sur l'utilisation de préfiltres dans un tel contexte, par principe de précaution, des préfiltres MERV 13 ont été utilisés au lieu de préfiltres MERV 8 normalement utilisés. L'idée était d'éviter d'encrasser les filtres antimicrobiens afin que les agents antimicrobiens puissent demeurer efficaces à inactiver les virus. En effet, si les fibres de ces filtres sont encrassées, les agents antimicrobiens seront moins efficaces.

Un total de huit filtres antimicrobiens de dix couches (types dôme et cube) ont été installés sur les caissons abritant les ventilateurs. Chaque filtre était également muni d'un préfiltre. Les filtres ont été sélectionnés afin de ne pas générer plus de 0,15 po d'eau en perte de charge lorsque la ventilation fonctionne au maximum.

Dans le cadre du projet, le principal objectif était de démontrer qu'il est possible de filtrer l'air à la sortie d'une quarantaine en évitant, par l'utilisation d'un système d'ionisation, que l'encrassement des filtres soit un problème. Ainsi, les émissions de poussière et de bactéries totales ont été mesurées à la sortie du système de filtration d'air, constituant ainsi un bon indicateur de l'efficacité de filtration. Toutefois, un projet devra être réalisé afin de déterminer si le niveau de filtration d'air est suffisant en cas de contamination en quarantaine et ainsi réduire le risque de contaminer le reste du troupeau de truies.

## **Conception d'une entrée danoise ou d'une entrée avec douche**

Le personnel et les visiteurs doivent avoir accès à la quarantaine en passant par une entrée danoise (ou douche) et en se conformant à toutes les étapes prescrites par le vétérinaire responsable du suivi de l'élevage. L'entrée devra être munie de deux portes étanches (porte extérieure et porte de l'élevage) qui seront ouvertes une à la fois pour minimiser l'entrée ou la sortie d'air non filtré. Une fiche portant sur les procédures de biosécurité traitant plus en détail de la façon d'accéder à la quarantaine est également disponible.



# Bioconfinement en quarantaine porcine : Concept et résultats du projet



9

## Conception du quai de chargement/déchargement

Le quai de chargement de la quarantaine devrait être éloigné le plus possible des entrées d'air du bâtiment principal. Ce quai devra être fermé et étanche. Il faudrait installer des coussins sur le quai pour augmenter l'étanchéité entre la remorque et le quai. La fiche sur la biosécurité décrit en détail les procédures de chargement et déchargement au regard de la biosécurité.

## Remorque transportant les cochettes

Dans l'éventualité où les cochettes seraient contaminées en quarantaine et qu'elles devaient être évacuées, la filtration de l'air à la sortie du ventilateur de la remorque (ventilée sous pression négative) serait requise afin de réduire le risque de contaminer le reste du troupeau durant le chargement et lorsque, le cas échéant, la remorque passe près des entrées d'air de la maternité. Idéalement, la remorque transportant les cochettes sur le lieu de l'élevage devrait également être ventilée en pression négative et l'air filtré à l'entrée d'air et à la sortie du ou des ventilateurs. Ceci permettra de réduire le risque de contamination lors du transport sur la route et d'éviter de contaminer le reste du troupeau si jamais les cochettes sont virémiques à leur arrivée.

Pour de plus amples renseignements, vous pouvez communiquer avec le CDPQ au 418 650-2440 ou consulter le rapport final et la fiche sur les protocoles de biosécurité disponibles aux adresses suivantes : [www.cdpq.ca](http://www.cdpq.ca), [www.santeporcine.ca](http://www.santeporcine.ca), [www.prairieswine.com](http://www.prairieswine.com).

## Remerciements

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). Ce projet a également été financé par l'entremise des conseils sectoriels du Québec, de l'Ontario, du Manitoba, de l'Alberta et de la Saskatchewan qui gèrent le Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA) pour le compte d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), le Conseil canadien de la santé porcine (CCSP), R. Robitaille et Fils, le Centre de recherche de l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec affilié à l'Université Laval, la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ), Ontario Pork, Manitoba Pork Council, Sask Pork, Alberta Pork, JSR Genetics, le Prairie Swine Centre (PSCI) et le Centre de développement du porc du Québec inc.

## Réalisation

Francis Pouliot<sup>1</sup>, ing., M.B.A.  
Valérie Dufour<sup>1</sup>, M. Sc.  
Caroline Duchaine<sup>2</sup>, Ph. D.  
Valérie Létourneau<sup>2</sup>, Ph. D.  
Michel Morin<sup>1</sup>, agr.  
Christopher Robitaille<sup>3</sup>, ing. jr  
Marie-Aude Ricard<sup>1</sup>, ing.

<sup>1</sup> Centre de développement du porc du Québec inc.

<sup>2</sup> Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

<sup>3</sup> R. Robitaille et Fils



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

AFFILIÉ À  
UNIVERSITÉ  
LAVAL



Centre de développement  
du porc du Québec inc.

Avril 2013