



Centre de développement
du porc du Québec inc.

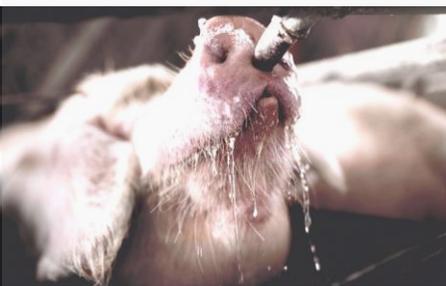
Impacts environnementaux, technico-économiques et agronomiques associés à l'utilisation d'une fournaise au propane rejetant les gaz de combustion à l'extérieur de la salle d'élevage en pouponnière

Juin 2023

Gabrielle Dumas, agr., M. Sc.
Chargée de projets, CDPQ

Sébastien Turcotte, agr.
Responsable - Bâtiments et régie d'élevage, CDPQ

Marie-Aude Ricard, ing.
Chargée de projets, CDPQ



Principe de fonctionnement

Actuellement, la majorité des systèmes de chauffage dans les élevages porcins sont au propane et rejettent leurs gaz de combustion dans les salles d'élevage. Ces gaz de combustion, le CO₂ et la vapeur d'eau, détériorent la qualité de l'air et doivent être évacués du bâtiment par le système de ventilation. De la chaleur est alors évacuée en même temps que les gaz. Il est donc plus difficile de contrôler leurs concentrations.

Une augmentation du taux de renouvellement de l'air augmente les besoins de chauffage. Les rejets de dioxyde de carbone et d'eau dans les salles sont ainsi accrus. Ceci n'est pas souhaitable, car le dioxyde de carbone en concentration élevée peut avoir un effet négatif sur la croissance et la santé des porcelets.



Fournaise au propane avec rejet des gaz de combustion à l'extérieur du bâtiment (Modine HDS)



Cheminée d'évacuation des gaz à l'extérieur du bâtiment

Dans ce type de système de chauffage, la chambre de combustion est séparée de l'apport d'air frais; l'air ambiant n'est donc pas mélangé aux gaz de combustion ayant déjà été chauffés. Les rejets de combustion sont expulsés à l'extérieur de la salle d'élevage via une conduite menant à l'extérieur du bâtiment. Le compartiment scellé de la fournaise permet de protéger la valve des gaz de combustion, le contrôle d'ignition, le conduit ainsi que les brûleurs de l'environnement immédiat (Modine, 2023). Selon les modèles et les fabricants, l'air entrant dans le système peut provenir de la salle d'élevage ou de l'extérieur.

Une meilleure qualité d'air devrait être retrouvée, car aucun gaz de combustion du système de chauffage n'est

envoyé dans la salle avec les animaux. Une concentration plus faible de CO₂ pourrait permettre de diminuer le débit de ventilation et conséquemment, réduire la quantité de chaleur évacuée par le système de ventilation, ce qui entraînerait une réduction de la consommation de propane.

Ce type d'équipement apporte des avantages :

- Agronomiques : meilleure qualité de l'air et besoins de chauffage optimaux
- Environnementaux : diminution de la consommation de combustibles fossiles
- Économiques : optimisation du chauffage et de la ventilation pour les animaux

Traitements comparatifs

Traitements

Trois traitements ont été comparés en pouponnière :

1. Système de chauffage au propane conventionnel (fournaise conventionnelle) (traitement **témoin**) : gaz de combustion rejetés dans la salle d'élevage;
2. Fournaise au propane avec rejet des gaz de combustion à l'extérieur du bâtiment (traitement **sans rejet**);
3. Échangeurs d'air récupérateur de chaleur (traitement **échangeur**).



Mesures

Les différentes mesures concernant les conditions d'ambiance, la qualité de l'air, de la consommation de propane, d'eau et d'énergie ont permis d'évaluer l'impact de l'utilisation des échangeurs d'air récupérateurs de chaleur ainsi que des fournaise au propane rejetant les gaz de combustion à l'extérieur comparativement à l'utilisation conventionnelle des fournaise au propane en pouponnière.

Performances zootechniques

- Même stratégie de ventilation adoptée pour chacun des traitements :
 - Consignes de ventilation : identiques;
 - Débit de ventilation : variable en fonction des niveaux d'humidité et de CO₂ de la salle.
- Performances zootechniques très semblables entre les traitements pour le GMQ et la CA.
- Pas d'impact significatif des traitements sur la consommation d'eau.
- Taux de mortalité des traitements témoin et sans rejet significativement plus élevé que pour le traitement échangeur.

Impact des différents traitements sur les performances zootechniques et la consommation d'eau

	Témoin	Sans rejet	Échangeur	Seuil observé ¹
Nombre de porcelets				
Nb moyen de porcelets entrés	408	409	407	-
Nb moyen de porcelets sortis	394	395	399	-
Mortalités				
Nb moyen de pertes/ lot	13,3	13,3	9,3	-
Mortalité (%)	3,3 ^a	3,3 ^a	2,3 ^b	T vs E : $p = 0,053$ SR vs E : $p = 0,099$
Poids				
Poids moyen à l'entrée (kg)	6,19	6,24	6,16	NS
Poids moyen à la sortie (kg)	29,35	29,78	30,21	-
Gain de poids moyen (kg)	23,16	23,54	24,05	-
GMQ moyen technique (g/j)	465	473	485	NS
GMQ vivant (g/j)	479	487	498	NS
Consommation alimentaire				
CA technique	1,485	1,429	1,476	NS
CA économique	1,500	1,443	1,487	NS
Consommation d'eau (L/porc/j)				
	2,78	2,90	3,33	-

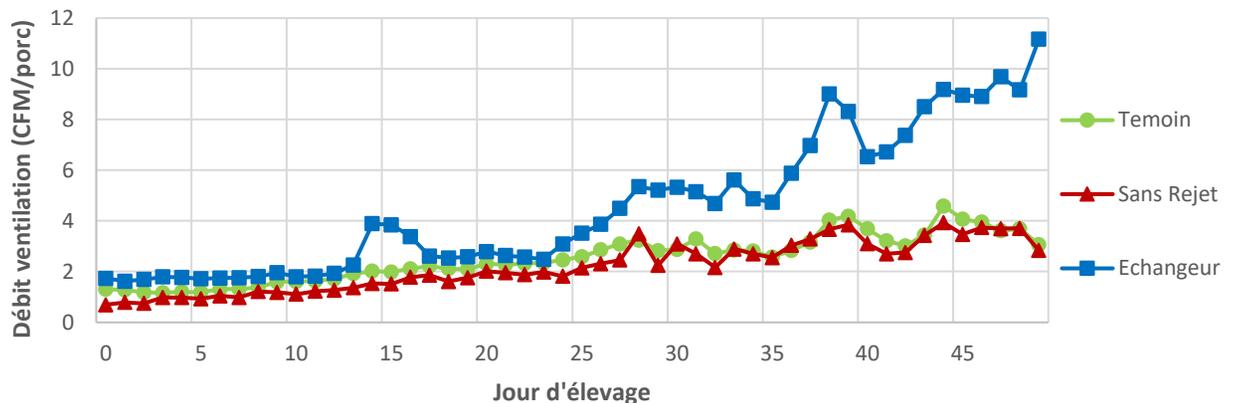
¹ Les lettres a et b indiquent une différence significative ($p < 0,10$); NS : non significatif ($p > 0,10$).

Ambiance

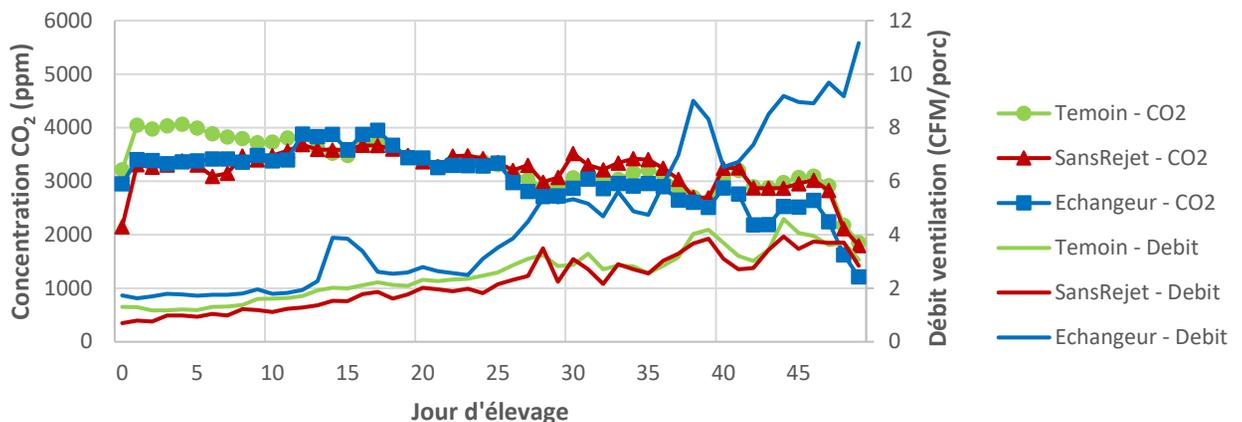
Débit de ventilation

- En moyenne, le débit du traitement sans rejet était 12,9 % plus faible que le témoin.
 - Le débit est légèrement plus faible que le témoin tout au long de l'élevage.
- Le besoin de renouvellement de l'air pour expulser les gaz est plus faible, car les gaz de combustion du système de chauffage au propane sont relâchés à l'extérieur plutôt que dans la salle d'élevage.
- Le débit de ventilation est fortement lié à :
 - Jour d'élevage : augmente graduellement avec l'âge des animaux.

Débit moyen (CFM/porc) dans la salle d'élevage selon le jour d'élevage



Concentration en CO₂ (ppm) et débit de ventilation dans la salle d'élevage (CFM/porc) selon le jour d'élevage



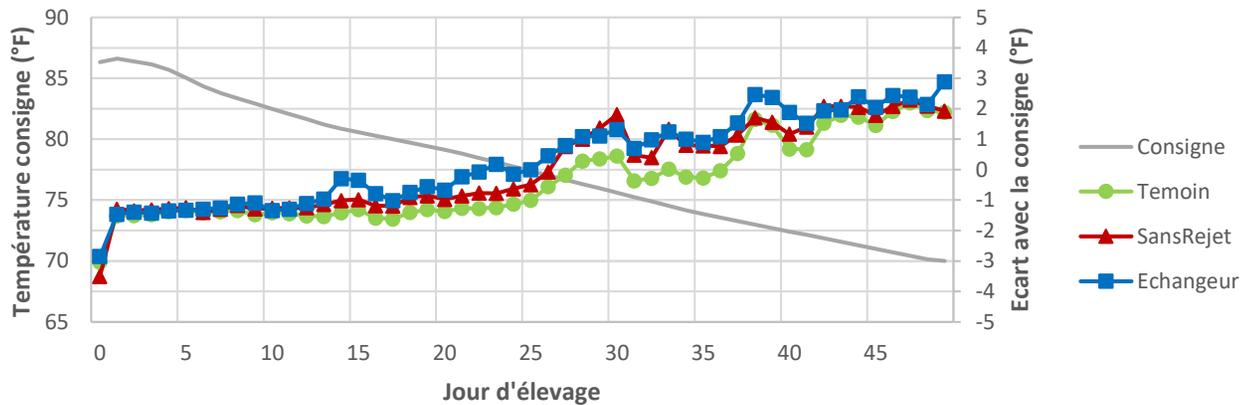
- Le CO₂ est dégagé par les porcelets et la combustion du propane.
- Concentrations moyennes relativement similaires (témoin : 3323 ppm, sans rejet : 3224 ppm, échangeur : 3075 ppm)
 - Limite supérieure à ne pas dépasser en pouponnière = 5000 ppm (Smith et Crabtree, 2005).
- Comme les gaz de combustion du propane sont rejetés à l'extérieur de la salle d'élevage, une diminution du débit de ventilation en début d'élevage (besoins de chauffage élevés) ne cause pas une augmentation des concentrations en CO₂.

Ambiance (suite)

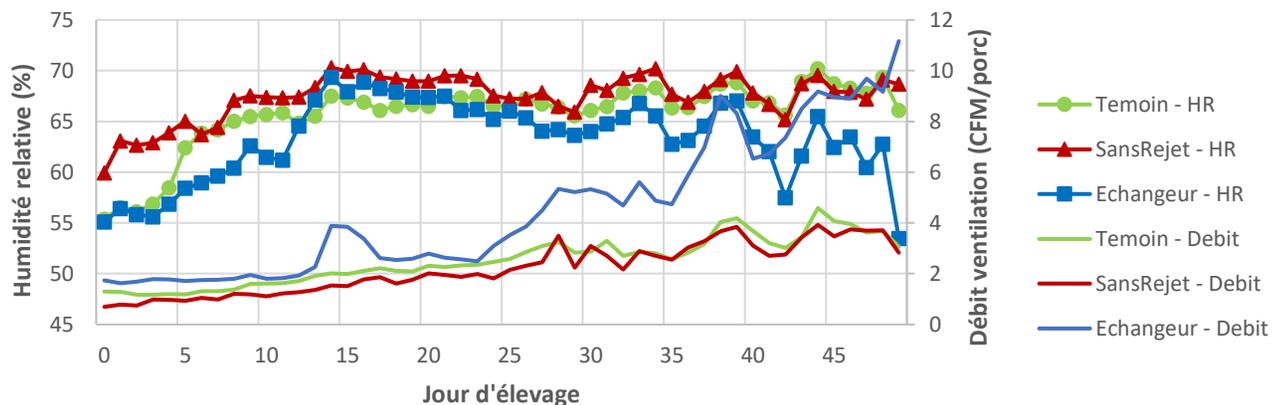
Écart de température entre la salle et la consigne

- La température de consigne a été identique pour tous les traitements.
- La température ambiante et l'écart de température avec la consigne ont été très similaires entre les traitements.

Écart de température (°F) entre la salle et la température de consigne pour les différents traitements selon le jour d'élevage



Humidité relative (%) dans la salle d'élevage selon le jour d'élevage et débit de ventilation (CFM/porc) pour les différents traitements



Humidité relative

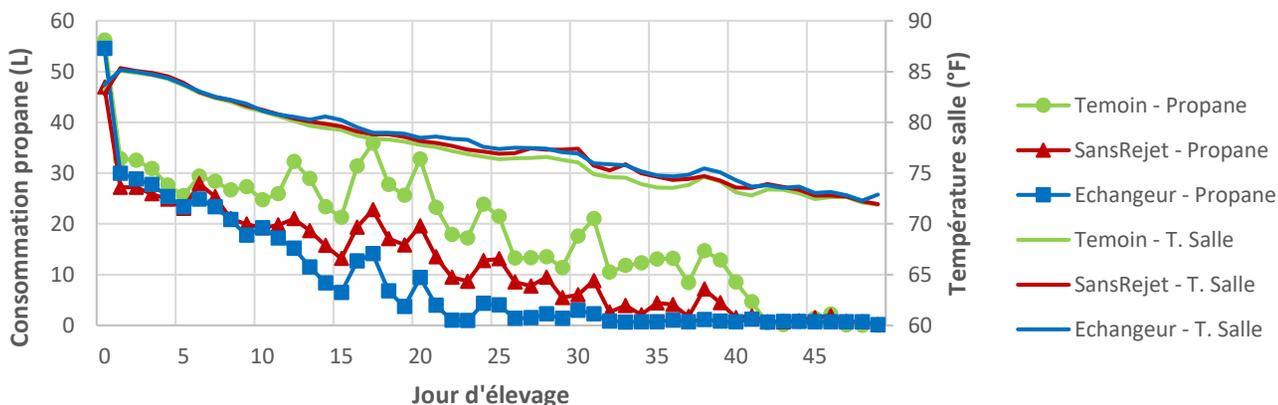
- L'humidité est dégagée par la respiration des animaux, par l'évaporation des liquides sur les planchers et par la combustion du propane.
- L'HR s'est principalement maintenue dans l'intervalle ciblé pour les porcelets sevrés, soit entre 60 % et 70 % (Chenard, 2001).
 - L'HR de la salle avec traitement sans rejet a été plus élevée sur presque toute la durée de l'élevage.
- L'HR varie selon :
 - Jour d'élevage.
 - Débit de ventilation: un débit de ventilation plus faible diminue le renouvellement de l'air par de l'air extérieur qui a habituellement un taux d'HR plus bas

Consommation énergétique

Propane

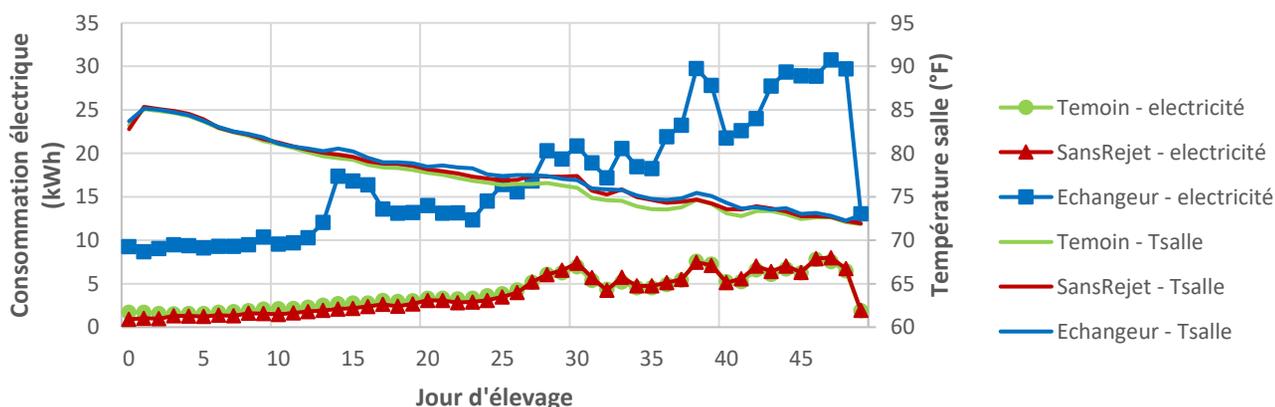
- La fournaise avec rejets à l'extérieur a permis de réduire de 34,16 % en moyenne la consommation de propane par lot comparativement à la fournaise conventionnelle (témoin).
 - Le besoin de renouvellement de l'air pour expulser les gaz est plus faible : les gaz de combustion du système de chauffage au propane sont relâchés à l'extérieur plutôt que dans la salle d'élevage.
- La température de consigne et le poids des animaux influencent la consommation de propane.

Consommation moyenne de propane (L) et température ambiante de la salle (°F) par salle par jour d'élevage selon les différents traitements.



Électricité

Consommation moyenne d'électricité (kWh) et température ambiante de la salle (°F) par jour d'élevage selon les différents traitements.



- La consommation électrique du traitement sans rejet est très similaire au témoin, soit une diminution de 4 % par rapport au témoin.
- La consommation électrique varie selon :
 - Jour d'élevage : augmentation des besoins en ventilation et diminution des besoins thermiques au cours de la croissance, causant ainsi une augmentation de la consommation d'électricité.

Performances environnementales

Analyse environnementale

Les analyses environnementales ont été effectuées à l'aide des données récoltées avec le laboratoire Mésanges (IRDA) sur le dernier lot.

Toutefois, seules les données des quatre premières semaines d'élevage ont été analysées.

- Après cette période, une incertitude sur la validité de la mesure des débits a fait en sorte qu'une analyse des résultats environnementaux n'a pu être réalisée.



Laboratoire mobile MESANGES de l'IRDA

Émission des différents gaz

Traitement sans rejet (salle 1) : émet légèrement moins de CO₂ équivalent que les salles témoin (3 et 4).

La salle avec traitement échangeur (salle 2) permet une réduction des émissions de CO₂ équivalents.

Émissions moyennes totales des différents gaz

Salle	Traitement	Moyenne totale (g/j/kg_porc)				
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	kg CO ₂ équivalent
1	Sans rejet	35,08	0,62	0,0002	0,06	0,085
2	Échangeur	43,44	0,43	0,0003	0,05	0,078
3	Témoin	49,32	0,49	0,0004	0,05	0,088
4	Témoin	57,06	0,60	0,0005	0,04	0,105

Impact économique

Transition de l'utilisation d'une fournaise au propane conventionnelle vers une fournaise rejetant les gaz de combustion à l'extérieur

Prémises posées afin d'effectuer l'analyse :

- 440 porcelets entrés par salle par lot
- Taux de mortalité (témoin) : 3,3 %
- Nombre de lots :
 - Nb de lots annuels pouvant utiliser les technologies : 4 lots/an
- Prix de vente du porcelet :
 - 69,08 \$/porcelet vendu (porcelet de 25,5 kg)
 - ½ prix du porc + 1,30 \$/kg
- Prix de l'énergie :
 - Propane : 0,60 \$/litre
 - Électricité : 6,509 centimes/kWh

En considérant :

- Énergie:
 - Propane : diminution de 34,16 %
 - Électricité : diminution de 4 %
- Performances zootechniques :
 - Amélioration GMQ : 8 gr/j
 - Amélioration CA : 0,57
- Coût d'achat et d'installation de 2 270 \$
- Coût d'entretien et de maintenance de 25 \$/an

Coûts annuels par salle pour la transition d'une fournaise conventionnelle au propane (témoin) vers une nouvelle technologie de conditionnement de l'air des porcelets

Poste budgétaire	Différence par rapport au témoin ¹	
	Sans rejet	Échangeur
Consommation d'énergie		
Propane	768,00 \$	1 188,00 \$
Électricité	2,08 \$	-169,75 \$
Performances zootechniques		
Mortalité	0,00 \$	1 203,20 \$
Gain de poids	952,00 \$	1 921,92 \$
Conversion alimentaire	1 394,00 \$	309,00 \$
Entretien	-25,00 \$	-50,00 \$
Amortissements et intérêts annuel		
Amortissement des équipements (10 ans)	-227,00 \$	-1 257,50 \$
Coût d'intérêts annuel	-68,00 \$	-170,00 \$
Total : bénéfice net	2 796,00 \$	2 975,00 \$
Investissements		
Coût d'achat et d'installation initial	2 620,00 \$	12 575,00 \$
Retour sur investissement	0,94 an	4,23 ans

¹ Les coûts représentent la différence par rapport au témoin (fournaise conventionnelle au propane). Un chiffre positif indique une retombée d'argent ou une diminution des coûts, tandis que les chiffres négatifs indiquent une dépense supplémentaire.



Bénéfice net annuel de 2 796 \$



Retour sur investissement en 0,94 an

Observations



Avantages

- Permet une diminution importante du coût de chauffage
- Économie de 34,16 % de propane
- Permet des économies de 4 % d'électricité
- Technologie simple d'utilisation : même principe de fonctionnement que les fournaies conventionnelles
- Amélioration de la qualité de l'air lors des périodes qui nécessitent beaucoup de chauffage
 - ✓ Diminution de la concentration en CO₂ dans la salle d'élevage
- Retour sur investissement en 0,94 an grâce à l'économie de propane et l'amélioration des performances zootechniques
- Émission de CO₂ éq. plus faible que le témoin

Inconvénients

- Nécessite un certain entretien (lavage) entre les lots
- Nécessite une cheminée (toiture ou murale)
- Doit être bien positionnée ou protégée pour éviter des bris en hiver lorsque les toitures se déchargent de la neige
- Pour une durée de vie optimale dans un environnement porcin (poussières, humidité, ammoniac), choisir le modèle avec la chambre de combustion en acier inoxydable
- Le gaz sortant de la fournaise est très acide, pouvant causer de la corrosion sur la cheminée et sur les structures du bâtiment (revêtements métalliques)



Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du volet 2 du programme Prime-Vert.

Québec

Les auteurs tiennent aussi à remercier :
Avantis Coopérative, Énergie Solution Air, l'IRDA et Groupe Robitaille
pour leur contribution à ce projet.

