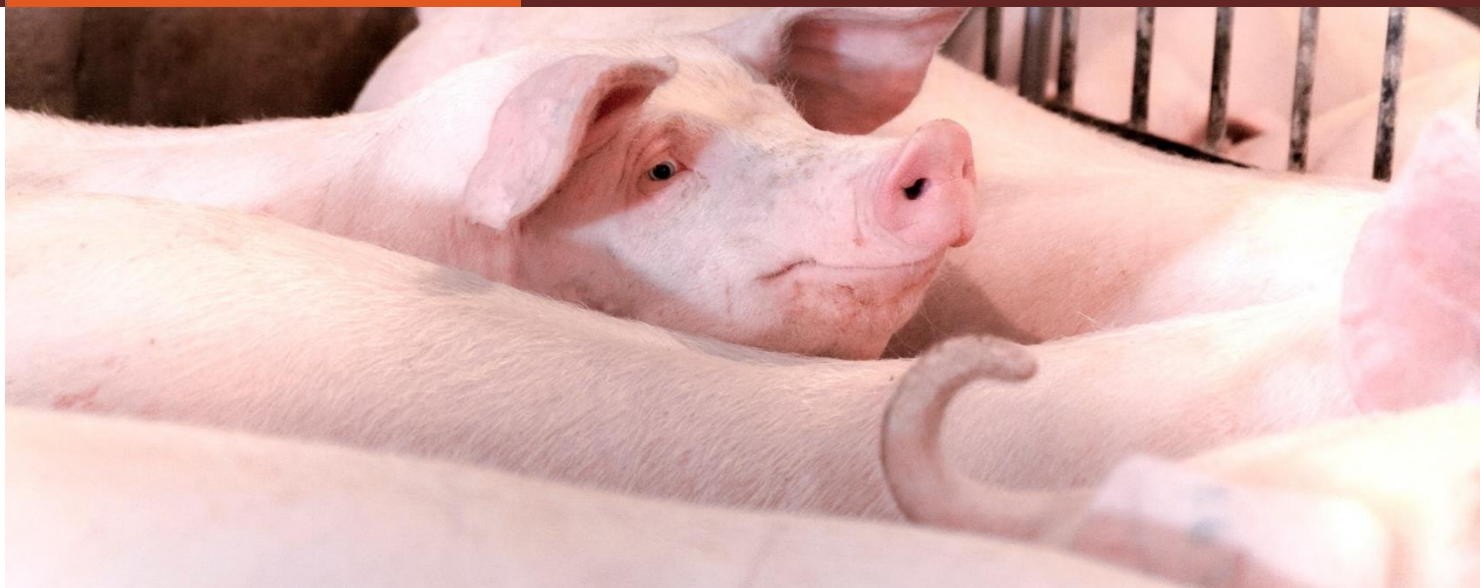


Impact du type de plancher sur les émissions d'odeurs en production porcine : évaluation des émissions moyennes et quantification des réductions dans les bâtiments d'engraissement

Décembre 2017

Rapport final



Marie-Aude Ricard, ing. ¹

Sébastien Turcotte, agr. ¹

Angela Trivino, M. Sc. ²

Joahnn Palacios, ing., M. Sc. ²

Stéphane Godbout, ing., agr., Ph.D. ²

¹ Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ)

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

©Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2017
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-924413-48-7

Équipe de réalisation

Responsable scientifique Sébastien Turcotte, responsable Bâtiments et régie d'élevage, CDPQ

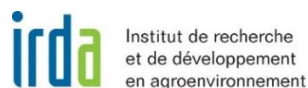
Chargée de projets Marie-Aude Ricard, chargée de projets, CDPQ

Collaborateurs Angela Trivino, IRDA
Joahnn Palacios, IRDA
Stéphane Godbout, IRDA
Cédric Morin, IRDA
Michèle Grenier, IRDA
Matthieu Girard, IRDA
Laura Mila, IRDA
Gabrielle Dumas, CDPQ
Julie Moreau-Richard, Les Éleveurs de porcs du Québec
Raphaël Bertinotti, Les Éleveurs de porcs du Québec

Rédaction Marie-Aude Ricard
Sébastien Turcotte
Angela Trivino
Joahnn Palacios
Stéphane Godbout

Remerciements

La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce au soutien financier accordé en vertu du Programme de développement sectoriel, Volet 3 - Appui à l'innovation en réponse à des enjeux sectoriels prioritaires, dans le cadre de Cultivons l'avenir 2, une initiative fédérale-provinciale-territoriale et grâce aux partenariats financiers avec l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), les Éleveurs de porcs du Québec et le Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ). Nous désirons également remercier les producteurs qui nous ont permis de réaliser ce projet sur leur ferme.



Résumé

Afin de mesurer les émissions d'odeurs et de gaz (ammoniac [NH₃], méthane [CH₄] et dioxyde de carbone [CO₂]), une méthodologie spécifique et adaptée à la situation particulière du projet a été développée. Les émissions sont, de façon simplifiée, le résultat de la multiplication d'une concentration par un débit d'air. Puisque le débit et l'erreur sur ce dernier ont un impact majeur sur la valeur et sa validité, une attention particulière a été portée sur cet aspect. En effet, un nouvel équipement a été développé et calibré permettant de mesurer avec précision le débit d'air.

Le projet comprenait deux campagnes de mesures. Une première, dite intensive, qui a permis la validation de la nouvelle méthodologie et de déterminer la meilleure période de la journée (en hiver et en été) pour prendre des données ponctuelles aux fins de détermination d'émissions. Cette campagne intensive s'est déroulée dans deux bâtiments d'engraissements porcins; l'un ayant le plancher entièrement latté (100% latté) et le second ayant le tiers du plancher latté (33%). Les résultats ont démontré que malgré un profil d'émissions qui varie en cours de journée, il n'y a aucun effet significatif de l'heure de la journée sur les émissions d'odeurs. Pour le CO₂ et le CH₄, il y a un effet significatif de l'heure de la journée sur leurs émissions. Les émissions de NH₃ sont influencées significativement par la saison pour les bâtiments ayant un plancher 100 % latté et par l'heure dans les bâtiments ayant un plancher partiellement latté. Dans l'ensemble, il est difficile de déterminer une plage idéale pour l'échantillonnage en utilisant les analyses statistiques. Toutefois, en combinant ces conclusions, la meilleure période de la journée pour échantillonner l'air pour une mesure des émissions combinées de gaz et d'odeurs serait entre 11 h et 12 h et entre 13 h et 14 h, étant donné que c'est durant ces périodes que les valeurs sont les plus élevées. Pour la mesure des émissions de gaz, il faudrait consulter les profils d'émissions, car la période idéale pourrait différer légèrement.

La seconde campagne, dite provinciale, visait à évaluer l'impact du type de plancher sur les émissions d'odeurs. La campagne provinciale consistait à prendre l'ensemble des paramètres nécessaires pour la détermination des émissions d'odeurs et de gaz dans quatorze bâtiments d'engraissement commercial au Québec, dont la moitié avec un plancher entièrement latté (100 %) et l'autre moitié des bâtiments ayant des surfaces de plancher partiellement lattées (33 %). Un total de 588 échantillons a été prélevé. Les émissions moyennes provinciales étaient du même ordre de grandeur que celles de la littérature. En fait, les bâtiments avec des planchers 100 % lattés émettraient 46 % moins d'odeurs que ceux ayant des planchers partiellement lattés, passant respectivement de 3,6 à 6,7 (U.O./s*porc). Le présent projet a permis d'établir une relation significative entre le type de plancher et les émissions d'odeurs.

Le projet a également permis de constater que les bâtiments à ventilation par extraction basse doivent être considérés de façon différente puisque les résultats obtenus diffèrent significativement de ceux obtenus pour les bâtiments conventionnels avec ventilateurs muraux. Pour les bâtiments ventilés par extraction basse, les émissions d'ammoniac étaient significativement affectées par le type de plancher. Les bâtiments ayant un plancher 100 % latté permettent une réduction de 79 % des émissions NH_3 par rapport aux bâtiments ayant un plancher 33 % latté, pour des valeurs d'émissions de 2,15 et 10,16 g/j*porc respectivement. Dans ce type de bâtiment, les odeurs ne sont pas affectées par le type de plancher pour une émission moyenne de 12 U.O./s*porc.

Le projet a permis de développer une méthodologie novatrice et suffisamment précise pour mesurer les débits d'air à la sortie des ventilateurs. Cette mesure est d'une importance capitale dans le calcul des émissions. La méthode développée permet de mesurer les débits sans entrer dans le bâtiment facilitant ainsi les différentes manipulations et le respect de la biosécurité.

Table des matières

Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures	viii
1 Mise en contexte.....	1
2 Revue de littérature	2
3 Objectifs du projet	5
4 Émissions et méthode simplifiée de mesure (OS 1)	6
4.1 Principe de base de calcul	6
4.2 Calcul des émissions.....	6
4.3 Mesure du débit d'air.....	8
4.4 Température, pression atmosphérique et humidité relative (HR)	9
4.5 Échantillonnage.....	9
4.6 Analyse des concentrations d'odeurs et de gaz.....	10
4.7 Déroulement général d'une mesure ponctuelle à la ferme à l'aide de la méthode développée	10
5 Critères de sélection des bâtiments d'engraissement (OS 1 et OS 2)	13
6 Campagne intensive de mesures : objectif et méthodologie (OS 1)	15
6.1 Caractérisation des salles.....	15
6.2 Dates d'échantillonnage	16
6.3 Méthodologie.....	17
6.4 Analyse statistique	21
6.5 Résultats et discussion	22
6.5.1 Émissions de CO ₂	22
6.5.2 Émissions de CH ₄	23
6.5.3 Émissions de NH ₃	24
6.5.4 Émissions d'odeurs.....	25
6.6 Constats.....	25
7 Campagne provinciale de mesures : objectif et méthodologie (OS2)	27
7.1 Sélection des bâtiments.....	27
7.2 Caractérisation des salles.....	27

Liste des tableaux

Tableau 1	Émissions des odeurs et des gaz dans un bâtiment porcin pour le stade de croissance – finition dans différentes régions.....	3
Tableau 2	Émissions de NH ₃ selon la saison, la région et le type de plancher	4
Tableau 3	Émissions d'odeurs dans la production porcine selon le type de plancher	5
Tableau 4	Surface de plancher latté des salles des bâtiments sélectionnés pour les campagnes de mesures intensive et provinciale.....	14
Tableau 5	Caractéristiques des salles des bâtiments sélectionnés pour la campagne intensive de mesures	15
Tableau 6	Détail des échantillonnages de la campagne intensive selon le type de plancher (date, nombre et poids des porcs présents)	16
Tableau 7	Émissions moyennes des odeurs et des gaz par type de plancher de la campagne intensive	26
Tableau 8	Caractéristiques des salles sélectionnées pour la campagne provinciale de mesures.....	28
Tableau 9	Détail des échantillonnages de la campagne provinciale selon le type de plancher (date, nombre et poids des porcs présents)	29
Tableau 10	Émissions des odeurs et gaz dans 14 bâtiments selon le type de plancher	34
Tableau 11	Émissions moyennes des odeurs et des gaz selon le type de plancher de la campagne provinciale excluant les bâtiments avec ventilation par extraction basse et la PL7	36
Tableau 12	Émissions d'odeurs et de gaz selon le type de plancher.....	37
Tableau 13	Émissions d'odeurs et de gaz selon le type de plancher dans les bâtiments ventilés par extraction basse	38

Liste des figures

Figure 1	Âge moyen des bâtiments porcins québécois	1
Figure 2	Adaptation en aluminium de l'hélice libre	8
Figure 3	Hélice libre à cinq lames	8
Figure 4	Hélice libre à deux lames	8
Figure 5	Équipement d'échantillonnage d'air pour l'analyse des émissions d'odeurs et de gaz	9
Figure 6	Plancher du parc entièrement latté	13
Figure 7	Plancher du parc partiellement latté	13
Figure 8	Entrée d'air latérale avec ouverture continue au mur	13
Figure 9	Ventilateurs d'extraction	13
Figure 10	Étape de reconnaissance du lieu de mesure – Bâtiment L0 – entièrement latté	17
Figure 11	Étape de reconnaissance du lieu de mesure – Bâtiment PL0- partiellement latté	17
Figure 12	Installation de l'équipement de mesure du débit d'air pour le bâtiment L0 – entièrement latté	18
Figure 13	Installation de l'équipement de mesure du débit d'air pour le bâtiment PL0 – partiellement latté	18
Figure 14	Unité mobile pour la mesure en continu	19
Figure 15	Équipement d'échantillonnage d'odeur (Barril vacuum)	20
Figure 16	Émissions moyennes de CO ₂ par intervalle de deux heures	22
Figure 17	Émissions moyennes de CH ₄ par intervalle de deux heures	23
Figure 18	Émissions moyennes de NH ₃ par intervalle de deux heures	24
Figure 19	Émissions d'odeurs par heure	25
Figure 20	Reconnaissance du lieu et des différents types de ventilateurs rencontrés	30
Figure 21	Installation du débitmètre à hélice	31
Figure 22	Équipement d'échantillonnage d'air pour l'analyse des émissions d'odeurs et de gaz	32

1 Mise en contexte

Le Québec compte actuellement 2 794 bâtiments d'engraissement (communication personnelle avec Les Éleveurs de porcs du Québec, 2017). Selon un sondage effectué en 2016 par la firme CROP¹, l'âge moyen des bâtiments de pouponnière et d'engraissement québécois était de 23,9 ans (Figure 1). Le parc de bâtiments porcins québécois est donc vieillissant.

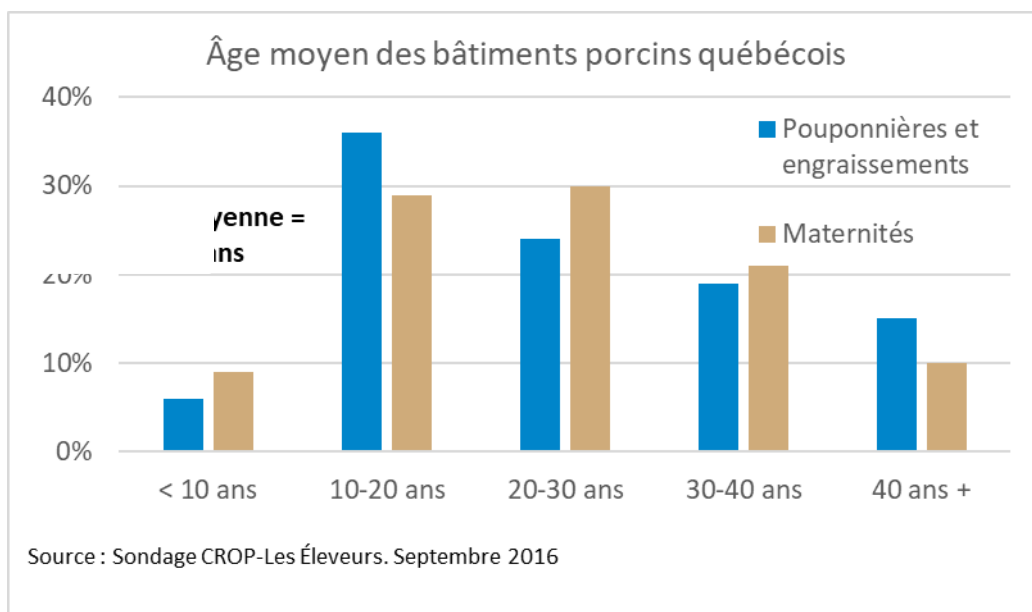


Figure 1 Âge moyen des bâtiments porcins québécois

Les résultats de ce sondage montrent que 24 % des bâtiments de pouponnières et d'engraissements ont entre 20 et 30 ans, que 19 % ont entre 30 et 40 ans et que 15 % de ces bâtiments ont plus de 40 ans. Sachant que la durée de vie utile d'un bâtiment porcin se situe entre 20 et 25 ans et que 58 % des bâtiments de pouponnière et engraissement ont plus de 20 ans, une modernisation des installations sera nécessaire afin de garder un parc de bâtiments en bon état et aussi afin de respecter les nouvelles exigences en matière de bien-être animal et de biosécurité. Ces nouvelles exigences nécessiteront, dans la plupart des cas, des rénovations majeures, des agrandissements aux bâtiments existants ou la construction de nouveaux bâtiments d'élevage.

Les enjeux de cohabitation associés au projet de construction ou d'agrandissement d'un bâtiment porcin sont réels. Malgré les progrès réalisés depuis les dernières années, l'odeur générée lors des différentes étapes de la production porcine peut constituer encore aujourd'hui une source d'inquiétude auprès de la population.

¹ Sondage CROP-Les Éleveurs de porcs du Québec. Enjeux reliés à l'industrie porcine. Septembre 2016.

Tableau 1 Émissions des odeurs et des gaz dans un bâtiment porcin pour le stade de croissance – finition dans différentes régions

(Adapté de Godbout *et al.*, 2012a)

Région	Paramètre	Émissions				
		NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Odeurs
		g/j*porc	g/j*porc	g/j*porc	kg/j*porc	U.O./s* porc
Toutes	Moyenne	6,48	5,54	0,66	1,92	8,02
	Écart type	3,81	4,72	1,39	1,05	4,63
	n	77	29	6	32	57
Europe	Moyenne	7,75	12,42	2,72	2,25	13,75
	Écart type	4,95	10,41	3,26	0,87	8,23
	n	40	12	4	12	22
Québec	Moyenne	5,48	2,26		1,4	5,9
	Écart type	2,07	1,22		0,33	2,46
	n	26	12		14	26
Canada	Moyenne		7,41	0,04	2,59	17,78
	Écart type		5,4	0,04	2,21	17,8
	n		5	3	5	5
USA	Moyenne	5,5	16,31		2,19	6,83
	Écart type	3,32	18,12			4,79
	n	12	3		1	8

Les principaux aspects étudiés afin de réduire les émissions de gaz et d'odeurs en lien avec les planchers sont reliés au pourcentage d'aire lattée comparativement à la surface pleine, l'espacement entre les lattes, de même que les matériaux. En effet, les publications traitant des émissions en production porcine démontrent qu'une augmentation du pourcentage de latte de 50 à 100 % permet une réduction des émissions d'ammoniac (NH₃) de 20 et 45 % (Tableau 2) (Guingand et Granier, 2001; Guingand, 2003). Les bâtiments comportant un plancher partiellement latté permettent une réduction de NH₃ comprise entre 53 et 95 % comparativement à l'élevage sur litière profonde. Selon plusieurs auteurs (Wu *et al.*, 2012; Fraley *et al.*, 2013; Cai *et al.*, 2015), l'adoption de planchers partiellement lattés permet une réduction des émissions de NH₃ de 40 à 60 % comparativement à des bâtiments d'élevage de canards, vaches, et chèvres conçus avec des planchers pleins.

Aarnink *et al.* (1997) ont également étudié l'effet du comportement des animaux sur la distribution des aires souillées. Lorsque la température du bâtiment est élevée, les porcs préfèrent utiliser la portion lattée, plus fraîche, pour le repos et la partie pleine comme aire de déjections, ce qui a pour effet d'augmenter les émissions. Une densité animale importante engendre aussi ce phénomène. Pour remédier à cette situation, les auteurs ont mis en place une aire lattée parsemée de goujons, décourageant ainsi les porcs à utiliser cette superficie comme aire de repos. Les auteurs ont mesuré des réductions d'émissions de NH₃ de 27 % avec ce système par rapport à un plancher latté conventionnel. Toutefois, cette étude ne présente aucune valeur d'émissions d'odeurs.

Tableau 2 Émissions de NH₃ selon la saison, la région et le type de plancher

Référence	Pays	Saison	Type de plancher	Émission (g/j*porc)	Réduction (%)
Guinand and Granier (2001)	France	Été	Partiellement latté (50 %)	11,2	45 ¹
			Latté (100 %)	6,2	
		Hiver	Partiellement latté (50 %)	9,6	2 ¹
			Latté (100 %)	9,4	
Guinand (2003)	France	-	Partiellement latté (42 %)	12,5	20 ¹
			Latté (100 %)	10	
Guinand <i>et al.</i> (2010)	France	Printemps	Partiellement latté (50 %)	8,9	-2 ¹
			Latté (100 %)	9,1	
Aarnink <i>et al.</i> (1996)	Hollande	Pendant l'année	Partiellement latté (25 %)	0,78	-19 ²
			Partiellement latté (50 %)	0,93	
			Partiellement latté (25 %)	5,7	-12 ²
			Partiellement latté (50 %)	6,4	
Ivanova-Peneva <i>et al.</i> (2008)	Hollande	Printemps	Litière profonde	33,25	78 ³
			Partiellement latté (25 %)	7,2	
			Solide	6,5	-
		Automne	Litière profonde	11,5	67 ³
			Partiellement latté (25 %)	3,8	
			Solide	6,8	-
Jacobson <i>et al.</i> (2003)	Minnesota	Été	Litière profonde	37,2	86 ³
			Partiellement latté	5,2	
		Hiver	Litière profonde	33,7	95 ³
			Partiellement latté	1,7	
Philippe <i>et al.</i> (2007)	Belgique	-	Litière profonde	13,10	53 ³
			Partiellement latté	6,22	

¹ Pourcentage de réduction des émissions de NH₃ pour un plancher entièrement latté par rapport à un plancher partiellement latté. Les chiffres négatifs montrent qu'il n'y a aucune réduction des émissions avec des planchers lattés.

Tableau 3 Émissions d'odeurs dans la production porcine selon le type de plancher

La littérature ne semble pas catégorique quant au ratio optimal de surface lattée comparativement à une surface pleine à préconiser pour ce qui est des émissions d'odeurs. Alors que les travaux de Aarnink *et al.* (1996) démontrent que les systèmes avec 25 % de surface lattée émettent moins de NH₃ que les systèmes avec 50 % de surface lattée, les travaux de Courboulay et Guingand (2007) démontrent qu'il y a moins d'émissions d'ammoniac avec un plancher entièrement latté comparativement à un système comprenant une surface un tiers lattée. Les travaux de ces derniers comprenaient également des mesures d'émissions d'odeurs, lesquelles ont été plus faibles dans le système partiellement latté. La réduction atteinte est variable et semble être influencée par plusieurs facteurs comme la température et le débit de ventilation. En résumé, le type de plancher a un impact sur les émissions odeurs et les résultats sont parfois contradictoires. Toutefois, la littérature semble consensuelle sur le fait que la superficie d'ouverture semble jouer un rôle important dans le phénomène d'émissions d'odeurs.

3 Objectifs du projet

Dans le but d'améliorer la cohabitation et diminuer les appréhensions du monde municipal, l'objectif principal de ce projet était de démontrer que la conception des bâtiments porcins de nouvelle génération (dont le plancher est latté au 2/3 ou plus de sa superficie) dégage moins d'odeurs que les bâtiments plus âgés (dont le plancher est partiellement latté [au tiers de sa superficie]).

Les objectifs spécifiques (OS) de ce projet étaient :

1. Établir une méthodologie simplifiée de mesure des émissions d'odeurs pour réduire les coûts de ce type de quantification (OS 1);
2. Quantifier les émissions d'odeurs émanant des engraissements en fonction de leur type de plancher (OS 2).

4 Émissions et méthode simplifiée de mesure (OS 1)

4.1 Principe de base de calcul

De façon grossière, le calcul des émissions de gaz ou d'odeurs est le résultat de la multiplication d'un débit et d'une concentration. En général, le débit comportant une valeur très élevée comparativement à la valeur d'une concentration, la moindre erreur sur la mesure du débit entraîne le calcul erroné d'une émission. Pour cette raison, les travaux de recherche sur cet aspect accordent toujours une grande attention à cette mesure. Un autre facteur important dans l'obtention d'une valeur d'émissions est la période de la journée durant laquelle l'échantillonnage doit être réalisé pour être représentatif. Aucune des études répertoriées dans la littérature ne discute de ce point. Finalement, en production porcine, la biosécurité est au cœur des techniques d'élevage amenant des restrictions sur les accès au bâtiment. Cette contrainte qui paraît dans un premier temps anodine amène des complications autant pour la mesure des concentrations que des débits, puisqu'il n'est pas possible d'entrer dans les bâtiments et encore moins d'entrer des équipements ayant servis sur d'autres sites.

Également, pour déterminer une valeur d'émissions, des paramètres additionnels à ceux mentionnés telles la température, l'humidité de l'air et la pression barométrique doivent être mesurés.

Finalement, en général, les émissions de gaz sont exprimées en unité de masse (g) par unité de temps (jour) et par animal présent lors de la mesure. Pour sa part, l'émission d'odeurs est exprimée en unité d'odeur (U.O.) par unité de temps (s) et pour un animal présent. Par conséquent, des données additionnelles doivent être acquises tels le nombre de porcs présents lors de l'échantillonnage ainsi que leur poids. Ces données sont primordiales et permettent de pondérer les différentes valeurs pour les rendre comparables.

4.2 Calcul des émissions

Pour calculer les émissions, l'équation 1 est généralement utilisée lors des études.

$$E_{gaz} = \frac{\Delta C_{gaz} * Q * \beta_{gaz}}{n_{porcs} * 1\,440\,000} \quad (\text{Équation 1})$$

Où E_{gaz} = émissions du gaz (g/jour*porc)

ΔC_{gaz} = différence en concentration du gaz dans l'air à la sortie avec celle à l'entrée (ppm)

β_{gaz} = masse de gaz par volume d'air (kg gaz/m³ d'air)

Q = débit de ventilation dans la chambre (m³/min)

n_{porcs} = nombre de porcs dans la salle

1 440 000 = facteur de conversion (g / jour)

En prenant en compte la variation de la densité de l'air par rapport à la pression et à la température (équation 2), l'équation 1 devient l'équation 3:

$$\rho_{air} = \frac{P_{atm} - P_v}{287 T} \quad (\text{Équation 2})$$

$$E_{gaz} = \frac{\Delta C_{gaz} * Q * \frac{P_{atm} - P_v}{287 T} * \frac{m_{gaz}}{m_{air}}}{n_{porcs} * 1\,440\,000} \quad (\text{Équation 3})$$

Où ρ_{air} = masse volumique de l'air

P_{atm} = pression atmosphérique (Pa)

P_v = pression de vapeur (Pa)

T = température (Kelvin)

m_{gaz} = masse molaire du gaz (g/mol)

m_{air} = masse molaire de l'air (g/mol)

Les émissions d'odeurs ont été obtenues à partir de l'équation 4.

$$E_{odeur} = \frac{\Delta C_{odeur} * Q}{n_{porcs}} \quad (\text{Équation 4})$$

Où E_{odeur} = émissions du gaz (U.O./s*porc)

ΔC_{odeur} = concentration d'odeur (U.O./ m³)

Q = débit de ventilation dans la chambre (m³/s)

n_{porcs} = nombre de porcs dans la salle

4.3 Mesure du débit d'air

Pour mesurer le débit d'air, un équipement spécifiquement développé pour le projet a été utilisé (débitmètre à hélice). Cet équipement est composé d'une hélice libre montée dans un cadre en aluminium permettant une adaptation à différents diamètres des ventilateurs des bâtiments porcins (Figure 2). Cinq débitmètres à hélice de différents diamètres ont été développés, trois de 18 po et deux de 20 po. Deux types d'hélices de 18 po ont été utilisés, un de deux lames et deux de cinq lames (Figure 3 et Figure 4).

Cet équipement utilise le principe du fonctionnement de l'anémomètre à hélice et permet d'obtenir le débit d'air grâce à une courbe de calibration où les révolutions par seconde sont en fonction du débit d'air. La sélection des hélices pour chaque ventilateur a été faite selon l'expertise du technicien. Les hélices plus sensibles ont été placées dans les ventilateurs avec les débits les plus faibles afin de garantir une mesure réelle et moyenne du débit d'air. Différentes adaptations ont été réalisées quand le diamètre de l'hélice n'était pas le même que le diamètre de la sortie du ventilateur afin de garantir la mesure du débit d'air. Les données de débit d'air sont enregistrées tout au long de l'échantillonnage par un système d'enregistrement de données (CR6 Datalogger, Campbell Scientific).



Figure 2 Adaptation en aluminium de l'hélice libre



Figure 3 Hélice libre à cinq lames



Figure 4 Hélice libre à deux lames

4.4 Température, pression atmosphérique et humidité relative (HR)

Une sonde de température et d'humidité relative a été utilisée (HMP60, Vaisala) afin de suivre les conditions ambiantes à l'intérieur du bâtiment. La température extérieure a été mesurée à l'aide d'un thermocouple (Thermocouple de type T, Omega) et validée par la consultation de données de stations météorologiques situées à proximité. Un baromètre portatif de haute précision permettait d'obtenir la pression atmosphérique qui était également validée par la consultation des données météorologiques.

4.5 Échantillonnage

La méthode simplifiée visait à échantillonner de façon ponctuelle l'air vicié des bâtiments. Par conséquent, la méthode retenue consistait à remplir des sacs à l'aide d'un poumon mécanique afin d'éviter tout contact entre la pompe et l'air échantillonné pour éliminer tout risque de contamination autant gazeuse qu'odorante.

L'échantillonnage a été fait grâce à un poumon à pression négative qui permettait de remplir des sacs de Tedlar™ avec l'air des bâtiments porcins (gaz). Les sacs ont été conçus et confectionnés à la pièce dans les laboratoires de l'IRDA. Un sac neuf a été utilisé à chaque échantillonnage pour les odeurs, mais ils peuvent être réutilisés une dizaine de fois pour l'échantillonnage des gaz. En effet, des tests ont été réalisés et pour les gaz, seul un nettoyage à l'air sec est nécessaire pour éviter la contamination inter échantillonnage.



Figure 5 Équipement d'échantillonnage d'air pour l'analyse des émissions d'odeurs et de gaz

Lors de l'échantillonnage, le sac a été fixé à l'intérieur du poumon (baril de plastique renforcé) et le tube du sac vissé à une valve fermée. La pompe a créé un vide à l'intérieur du baril. Ce vide (vacuum) permettait dans un premier temps de vider la ligne de l'air extérieur et dans un second temps (avec un jeu de valve) de remplir le sac avec l'air provenant de la sortie du ventilateur qui a été préalablement instrumenté du débitmètre à hélice libre. Les sacs ont été transportés au laboratoire pour analyse gazeuse ou odorante. L'air contenu dans les sacs devait être analysé dans un délai de 24 heures.

4.6 Analyse des concentrations d'odeurs et de gaz

La méthode de mesure de la concentration d'odeurs la plus reconnue à ce jour est celle réalisée à partir d'un olfactomètre à dilution dynamique à choix forcé conformément au Standard européen NF EN 13725 (CEN, 2003). En général, il est nécessaire qu'un minimum de six panélistes participe à l'analyse. Un mélange d'air propre et vicié est envoyé dans 6 (un par poste de flairage de façon aléatoire) des 18 cornets (3 cornets par poste de flairage). Au début, l'air vicié est en très petite proportion et n'est pas détecté par les panélistes. Par la suite, l'apport d'air propre diminue et le panéliste doit indiquer duquel des trois cornets de son poste provient le mélange d'air vicié et propre. Les deux autres étant alimentés uniquement d'air propre. Lorsque 50 % et plus des panélistes choisissent le bon cornet, c'est la concentration au seuil et c'est cette valeur qui déterminera la concentration en unité d'odeur par mètre cube qui sera utilisée dans l'équation pour calculer l'émission.

Le laboratoire d'olfactométrie de l'IRDA a été utilisé pour l'évaluation d'odeur par les panélistes. Dans une séance d'olfactométrie, un maximum de sept sacs peut être analysé et un maximum de deux séances par jour était possible.

La méthode pour l'analyse de gaz proposée est basée sur les travaux de Godbout *et al.* (2012b). Un chromatographe en phase gazeuse (GC 6890N, Agilent, USA) est l'équipement standard utilisé à travers le monde pour la mesure des concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) et méthane (CH₄). Le CO₂ et le CH₄ sont quantifiés avec un détecteur à ionisation de flamme (FID) et une pré-colonne Poropak Q (40°C). Une calibration pour le CO₂ et le CH₄ doit être réalisée avec un gaz standard à une concentration de 2 ppmv et 1 500 ppmv respectivement. Le NH₃ est généralement analysé par spectroscopie non dispersive dans l'infrarouge (NDIR, seimens, modele Ultramat 6E, Munich), lequel a été calibré avec un gaz standard à 20 ppmv.

4.7 Déroulement général d'une mesure ponctuelle à la ferme à l'aide de la méthode développée

Étape 1 : Sélection et caractérisation des sites

Dans un premier temps, en fonction de l'objectif du projet, les sites doivent être sélectionnés de façon à respecter la méthodologie générale et à pouvoir obtenir les éléments descriptifs.

Dans un second temps, une visite préliminaire permettra de reconnaître les lieux, d'identifier la ou les salles spécifiques ainsi que les ventilateurs, leurs dimensions et l'identification des ventilateurs par palier de fonctionnement. La salle spécifique doit être sélectionnée afin d'être la plus représentative possible, c'est-à-dire sans présence d'une préfosse ou d'un quai d'expédition qui aurait pour effet d'influencer les émissions.

Pour chacun des bâtiments, une caractérisation de la salle sélectionnée et de l'élevage doit être effectuée. Diverses caractéristiques doivent être notées, dont, entre autres :

- l'âge du bâtiment;
- la superficie de plancher plein et latté;
- la dimension des lattes et ouvertures;
- la densité d'élevage au moment de l'échantillonnage;
- le poids moyen des animaux de la salle au moment de l'échantillonnage;
- le type de ventilation et équipement de ventilation (type et nombre de ventilateurs);
- le type d'équipement d'alimentation et le type d'aliment;
- les matériaux de recouvrement intérieur de la salle (murs, plafond);
- les types de divisions d'enclos;
- la propreté des planchers et des animaux (évaluation visuelle).

Le choix des ventilateurs à instrumenter est névralgique et la validité des mesures d'émissions en dépend. En effet, la ventilation d'une ferme porcine est conçue afin de maintenir la température d'une salle à un niveau désiré (consigne de température). Pour ce faire, plusieurs ventilateurs augmentent leur vitesse ou s'activent lorsque la température de la salle se réchauffe. Les systèmes de ventilation fonctionnent normalement avec plusieurs paliers de ventilation. Le premier palier de ventilation est toujours en fonction et la vitesse des ventilateurs varie en fonction de la température ambiante. Quand la température de la salle est sous la consigne de ventilation, le ou les ventilateurs tournent à très bas régime. Le débit de ventilation correspond à la ventilation minimale et permet d'assurer une qualité d'air adéquate en sortant l'humidité et les gaz produits par les animaux. Lorsque la température intérieure de la salle augmente, la vitesse des ventilateurs du premier palier augmente jusqu'à ce qu'ils fonctionnent à leur pleine capacité. Par la suite, les ventilateurs du deuxième palier s'activent pour augmenter le débit de ventilation. Lorsque celui-ci ne suffit plus, les paliers 3 et 4, si applicables, s'ajoutent afin de maximiser le renouvellement d'air dans le bâtiment. Chacun de ces paliers peut être composé d'un ou de plusieurs ventilateurs de différents diamètres. Pendant l'hiver, la ventilation est souvent minimale; seulement le palier 1 est en fonction. En été, l'ensemble des ventilateurs est souvent en fonction.

Étape 2 : Installation de l'équipement de mesure du débit

Afin de bien évaluer les émissions totales d'un bâtiment, il est important que chaque ventilateur en fonction soit muni du débitmètre à hélice approprié. La sélection des hélices pour chaque ventilateur doit avoir été faite par un technicien possédant l'expertise nécessaire. Les débitmètres à hélice les plus sensibles ont été installés sur les ventilateurs évacuant le moins d'air et les moins sensibles sur les ventilateurs débitant un maximum d'air. Différentes adaptations ont été réalisées quand le diamètre du débitmètre à hélice n'était pas le même que le diamètre de la sortie du ventilateur afin de garantir la mesure du débit d'air. Sur chaque site échantillonné, un débitmètre à hélice a été placé à la sortie de chaque ventilateur. Pendant l'installation, au moins un débitmètre par palier devait être installé pour garantir la prise de mesure la plus précise possible.

Étape 3 : Installation d'équipements de mesure à l'intérieur de la salle

Afin de mesurer l'humidité relative et la température à l'intérieur du bâtiment, une sonde d'humidité et de température a été installée dans le ventilateur qui se trouvait au milieu de la salle faisant l'objet du suivi.

Étape 4 : Installation de l'instrumentation et échantillonnage

Pour chacun des ventilateurs mesurés, deux sacs stériles et inodores ont été remplis d'un volume connu de l'air évacué, l'un servant pour les analyses de concentration de gaz et l'autre pour les analyses de concentration d'odeurs.

Étape 5 : Analyse

Les sacs ont été transportés et entreposés à la température ambiante. Les analyses de gaz et d'odeurs ont été réalisées dans un délai de 24 heures. Le premier sac a été utilisé pour l'analyse en laboratoire des concentrations des gaz et le deuxième sac était utilisé pour l'évaluation d'odeurs par un groupe de panélistes dans le laboratoire d'olfactométrie.

Étape 6 : Nettoyage et désinfection

Les sacs d'échantillonnage pour les odeurs doivent être détruits et les valves en acier inoxydable nettoyées dans un bain à ultrasons. Les sacs pour les analyses de gaz peuvent être nettoyés à l'aide de deux à trois cycles de remplissage et vidage à l'air sec pour être réutilisés.

Au début et à la fin de chaque expérience, tous les équipements tels les débitmètres étaient nettoyés et désinfectés avec du Virkon® à deux reprises afin d'éviter le transfert de bactéries et de maladies dans les fermes visitées. Afin de garantir la biosécurité dans les fermes, les vêtements et les bottes des personnes allant sur les sites étaient nettoyés et désinfectés également avec du Virkon®.

5 Critères de sélection des bâtiments d'engraissement (OS 1 et OS 2)

En premier lieu, les bâtiments d'engraissement ont été sélectionnés par rapport à certains critères :

- Le type de plancher
 - Plancher entièrement latté (Figure 6), ou
 - Note : Les salles ayant plus de 84 % de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « entièrement lattée ou 100 % lattée » dans le présent rapport.
 - Plancher partiellement latté (Figure 7)
 - Note : Les salles ayant moins de 54 % de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « partiellement lattée ou 33 % lattée » dans le présent rapport.
- Le type de ventilation
 - Ventilation mécanique : entrée d'air linéaire (Figure 8) et ventilateurs d'extraction situés sur le mur opposé (Figure 9).



Figure 6 Plancher du parc entièrement latté



Figure 7 Plancher du parc partiellement latté



Figure 8 Entrée d'air latérale avec ouverture continue au mur



Figure 9 Ventilateurs d'extraction

Un total de seize bâtiments d'engraissement a été sélectionné dont huit avaient un plancher partiellement latté et les huit autres avaient un plancher latté au 2/3 et plus de sa superficie (Tableau 4).

Comme mentionné plus haut, les salles ayant plus de 84 % de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « entièrement lattée » ou « 100 % lattée » dans le présent rapport. Et les salles ayant moins de 54 % de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « partiellement lattée » ou « 33 % lattée » dans le présent rapport.

Tableau 4 Surface de plancher latté des salles des bâtiments sélectionnés pour les campagnes de mesures intensive et provinciale

	Bâtiment	Surface de plancher latté de la salle (%)
Plancher entièrement latté	L0	84
	L1	91
	L2	91
	L3	100
	L4	93
	L5	91
	L6	100
	L7	100
Plancher partiellement latté	PL0	21
	PL1	21
	PL2	21
	PL3	35
	PL4	33
	PL5	21
	PL6	31
	PL7	54

Notes :

- « L » fait référence à un plancher entièrement latté et « PL » fait référence à un plancher partiellement latté.
- Les passages ont été inclus dans la superficie de la salle.

Afin de répondre aux objectifs du projet, deux campagnes de mesures ont été effectuées dans les bâtiments sélectionnés : une campagne intensive de mesures (dans deux bâtiments d'engraissement) afin de valider la méthode développée et une campagne provinciale de mesures afin de mesurer les émissions d'odeurs (dans 14 bâtiments d'engraissement).

6 Campagne intensive de mesures : objectif et méthodologie (OS 1)

Cette partie de l'étude visait à établir si l'heure de la journée et la période (été ou hiver) de la prise de mesures avaient un effet sur les émissions de gaz et d'odeurs. Également, cette campagne permettait de valider les équipements développés et calibrés pour la mesure du débit. Pour cette campagne de mesures, deux bâtiments ont été sélectionnés parmi les 16 précédemment décrits : un plancher entièrement latté (L0) et l'autre partiellement latté (PL0). De façon générale, les résultats de cette campagne visaient à compléter les informations pour la mise en place de la méthode simplifiée.

6.1 Caractérisation des salles

Lors du premier échantillonnage dans le bâtiment, une salle était sélectionnée suivant les critères de la méthodologie développée et précédemment détaillée. Pour chacun des bâtiments, une caractérisation de la salle sélectionnée et de l'élevage a été effectuée. Les caractéristiques principales des salles échantillonnées lors de la campagne intensive ont été compilées dans un tableau (Tableau 5).

Tableau 5 Caractéristiques des salles des bâtiments sélectionnés pour la campagne intensive de mesures

Caractéristiques	Bâtiment	
	L0	PL0
Propreté des planchers et animaux ^a	1	3
Division d'enclos en béton (non = plastique, métal) ^b	NON	NON
Divisions d'enclos pleines (non = ajourée) ^b	OUI	OUI
Trémies sèches (non = trémies humides) ^b	NON	NON
Revêtement des surfaces intérieures en contre-plaqué/bois (murs et plafond) (non = plastique, béton) ^b	OUI	OUI
Aliment cubé (non = texture) ^b	NON	NON

Notes :

- a) 1 = peu souillé (animaux propres, aucune accumulation de lisier au sol; 2 = moyennement souillé (animaux propres, accumulation de lisier sur le plancher plein); 3 = très souillé (animaux sales et accumulation de lisier dans les parcs).
- b) OUI = l'élément le plus rencontré dans chaque salle.
 - Observations effectuées lors du premier échantillonnage seulement
 - Pour le revêtement des surfaces et les divisions d'enclos, le matériau le plus présent dans la salle a été considéré (la plupart des salles avaient du béton, plastique et contre-plaqué à différents niveaux de présence).

6.2 Dates d'échantillonnage

La campagne intensive de mesures consistait à prendre l'ensemble des paramètres durant une période de 10 jours dans les deux bâtiments décrite précédemment. Les dates d'échantillonnage en hiver et en été ont été déterminées selon la période pour laquelle les animaux avaient un poids moyen semblable dans les deux salles échantillonnées dans les deux bâtiments (Tableau 6).

Tableau 6 Détail des échantillonnages de la campagne intensive selon le type de plancher (date, nombre et poids des porcs présents)

Bâtiment	Type plancher	# Éch.	Saison	Date d'échantillonnage	Nombre de porcs dans la salle	Poids moyen (kg)
L0	100 %	1	Hiver	7-16 mars 2017	371	102,5
		2	Été	21-26 juillet 2017	384	95
PL0	33 %	1	Hiver	17- 27 février 2017	280	110,2
		2	Été	23-28 juin 2017	279	95

6.3 Méthodologie

La méthode utilisée lors de cette campagne suivait la méthodologie simplifiée préconisée précédemment décrite. Quelques éléments diffèrent puisque dans le présent cas, il fallait prendre les mesures en continu sur une période de dix jours. La méthodologie simplifiée a été légèrement modifiée. L'étape de reconnaissance des lieux a permis de prendre les données nécessaires pour préparer adéquatement les équipements à installer (Figure 10 et Figure 11).



Figure 10 Étape de reconnaissance du lieu de mesure – Bâtiment L0 – entièrement latté



Figure 11 Étape de reconnaissance du lieu de mesure – Bâtiment PL0- partiellement latté

Le système de débitmètre utilisé a été celui décrit dans la méthodologie simplifiée. Ce système spécialement développé pour le projet a été installé à la sortie de chaque ventilateur (Figure 12 et Figure 13). En tout, cinq débitmètres ont été fabriqués aux fins de ce projet.

Pendant la saison d'hiver, le débit d'air des deux ventilateurs en fonction a été mesuré. En été, le débit d'air a été mesuré dans cinq des six ventilateurs en fonctionnement pour les deux fermes. Le débit du sixième ventilateur a été estimé à partir des ventilateurs de même dimension en fonctionnement.



Figure 12 Installation de l'équipement de mesure du débit d'air pour le bâtiment L0 – entièrement latté



Figure 13 Installation de l'équipement de mesure du débit d'air pour le bâtiment PL0 – partiellement latté

Contrairement à ce que suggère la méthodologie simplifiée, dans le présent cas, compte tenu de la durée de l'expérimentation, des points d'échantillonnage et de mesure ont été installés à l'intérieur du bâtiment. Également, dans le cas de cette campagne intensive de 10 jours, l'échantillonnage des gaz était fait en continu à l'aide de tubes installés en permanence. Afin de mesurer la concentration des émissions de gaz à la sortie du bâtiment, un tube qui capte l'air a été installé à l'intérieur du bâtiment dans chaque ventilateur. De la même façon, un autre tube a été installé à l'intérieur du bâtiment à côté de l'entrée d'air afin de mesurer la concentration de gaz. Une sonde d'humidité et de température a été installée au centre du bâtiment (à proximité des équipements de contrôle de température) afin de déterminer l'humidité relative et la température dans la salle.

Les tubes qui acheminent l'air du bâtiment à l'unité mobile sont passés dans un conduit chauffé afin d'éviter toute condensation due aux variations de températures extérieures qui pourraient endommager les analyseurs. Ces tubes sont ensuite reliés à l'intérieur de l'unité mobile à une valve multi-position permettant d'analyser plusieurs points de mesure avec un seul équipement d'analyse. Cette valve permute ses positions toutes les 15 minutes enregistrant les données dans un acquiesiteur de données (CR10) installé à l'intérieur de l'unité mobile. Dans l'unité mobile, la quantification de CO_2 et CH_4 a été réalisée grâce au chromatographe en phase gazeuse (GC 6890N, Agilent, USA) équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID) et d'une pré-colonne Porapak Q et une colonne Paropak Q (40 °C). La calibration pour le CO_2 et le CH_4 a été réalisée avec un gaz standard à des concentrations de 2 ppmv et 1 500 ppmv respectivement. Le NH_3 a été analysé par spectroscopie non dispersive dans l'infrarouge, lequel a été calibré avec un gaz standard à 20 ppmv (NDIR, Seimens, modele Ultramat 6E, Munich).

Dans le cadre de la campagne intensive de mesures (mesures en continu des émissions à la sortie des ventilateurs), une unité mobile logeant l'ensemble des équipements d'analyse d'air est déplacée à proximité de chaque bâtiment (Figure 14). À la suite de l'installation des équipements de mesure de débit sur les ventilateurs en fonction, les compteurs de tours d'hélices ont été connectés au même acquiesiteur de données (CR10) placé à l'intérieur de l'unité mobile et qui enregistre l'information du débit d'air, de l'humidité relative et de la température dans le bâtiment.



Figure 14 Unité mobile pour la mesure en continu

Il est également nécessaire d'acheminer l'air à analyser vers l'unité mobile où se trouve l'équipement pour mesurer la concentration des gaz. Pour se faire, des tubes d'échantillonnage de téflon sont fixés entre le bâtiment et l'unité mobile.

Après l'installation des équipements, une vérification du bon fonctionnement des équipements de mesures et d'enregistrement de données a été réalisée. L'unité mobile possède un point d'accès WiFi qui permet de vérifier le bon fonctionnement ainsi que de suivre les données enregistrées par les équipements à distance pendant les dix jours. Différentes visites ont été effectuées afin de vérifier le bon fonctionnement, corriger les problèmes (équipements tombés, problèmes de calibration, etc.) et réaliser l'entretien autour des équipements (déneiger le toit).

L'échantillonnage et l'analyse des odeurs suivaient scrupuleusement la méthodologie simplifiée. L'air était échantillonné à l'aide du poumon mécanique et les sacs, une fois remplis, étaient acheminés au laboratoire d'olfactométrie de l'IRDA (Figure 15). Afin de connaître la variation des émissions pendant la journée, sept sacs ont été remplis d'air. Un sac a été rempli avec l'air à l'entrée du bâtiment et six sacs ont été remplis à la sortie d'un ventilateur. En hiver, les variations des émissions d'odeurs ont été mesurées de 10 h à 16 h pendant trois jours différents. En été, les variations des émissions d'odeurs ont été mesurées de 8 h à 14 h également pendant trois journées différentes.



Figure 15 Équipement d'échantillonnage d'odeur (Barril vacuum)

Au début et à la fin de chaque expérience, tous les équipements étaient nettoyés et désinfectés avec du Virkon® à deux reprises afin d'éviter le transfert de bactéries et de maladies dans les fermes visitées. Afin de garantir la biosécurité dans les fermes, les vêtements et les bottes des techniciens étaient nettoyés et désinfectés également avec du Virkon®.

6.4 Analyse statistique

L'objectif de la campagne intensive de mesures était d'établir si l'heure de la journée et la saison (été ou hiver), durant laquelle les mesures ont été prises, avaient un effet sur les émissions de gaz et d'odeurs. Comme il n'y a qu'une ferme pour chaque type de plancher, les données de chaque ferme doivent être analysées séparément. La portée des résultats de ces analyses statistiques se limite donc à ces deux fermes seulement. Les journées d'échantillonnage sont considérées comme des répétitions. Un modèle linéaire mixte a été ajusté aux données de chaque ferme à l'aide de la procédure PROC MIXED de SAS. Les effets fixes du modèle sont les effets de la période (été ou hiver) et de l'heure dans la période. Les effets aléatoires sont les jours d'échantillonnage (ou séances) de chaque période. On considère que les émissions calculées aux deux heures lors d'une même journée d'échantillonnage sont corrélées. Le facteur heure est donc un facteur de mesures répétées et une structure de corrélations a été modélisée pour en tenir compte. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS/STAT, version 9.4 de SAS System pour Windows 7 x64. Copyright 2002-2012 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

6.5 Résultats et discussion

6.5.1 Émissions de CO₂

De façon générale, les émissions de CO₂ sont issues de l'activité des animaux (respiration) et ne devaient pas être beaucoup influencées par le type de plancher. Les faibles fluctuations horaires indiquent que les animaux sont en activités presque en tout temps (Figure 16) suggérant une alimentation à volonté.

Autant pour les mesures en saison froide qu'en saison chaude, les émissions de dioxyde de carbone sont plus élevées pour le bâtiment ayant un plancher partiellement latté que celui entièrement latté. Une seule exception est observable en été entre 10 h et 14 h, période au cours de laquelle les émissions du bâtiment avec un plancher partiellement latté sont inférieures.

En hiver, il y a une légère diminution des émissions entre 10 h et 14 h pour les deux fermes. En hiver, il y a donc un comportement semblable dans les deux fermes. La Figure 16 permet également de constater que pour le bâtiment ayant un plancher 100 % latté, les émissions sont plus élevées le soir en hiver tandis que c'est le contraire en été alors que les émissions les plus importantes surviennent dans la période entre 6 h et 18 h.

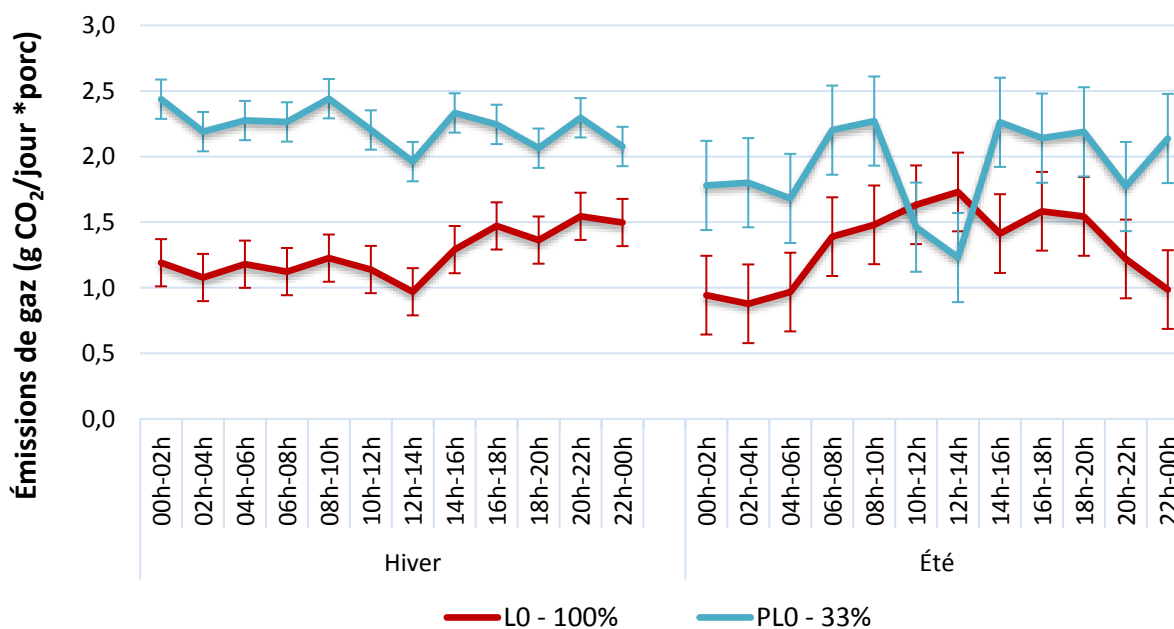


Figure 16 Émissions moyennes de CO₂ par intervalle de deux heures

6.5.2 Émissions de CH₄

En hiver, le comportement des émissions de CH₄ par heure est très semblable entre les deux bâtiments (plancher partiellement et entièrement latté). Les émissions de méthane en hiver semblent peu influencées par le type de plancher (Figure 17) oscillant autour de 4 gCH₄/jour*porc pour les deux bâtiments. En été, la valeur des émissions semble être dans le même ordre de grandeur, mais avec de plus grandes fluctuations. Pendant cette saison, les émissions moyennes de méthane sont plus élevées pour des planchers partiellement lattés. Il y a une grande diminution des émissions entre 10 h et 14 h en été et en hiver pour le bâtiment PL0 (partiellement latté). Pour L0 (entièrement latté) il y a plus d'émissions en hiver qu'en été.

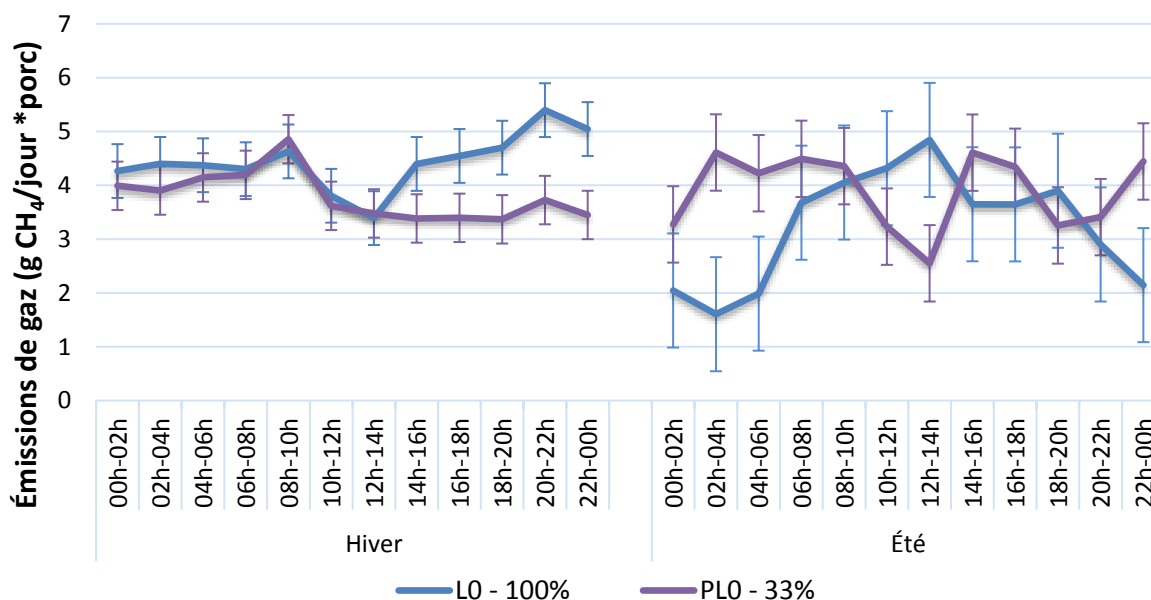


Figure 17 Émissions moyennes de CH₄ par intervalle de deux heures

6.5.3 Émissions de NH₃

Les émissions d'ammoniac sont plus variables en été qu'en hiver et ces dernières sont systématiquement plus élevées pour le bâtiment ayant un plancher partiellement latté que pour le bâtiment avec un plancher entièrement latté (Figure 18). Cet écart est encore plus considérable en été. En période estivale, il y a une diminution notable de production de NH₃ sur la période 10 h – 14 h qui semble être intimement liée à la courbe d'émissions de CO₂ (Figure 18).

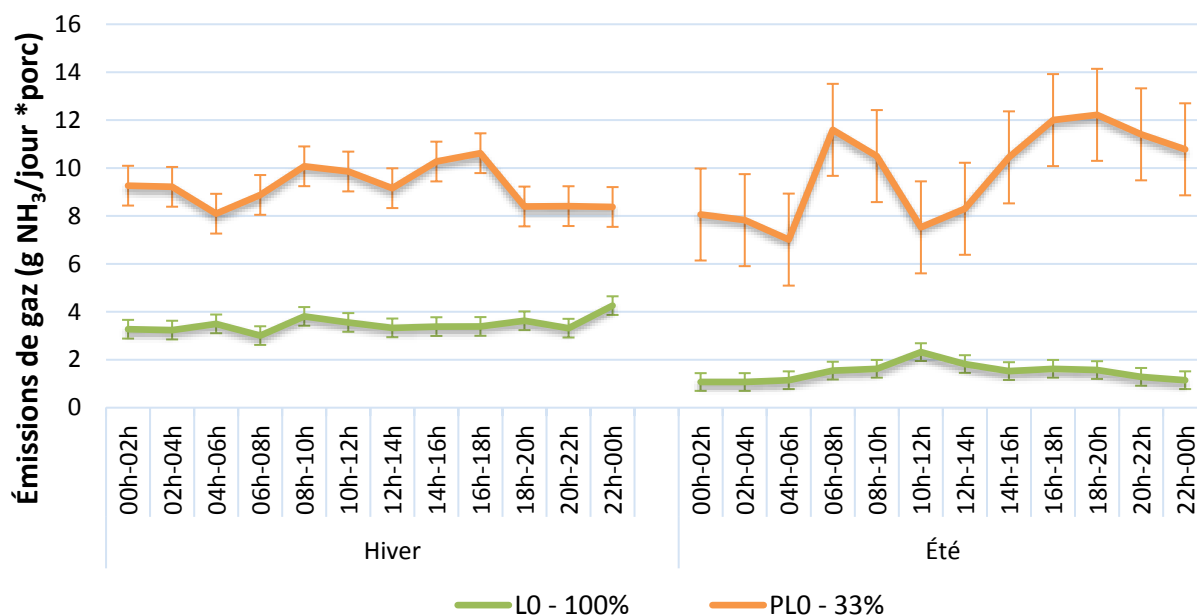


Figure 18 Émissions moyennes de NH₃ par intervalle de deux heures

6.5.4 Émissions d'odeurs

La Figure 19 permet de visualiser que pendant l'hiver, il y a moins de fluctuation dans le profil d'émissions d'odeurs. Cette même figure démontre que les émissions d'odeurs provenant du bâtiment ayant un plancher partiellement latté sont plus importantes que celles provenant du bâtiment ayant un plancher 100 % latté, et ce, autant en hiver qu'en été.

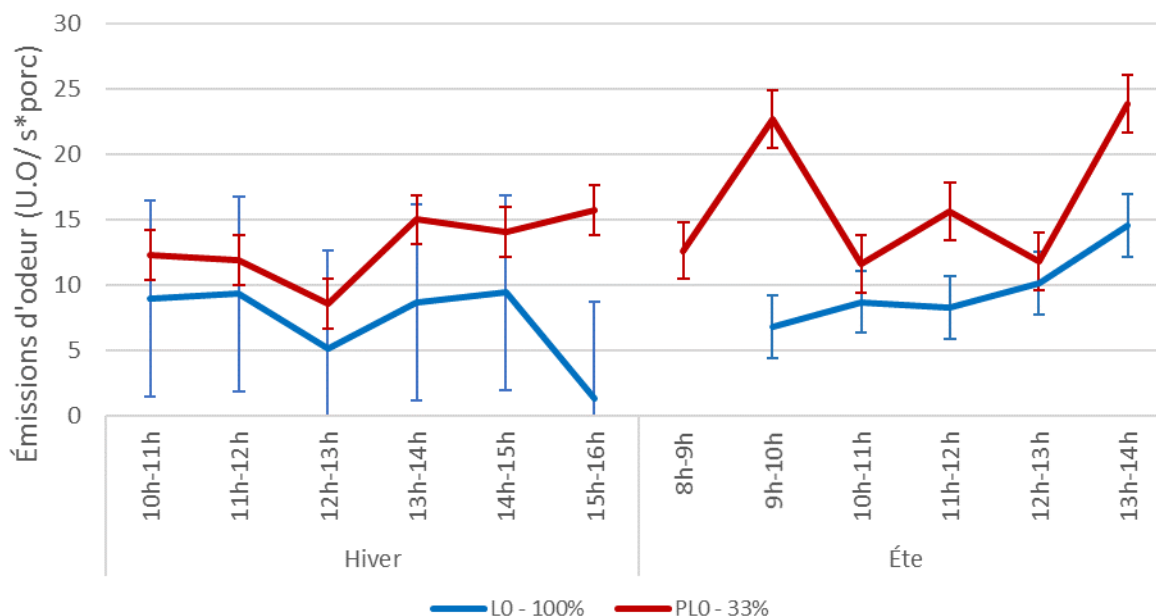


Figure 19 Émissions d'odeurs par heure

Pendant l'hiver, la tendance des émissions dans les deux bâtiments est très semblable, sauf en fin de journée. Pendant l'été, le profil des émissions d'odeurs dans les deux bâtiments est très différent.

6.6 Constats

Dans l'ensemble, les moyennes obtenues autant pour les émissions de gaz que pour les émissions d'odeurs se trouvent dans les mêmes ordres de grandeur que celles relevées dans la littérature. En effet, selon la littérature, la moyenne des émissions d'odeurs est de 5,9 U.O./s*porc au Québec, de 13,75 U.O./s*porc en Europe et la moyenne canadienne est de 17,78 U.O./s*porc. Les valeurs issues du présent projet varient pour leur part de 8,6 à 14,6 U.O./s*porc (Tableau 7). Les odeurs émises par le bâtiment L0 ayant un plancher entièrement latté sont de 41 % inférieures à celles du bâtiment ayant un plancher partiellement latté. Cette réduction est du même ordre que celle observée par Guingand (2003) qui a rapporté une réduction des émissions des odeurs de 58 % entre un plancher 100 % et 42 % latté.

Tableau 7 Émissions moyennes des odeurs et des gaz par type de plancher de la campagne intensive

Bâtiment	Type de plancher	Émission d'odeurs	Émission NH ₃	Émission CH ₄	Émission CO ₂
		(U.O./s*porc)	(g/j*porc)	(g/j*porc)	(kg/j*porc)
L0	100 %	8,6	2,29 ^a	4,15 ^b	1,50 ^b
PL0	33 %	14,6	10,37 ^b	3,89 ^b	2,10 ^b
% Réduction		41	78	-7	29

^{a,b} Des lettres différentes signifient un écart statistiquement significatif (P<0,1) des émissions selon le type de plancher

Selon les analyses statistiques, il n'y a aucun effet significatif de l'heure de la journée ou de la température sur les émissions d'odeurs autant pour le bâtiment ayant un plancher entièrement latté que pour celui partiellement latté.

Les émissions moyennes d'ammoniac sont de 2,29 gNH₃/j*porc pour le bâtiment avec un plancher entièrement latté et de 10,37 gNH₃/j*porc pour le partiellement latté. Ces émissions se retrouvent dans les moyennes issues de la littérature. Selon cette dernière, les émissions moyennes sont de 5,48 gNH₃/j*porc au Québec et de 7,75 gNH₃/j*porc en Europe (écart 4,95).

Selon l'analyse statistique, la saison a un effet significatif sur les émissions d'ammoniac pour le bâtiment avec un plancher 100 % latté (P = 0,011). Dans le cas du bâtiment avec un plancher partiellement latté, il y a un effet significatif de l'heure de la journée sur les émissions d'ammoniac (P = 0,0017) ainsi qu'une forte tendance pour l'effet saison (P = 0,118).

Dans la présente étude, les émissions de CH₄ sont respectivement de 3,89 gCH₄/jour*porc et de 4,15 gCH₄/jour*porc pour le bâtiment ayant un plancher partiellement et entièrement latté. Selon la littérature, la moyenne québécoise serait de 2,26 gCH₄/jour*porc tandis que la moyenne canadienne est de 7,41 gCH₄/jour*porc. La moyenne européenne est plus élevée, atteignant 12,42 gCH₄/jour*porc. Dans les deux types de bâtiments, l'effet heure de la journée est significatif.

Les émissions de CO₂ sont de 1,5 gCO₂/jour*porc pour le bâtiment ayant un plancher 100 % latté et de 2,1 gCO₂/jour*porc pour le bâtiment avec un plancher partiellement latté. Ces valeurs se retrouvent en plein dans les valeurs moyennes internationales qui varient de 1,4 à 2,59 gCO₂/jour*porc. Pour le bâtiment avec un plancher 100 % latté, il y a un effet significatif de l'heure de la journée sur les émissions de CO₂.

À la suite de l'analyse statistique combinée à la superposition des différentes courbes d'émissions, il fut décidé que les périodes comprises entre 11 h et 12 h ainsi qu'entre 13 h et 14 h étaient les plus propices permettant une évaluation représentative dans le cadre d'un échantillonnage ponctuel autant pour les gaz que pour les odeurs. Ces plages horaires ont été retenues lors de l'application de la méthodologie simplifiée.

7 Campagne provinciale de mesures : objectif et méthodologie (OS2)

7.1 Sélection des bâtiments

L'objectif de la campagne provinciale de mesures était d'établir si le type de plancher (partiellement latté ou entièrement latté) a un effet sur les émissions de gaz et d'odeurs. Pour cette campagne de mesures, 14 bâtiments d'engraissements porcins ont été sélectionnés (sur les 16 décrits précédemment), sept ayant un plancher 100 % latté et sept ayant un plancher partiellement latté. Les résultats de cette campagne visaient donc à répondre au deuxième objectif spécifique du projet.

7.2 Caractérisation des salles

La sélection de la salle ainsi que sa caractérisation étaient effectuées de la même façon que pour les salles de la campagne intensive de mesures. Les caractéristiques principales pouvant avoir un impact sur les émissions d'odeurs ont été compilées dans un tableau regroupant les salles échantillonnées lors de la campagne provinciale (Tableau 8).

Tableau 8 Caractéristiques des salles sélectionnées pour la campagne provinciale de mesures

Caractéristiques						
Bâtiment	Propreté des planchers et animaux ^a	Division d'enclos en béton (non = plastique, métal) ^b	Divisions d'enclos pleines (non = ajourée) ^b	Trémies sèches (non = trémies humides) ^b	Revêtement des surfaces intérieures en contre-plaqué/bois (murs et plafonds) (non = plastique, béton) ^b	Aliment cubé (non = texturé) ^b
L1	1	NON	NON	OUI	OUI	OUI
L2	1	NON	NON	OUI	OUI	OUI
L3	1	NON	OUI	OUI	NON	OUI
L4	1	NON	OUI	NON	NON	OUI
L5	1	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
L6	1	OUI	OUI	NON	NON	OUI
L7	1	OUI	OUI	NON	NON	OUI
PL1	2	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL2	2	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL3	3	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL4	2	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
PL5	3	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL6	2	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL7	2	OUI	OUI	NON	OUI	OUI

Notes :

- a) 1 = peu souillé (animaux propres, aucune accumulation de lisier au sol); 2 = moyennement souillé (animaux propres, accumulation de lisier sur le plancher plein); 3 = très souillé (animaux sales et accumulation de lisier dans les parcs).
- b) OUI = l'élément le plus rencontré dans chaque salle.
- Observations effectuées lors du premier échantillonnage seulement;
 - Pour le revêtement des surfaces et les divisions d'enclos, le matériau le plus présent dans la salle a été considéré (la plupart des salles avaient béton, plastique et contre-plaqué à des différents niveaux de présence).

7.3 Dates d'échantillonnage

La campagne provinciale consistait à prendre l'ensemble des paramètres nécessaires pour la détermination des émissions d'odeurs et de gaz dans 14 engraissements porcins du Québec. Trois jours différents ont été sélectionnés pour prendre des mesures sur chaque ferme. Les dates d'échantillonnage ont été déterminées selon la période dans laquelle le poids moyen des animaux de la salle était de plus de 60 kg. La campagne provinciale s'est déroulée de juin à octobre 2017 (Tableau 9).

Tableau 9 Détail des échantillonnages de la campagne provinciale selon le type de plancher (date, nombre et poids des porcs présents)

Bâtiment	Type de plancher	# Éch.	Date d'échantillonnage	Nombre de porcs dans la salle	Poids moyen en date de l'échantillonnage (kg/porc)
L1	100 %	1	08-juin-17	187	63,5
		2	20-juin-17	186	72,5
		3	13-juil-17	185	91
L2	100 %	1	13-juil-17	307	63,5
		2	17-juil-17	312	63,5
L3	100 %	1	01-août-17	595	78
		2	15-août-17	593	92
		3	05-sept-17	588	104
L4	100 %	1	04-mai-17	262	109
		2	18-mai-17	164	110
		3	19-sept-17	151	98
L5	100 %	1	27-juil-17	287	113
		2	08-août-17	281	116,5
		3	22-août-17	223	113
L6	100 %	1	12-juil-17	264	85
		2	17-août-17	233	115
		3	07-nov-17	237	60
L7	100 %	1	12-juil-17	253	85
		2	17-août-1		

Suite du tableau 9

Bâtiment	Type de plancher	# Éch.	Date d'échantillonnage	Nombre de porcs dans la salle	Poids moyen en date de l'échantillonnage (kg/porc)
PL3	1/3	1	11-mai-17	353	95
		2	31-mai-17	281	125
		3	26-sept-17	358	105
PL4	1/3	1	11-mai-17	102	95
		2	31-mai-17	75	120
		3	26-sept-17	99	105
PL5	1/3	1	03-août-17	130	85
		2	24-août-17	129	105
		3	29-août-17	129	110
PL6	1/3	1	04-juil-17	56	120
		2	18-juil-17	43	125
		3	03-oct-17	61	60
PL7	1/3	1	13-juin-17	270	80
		2	06-juil-17	259	90
		3	24-oct-17	221	90

7.4 Méthodologie

L'approche de cette campagne de mesures est identique à celle suggérée dans la section sur la méthodologie simplifiée en considérant également les heures de la journée suggérées dans la section précédente. Comme suggérée par la méthodologie simplifiée, une première visite des lieux a été effectuée afin d'identifier les particularités de chacun des sites (Figure 20).



Figure 20 Reconnaissance du lieu et des différents types de ventilateurs rencontrés

Afin de bien évaluer les émissions totales d'un bâtiment, il est important que chaque ventilateur en fonction soit muni du débitmètre à hélice approprié. La sélection des hélices pour chaque ventilateur a été faite selon l'expertise du technicien. Sur chaque site, un débitmètre à hélice était placé à la sortie de chaque ventilateur (Figure 21). Un maximum de cinq ventilateurs pouvait être instrumenté par site dû au nombre limité de débitmètres à hélice disponibles pour la prise des mesures. Dans les fermes où le nombre de ventilateurs en fonctionnement était supérieur à cinq, les valeurs manquantes ont été estimées selon le débit du ventilateur instrumenté de même diamètre et qui fonctionnait sur le même palier de ventilation. Pendant l'installation, au moins un débitmètre par palier devait être installé pour garantir la prise de mesure la plus précise possible.



Figure 21 Installation du débitmètre à hélice

Afin de mesurer l'humidité relative et la température à l'intérieur du bâtiment porcin, une sonde d'humidité et de température a été installée à la sortie du ventilateur qui se trouve au milieu de la salle faisant l'objet du suivi.

En ce qui a trait à l'échantillonnage pour les analyses d'odeurs, deux sacs par ventilateur ont été remplis, soit un sac pour les analyses de concentration de gaz et un autre pour les analyses de concentration d'odeurs (Figure 22). De plus, un sac d'air additionnel a été échantillonné à l'entrée d'air. Les sacs étaient transportés aux laboratoires de l'IRDA où les échantillons ont été analysés le lendemain de la prise de mesures.

Afin de connaître les émissions du bâtiment porcin selon le type de plancher, quatorze sacs ont été remplis d'air à chaque visite, pour un total de 42 sacs d'analyses par ferme. Au cours de la campagne provinciale de mesures, 588 échantillons pour la mesure de la concentration des gaz et des odeurs ont été prélevés.



Figure 22 Équipement d'échantillonnage d'air pour l'analyse des émissions d'odeurs et de gaz

Le nettoyage des équipements et des sacs a été effectué selon la méthodologie utilisée lors de la campagne intensive.

7.5 Analyse statistique

L'objectif de cette campagne était d'établir si le type de plancher (partiellement latté ou entièrement latté) a un effet sur les émissions de gaz et d'odeurs. Les bâtiments (14) sont les répétitions pour tester l'effet du type de plancher. De ces 14 bâtiments, quatre ont été considérés ventilés à l'aide d'un système par extraction basse. Selon une analyse préliminaire et l'information relevée dans la littérature, ces systèmes génèrent des émissions différentes de ceux adoptant des ventilateurs muraux. Par conséquent, l'analyse a été faite séparément. Le premier groupe a été formé des fermes L1, L2 (bâtiments avec ventilation par extraction basse) ainsi que PL1 et PL2 (pour ces derniers, l'échantillonnage a eu lieu aux ventilateurs de la cave profonde). Le second groupe a été formé des autres fermes L3, L4, L6, L7, PL3, PL4, PL5 et PL6. De plus, une analyse plus attentive des résultats a imposé le retrait des données provenant de la ferme PL7 dont le plancher était latté à 54 %.

Un modèle linéaire mixte a été ajusté aux données de chaque groupe à l'aide de la procédure PROC MIXED de SAS. L'effet fixe du modèle est l'effet du type de plancher et les effets aléatoires sont les fermes et les séances d'échantillonnage à chaque ferme.

Afin d'étudier les liens entre les émissions, le débit, le poids moyen et la température, les corrélations de Spearman ont été calculées avec la procédure PROC CORR de SAS. Comme ces relations ne sont probablement pas linéaires, les corrélations de Spearman sont préférables à celles de Pearson qui reposent sur les hypothèses de linéarité et de normalité. Les corrélations de Spearman sont basées sur les rangs des observations plutôt que sur les données brutes. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS/STAT, version 9.4 de SAS System pour Windows 7 x64. Copyright 2002-2012 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

7.6 Résultats, discussion et constats

La coordination des dates de visites et des sites des 14 fermes a été réalisée en considérant deux groupes distincts : 100 % latté et 33 % latté. Les bâtiments comportant des planchers lattés à plus de 91 % ont été considérés dans le groupe 100 % latté et ceux dont les planchers de la salle étaient lattés de moins de 54 % ont été considérés dans le groupe 33 % latté. L'ensemble des données d'émissions d'odeurs et de gaz est présenté au Tableau 10.

Tableau 10 Émissions des odeurs et gaz dans 14 bâtiments selon le type de plancher

Bâtiment	Type de plancher	Groupe de plancher	# Échantillon	Température Extérieure (°C)	Émission d'odeurs (U.O./s*porc)	Émission NH ₃ (g/j*porc)	Émission CH ₄ (g/j*porc)	Émission CO ₂ (kg/j*porc)
L1	91 %	100 %	1	22	8,8	1,23	3,24	0,237
L1	91 %	100 %	2	20	23,1	d.m	d.m	d.m
L1	91 %	100 %	3	18	21,7	d.m	29,36	0,480
L2	91 %	100 %	1	18	3,3	3,08	11,98	1,167
L2	91 %	100 %	2	20	8,2	d.m	d.m	d.m
L3	100 %	100 %	1	21	3,9	4,22	1,49	0,311
L3	100 %	100 %	2	22	2,4	3,81	2,96	0,414
L3	100 %	100 %	3	20	8,8	4,88	3,72	0,508
L4	93 %	100 %	1	13	4,5	3,44	2,05	1,841
L4	93 %	100 %	2	22	6,0	2,50	1,96	0,316
L4	93 %	100 %	3	22	3,7	9,90	7,13	0,672
L5	91 %	100 %	1	20	2,9	d.m	d.m	d.m
L5	91 %	100 %	2	21	4,5	8,15	3,76	0,512
L5	91 %	100 %	3	27	2,7	2,71	4,88	0,521
L6	100 %	100 %	1	18	d.m.	0,43	3,86	0,532
L6	100 %	100 %	2	24	1,6	2,92	4,81	0,660
L6	100 %	100 %	3	5	2,4	2,54	2,55	0,390
L7	100 %	100 %	1	21	d.m.	0,76		

Suite du tableau 10

Bâtiment	Type de plancher	Groupe de plancher	# Échantillon	Température Extérieure (°C)	Émission d'odeurs (U.O./s*porc)	Émission NH ₃ (g/j*porc)	Émission CH ₄ (g/j*porc)	Émission CO ₂ (kg/j*porc)
PL1	21 %	33 %	2	16	7,3	11,78	52,09	1,062
PL1	21 %	33 %	3	20	3,1	6,33	37,78	0,668
PL2	21 %	33 %	1	21	20,0	6,33	71,55	0,618
PL2	21 %	33 %	2	16	8,0	15,40	179,51	1,982
PL2	21 %	33 %	3	20	25,5	14,01	136,54	0,966
PL3	35 %	33 %	1	10	11,1	0,40	1,55	0,026
PL3	35 %	33 %	2	16	19,9	1,65	14,61	0,350
PL3	35 %	33 %	3	26	6,2	1,93	26,63	0,331
PL4	33 %	33 %	1	10	4,8	0,64	1,85	0,301
PL4	33 %	33 %	2	16	7,1	0,72	2,84	0,238
PL4	33 %	33 %	3	26	1,6	2,32	1,70	0,315
PL5	21 %	33 %	1	25	3,5	4,42	2,71	0,412
PL5	21 %	33 %	2	16	1,0	1,84	2,25	0,310
PL5	21 %	33 %	3	23	1,8	7,39	2,23	0,456
PL6	31 %	33 %	1	23	6,3	1,38	2,63	0,468
PL6	31 %	33 %	2	25	9,0	d.m	d.m	d.m
PL6	31 %	33 %	3	13	7,6	2,26	4,93	0,879
PL7								

7.6.1 Influence du pourcentage de plancher latté

Le Tableau 11 illustre que les bâtiments ayant un plancher entièrement latté permettent une réduction de 46 % des émissions d'odeurs par rapport aux bâtiments avec un plancher partiellement latté. En 2003, Guingand a reporté une réduction des émissions des odeurs de 59 % entre un plancher 100 % latté et latté à 42 %. L'analyse statistique a relevé une différence significative entre les émissions d'odeurs pour un plancher 100 % latté par rapport à un plancher 33 % latté (valeur $P = 0,088$).

Les valeurs obtenues sont similaires, voire inférieures à celles retrouvées dans la littérature. Selon la littérature, la moyenne des émissions d'odeurs au Québec est de 5,9 U.O./s*porc, en Europe de 13,75 U.O./s*porc et au Canada de 17,78 U.O./s*porc. Dans le présent cas, les émissions varient de 3,6 U.O./s*porc à 6,7 U.O./s*porc (Tableau 11).

Pour les émissions de gaz, malgré certaines différences, il n'y a aucune différence significative entre les émissions issues des deux types de bâtiment.

Tableau 11 Émissions moyennes des odeurs et des gaz selon le type de plancher de la campagne provinciale excluant les bâtiments avec ventilation par extraction basse et la PL7

Bâtiment	Type de plancher	Émission d'odeurs	Émission NH ₃	Émission CH ₄	Émission CO ₂
		(U.O./s*porc)	(g/lj*porc)	(g/lj*porc)	(kg/lj*porc)
L3 à L7	100 %	3,6 ^a	3,58	3,55	0,58
PL3 à PL6	33 %	6,7 ^b	2,25	5,81	0,39
% Réduction		46	-59	39	-51

^{a,b} Des lettres différentes signifient un écart statistiquement significatif ($P < 0,1$) des émissions selon le type de plancher

Une analyse plus fine de l'influence du pourcentage de latte sur les émissions a été réalisée (Tableau 12). Cette analyse démontre que les émissions d'odeurs semblent suivre l'augmentation du pourcentage de latte passant de 3,1 à 8,2 U.O./s*porc lorsque le pourcentage de latte passe de 100 à 30 %. Le nombre réduit de sites ne permet pas d'établir de corrélation, mais une tendance en ce sens peut être remarquée.

Tableau 12 Émissions d'odeurs et de gaz selon le type de plancher

Type de plancher	Émission d'odeurs (U.O./s*porc)	Émission NH ₃ (g/j*porc)	Émission CH ₄ (g/j*porc)	Emission CO ₂ (kg/j*porc)
100 %	3,1	2,5	3,3	0,5
90 %	4,0	5,4	4,0	0,7
50 %	5,1	1,1	3,6	0,4
30 %	8,2	1,5	6,7	0,4

7.6.2 Cas de l'extraction basse

La présente étude a permis de confirmer que les bâtiments ventilés par extraction basse avaient des émissions complètement différentes des bâtiments à ventilation conventionnelle. En effet, les émissions d'odeurs et de gaz étaient nettement plus élevées dans ce type de bâtiments. Dans les bâtiments avec ventilation par extraction basse, la valeur des émissions d'odeurs était semblable pour les bâtiments avec un plancher entièrement et partiellement latté (Tableau 13). L'effet du type de ventilation a plus d'impact que les effets du type de plancher en regard aux émissions d'odeurs. En effet, il n'y a pas de différence significative dans les émissions d'odeurs entre les bâtiments des deux types de plancher. À l'opposé les émissions d'ammoniac et de méthane deviennent différentes par rapport aux types de plancher. Les bâtiments ayant un plancher 100 % latté permettent une réduction de 79 % des émissions NH₃ par rapport aux bâtiments ayant un plancher 33 % latté, pour des valeurs d'émissions de 2,15 et 10,16 g/j*porc respectivement (P = 0,087).

Selon la loi de Fick sur la diffusion de la matière, il y a une relation linéaire entre le flux massique de matière, le gradient de concentration et le coefficient de diffusion. Le volume réduit dans le plancher partiellement latté avec un système par extraction basse génère un gradient de concentration plus élevé par rapport à un plancher entièrement latté ventilé par extraction basse, faisant que la diffusion de gaz à la sortie du bâtiment soit plus élevée (plus d'émissions) par rapport à un plancher entièrement latté.

Selon la loi de Graham les vitesses de diffusion de deux gaz aux mêmes conditions de température et de pression sont inversement proportionnelles à la racine carrée de leurs masses molaires. Ceci pourrait expliquer pourquoi le pourcentage de réduction de méthane est plus élevé que celui de l'ammoniac. La masse molaire de l'ammoniac est plus élevée que celui du méthane, raison pour laquelle la vitesse de diffusion du méthane est plus élevée alors, il y a plus d'émissions.

Tableau 13 Émissions d'odeurs et de gaz selon le type de plancher dans les bâtiments ventilés par extraction basse

Bâtiment	Type de plancher	Émission d'odeurs	Émission NH ₃	Émission CH ₄	Émission CO ₂
		(U.O./s*porc)	(g/l*j*porc)	(g/l*j*porc)	(kg/l*j*porc)
L1-L2	100 %	12,11	2,15 ^a	14,32	0,75
PL1- PL2	33 %	11,78	10,16 ^b	89,65	1,02
% Réduction		-3	79	84	26

^{a,b} Des lettres différentes signifient un écart statistiquement significatif ($P < 0,1$) des émissions selon le type de plancher

Les émissions de méthane passent de 14,32 gCH₄/jour*porc pour le plancher 100 % latté à 89,65 gCH₄/jour*porc pour le plancher latté à 33 %. Quoique cette différence ne soit pas significative statistiquement, cette dernière est très importante. Dans ce cas précis, le nombre de mesures ne suffisait pas à éliminer l'effet de variation importante entre les données d'une même mesure. Comme prévu, les émissions de CO₂ ne sont pas influencées par le type de plancher.

Pour les bâtiments avec ventilation par extraction basse, le type de plancher n'a pas d'effet significatif sur les émissions d'odeurs (12,11 et 11,78 U.O./s*porc). Cependant, le type de plancher affecte significativement ($P = 0,087$) les émissions de NH₃.

8 Conclusion

Dans le but d'améliorer la cohabitation et diminuer les appréhensions du monde municipal, l'objectif principal de ce projet était de démontrer que la conception des bâtiments porcins de nouvelle génération (dont le plancher est latté au 2/3 ou plus de sa superficie) dégagent moins d'odeurs que les bâtiments plus âgés (dont le plancher est partiellement latté [au tiers de sa superficie]).

Les différentes émissions mesurées lors du présent projet se retrouvent toutes dans les valeurs relevées dans la littérature confirmant que l'approche utilisée était rigoureuse et respectait les standards internationaux.

Les résultats obtenus permettent de confirmer l'hypothèse, soit que les bâtiments ayant des planchers entièrement lattés émettent significativement moins d'odeurs que les bâtiments avec des planchers partiellement lattés. Cette différence atteint 46 % en moyenne pour des valeurs d'émissions de 3,6 U.O./s*porc pour les planchers 100 % lattés et de 6,7 U.O./s*porc pour les planchers partiellement lattés.

Pour les bâtiments ventilés par extraction basse, les émissions d'ammoniac sont significativement affectées par le type de plancher. Les bâtiments ayant un plancher 100 % latté permettent une réduction de 79 % des émissions NH_3 par rapport aux bâtiments ayant un plancher 33 % latté, pour des valeurs d'émissions de 2,15 et 10,16 g/j*porc respectivement. Dans ce type de bâtiment, les odeurs ne sont pas affectées par le type de plancher pour une émission moyenne de 12 U.O./s*porc.

Le projet a permis de mettre en place une méthode simplifiée de mesure des émissions. Cette méthodologie permet de mesurer l'ensemble des paramètres sans intervention à l'intérieur du bâtiment facilitant ainsi le respect des normes reliées à la biosécurité dans les bâtiments porcins. Selon les résultats obtenus, la saison et les heures de la journée mesurées n'ont pas un impact significatif sur les émissions d'odeurs. Cependant, il est recommandé de mesurer les odeurs entre 11 h et 12 h et entre 13 h et 14 h (valeurs les plus élevées pendant une journée). Pour la mesure des émissions de gaz, il est suggéré de porter une attention particulière à l'heure de la journée puisqu'il existe une différence significative des émissions des gaz pendant la journée, et ce, principalement pour le NH_3 et le CH_4 .

Le présent projet est unique et permet enfin d'établir une relation significative entre le type de plancher et les émissions d'odeurs.

Finalement, le projet a permis de développer une méthodologie novatrice et suffisamment précise pour mesurer les débits d'air à la sortie des ventilateurs. Cette mesure est d'une importance capitale dans le calcul des émissions. La méthode développée permet de mesurer les débits sans entrer dans le bâtiment facilitant ainsi les différentes manipulations et le respect de la biosécurité.

9 Références

- Aarnink, A.J.A., Swierstra, D., van den Berg, A.J. et L. Speelman. 1997. Effect of type of slatted floor and degree of fouling of solid floor on ammonia emission rates from fattening piggeries. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66 : 93-102.
- Aarnink, A.J.A., van den Berg, A.J., Keen, A., Hoeksma, P. et M.W.A. Verstegen. 1996. Effect of slatted floor area on ammonia emission and on the excretory and lying behaviour of growing pigs. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64 : 299-310.
- Cai, L., Yu, J., Zhang, J. et D. Qi. 2015. The effects of slatted floors and manure scraper systems on the concentrations and emission rates of ammonia, methane and carbon dioxide in goat buildings. *Small Ruminant Research*, 132 : 103-110.
- CEN (Communauté européenne de normalisation). 2003. Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. Standard No. EN 13725:2003 F, April. European Committee for Standardization, 65 pages.
- Courboulay, V. et N. Guingand. 2007. Réduire la proportion d'espace vide pour des sols de type caillebotis béton en engraissement : quelles conséquences sur les animaux et l'environnement. *Journées de la recherche porcine*, 39 : 77-82.
- Fraley, S.M., Fraley, G.S., Karcher, D.M., Makagon, M.M. et M.S. Lilburn. 2013. Influence of plastic slatted floors compared with pine shaving litter on Pekin Duck condition during the summer months. *Poultry science*, 92(7) : 1706-1711.
- Godbout, S., Hamelin, L., Palacios, J.H., Pelletier, F., Lemay, S.P. et F. Pouliot. 2012a. État de référence des émissions gazeuses et odorantes provenant des bâtiments porcins québécois. Rapport final. IRDA, 53 pages.
- Godbout, S., Pelletier, F., Larouche, J.P., Belzile, M., Feddes, J.J.R., Fournel, S., Lemay, S.P. et J.H. Palacios. 2012b. Greenhouse Gas Emissions from Non-Cattle Confinement Buildings : Monitoring, Emissions Factors and Mitigation. Dans : *Greenhouse Gases - Emission, Measurement and Management*, Chapitre 5 : 101-126.
- Godbout S., Lemay, S.P., Pelletier, F., Belzile, M., Larouche, J.P., Tamini, L.D., Palacios J. et D. Zegan. 2010. Réduction des émissions gazeuses et odorantes aux bâtiments porcins : techniques simples et efficaces applicables à la ferme. Rapport final. IRDA, 143 pages.
- Guingand, N., Quiniou, N. et V. Courboulay. 2010. Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions from fattening pigs kept either on partially slatted floor in cold conditions or on fully slatted floor in thermoneutral conditions. *International Symposium on Air Quality and Manure Management for Agriculture Conference Proceedings*, 13-16 September, Dallas, Texas.

Guingand, N. 2003. Air quality and reduction of slatted floor in growing-finishing pig units. Proceedings of the International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities. Danish Institute for Agricultural Sciences, Horsens, Denmark, pp. 80-87.

Guingand, N. et R. Granier. 2001. Comparaison caillebotis partiel et caillebotis intégral en engraissement. Effets sur les performances zootechniques et sur l'émission d'ammoniac, Journées de la recherche porcine, 33 : 31-36.

Ivanova-Peneva, S.G., Aarnink, A.J. et M.W Verstegen. 2008. Ammonia emissions from organic housing systems with fattening pigs. Biosystems engineering, 99(3) : 412-422.

Jacobson, L.D., Schmidt, D.R., Lake, J.K. et V.J. Johnson. 2003. Ammonia, hydrogen sulfide, odor, and PM10 emissions from deep-bedded hoop and curtain-sided pig finishing barns in Minnesota. Air Pollution from Agricultural Operations III, Proceedings of the 12-15 October Conference, p. 283-291.

Pelletier, F., Marquis, A., Godbout, S., Joncas, R., Larouche, J.P., Massé D. et P. Bigué. 2005. Gas and odor emissions from swine building materials. Transaction of ASAE, 48(2) : 721-728.

Philippe, F.X., Laitat, M., Canart, B., Vandenheede, M. et B. Nicks. 2007. Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. Livestock Science, 111(1) : 144-152.

Wu, W., Zhang, G. et P. Kai. 2012. Emissions of ammonia and greenhouse gases from two naturally ventilated dairy cattle buildings to atmosphere-quantifying the emissions and investigating the influencing factors. Atmospheric Environment, 61 : 232-243.



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

 @cdpqinc

