

**La ventilation
par extraction basse
dans les porcheries**

Jacques Lavoie

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Octobre 1995

R-116

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

**La ventilation
par extraction basse
dans les porcheries**

Jacques Lavoie et Geneviève Marchand
Programme soutien analytique, IRSST

Gaëtan Gingras
Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

RAPPORT

Table des Matières

	Page
RÉSUMÉ	1
1.0 INTRODUCTION	2
2.0 MÉTHODOLOGIE	5
3.0 RÉSULTATS ET DISCUSSION	8
4.0 CONCLUSION	12
REMERCIEMENTS	13
5.0 BIBLIOGRAPHIE	13

Liste des tableaux

Tableau I : Températures intérieures et extérieures (°C) des porcheries	21
Tableau II : Concentrations de bactéries et de moisissures mesurées dans l'air extérieur ..	22
Tableau III : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurés à l'automne	23
Tableau IV : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurés en hiver	24
Tableau V : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurées au printemps ...	25
Tableau VI : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurées en été	26
Tableau VII : Débits moyens (L/s) par animal calculés pour chacune des interventions ...	27
Tableau VIII : Valeurs d'expositions réglementées des contaminants chimiques	28

Liste des figures

Figure 1 : Schéma du système de ventilation par extraction basse dans une porcherie	29
---	----

RÉSUMÉ

Plusieurs études ont identifié un pourcentage élevé de problèmes respiratoires chez les travailleurs oeuvrant dans les porcheries. Le développement de mesures préventives s'avère donc nécessaire. L'une d'entre elles est la ventilation. Dans cette étude, l'efficacité de la ventilation par extraction basse (sous le plancher) a été évaluée et les résultats obtenus des mesures des contaminants chimiques et biologiques ont été comparés avec une porcherie possédant un système de ventilation conventionnel. Les deux élevages de truies en gestation étudiés sont situés côte à côte sur la même propriété et ont le même propriétaire, la même médication, les cages de même dimension, la même nutrition et la même fréquence de vidange des rigoles et des fosses à purin.

Les objectifs de cette étude sont donc de déterminer l'efficacité de la ventilation par extraction basse pour réduire les contaminants chimiques et biologiques et d'évaluer dans le temps les performances de ce système.

Les contaminants chimiques et biologiques habituellement présents dans les porcheries ont été mesurés en utilisant les méthodes standards de l'IRSST.

Des différences statistiquement significatives ont été mesurées pour la majorité des contaminants provenant des rigoles à purin dans la porcherie qui possède le système de ventilation par extraction basse.

En conclusion, le nouveau système de ventilation fournit en général, une meilleure qualité d'air dans la porcherie. Cependant, les résultats obtenus des mesures de certains contaminants biologiques ne sont pas assez faibles pour maintenir les expositions des travailleurs sous les niveaux recommandés et assurer ainsi la présence d'un environnement sain.

1.0 INTRODUCTION

Les objectifs de cette étude sont de déterminer l'efficacité de la ventilation par extraction basse dans une porcherie pour réduire les contaminants chimiques et biologiques et d'évaluer dans le temps les performances de ce système.

Les années 60 ont été le témoin de profonds bouleversements de l'agriculture aux États-Unis suivis quelques années plus tard par le Québec et le Canada. Le changement des conditions économiques, politiques et sociales parallèle à l'évolution des connaissances et de la technologie a forcé les producteurs à l'industrialisation. Les fermes sont devenues plus grosses, moins nombreuses et plus spécialisées, à la recherche de la productivité et de la rentabilité.¹ Les conditions d'élevage dites intensives ou "hors-sol"², d'abord expérimentées avec la volaille au début des années 50 en Europe, se sont ensuite appliquées aux porcs une décennie plus tard aux États-Unis. Ce principe est basé sur le regroupement d'un nombre souvent considérable d'animaux (100-2 000) vivant 24 heures sur 24, de leur naissance à leur départ à l'abattoir dans des bâtiments clos.³ Un éleveur qui autrefois pouvait produire 200 porcs sur une période de six mois peut aujourd'hui en produire 1 500 sans travail additionnel. De plus, ce système a l'avantage de réduire la superficie nécessaire. La terre autrefois utilisée pour le pâturage est maintenant disponible pour d'autres cultures rentables.

La production du porc emploie environ 340,000 travailleurs aux USA.¹ Au Québec, l'élevage du porc est la deuxième production agricole la plus importante, sur le plan économique. Environ 12 000 travailleurs sont impliqués dans cette industrie.⁴

Avec le développement des techniques modernes d'élevage dans des endroits clos ou confinés, il est devenu évident que l'air ambiant dans ces bâtiments contient des substances potentiellement dangereuses pour la santé des travailleurs aussi bien que pour celle des porcs.⁵ En effet, les bâtiments habituellement utilisés dans l'élevage du porc sont faits pour faciliter les opérations reliées à la distribution de la nourriture, à l'administration des médicaments et au nettoyage des déjections. Malheureusement, ce type d'élevage expose les éleveurs à des concentrations élevées de microorganismes, de poussières organiques (excréments de porcs, débris alimentaires, etc.) et à des gaz soupçonnés d'être la cause de plusieurs problèmes de santé.^{1,6-13} Les niveaux de monoxyde de carbone, d'anhydride carbonique, d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré ont souvent été rapportés comme étant égaux ou supérieurs aux limites d'exposition.^{6,14-16}

Les risques biologiques potentiels comprennent les bactéries, les moisissures et leurs toxines.^{13,17-19} Les études épidémiologiques réalisées chez les travailleurs des poulaillers et des porcheries ont révélé des taux plus élevés de symptômes respiratoires et des changements dans les fonctions respiratoires.^{5,19-30}

Les pathologies soupçonnées d'affecter les travailleurs des porcheries sont les suivantes:^{1,13,31-34}

- l'asthme professionnel
- l'alvéolite allergique
- la bronchite industrielle
- le syndrome des poussières organiques toxiques

L'asthme professionnel est défini comme une condition respiratoire caractérisée par une obstruction bronchique réversible associée au développement d'hypersensibilité induite par le contact au travail avec une substance sensibilisante. Plusieurs substances antigéniques animales sont impliquées dans le développement d'asthme professionnel en plus des produits chimiques fréquemment rencontrés.¹¹ Dans les porcheries, plusieurs substances potentiellement sensibilisantes sont présentes. On a déjà décrit de l'asthme causé par le développement d'allergie aux excréments de porcs.³² Cependant, la prévalence de ce type de sensibilisation et la possibilité d'autres agents causals sont encore inconnus.¹³

L'alvéolite allergique est un des types d'atteinte fréquemment reconnu en milieu agricole.¹¹ La maladie du poumon du fermier est communément reconnue au Québec et est attribuée à l'inhalation de diverses bactéries dont principalement les bactéries thermophiles.³⁴ Il arrive à l'occasion que ce type d'atteinte affecte les travailleurs des porcheries.³⁴

La bronchite industrielle, troisième grand type d'atteinte soupçonné chez ces travailleurs, semble être causée par la présence régulière de gaz hautement irritants dans l'air des porcheries ce qui rend très possible un effet inflammatoire chronique au niveau des voies aériennes résultant en symptômes de type bronchite chronique. Une étude effectuée par un chercheur suédois a démontré que 58% des travailleurs des porcheries souffraient de bronchite chronique.³⁵ Au Québec, une étude a démontré que 17% des personnes travaillant dans les porcheries souffraient de ce même type d'atteinte.¹² Bien que peu élevée en comparaison avec le groupe témoin qui était

de 11%, cette différence est tout de même statistiquement significative ($p \leq 0,05$). Un effet synergique ou additif avec le tabagisme est également à documenter.⁴

Le syndrome des poussières organiques toxiques connu sous le nom de mycotoxicose pulmonaire est relié aux composantes de la poussière et, plus particulièrement, la poussière de grain.^{31,36-39} Il est fortement soupçonné que les endotoxines soient responsables de cette condition.^{5,31,36,40} Les symptômes se présentent, de 2 à 6 heures après l'exposition à la poussière, souvent sous forme de fièvre, de grippe et de fatigue.³¹ Ce syndrome peut être rencontré chez des personnes qui sont exposées pour la première fois.^{31,41,42}

Une forte prévalence de bronchite allergique et quelques cas d'asthme, d'alvéolite allergique ont été rapportés dans certaines études.^{1,8,21,43-45} Par exemple, une étude effectuée par Donham a démontré que 70% des fermiers souffraient d'un ou plusieurs problèmes respiratoires.⁴⁶ La respiration bruyante et les rhumes de poitrine fréquents ont été associés par ce même auteur à des concentrations bactériennes plus grandes ou égales à $1,4 \times 10^5$ UFC/m³ d'air ($p \leq 0,05$).⁹ Plusieurs autres études ont associé la toux, le phlegmon, l'irritation de la gorge, du nez et des yeux au travail dans les porcheries.^{1,8,10,15,21,43-45,47}

Il semble que les contaminants de l'air qui causent le plus grand nombre de problèmes de santé dans ce milieu sont les bactéries Gram négatives et leurs composés cellulaires et bactériens comme les enzymes et les endotoxines.^{9,15,17-19,41,43,48,49} En effet, de plus en plus de chercheurs croient que les endotoxines sont l'une des causes des problèmes de santé observés chez les travailleurs des porcheries.^{9,15,17-19,41,43,48,49} Entre autres, une étude de Donham suggère que les endotoxines produites par les bactéries Gram négatives pourraient être responsables de la majorité des problèmes respiratoires observés chez ces travailleurs.⁹ Les endotoxines sont de puissants pyrogènes capables d'induire une réponse inflammatoire locale dans les tissus.⁵⁰ Elles peuvent produire des symptômes allant de l'irritation des muqueuses à des problèmes gastro-intestinaux et respiratoires.⁵¹⁻⁶¹ Il n'y a pas de normes québécoises ou internationales sur les microorganismes et leurs toxines. Cependant, sur la base des études déjà réalisées au niveau du traitement des eaux usées, des usines de compostage et de la manipulation du coton brut, les valeurs guides suivantes ont été proposées:^{31,51,58,60,62-64}

Bactéries totales

10^4 UFC/m³ d'air

Bactéries Gram négatives 10^3 UFC/m³ d'air

Endotoxines $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air

Il est donc important de diminuer les expositions de ces travailleurs aux contaminants chimiques et biologiques présents dans leur milieu de travail. Entre autres, l'utilisation d'une ventilation efficace a été suggérée comme un moyen de contrôle par certains auteurs.^{13,15,65-67} En effet, certains experts ont proposé que la ventilation par extraction basse pourrait être un moyen efficace pour contrôler les concentrations élevées de contaminants.^{3,5,15,65-68}

Le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec a conçu un système de ventilation par extraction basse pour une porcherie (réf. figure 1). Dans ce principe, l'air frais est admis à l'intérieur de gaines accrochées au plafond, tout le long de chaque salle et l'air vicié est aspiré à travers les lattes du plancher, avec les ouvertures situées tout le long, juste au-dessous de ces lattes et au-dessus des rigoles à fumier et expulsé vers l'extérieur. Harry a suggéré que les courants d'air dans une porcherie devraient être orientés de façon à ce que les contaminants retrouvés dans les rigoles à fumier ne soient pas redirigés vers les animaux.⁶⁶ Une ventilation de type ascendant tend à suspendre les contaminants dans l'air. La ventilation à extraction basse est de type descendant et, par conséquent, ne devrait pas suspendre dans l'air les contaminants retrouvés dans les rigoles situées sous les planchers lattés. Les travailleurs ne se trouvant plus dans la trajectoire d'évacuation de l'air vicié, leur exposition aux contaminants devrait être diminuée.

Ainsi, la majorité des contaminants qui proviennent des rigoles à fumier comme les bactéries totales, les bactéries Gram négatives, les endotoxines, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniac, les particules d'excréments de porc et les débris alimentaires sont directement aspirés vers l'extérieur empêchant leur émission dans l'air ambiant.

2.0 MÉTHODOLOGIE

L'étude a été réalisée dans deux élevages de truies en gestation, l'un ventilé conventionnellement avec cinq ventilateurs motorisés à vitesse variable situés équidistants tout le long d'un même mur. Deux (2) de ces ventilateurs ont 50,8 cm de diamètre (modèle AZ6, marque

Aston, St-Léonard d'Aston, Québec, Canada) et les trois (3) autres ont 45,7 cm de diamètre (modèle AZ4, marque Aston, St-Léonard d'Aston, Québec, Canada). L'autre porcherie fonctionnant selon le principe d'extraction basse est ventilée de la façon suivante⁶⁹ (réf. figure 1) : l'unité d'admission d'air est constituée d'une gaine de distribution de 45 cm et longue de 9,75 m. La gaine est en polyéthylène avec des bouches de sortie d'air de 6,35 cm de diamètre à tous les 45 cm. Le dispositif d'extraction basse comprend un conduit rectangulaire en béton de 54,8 cm de hauteur, 1,83 m de largeur et 9,75 m de longueur. Le conduit est localisé sous l'allée de circulation au centre de la salle. Les 32 bouches d'aspiration de dimensions variables sont réparties uniformément de part et d'autre du conduit (16 de chaque côté) de façon à obtenir un débit uniforme, la bouche la plus grande étant située la plus loin du ventilateur. Le débit maximum requis est de 1,9 m³/s. Ces bouches étaient situées juste au-dessous des lattes de plancher, au-dessus des rigoles à fumier. Le conduit est relié à un ventilateur de marque Aston (St-Léonard d'Aston, Québec, Canada) avec un diamètre de 61 cm à six (6) pôles, à vitesses variables.

La dimension de la porcherie conventionnelle est de 609 m³ et celle ventilée par extraction basse de 248,5 m³. Le poids moyen de chaque bête est de 180 kg. De plus, le choix de ces deux porcheries situées côte à côte permet l'élimination de certains facteurs confondants comme le type de nourriture et la façon de nourrir les animaux, la dimension des cages, la fréquence de vidange des rigoles à fumier, les types de soins apportés, la médication, les conditions climatiques, etc..

L'hydrogène sulfuré (H₂S), l'anhydride carbonique (CO₂), l'ammoniac (NH₃) et les poussières totales ont été mesurés simultanément, dans les deux porcheries, en même temps que les contaminants biologiques tels les bactéries et les moisissures. Les gaz ont été mesurés à l'aide d'appareils à lecture directe reliés à un accumulateur de données (modèle DLX-100, D.E.S. Corporation, Québec, Canada).

Les gaz NH₃ et CO₂ ont été mesurés avec un moniteur spectroscopique photoacoustique multigaz (modèle 1302, Brüel and Kjaer, Pointe-Claire, Québec, Canada). La limite de détection de cet appareil pour le NH₃ est de 0,3 ppm et pour le CO₂ de 3 ppm. Le CO₂ a aussi été mesuré en utilisant un spectrophotomètre à infra-rouge (modèle ADC-PM3, The Analytical Development Co. Ltd., Hoddesdon, England). La limite de détection de cet appareil est de 10 ppm et la précision est de 2% sur l'échelle de lecture. Le H₂S a été mesuré avec un appareil fonctionnant

par pile électrochimique (modèle 4173, Interscan Corp., Chatsworth, CA). La limite de détection de cet appareil est de 0,4 ppm. Les poussières totales ont été prélevées sur des filtres en chlorure de polyvinyle de porosité de 0,8 μm (Omega Specialty Instrument Co., Chelmsford, MA) avec des pompes à haut volume (Gilian Instrument Corp., Wayne, NJ) et quantifiées par gravimétrie. La limite de détection est de 25 μg et le coefficient de variation totale pour cette méthode est moins de 7%.⁷⁰ Les débits des pompes étaient d'environ deux litres par minute (L/min) et le temps d'échantillonnage pour chaque filtre d'environ une heure. Les débits ont été mesurés sur le site avec un débitmètre pré-étalonné (Kurz Instruments Inc., Carmel Valley, CA).

Les contaminants biologiques ont été mesurés en utilisant les méthodes standards de l'IRSST. Pour résumer, les microorganismes ont été prélevés avec des impacteurs microbiens (Andersen Instruments Inc. Atlanta, GA) avec une précision de $\pm 7\%$ sous des conditions de laboratoire.⁷¹ Les échantillons ont été pris consécutivement, dans les deux porcheries, pour chaque type de prélèvements. Les temps d'échantillonnage pour les bactéries totales étaient de 15 secondes et d'une minute pour les moisissures. Près de 30 prélèvements consécutifs ont été pris à chacune des huit interventions dans le but de normaliser les distributions.

Les milieux de culture utilisés étaient les suivants :

Le SDA (Sabouraud dextrose agar, Quelab Laboratories, Montréal, Québec, Canada) incubé à température ambiante pendant sept (7) jours pour les moisissures.

Le TSA (Tryptic soya agar, Quelab Laboratories, Montréal, Québec, Canada) incubé à 35°C pendant 48 heures pour les bactéries totales.

Les températures intérieures et extérieures ont été mesurées avec des thermistances (modèle YSI, Yellow Spring Instruments Co., Yellow Spring, Ohio, USA) reliées à l'accumulateur de données. La précision de ces instruments est de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ sur la lecture.

Dans le but de standardiser les comparaisons, les débits d'air dans les porcheries ont été évalués en utilisant les concentrations de CO_2 mesurées dans chacune. En effet, les débits de ventilation peuvent être estimés d'une façon convenable à partir des concentrations de CO_2 .^{72,73} La formule proposée par la Commission Internationale de Génie Rural pour des truies avec un nombre moyen de 55 jours de gestation a été utilisée.⁷³ De plus, les mesures ont été prises à

toutes les saisons, le matin, pendant et après que les porcs aient été nourris à la main. Cette période correspond à l'activité maximale des porcs. La durée totale de prélèvement était d'environ quatre heures à chacune des huit interventions. Dans le but d'évaluer les performances du système, les mesures ont été aussi prises pendant deux années.

Au niveau des statistiques, les moyennes des différents contaminants et des débits ont été comparées avec le test de "t" de Student soit pour les distributions de fréquences normales ou sur les logarithmes des données pour les distributions de fréquences log-normales dans le but de démontrer la présence de différences entre les deux porcheries d'une façon statistiquement significative ($p \leq 0,05$).

3.0 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau I donne les températures mesurées dans les deux porcheries et dans l'air extérieur pour les différentes interventions.

Le tableau II donne les concentrations des bactéries et des moisissures mesurées dans l'air extérieur pour les huit interventions.

Le tableau III donne les comparaisons des concentrations de contaminants dans les deux porcheries de truies gestantes en automne. Les concentrations de H_2S n'y sont pas indiquées ainsi que dans les autres tableaux car il ne fut pas détecté.

Pendant l'automne 1990 (réf. tableau III), nous avons mesuré des concentrations significativement plus faibles ($p < 0,05$) dans la porcherie ventilée par extraction basse lorsque comparée avec la conventionnelle, sauf pour les moisissures et le CO_2 . Comme il a déjà été mentionné, ce système est conçu pour permettre le contrôle des contaminants qui proviennent des rigoles à fumier; il est donc moins efficace pour les moisissures, l'anhydride carbonique émis par les porcs et jusqu'à un certain niveau, les poussières en général et c'est ce que les résultats démontrent.

En 1991 pendant l'automne, nous avons obtenu approximativement les mêmes résultats. Les concentrations de moisissures sont moins élevées, encore une fois mais d'une façon

statistiquement significative ($p \leq 0,05$), dans la porcherie conventionnelle.

Pendant l'hiver 1991 (réf. tableau IV), les concentrations moyennes de bactéries étaient significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) dans la porcherie conventionnelle, et les concentrations moyennes d'ammoniac étaient significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) dans la porcherie à extraction. En 1992, la porcherie à extraction avait des concentrations moyennes de bactéries et de poussières significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) et la porcherie conventionnelle avait des concentrations significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) de moisissures et d'anhydride carbonique.

Les résultats des mesures effectuées au printemps sont montrés au tableau V. En 1991, la seule différence statistiquement significative ($p \leq 0,05$) était pour les concentrations moyennes d'ammoniac dans la porcherie par extraction. En 1992, les concentrations moyennes de bactéries et de moisissures étaient plus faibles, d'une façon statistiquement significative ($p \leq 0,05$), dans la porcherie conventionnelle. Seulement l'ammoniac était rencontré à des concentrations significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) dans la porcherie par extraction. Aucune différence statistiquement significative ($p \leq 0,05$) n'a pu être démontrée pour les autres contaminants.

Pendant l'été 1991 (réf. tableau VI), la porcherie par extraction avait des concentrations moyennes de contaminants significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) que les autres contaminants, sauf, bien entendu, pour les moisissures et les poussières. Cependant, en 1992, la porcherie conventionnelle avait des concentrations moyennes significativement plus faibles ($p \leq 0,05$), sauf pour les moisissures et les poussières.

Les résultats obtenus semblent démontrer que les performances du système à extraction ont diminué lors de la deuxième année. En effet, il est observé que les concentrations de n'importe lequel des contaminants sont plus faibles, d'une façon statistiquement significative ($p \leq 0,05$) dans 40% des cas dans la porcherie conventionnelle pendant la deuxième année lorsque comparé à 10% la première année.

L'analyse des mesures des débits devrait nous permettre de confirmer ou d'infirmer cette observation. Pour chacun des deux (2) parcs de gestation, les débits d'air frais admis par porc ont été calculés, sur la base des concentrations d'anhydride carbonique produites par les animaux (réf. tableau VII). En effet, les débits de ventilation peuvent être calculés, d'une façon convenable, à partir des concentrations de CO_2 .^{72,73} La formule proposée par la Commission

Internationale de Génie Rural pour des truies avec un nombre moyen de 55 jours de gestation a été utilisée.⁷³

En 1991, lorsque les débits par porc étaient au maximum pour les deux porcheries, les concentrations moyennes de bactéries, d'ammoniac, d'anhydride carbonique et de poussières totales étaient toutes significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) dans la nouvelle porcherie malgré le fait que le débit de ventilation était, dans cette dernière, de 42,0 ($\pm 9,4$) L/s comparé à 63,7 ($\pm 14,1$) L/s dans la conventionnelle. Cette différence dans les débits est statistiquement significative ($p \leq 0,05$).

Au printemps 1991 et à l'hiver 1992, quand les débits par porc étaient significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) dans la porcherie par extraction, i.e., respectivement de 17,9 ($\pm 1,4$) L/s et de 3,3 ($\pm 0,9$) L/s lorsque comparé avec 19,8 ($\pm 2,4$) L/s et 5,2 ($\pm 0,9$) L/s pour la conventionnelle, les concentrations des contaminants provenant des rigoles y étaient tout de même plus basses et souvent d'une façon statistiquement significative ($p \leq 0,05$).

Les conditions étaient significativement meilleures ($p \leq 0,05$) pour les bactéries et les moisissures au printemps 1992 et pour les bactéries, l'ammoniac et le CO₂ en été 1992 dans la porcherie conventionnelle mais le débit d'air par cochon était environ 25% plus élevé, i.e., une augmentation statistiquement significative ($p \leq 0,05$), lorsque comparée avec la nouvelle porcherie. La plus grande quantité d'air frais admise à ce moment-là dans la porcherie conventionnelle semble donc diluer les concentrations des contaminants présents. En effet, les concentrations extérieures sont toutes plus faibles (réf. tableau II).

En hiver 1991, le débit de ventilation par porc dans la porcherie à extraction basse était de 5,7 ($\pm 0,9$) L/s et n'était pas statistiquement différent de celui de la porcherie conventionnelle. Dans ce cas, les concentrations moyennes de bactéries étaient significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) dans la porcherie conventionnelle et les concentrations d'ammoniac étaient significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) dans la porcherie à extraction. Les débits mesurés pendant l'hiver sont probablement trop faibles pour avoir des influences sur les concentrations des contaminants.

Comme il a été mentionné précédemment, le système de ventilation par extraction basse permet de réduire les concentrations de la majorité des contaminants qui proviennent des rigoles

à fumier comme les bactéries totales, les bactéries Gram négatives, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniac et la poussière, s'il fonctionne suffisamment. De plus, la quantité d'air évacué est moindre qu'avec le système conventionnel.

Concernant les autres contaminants ne provenant pas des rigoles à fumier comme les moisissures, elles sont rencontrées dans la porcherie par extraction à des concentrations du même ordre de grandeur que celles publiées dans la littérature scientifique sur les porcheries conventionnelles.^{1,5,6,8,9,15,17,76} Les concentrations de moisissures mesurées dans cette étude ont varié de $2,6 \times 10^2$ à $4,9 \times 10^3$ UFC/m³ d'air. Dans une étude sur les facteurs environnementaux en relation avec l'état de santé des travailleurs des porcheries en Suède, des concentrations plus grandes ou égales à $1,3 \times 10^4$ UFC/m³ d'air de moisissures ont été reliées, d'une façon statistiquement significative ($p \leq 0,05$), avec des symptômes respiratoires.⁶ L'exposition aux spores de moisissures a été reliée à des alvéolites allergiques et au syndrome des poussières organiques toxiques.⁷⁷ De plus, l'inhalation des spores et de propagules de moisissures peut avoir d'autres effets que la stimulation d'une réaction allergique.⁷⁸ L'expression "mycotoxicose pulmonaire" est utilisée pour désigner un groupe de maladies causées par des mycotoxines, des endotoxines et d'autres facteurs. Il n'est pas encore connu dans quelle mesure la présence de mycotoxines peut contribuer à la capacité des spores ou des propagules de champignons inhalés de provoquer la maladie et comment l'inhalation de produits volatils émis par les moisissures peut affecter les humains.⁷⁸

Les concentrations des contaminants chimiques mesurées à chacune des huit (8) interventions étaient toutes inférieures, pour la porcherie par extraction, (sauf pour le CO₂ pendant l'hiver), à 50% de leur valeur d'exposition réglementée soit par le Règlement sur la qualité du milieu de travail (RQMT) au Québec ou par l'ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists) aux États-Unis (réf. tableau VIII).^{74,75} Cependant, selon Donham et coll., des problèmes respiratoires apparaissent chez les travailleurs des porcheries à partir de 7 ppm d'ammoniac et de 3,8 mg/m³ d'air de poussières.¹ Ainsi, les concentrations d'ammoniac mesurées pendant l'hiver 1992 de 10,1 ppm et de 7 ppm en automne 1991 (réf. tableaux III et IV) rejoignent ce niveau. Pour les poussières, le niveau maximal a été mesuré en hiver 1992 (réf. tableau III) et était de 2,0 mg/m³ d'air.

Dans des porcheries, des chercheurs de Suède ont déjà mesuré des concentrations moyennes de bactéries totales de $1,4 \times 10^6$ CFU/m³ d'air.¹ Crook et coll. ont mesuré dans six

porcheries différentes au Royaume-Uni des concentrations de bactéries totales isolées à 25°C, 37°C et 55°C variant de $3,0 \times 10^3$ à $8,0 \times 10^3$, de $2,0 \times 10^3$ à $6,0 \times 10^3$ et de $2,0 \times 10^3$ à $2,0 \times 10^4$ UFC/m³ d'air respectivement.⁵ Dans une autre étude faite en Suède par Clark et coll., une concentration médiane de bactéries totales dans six (6) porcheries de $3,0 \times 10^5$ UFC/m³ d'air a été trouvée.¹⁷ Attwood et coll. ont mesuré dans 171 porcheries des Pays-Bas une concentration maximale de bactéries totales de $3,6 \times 10^6$ UFC/m³ d'air.¹⁸ Donham a mesuré dans 30 bâtiments d'élevage aux États-Unis une concentration moyenne de bactéries totales de $3,0 \times 10^6$ UFC/m³ d'air.⁹ Il est cependant important de noter que les méthodes de prélèvement utilisées peuvent différer d'une étude à l'autre. Une étude québécoise où les mêmes méthodes de prélèvements microbiens que les nôtres ont été utilisées, rapporte des concentrations moyennes de bactéries totales du même ordre, i.e., de $1,7 \times 10^5$ UFC/m³ d'air.¹³ Les concentrations de bactéries totales rencontrées dans cette étude semblent donc être équivalentes à celles rencontrées dans les porcheries conventionnelles.

Les endotoxines retrouvées dans les membranes cellulaires des bactéries Gram négatives peuvent produire différents symptômes comme de la fièvre, des problèmes gastro-intestinaux et respiratoires et de la diarrhée chez les individus exposés.⁵¹⁻⁶¹ Il a été proposé que les concentrations de bactéries Gram négatives en deçà de 10^3 colonies par mètre cube d'air soit considérées acceptables, particulièrement pour les usines d'épuration des eaux usées, de compostage et de la manipulation du coton brut.^{31,51,58,60,62-64} Donham a déjà mesuré dans 30 porcheries une concentration moyenne de $8,0 \times 10^4$ UFC/m³ d'air de bactéries Gram négatives.⁹ Clark et coll. ont mesuré dans six (6) bâtiments d'élevage une concentration moyenne de $8,8 \times 10^4$ UFC/m³ d'air.¹⁷ Attwood et coll. dans leurs 171 porcheries évaluées rapportent des concentrations moyennes de ce même type de bactéries de $1,0 \times 10^4$ UFC/m³ d'air.¹⁸ Selon les différents auteurs, les concentrations moyennes de bactéries Gram négatives pour ce type d'environnement se situeraient à environ 10% des concentrations des bactéries totales.^{9,15,17,18} Alors, si on applique ce 10% dans cette étude, les concentrations de bactéries Gram négatives demeurent, pour la porcherie par extraction, de 8 à 41 fois supérieures au niveau recommandé de 10^3 UFC/m³ d'air de bactéries Gram négatives.

4.0 CONCLUSION

Le système de ventilation par extraction basse permet donc de réduire les concentrations

de la majorité des contaminants qui proviennent des rigoles à fumier comme les bactéries totales, l'ammoniac et la poussière, s'il fonctionne avec un débit suffisant. En effet, des différences plus faibles d'une façon statistiquement significatives ($p \leq 0,05$) ont été trouvées pour les concentrations de ces contaminants.

Les contaminants chimiques, pour la porcherie par extraction, sont tous (sauf pour le CO₂ pendant l'hiver), à 50% de leur valeur d'exposition réglementée soit par le Règlement sur la Qualité du Milieu de Travail (RQMT) au Québec ou par les ACGIH-TLV aux États-Unis.

Cependant, les concentrations de bactéries totales rejoignent celles mesurées dans d'autres études dans les porcheries conventionnelles et les concentrations de bactéries Gram négatives demeurent tout de même dans la porcherie utilisant le système de ventilation par extraction basse environ 8 à 41 fois plus élevées que le niveau recommandé.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier pour leur travail technique Brigitte Roberge, Claude Létourneau et Yves Beaudet de l'IRSST et Charles Jobin du MAPAQ ainsi que France C. Lafontaine pour son travail de secrétariat.

5.0 BIBLIOGRAPHIE

1. Donham, K.J., Gustafson, K.E.: Human Occupational Hazards from Swine Confinement. Ann. Am. Conf. Gov. Hyg., 2:137-142, (1982).
2. Avignon, M., Lafont, J.P.: Étude des coliformes résistants aux antibiotiques dans une station d'épuration d'élevage de porcs. Ann. Rech. Vét. 16(3):245-253, (1985).
3. Pickrell, J.: Hazards in Confinement Housing - Gases and Dusts in Confined Animal Houses for Swine, Poultry, Horses and Humans. Continuing Education Reviews, Vet. Hum. Toxicol. 33(1):32-39, (1991).
4. Lavoie, J., Cormier, Y., Mériaux, A.: La microflore de l'air ambiant des porcheries. Rapport de recherche, Institut de recherche en santé et sécurité du travail, 12 pages, 1989.
5. Crook, B., Robertson, J.F., Travers Glass, S.A., Lacey, J., Topping, M.D.: Airborne Dust, Ammonia, Microorganisms, and Antigens in Pig Confinement Houses and the Respiratory Health of Exposed Workers. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 52(7):271-279 (1991).

6. **Donham, K., Haglund, P., Peterson, Y., Rylander, R., Belin L.:** Environmental and Health Studies of Farm Workers in Swedish Swine Confinement Buildings. Br. J. Ind. Med. 46:31-37. (1989).
7. **Rylander, R.:** Organic Dusts and Lung Reactions. Exposure Characteristics and Mechanisms for Disease. Scand. J. Work. Environ. Health. 11:199-206. (1985).
8. **Donham, K.J.:** Health Effects from Work in Swine Confinement Buildings. Am. J. Ind. Med. 17:17-25. (1990).
9. **Donham, K.J.:** Assessment of Bioaerosols in Livestock Confinement Buildings and their Relationships to Worker Health. University of Iowa. Institute of Agricultural Medicine and Occupational Health. 124 AMRF, Oakdale Campus, Iowa ,USA, 1986.
10. **Zuskin, E., Schachter, E.N., Mustajbegovic, J. and Kern, J.:** Respiratory Symptoms and Ventilatory Capacity in Swine Confinement Workers, Br. J. Ind. Med. 49:435-440. (1992).
11. **Dosman, J.A., Cockcroft, D.W.:** Principles of Health and Safety in Agriculture. CRC Press, Inc, Florida, 421 p., 1989.
12. **Cormier, Y.:** Respiratory Health of Workers Exposed to Confinement Buildings only or both Swine Confinement Buildings and Dairy Barns. Scand. J. Environ. Health. 17:269-275. (1991).
13. **Cormier, Y., Tremblay, G., Mériaux et al.:** Airborne Microbial Contents in Two Types of Swine Confinement Buildings in Québec. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 51:304-309. (1990).
14. **Donham, K.J.:** Agricultural Occupational and Environment Health: Police Strategies for the future. Appl. Ind. Hyg., 4(10):F12-F22. (1989)
15. **Donham, K.J.:** Studies on Environmental Exposures. Swine Health and Engineering Design in Swine Confinement Buildings in Southern Sweden. Report Swedish Work Environment Found Contracts 82-0101, 83-0993 and 84-0667, Institute of Agricultural Medicine and Occupational Health, The University of Iowa, Iowa, USA, 1986.
16. **Donham, K.J., Pendorf, W.J.:** Ambiant Levels of Selected Gases Inside Swine Confinement Buildings. Am. Ind. Hyg. Ass. J., 46:658-661, (1985).
17. **Clark, S., Rylander, R., Larson, L.:** Airborne bacteria, Endotoxin and Fungi in Dust in Poultry and Swine Confinement Buildings. Am. Ind. Hyg. Ass. J., 44:537-541, (1983).

18. **Attwood, P., Brouwer, R., Ruigewaard, P. et al.:** A Study of the Relationship Between Airborne Contaminants and Environmental Factors in Dutch Swine Confinement Buildings. Am. Ind. Hyg. Ass. J., 8:745-751, (1987).
19. **Reynolds, S.J., Parker, D., Vesley, D., Janni, K., McJilton, C.:** Occupational Exposure to Organic Dusts and Gases in the tury Growing Industry. Appl. Occup. Environ. Hyg., 9(7):493-502, (1994)
20. **Brouwer, R., Biersteker, K., Bongers, P. et al.:** Respiratory Symptoms, Lung Function and IgG4 Levels Against Pig Antigens in a Sample of Dutch Pig Farmers. Am. J. Ind. Med., 10:238-285, (1986).
21. **Donham, K.J., Zavala, D.C., Merchant, J.A.:** Respiratory Symptoms and Lung Function among Workers in Swine Confinement Buildings: A Cross-Sectional Epidemiological Study. Arch. Environ. Health 39:96-101, (1984).
22. **Lenhart, S.W., Morris, P.D., Akin, R.E. et al.:** Organic Dusts, Endotoxin and Ammonia Exposures in the North Carolina Poultry Processing Industry. Appl. Occup. Environ. Hyg. 5(9):611-618, (1990).
23. **Stahuljack-Beritic, D., Dimov, D., Buthovic, D., Stilinivic, L.:** Lung Function and Immunological Changes in Poultry Breeders. Int. Arch. Occup. Environ. Health 40:131-139, (1977).
24. **Thelin, A., Tegler, O., Rylander, R.:** Lung Reaction during Poultry Handling Related to Dust and Bacterial Endotoxin Levels. Eur. J. Respir. Dis. 65:266-271, (1978).
25. **Muller, S., Bergmann, K.Ch., Kramer, H., Wuthe, H.:** Sensitization, Clinical Symptoms, and Lung Function Disturbances Among Poultry Farm Workers in the German Democratic Republic. Am. J. Ind. Med. 10(3):281-282, (1986).
26. **Warren, C.P.W., Tse, K.S.:** Extrinsic Allergic Alveolitis Owing to Hypersensitivity to Chickens. Significance of Sputum Precipitins. Am. Rev. Resp. Dis. 109:672-677, (1974).
27. **Katila, M., Mantyjarvi, R.A., Ojanen, T.H.:** Sensitization Against Environmental Antigens and Respiratory Symptoms in Swine Workers. B. J. Ind. Med. 38:224-338, (1981).
28. **Rylander, R.:** Lung Diseases Caused by Organic Dusts in the Farm Environment (Special Issue - Health Effects of Organic Dusts in the Farm Environment). Am. J. Ind. Med. 10(3):221-227, (1986).

29. **Holness, D.L., O'Blenis, E.L., Sass-Kortsak, A., et al.:** Respiratory Effects and Dust Exposures in Hog Confinement Farming. Am. J. Ind. Med.11:571-580 (1987).
30. **Petro, W., Bergman, K.Ch., Heinze, R. et al.:** Long-Term Occupational Inhalation of Organic Dust - Effect on Pulmonary Function. Int. Arch. Occup. Environ. Health 42:119-127, (1978).
31. **Millner, P.D., Olenchock, S.A., Epstein, E. et al.:** Bioaerosols Associated with Composting Facilities. Compost Science and Utilization 2(4):6-57, 1994.
32. **Harries, M.G., Cronwell, O.:** Occupational Asthma Caused bu Allergy to Pig's Urine. Br. Med. J. 284:867, 1982.
33. **Haglund, P., Rylander, R., Clark, C.S.:** Respiratory Function Among Workers in Swine Confinement Buildings. Occup. Lung Dis., Bernard, J., Gill, L., Morgan, K.C. and Brooks, M.S. eds. Raven Press, New-York, 228 p., (1984).
34. **Solal-Celigny, P.H., Laviolette, M., Hébert,J., Cormier, Y.:** Immune Reaction in the Lungs of Asymptomatic Dairy Farmers. Am. Rev. Respir. Dis. 126:964-967, 1982.
35. **Donham, K.J.:** Health Hazards of Air in Swine Building: State of the Art. Annual Proceedings of the American Association of Swine Practitioners, Indianapolis, Indiana, March 8-10, pp. 235-259, (1987).
36. **Vinzents, P., Nielson, B.H.:** Variation in Exposure to Dust and Endotoxin in Danish piggeries. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 53:237-241, 1992.
37. **Santé et bien-être social du Canada :**Signification de la présence de champignons dans l'air à l'intérieur des édifices : Rapport d'un groupe de travail. Revue canadienne de la santé publique 78:S17-S32, mars/avril 1997.
38. **do Pico, G.A.:** Hazardous Exposure and Lung Disease among Farm Workers. Occupational Lung Diseases 2:311-328, 1992.
39. **Becklake, M.R., Jodani, G., Leford, L.:** A Respiratory Health Study of Grain Handler in St-Lawrence River Ports. In: J. Dosman and D.J. Cottan ed., Occupational pulmonary disease: Focus on Grain Dust and Health. New-York Academic Press Inc., pp. 39-255, (1980).
40. **Gurney, J.W., Unger, J.M., Dobry, C.A. et al.:** Agricultural Dissorders of the Lungs. Radiographics 11:625-634, 1991.

41. **Schlenker, E.H., Leonardson, G.R., McClain, C.:** Respiratory Characteristics of Poultry Laborers. In: Latest Development in Livestock Housing. International Commission of Agr. Eng. (CIGR) meeting, Urbana-Champaign, Illinois, June 1987, pp. 127-136.
42. **De Boer, S., Morisson, W.D.:** The Effects of the Quality of the Environment in Livestock Buildings on the Productivity of the Swine and the Safety of Humans. A Literature Review. Department of Animal and Poultry Sciences, University of Guelph, Ministry of Agriculture and Food of Ontario, Canada, Project No. 180PIIP 12/88, (1988).
43. **Donham, K.J.:** Environmental and Health Studies of Farm Workers in Swedish Swine Confinement Buildings. Br. J. Ind. Med., 46:31-37, (1989).
44. **Donham, K.J.:** Acute Effects of the Work Environment on Pulmonary Functions of Swine Confinement Workers. Am. J., Ind. Med. 5:367-375, 1984.
45. **Iverson, I., Dahl, R., Korsgaard, J. et al.:** Respiratory Symptoms in Danish Farmer: An Epidemiological Study of Risk Factors. Thorax 43:872-877, 1988.
46. **Donham, K.J., Rubino, M., Thedell, T.D. et al.:** Potential Health Hazards to Agricultural Workers in Swine Confinement Buildings. J. Occup. Med. 6:383-387, 1977.
47. **Popendorf, W., Donham, K.J., Easton, D.N. et al.:** A Synopsis of Agricultural Respiratory Hazard. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 46:154-161, 1985.
48. **Olenchook, S.A., Louis, D.M., Mull, J.C.:** Effects of Different Extraction Protocols on Endotoxin Analyses of Airborne grain Dusts. Scand. J. Work Environ. Health, 15:430-435, (1989).
49. **Rylander, R., Donham, K.J., Hjort, C., Brouwer, R., Heederik, D.:** Effects on Exposure to Dust in Swine Confinement Buildings. A Working Group Report. Scand. J. Work Environ. Health, 15:309-312, (1989).
50. **Pernis, B., Vigliani, E.C., Cavagna, C. et al.:** The Role of Bacterial Endotoxins in Occupational Diseases Caused by Inhaling Vegetable Dusts. Brit. J. Industr. Med. 18:120-129, 1961.
51. **Malmros, P.:** Problems with the Working Environment in Solid Waste Treatment. Report # 10/1990, The National Labour Inspection of Denmark, 27 p., 1990.
52. **Lavoie, J., Marchand, G.:** Évaluation des bioaérosols dans une usine de recyclage de déchets domestiques et de compostage. IRSST, rapport d'expertise SA-91-20, 8 pages.

53. **Lessard, S.:** Compostage. Des déchets verts domestiques et des boues de stations d'épuration : synthèse des connaissances concernant les risques pour la santé. Comité de santé environnementale des DSC du Québec, DSC Hôpital de l'enfant Jésus, Octobre 1992.
54. **The Danish Working Environment Service programme.:** Overall Protocol for the Research Program "Garbage and recycling" 1994-98. J. # 1994-23-16, 67 pages.
55. **Clark, C.S.:** Health Effects Associated with Wastewater Treatment and Disposal. Journal WPCF, 56(6):625, 1984.
56. **Lundholm, M., Rylander, R.:** Occupational Symptoms Among Compost Workers. J. Occ. Med., 22:256, 1984.
57. **Clark, C.S.:** Potential and Actual Biological Related Health Risks of Wastewater Industry Employment. Journal WPCF, 59(12):999, 1987.
58. **Malmros, P., Sigsgaard, T., Bach, B.:** Occupational Health Problems due to Garbage Sorting. Waste Management and Research, 10:227, 1992.
59. **Rylander, R., Snella, M.C.:** Endotoxins and the Lungs: Cellular Reactions and Risks for Diseases. Prog. Allergy, 33:332, 1983.
60. **Sigsgaard, T., Bach, B., Malmros, P.:** Respiratory Impairment Among Workers in a Garbage-Handling Plant. Am. Journal of Industrial Med., 17:92, 1990.
61. **Laitinen, S., Nevalainen, A., Kotimaa, M., Liesivuori, J., Martikainen, P.J.:** Relationship between Bacterial Counts and Endotoxin Concentrations in the Air of Wastewater Treatment Plants. Applied and Environmental Microbiology, 58(11):3774, 1992.
62. **Poulsen, O.M. et al.:** Sorting and Recycling of Domestic Waste. Review of Occupational Health Problems and their Possible Causes. Science of the Total Environment,(sous presse).
63. **Rylander, R., Lundholm, M., Clark, C.S.:** Exposure to Aerosol of Micro-Organisms and Toxins during Handling of Sewage Sludge. pp. 69-78. *In: Biological Health Risk of Sludge Disposal to Land in Cold Climates.* Wallis P.M. and D.L. Lehemann, (ed.). Calgary, Alberta, University of Calgary Press, 1983.

64. **Rylander, R., Christiani, D.C., Peterson, Y.:** Committee on Organic Dusts of the International Commission on Occupational Health (A Report). Institutionen f o hygien Goteborgs Universitet, Gothenburg, Sweden, 12 p., (1989).
65. **Barber, E.M.:** Ventilation for Healthy Pigs and Workers. Agricultural Engineering Department, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, 306-966-5310, 1986.
66. **Harry, E.G.:** Air pollution in Farm Buildings and Methods of Control: a Review. Avian Pathology 7:441-454, 1978.
67. **Clark, C.S.:** Report on Prevention and Control. Am. J. Ind. Med. 10:267-273, 1986.
68. **Gingras, G., Lavoie, J.:** Down-Draft Ventilation in Swine Confinement Buildings. Proceedings of the Canadian Society of Agricultural Engineering, University of Saskatoon, Saskatchewan, paper #91-230, 1991.
69. **Champagne, J., Gingras, G.:** La ventilation par extraction basse. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction des productions animales, ISBN 2-551-13432-3, Québec, (Québec), décembre 1994, 34 pages.
70. **National Institute for Occupational Safety and Health.:** NIOSH Manual of Analytical Methods. Method # S-349: Boron Oxide, and Method # S-262: Carbon Black. Second ed. Vol. 3, (1977).
71. **Jansen, P.A., Todd, W.F., Davis, G.N. et al.:** Evaluation of Eight Bioaerosols Samplers Challenged with Aerosols of Free Bacteria. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 53(10):660-667, 1992.
72. **Feddes, J.J.R., Leonard, J.J., McQuitty, J.B.:** Carbon Dioxide Concentration as a Measure of Air Exchange in Animal Housing. Canadian Agricultural Engineering 26(1):53-56, 1984.
73. **Commission Internationale de Génie Rural.:** La climatisation des bâtiments d' levage. Publication #84-62, Scottish Farm Building, Crabestone, Aberdeen, Scotland, AB2 9TR, (1984).
74. **Règlement sur la qualité du milieu de travail. S-2.1, r.15.**  diteur officiel du Québec, 1994.
75. **American Conference of Governmental Industrial Hygienists.:** Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 1994-1995. Cincinnati, Ohio, 1994.

76. **Crook, B.:** Exposure to Airborne Microorganisms in the Industrial Workplace. J. Aerosol Sci. 23(Suppl. 1): S559-S562, 1992.
77. **Eduard, W., Sandven, P., Levy, F.:** Serun antibodies to Mold Spores in Two Norwegian Sawmill Populations: Relationship to Respiratory and other Work-Related Symptoms. Am. J. Ind. Med. 24:207-222, 1993.
78. **Santé et bien-être social du Canada.:** Signification de la présence de champignons dans l'air intérieur des édifices : Rapport d'un groupe de travail. Revue canadienne de santé publique, Vol. 78, mars/avril, pp. S.17-S32, 1987.

Tableau I : Températures intérieures et extérieures (°C) des porcheries.

	n	Conventionnelle		Extraction		Extérieur
		# de porcs	T°C	# de porcs	T°C	
Automne 1990	12	79	18	32	18	10
Hiver 1991	242	79	18	32	17	-10,5
Printemps 1991	339	79	19	32	18	14
Été 1991	204	79	21	48	20	17
Automne 1991	232	106	16	48	18	3
Hiver 1992	527	106	19	48	17	-5,5
Printemps 1992	165	106	23	48	24	22
Été 1992	201	106	23	48	23	19

* Le poids moyen de chaque porc est de 180 kg.

Tableau II : Concentrations* de bactéries et de moisissures mesurées dans l'air extérieur

	Bactéries (CFU/m ³)	Moisissures (CFU/m ³)
Automne 1990	6 940	275
Hiver 1991	51 000	250
Printemps 1991	61 590	250
Été 1991	12 070	1 345
Automne 1991	12 330	230
Hiver 1992	3 000	130
Printemps 1992	18 025	825
Été 1992	1 090	3 010

* : basées sur la moyenne arithmétique de deux échantillons

Tableau III : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurés à l'automne

	1990			1991		
	n	Conventionnelle	Extraction	n	Conventionnelle	Extraction
	Bactéries (UFC/m ³)	29	119 000 (±19 200)	79 800* (±22 000)	29	430 000 (±98 000)
Moissures (UFC/m ³)	28	1 760 (±1 880)	2 300 (±1 990)	21	260* (±120)	1 140 (±530)
Ammoniac (ppm)	14	8,0 (±1,9)	4,5* (±1,2)	10	11,0 (±1,0)	7* (±0,7)
CO ₂ (ppm)	14	1 350* (±200)	1 500 (±120)	29	1 955 (±170)	1 740* (±150)
Poussières totales (mg/m ³)	14	0,8 (±0,2)	0,5* (±0,2)	26	1,7 (±0,5)	1,0* (±0,4)

* : p<0,05

Tableau IV : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurés en hiver

	1991			1992		
	n	Conventionnelle	Extraction	n	Conventionnelle	Extraction
Bactéries (UFC/m³)	29	190 700* (±43 500)	219 000 (±65 000)	29	343 000 (±114 900)	283 000* (±81 300)
Moissures (UFC/m³)	30	700 (±330)	780 (±380)	30	460* (±530)	1 820 (±1 220)
Ammoniac (ppm)	38	7,5 (±1,3)	4,0* (±0,9)	20	11,5 (±4,4)	10,1 (±3,1)
CO₂ (ppm)	27	2 750 (±210)	2 800 (±150)	16	2 550* (±430)	3 430 (±860)
Poussières totales (mg/m³)	30	0,8 (±0,2)	0,9 (±0,3)	25	2,6 (±1,3)	2,0* (±0,8)

* : p<0,05

Tableau V : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurées au printemps

	1991			1992		
	n	Conventionnelle	Extraction	n	Conventionnelle	Extraction
Bactéries (UFC/m³)	28	100 000 (±38 500)	112 000 (±27 300)	28	188 600* (±67 600)	411 600 (±223 000)
Moissures (UFC/m³)	29	630 (±410)	780 (±1 045)	27	540* (±200)	1 000 (±410)
Ammoniac (ppm)	6	2,5 (±0,3)	1,0* (±0,1)	29	5,5 (±2,2)	4,1* (0,7)
CO₂ (ppm)	32	950 (±95)	955 (±130)	27	760 (±120)	950 (±210)
Poussières totales (mg/m³)	28	0,7 (±0,3)	0,7 (±0,1)	25	0,7 (±0,4)	1,2 (±0,8)

* : p<0,05

Tableau VI : Comparaisons des concentrations des contaminants mesurées en été

	1991			1992		
	n	Conventionnelle	Extraction	n	Conventionnelle	Extraction
Bactéries (UFC/m ³)	28	295 200 (±97 300)	182 900* (±56 600)	24	163 000* (±62 000)	231 000 (±116 000)
Moissures (UFC/m ³)	30	845 (±347)	927 (±347)	27	4 930 (±2 480)	4 390 (±1 560)
Ammoniac (ppm)	30	1,4 (±0,5)	0,8* (±0,2)	30	3,0* (±0,8)	4,0 (±1,6)
CO ₂ (ppm)	30	620 (±80)	550* (±70)	30	720* (±140)	895 (±195)
Poussières totales (mg/m ³)	24	0,6 (±0,1)	0,7 (±0,4)	20	0,7 (±0,2)	1,0 (±0,2)

* : p<0,05

Tableau VII : Débits moyens (L/s) par animal calculés pour chacune des interventions

	Conventionnelle		Extraction	
	n	(L/s)	n	(L/s)
Automne 1990	13	8,0* (±0,9)	13	10,4 (±0,9)
Hiver 1991	46	6,1 (±4,2)	46	5,7 (±0,9)
Printemps 1991	29	19,8 (±2,4)	30	17,9* (±1,4)
Été 1991	29	63,7 (±14,1)	30	42,0* (±9,4)
Automne 1991	27	7,0* (±0,9)	27	9,0 (±1,4)
Hiver 1992	26	5,2 (±0,9)	29	3,3* (±0,9)
Printemps 1992	27	30,2 (±8,0)	27	21,7* (±7,6)
Été 1992	30	34,9 (±10,9)	30	23,6* (±8,0)

* : $p < 0,05$

Tableau VIII : Valeurs d'expositions réglementées des contaminants chimiques

Contaminant	RQMT (Québec)	ACGIH-TLV (États-Unis)
CO₂ (ppm)	5 000	5 000
NH₃ (ppm)	25	25
H₂S (ppm)	10	10
Poussières totales (mg/m³)	10	10

Figure 1 : Schéma du système de ventilation par extraction basse dans une porcherie

