Impact du type de plancher sur les émissions d'odeurs en engraissement

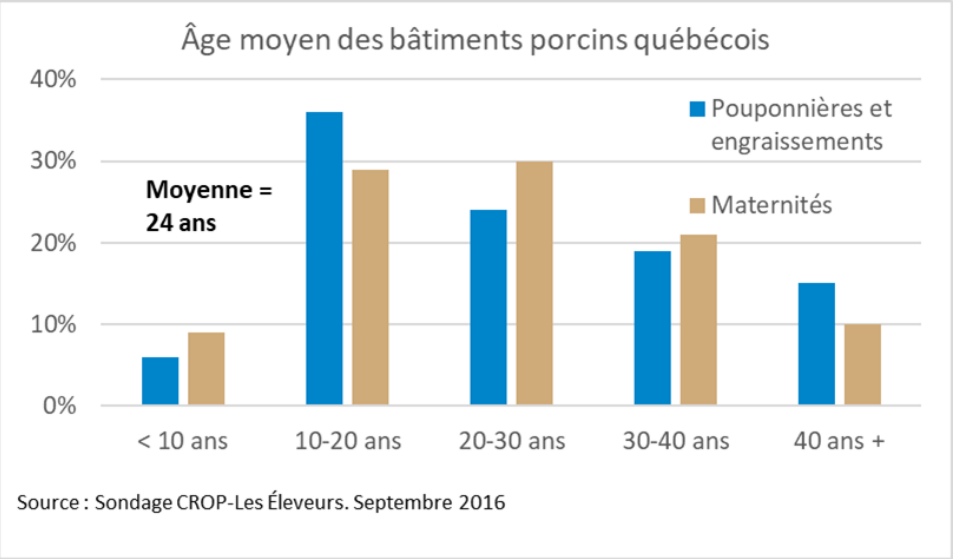
Décembre 2017

Sébastien Turcotte agr.
Marie-Aude Ricard ing.

CDPQ
Centre de développement du porc du Québec inc.
25 ans d'innovation!

Mise en contexte

- Le parc de bâtiments porcins québécois est vieillissant
  - l'âge moyen des bâtiments de pouponnière et d'engraissement québécois est de 23,9 ans
    - 24 % ont entre 20-30 ans,
    - 19 % ont entre 30-40 ans
    - 15 % ont plus de 40 ans.
- La durée de vie utile d'un bâtiment porcin se situe entre 20 et 25 ans
  - 58 % ont plus de 20 ans



- Le Québec compte actuellement 2794 bâtiments d'engraissement (communication personnelle, Les Éleveurs de porcs du Québec, 2017).
- Une modernisation des installations sera nécessaire afin de garder un parc de bâtiment en bon état

Mise en contexte

- Enjeux de cohabitation associés au projet de construction ou d'agrandissement d'un bâtiment porcin
  - Odeurs = source d'inquiétude auprès de la population.
- Divers facteurs influencent les émissions d'odeurs
  - notamment la conception du bâtiment, et plus précisément le type de plancher.
- Une étude de Godbout *et al.* (2012) regroupe des données sur les émissions d'odeurs issues des sites porcins
  - Grande variabilité des valeurs et la méconnaissance de l'influence de la conception du bâtiment sur les émissions d'odeurs.
    - Il y a peu de description précise des bâtiments mesurés
  - Selon certains auteurs, l'augmentation du pourcentage de latte du plancher réduirait les émissions d'odeurs

Mise en contexte

- Au Québec, les plus vieux bâtiments ont habituellement une plus grande superficie de plancher plein
  - Difficile de garder les planchers et les animaux propres
  - Animaux sales = mauvaise qualité de l'air = +++ odeur
- Tendance vers des planchers avec une plus grande superficie lattée lors de construction ou rénovation majeure

Objectifs

- L'objectif principal de ce projet était de démontrer que les bâtiments porcins ayant un plancher latté au 2/3 ou plus de sa superficie dégagent moins d'odeurs que les bâtiments ayant des planchers 1/3 latté.
  - Les objectifs spécifiques sont:
    - Établir une méthodologie simplifiée de mesure des émissions d'odeurs pour réduire les coûts de ce type de quantification
    - Quantifier les émissions d'odeurs émanant des engraissements en fonction de leur type de plancher

Choix des bâtiments

Les bâtiments d'engraissement ont été sélectionnés par rapport à certains critères :

- Le type de plancher
  - Plancher entièrement latté (L)
  - Plancher partiellement latté (PL)
- Le type de ventilation
  - Ventilation mécanique : entrée d'air linéaire et ventilateur d'extraction situés sur le mur opposé

- 16 bâtiments d'engraissement a été sélectionnés :
  - 8 ayant les planchers entièrement latté
    - les salles ayant plus de 84% de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « entièrement latté » ou « 100% latté»
  - 8 ayant les planchers partiellement latté
    - Les salles ayant moins de 54% de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « partiellement lattées » ou « 33% lattée »

Caractérisation des bâtiments

- Caractérisation des salles échantillonnées
  - La salle sélectionnée doit être la plus représentative possible,
    - Pas de préfosse ou quai d'expédition qui pourraient influencer les émissions
- Caractéristiques notées :
  - 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, plafonds)
  - Les types de divisions d'enclos
  - La propreté des planchers et des animaux (évaluation visuelle)

Caractérisation des bâtiments

	Caractéristiques						
Fermes	% plancher latté	Propreté des planchers et animaux	Division d'enclos en béton (non = plastique, métal)	Divisions d'enclos pleines (non = ajourée)	Trémies sèches (non = trémies humides)	Revêtement des surfaces intérieures en contre-plaqué/bois (murs et plafonds) (non = plastique, béton)	Aliment cubé (non = texture)
L0	84	1	NON	OUI	NON	OUI	NON
L1	91	1	NON	NON	OUI	OUI	OUI
L2	91	1	NON	NON	OUI	OUI	OUI
L3	100	1	NON	OUI	OUI	NON	OUI
L4	93	1	NON	OUI	NON	NON	OUI
L5	91	1	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
L6	100	1	OUI	OUI	NON	NON	OUI
L7	100	1	OUI	OUI	NON	NON	OUI
PL0	21	3	NON	OUI	NON	OUI	NON
PL1	21	2	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL2	21	2	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL3	35	3	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL4	33	2	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
PL5	21	3	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL6	31	2	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
PL7	54	2	OUI	OUI	NON	OUI	OUI

- les salles ayant plus de 84% de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « entièrement latté » ou « 100% latté»
- Les salles ayant moins de 54% de surface lattée (incluant le passage) ont été définies comme étant « partiellement lattées » ou « 33% lattée »

Grandes étapes du projet

- **Campagne intensive:**
  - Réalisée sur 2 fermes
  - Prises de données en continue des débits et des émissions de gaz et ponctuelles pour les odeurs
  - But:
    - Valider si l'heure de la journée et la période (été ou hiver) de la prise de mesure a un effet sur les émissions de gaz et d'odeur.
    - Valider les équipements développés et calibrés pour la mesure du débit
- **Campagne provinciale:**
  - Réaliser sur 14 bâtiments d'engraissement porcin
    - 7 entièrement lattés et 7 partiellement lattés
  - Échantillonnage de chaque bâtiment à 3 reprises
    - Poids des porcs > 60 kg
  - But:
    - Établir si le type de plancher (partiellement latté ou entièrement latté) a un effet sur les émissions de gaz et d'odeur.

Principe de base

- Émissions de gaz ou d'odeur:
  - $E_{odeur} = \frac{\Delta C_{odeur} * Q}{n\ porcs}$

Où

- E_{odeur} : émissions du gaz (UO/s*porc)
- ΔC_{odeur}: concentration d'odeur (UO/ m^3)
- Q : débit de ventilation dans la chambre (m^3/s)
- $n\ porcs$: nombre de porcs dans la salle

Mesure du débit d'air

- Développement de débitmètres à hélice
  - hélice libre montée dans un cadre en aluminium permettant une adaptation à différents diamètres des ventilateurs
    - 3 débitmètres de 18 po
      - un de deux lames
      - deux de cinq lames (permet plus de précision à faible débit)
    - 2 débitmètres de 20 po.
  - Les hélices plus sensibles (5 lames) ont été placées dans les ventilateurs avec les débits les plus faibles afin de garantir une mesure plus précise

Mesure du débit d’air

- 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 fonction 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).

Mesure du débit d'air

- Différentes adaptations ont été réalisées pour réaliser la mesure du débit
  - Température et HR sont prise en même temps que la mesure du débit

Échantillonnage de l'air

- Utilisation d'un poumon à pression négative qui permet de remplir des sacs de Tedlar™ avec l'air sortant des ventilateurs
  - le sac est fixé à l'intérieur du poumon (baril de plastique renforcé) et le tube du sac est vissé à une valve fermée.
  - La pompe crée un vide à l'intérieur du baril.
  - Ce vide (vacuum) permet de vider la ligne de l'air extérieur et avec un jeu de valve, de remplir le sac avec l'air provenant du ventilateur
  - Une fois remplis, les sacs sont transportés au laboratoire pour analyse gazeuse ou odorante et analysés dans un délai de 24 heures.

Méthode d'analyse des concentrations d'odeurs

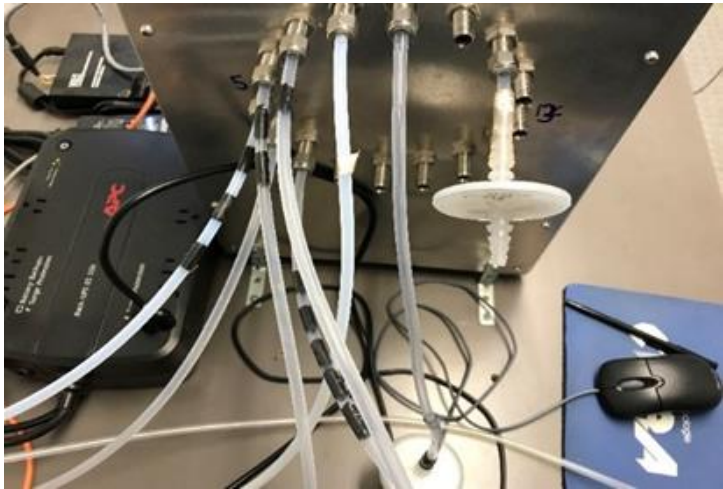
- La méthode la plus reconnue à ce jour est celle réalisée à partir d'un olfatomètre à dilution dynamique à choix forcé
- Le laboratoire d'olfactométrie de l'IRDA a été utilisé pour l'évaluation d'odeur :
  - minimum de 6 panelistes
  - maximum de 7 sacs peuvent être analysés par séances
  - maximum de 2 séances par jour

Méthode d'analyse des concentrations d'odeurs

- Méthode:
  - Un mélange d'air propre et vicié est envoyé dans 1 des 3 cornets de flairage de façon aléatoire
  - Au début, l'air vicié est en très petite proportion et n'est pas détecté par les panelistes.
  - Par la suite, l'apport d'air propre diminue et le paneliste doit indiquer duquel des trois cornets de son poste provient le mélange air vicié et propre
  - Lorsque 50% et plus des panelistes 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.

Méthode d'analyse des concentrations des gaz

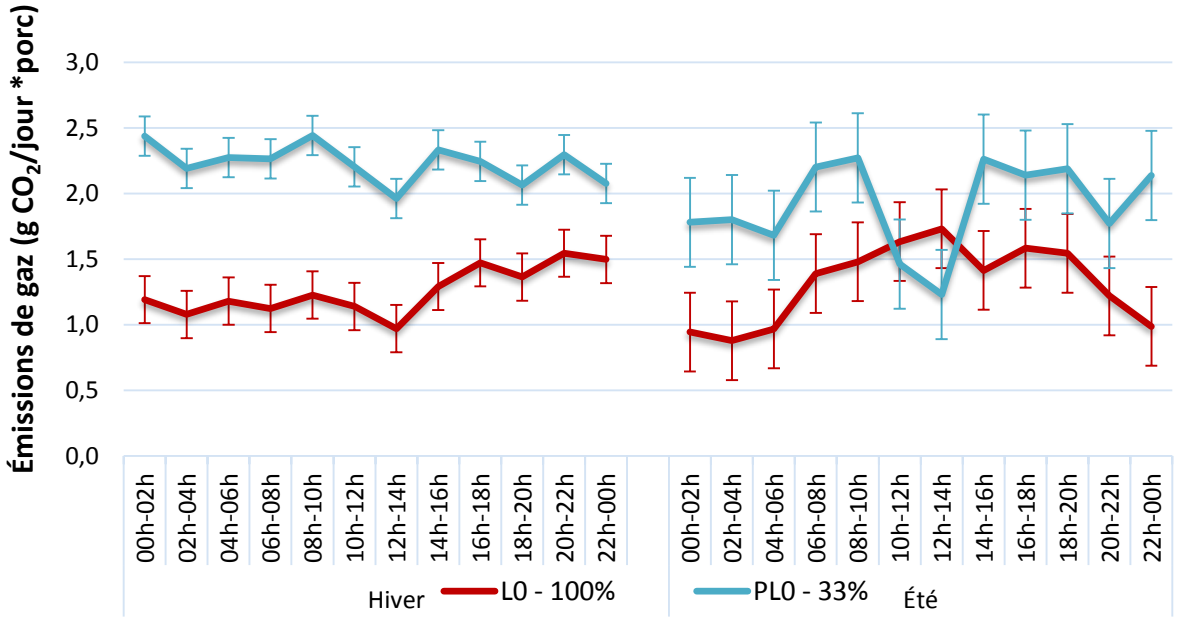
- $C0_2$ et CH_4
  - Mesurés par un chromatographe en phase gazeuse (GC 6890N, Agilent, USA)
  - Quantifiés avec un détecteur à ionisation de flamme (FID) et une pré-colonne Poropak Q (40 °C).
  - Une calibration pour le CO_2 et le CH_4 doit être réalisée avec un gaz standard à une concentration de 2 ppmv et 1500 ppmv respectivement.
- NH_3
  - Analysé par spectroscopie non dispersive dans l'infrarouge (NDIR, seimens, modele Ultramat 6E, Munich)
    - calibré avec un gaz standard à 20 ppmv.



Résultats campagne intensive de mesure

Émissions de CO_2

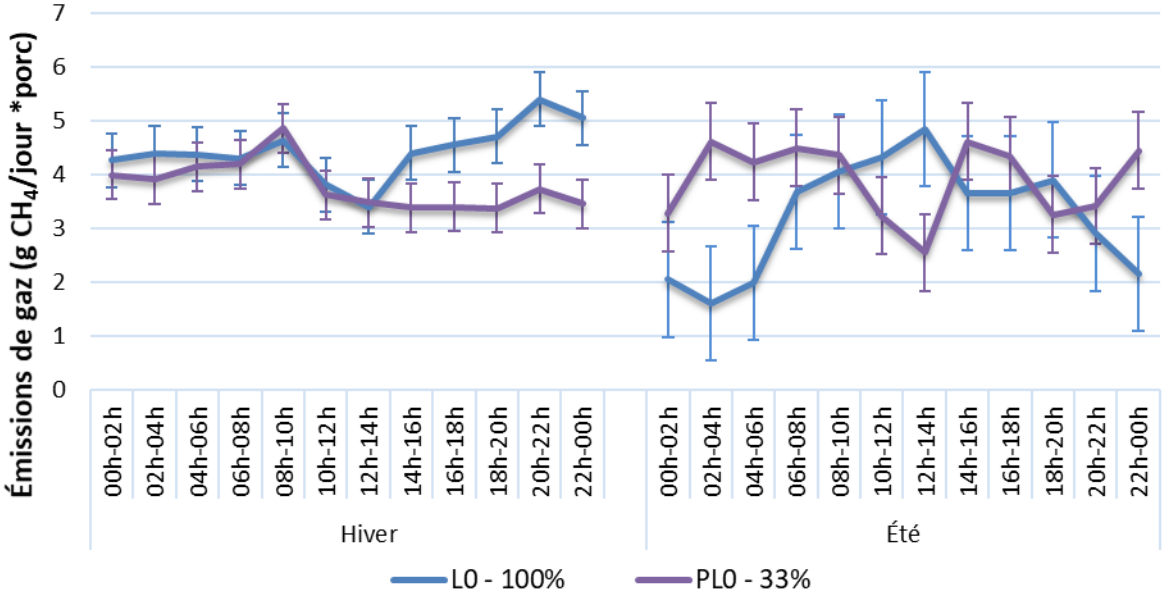
- De façon générale, les émissions de CO_2 sont issues de l'activité des animaux (respiration)
  - Les émissions de CO_2 sont plus élevées pour le bâtiment 33% latté
    - Une seule exception est observable en été entre 10 et 14 heures
  - En hiver, il y a un comportement semblable dans les deux fermes et une légère diminution des émissions entre 10h et 14h



Campagne intensive de mesure

Les émissions de méthane

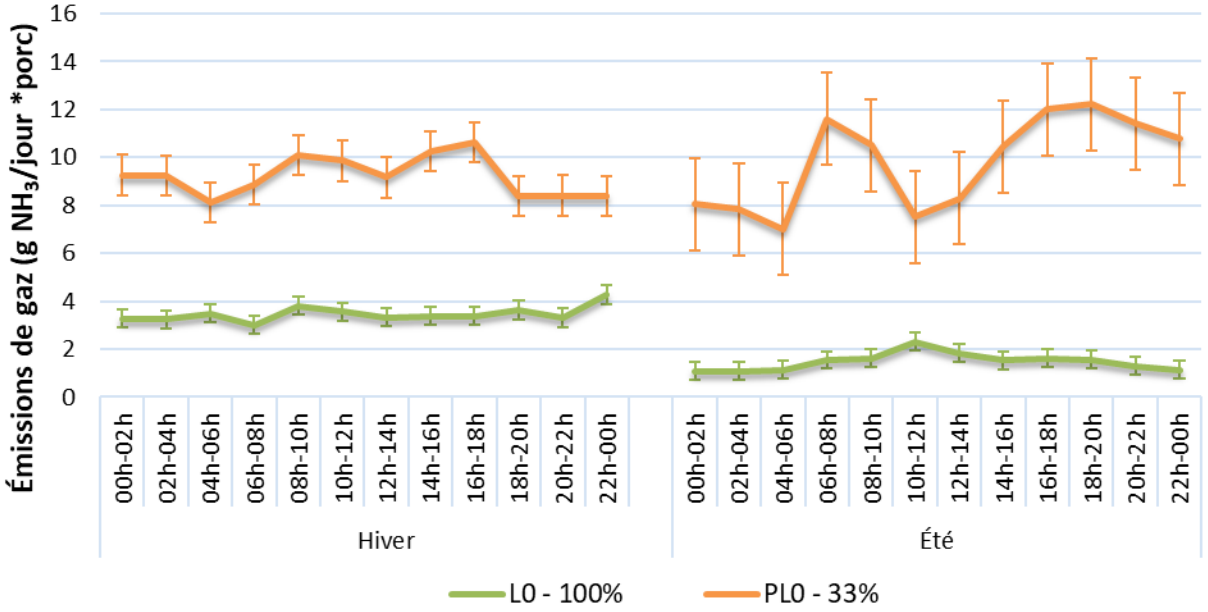
- En hiver,
  - le comportement des émissions de CH_4 par heure est très semblable entre les deux fermes oscillant autour de 4 gCH4/jour*porc
- En été,
  - la valeur des émissions semble être dans le même ordre de grandeur, mais avec plus de fluctuations.
  - les émissions moyennes de méthane sont plus élevées pour planchers partiellement latté.



Campagne intensive de mesure

Émission de NH_3

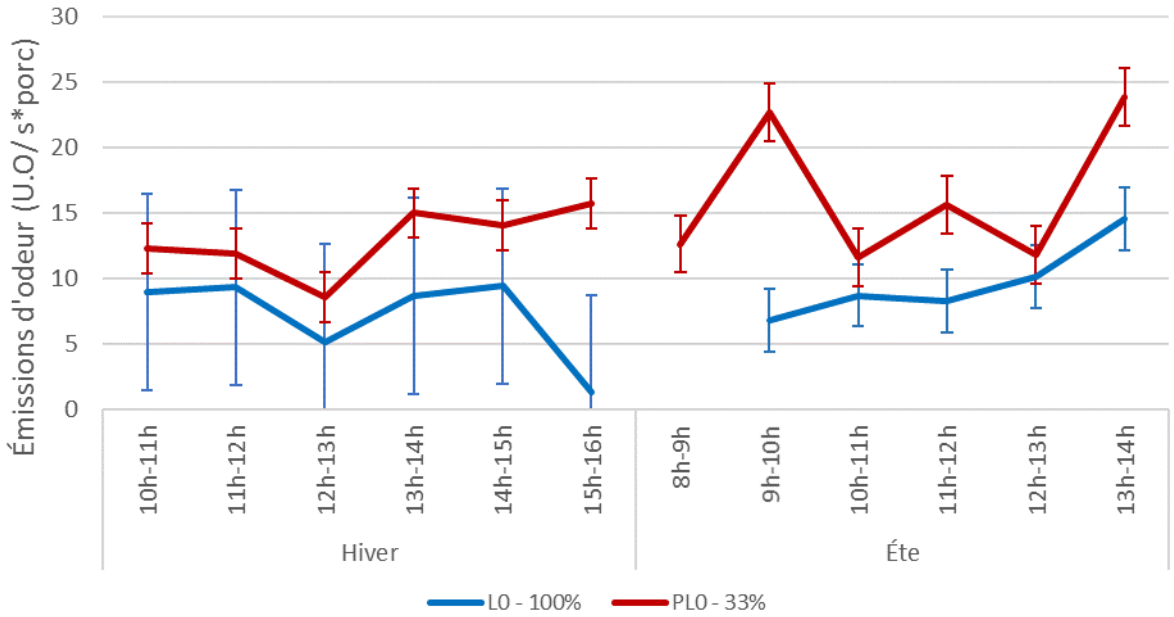
- plus variables en été qu'en hiver
- plus élevées pour le bâtiment partiellement latté que pour le bâtiment entièrement latté
  - Cet écart est encore plus considérable en été.
- En période estivale, il y a une diminution notable de production de NH_3 sur la période 10h00-14h00
  - semble être liée à la courbe d'émissions de CO_2



Campagne intensive de mesure

Émissions d'odeur par heure

- les émissions d'odeur provenant du bâtiment 33% latté sont plus importantes que celles provenant du bâtiment 100% latté, et ce, autant en hiver qu'en été.
- En hiver,
  - il y a moins de fluctuation dans le profil d'émissions d'odeur.
  - la tendance des émissions dans les deux bâtiments sont très semblables, sauf en fin de journée.
- En été, le profil des émissions d'odeur est très différent.



Constats de la campagne intensive

- les émissions de gaz et odeurs mesurées se trouvent dans les mêmes ordres de grandeur que celles relevées dans la littérature.
  - Prouvent que la méthode simplifiée est efficace et précise
- Odeur:
  - 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 entièrement latté que pour celui partiellement latté.
  - le bâtiment entièrement latté dégage 41% moins que le bâtiment partiellement latté.
- NH_3:
  - la saison a un effet significatif sur les émissions d'ammoniac pour le bâtiment 100% latté.
  - Dans le cas du bâtiment partiellement latté, il y a un effet significatif de l'heure de la journée sur les émissions d'ammoniac ainsi qu'une forte tendance pour l'effet saison.
- CH_4:
  - Dans les deux types de fermes, l'effet heure de la journée est significatif.
- CO_2:
  - Pour le bâtiment 100% latté, il un effet significatif de l'heure de la journée sur les émissions de CO_2.
- À la suite de l'analyse statistique combinée à la superposition des différentes courbes, il fut décidé que les périodes comprises entre 11h00 et 12h00 ainsi qu'entre 13h00 et 14h00 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 pour la campagne provinciale.

Résultats campagne provinciale de mesure

- Lors de la prise de mesure, il a été remarqué que 4 bâtiments étaient ventilés différemment pour le premier palier de ventilation, soit par extraction basse.
  - Selon la littérature, ces systèmes génèrent des émissions différentes de ceux adoptant des ventilateurs muraux.
  - Par conséquent, l'analyse a été faite séparément.
    - L1, L2 : bâtiments avec ventilation par extraction basse sur palier 1
    - PL1 et PL2: pour ces derniers, l'échantillonnage a eu lieu aux ventilateurs de la cave profonde = considérer comme extraction basse
- 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%.

Résultats campagne provinciale de mesure

ID. de la ferme	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)
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

- Les bâtiments entièrement lattés émettent 46% moins d'odeurs que les bâtiments avec une superficie partiellement lattée.
  - L'analyse statistique a relevé une différence significative
  - Résultat semblable à Guingand (2003)
    - réduction des émissions des odeurs de 59% entre un plancher 100% latté et latté 42%.
- Pour les émissions de gaz, malgré certaines différences, il n'y aucune différence significative entre les émissions issues des deux types de bâtiment.

Résultat campagne provinciale de mesure

Une analyse plus fine de l'influence du pourcentage de latte sur les émissions a été réalisée :

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

- 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
- Cependant, le nombre réduit de sites ne permet pas d'établir de corrélation, mais une tendance en ce sens peut être remarquée.

Résultat campagne provinciale de mesure

Le cas de l'extraction basse

Ferme	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)
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

- L'étude a permis de confirmer que les bâtiments ventilés par extraction basse émettent des émissions différentes des bâtiments à ventilation conventionnelle.
  - Les émissions d'odeurs et de gaz sont nettement plus élevées
  - La valeur des émissions d'odeurs est semblable pour les 2 types de plancher
  - Le type de ventilation a plus d'impact que le type de plancher sur les émissions d'odeurs.
    - pas de différence dans les émissions d'odeur entre les bâtiments des deux types de planchers.
  - Les émissions de NH_3 et de CH_4 sont différentes par rapport aux types de planchers.
    - Les émissions de NH_3 sont significativement plus élevées dans les bâtiments partiellement lattés
    - Les émissions de CH_4 sont plus élevées numériquement dans le 33% latté
      - Pas de différence significative

Conclusion

- 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 fermes porcines
  - Les différentes émissions mesurées 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 de nouvelle génération avec des planchers entièrement latté émettent significativement moins d'odeur que les bâtiments partiellement lattés.
  - Cette différence atteint 46 % en moyenne pour des valeurs d'émissions de 3,6 U.O/s*porc pour les 100% latté et de 6,7 U.O/s*porc pour les partiellement latté.
  - permet enfin d'établir une relation significative entre le type de plancher et les émissions d'odeurs.

Conclusion

- Bâtiments à extraction basse
  - Les émissions d’ammoniac sont significativement affectées par le type de plancher.
  - Par contre, les odeurs sont nullement affectées par le type de plancher
- Finalement, ce projet permettra de diminuer les appréhensions du monde municipal quand au dégagement d’odeur des engraissements porcins en démontrant que les bâtiment de nouvelle génération dégage moins d'odeurs que les bâtiments plus âgés

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.

Cultivons l'avenir 2
Une initiative fédérale-provinciale-territoriale

Canada

Québec

CDPQ
Centre de développement du porc du Québec inc.

irda
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

Les Éleveurs de porcs du Québec

Les références vous seront fournies sur demande

MERCI !

CDPQ
Centre de développement
du porc du Québec inc.
25 ans d'innovation !