

Améliorer le confort des porcelets pour de meilleures performances ?

octobre 2023

Sébastien Turcotte, agr., Responsable - Bâtiments et régie d'élevage
Jean-Gabriel Turgeon, Chargé de projets

Gabrielle Thibault, étudiante en agronomie
Marie-Aude Ricard, ing., Chargée de projets



Mise en contexte

- Au Québec, le parc de bâtiments est vieillissant et plusieurs producteurs profiteront des travaux de rénovations pour mettre à jour leur système de ventilation.
- Le climat québécois est très variable et les stratégies de ventilation actuelles ne sont pas optimales, surtout lorsque les températures se rapprochent des extrêmes (-30 °C et +30 °C).
 - ✓ Différence entre les performances zootechniques des porcelets en hiver et en été
- Solution pour résoudre cette problématique → installer des sondes permettant de monitorer les conditions d'ambiance afin de ventiler adéquatement.



Objectifs

L'objectif principal de ce projet était **d'améliorer le bien-être des porcelets en pouponnière par l'optimisation des conditions hivernales et estivales.**

Objectifs secondaires :

- ✓ Monitorer les conditions d'ambiance en pouponnière dans le but de mieux comprendre les différences entre les saisons et de valider une stratégie de ventilation optimisée
- ✓ En été, valider l'impact de la stratégie de ventilation optimisée et de la **recirculation de l'air** sur le confort des porcelets et par le fait même, sur les performances zootechniques
- ✓ En hiver, valider l'impact de la stratégie de ventilation optimisée tenant compte de la **température, de l'humidité et des gaz** sur le confort des porcelets et par le fait même, sur les performances zootechniques
- ✓ Évaluer l'impact technico-économique de la stratégie de ventilation optimisée en pouponnière

Impact des conditions d'ambiance sur les performances des porcelets en pouponnière

Amélioration génétique = meilleur performance, mais...

Gras = isolation thermique importante pour le porc (Madec et al., 2003).

Amélioration génétique = animaux d'aujourd'hui plus maigres.

- Selon Anderson et al. (2002), la sélection génétique a fait en sorte que les porcs ont subi une perte moyenne de l'épaisseur de gras dorsal de 4,8 mm de 1991 à 2001.

Animaux plus maigres → moins de réserves → moins bien isolés et plus sensibles au froid.

- Ils perdent 15 % plus de chaleur dans leur environnement (Brown-Brandl *et al.*, 2014)

Confort des porcelets:

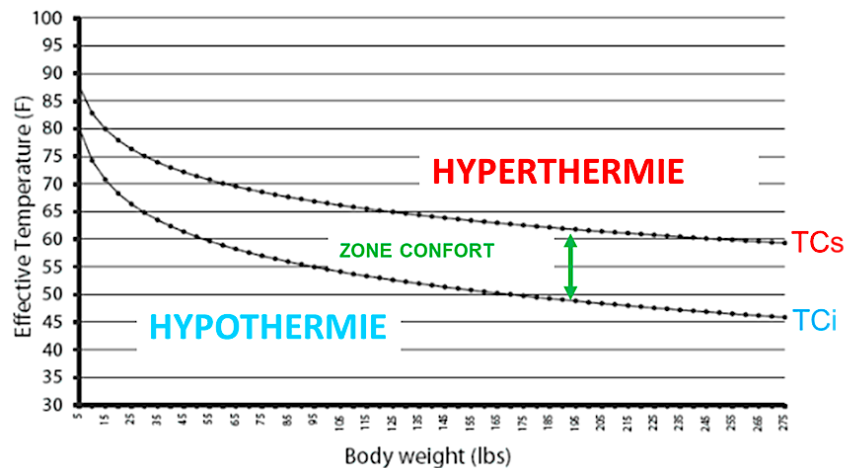
Pour diminuer les échanges de chaleur plus importants avec leur environnement, les porcelets doivent avoir accès à plus de chaleur, car si la perte de chaleur corporelle n'est pas diminuée par l'augmentation de la température de l'environnement, l'énergie dépensée par le porcelet servira à conserver une température corporelle optimale plutôt que d'être utilisée pour la croissance.

Impact des conditions d'ambiance sur les performances des porcelets en pouponnière

Confort des porcelets

Température effective ressentie

- La température ressentie par les animaux est appelée température effective (*effective environmental temperature*)
- La température mesurée par le thermomètre est augmentée ou diminuée par différents facteurs de l'environnement
- Lorsque la température effective se trouve en dessous de la température critique inférieure (TCi), les performances et la santé sont sacrifiés



Température effective ressentie chez le porc

(adapté de McFarlane 2004 - source Baker, 2004)

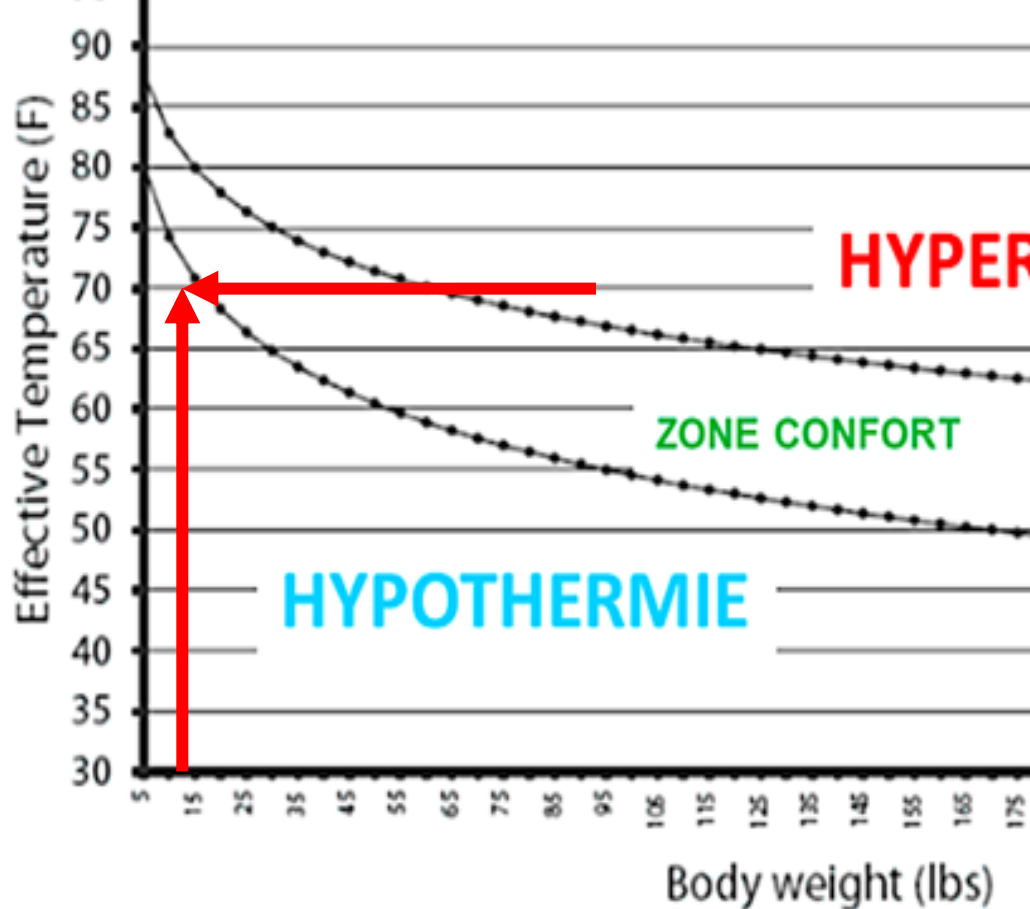
Résultats et discussion

Facteurs affectant la température ressentie:

- ✓ Conduction (surface)
- ✓ Convection (vitesse de l'air)
- ✓ Radiation (isolation du bâtiment)

Exemple de calcul de la température ressentie:

- Porcelets maintenus dans ces conditions :
 - ✓ 78 °F à l'arrivée
 - ✓ plancher de plastique
 - ✓ bâtiment bien isolé
- $78^{\circ}\text{F} - 7^{\circ}\text{F} - 1^{\circ}\text{F} = 70^{\circ}\text{F}$
- Cette température est alors en-dessous de la température critique inférieure pour des porcelets de 6 kg.



* Correction pour temps froid seulement

** Pour les porcs ayant un accès direct à la zone chauffée

Adapté de Baker 2004

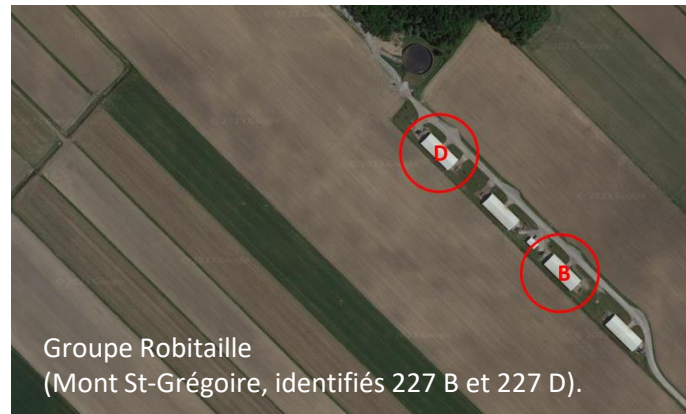
Matériel et méthode – Description du dispositif expérimental

Essais de différentes stratégies de ventilation dans 2 bâtiments identiques du Groupe Robitaille (26 lots)

- Élevage multi-sources en TPTV
- Durée d'un lot = 52 j (56 j entre 2 entrées de porcelets, donc 4 j dédiés au protocole de lavage)
- 4 salles/bâtiment
- 20 enclos/salle
- 550 places/salle

➤ Plusieurs équipements et appareils de mesure ajoutés :

- ✓ 8 sondes de température, 2 sondes d'HR, 2 sondes de CO_2 , 1 sonde de NH_3 , 1 sonde de pression statique, 1 compteur d'eau, 1 compteur de propane, 2 ventilateurs de recirculation/salle



Groupe Robitaille
(Mont St-Grégoire, identifiés 227 B et 227 D).

- ✓ Ajout de 2 silos/bâtiment avec vis
- ✓ Une balance de type plancher/bâtiment
- ✓ Une sonde de température et d'humidité/bâtiment afin de monitorer les paramètres de l'air entrant dans le bâtiment



Stratégie de ventilation testée en hiver



La terre de chez nous

Stratégie de ventilation testée en hiver

Conventionnelle (Témoin)

Diminution graduelle de la température sur 49 jours :

- Température à l'entrée : 78°F
- Température à la sortie : 67°F

Ajustement de la $V_{\min}$ en hiver = selon l'expérience de l'opérateur :

- Odeur désagréable dans le bâtiment, sensation d'irritation oculaire, air qui semble trop humide:
→ $V_{\min}$ du ventilateur du palier augmentée
- Système de chauffage semble inefficace ou fonctionne trop souvent :
→ $V_{\min}$ diminuée

Consigne de température selon la stratégie

Jour d'élevage	Consigne de température selon la stratégie	
	Conventionnelle (témoin)	Compensée (hiver)
	°F	°F
0	78,0	86,5
4	78,0	86,5
7	77,0	84,5
14	76,0	80,5
21	75,0	78,5
35	70,0	74,5
49	67,0	71,5

Compensée (hiver)

Diminution graduelle de la température sur 49 jours :

- Température à l'entrée : 86,5°F
- Température à la sortie : 71,5°F

Stratégie basée sur la variation automatisée du débit de ventilation minimum en fonction des paramètres d'ambiance mesurés par le contrôleur.

Débit de ventilation augmenté lorsque $HR_{\text{salle}} > 70\%$

- La $V_{\min}$ des ventilateurs du premier palier augmentait graduellement pour sortir l'humidité

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation hiver

- Performances zootechniques très semblables (aucune différence significative observée)
- GMQ identique dans les deux traitements
- CMQ supérieure de 10 g/j pour la stratégie conventionnelle
 - ✓ Hypothèse concernant ce résultat : les consignes plus élevées de T° dans la stratégie compensée font en sorte que les porcelets sont plus confortables = moins de consommation d'aliment pour combattre les périodes de température critique inférieure

Performances zootechniques et consommation d'eau et de propane selon la stratégie de ventilation en hiver

	Stratégie conventionnelle	Stratégie compensée (hiver)
Poids moyen à l'entrée (kg)	6,01	6,00
Poids moyen à la sortie (kg)	28,07	28,01
GMQ économique (g/j)	449	450
GMQ technique (g/j)	461	459
CMQ moyen (g/j)	634	624
Conversion alimentaire économique	1,42	1,39
Conversion alimentaire technique	1,38	1,36
Mortalité des porcelets (%)	7,33	6,39
Consommation propane (L)	383 ^a	558 ^b
Consommation d'eau (L/j/porcelet sorti)	1,88	2,05

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation hiver

- CA presque identique, légèrement mieux dans la stratégie compensée
 - ✓ Différence de 0,03 équivaut à 0,44 \$/porcelet
- Amélioration du taux de mortalité de 0,94 %
 - ✓ Statistiquement non significative
- Statut sanitaire = instable durant le projet
 - ✓ Très grande variabilité de la mortalité d'un lot à l'autre et d'une salle à l'autre (pour le même traitement)

Performances zootechniques et consommation d'eau et de propane selon la stratégie de ventilation en hiver

	Stratégie conventionnelle	Stratégie compensée hiver
Poids moyen à l'entrée (kg)	6,01	6,00
Poids moyen à la sortie (kg)	28,07	28,01
GMQ économique (g/j)	449	450
GMQ technique (g/j)	461	459
CMQ moyen (g/j)	634	624
Conversion alimentaire économique	1,42	1,39
Conversion alimentaire technique	1,38	1,36
Mortalité des porcelets (%)	7,33	6,39
Consommation propane (L)	383 ^a	558 ^b
Consommation d'eau (L/j/porcelet sorti)	1,88	2,05

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation hiver

- Consommation de propane supérieure de 175 L pour la stratégie compensée
 - ✓ Augmentation d'environ 45,7 %
 - ✓ Consommation attendue car T° + chaude et taux de ventilation + élevé lorsque conditions d'ambiances + humides
 - ✓ En moyenne 3,36 L de plus par jour sur une durée d'élevage de 52 j
- Consommation d'eau légèrement plus élevée dans la stratégie compensée (170 ml/porcelet/j)
 - ✓ Pourrait s'expliquer par les T° plus élevées

Performances zootechniques et consommation d'eau et de propane selon la stratégie de ventilation en hiver

	Stratégie conventionnelle	Stratégie compensée (hiver)
Poids moyen à l'entrée (kg)	6,01	6,00
Poids moyen à la sortie (kg)	28,07	28,01
GMQ économique (g/j)	449	450
GMQ technique (g/j)	461	459
CMQ moyen (g/j)	634	624
Conversion alimentaire économique	1,42	1,39
Conversion alimentaire technique	1,38	1,36
Mortalité des porcelets (%)	7,33	6,39
Consommation propane (L)	383 ^a	558 ^b
Consommation d'eau (L/j/porcelet sorti)	1,88	2,05

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation hiver

- HR des salles supérieure à 70 % = différence de 1 % du temps où l'HR est inférieure dans la stratégie compensée
 - ✓ Compensation sur l'humidité augmente le taux de ventilation et évacue l'humidité
- HR des salles inférieure à 70 % = différence de 2 % du temps où l'HR est inférieure dans la stratégie compensée
 - ✓ L'air plus chaud est capable de contenir plus d'humidité, donc les consignes plus élevées expliquent cette différence

Selon le traitement,
proportion de temps
passé dans chacune des
catégories d'humidité
relative(HR) quand la
température extérieure
est inférieure à 0 °C.

Traitement	HR > 55	HR > 60	HR > 65	HR > 70	HR > 75	HR > 80	HR > 85
Stratégie compensée hiver	96 %	92 %	86 %	75 %	45 %	12 %	1 %
Stratégie conventionnelle	98 %	94 %	88 %	76 %	46 %	14 %	1 %

25 heures

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation hiver

- Des concentrations de CO₂ supérieures à 6000 ppm sont mesurées sur 1% moins de temps avec l'utilisation de la stratégie de ventilation compensée
- Présence d'une plus grande proportion de temps où la ventilation est au minimum, ce qui explique les pourcentages plus élevés de temps avec des concentrations de plus de 3000 et 4000 ppm de CO₂

Proportion de temps d'un lot dans chacune des catégories de concentration de CO₂ quand la température extérieure est inférieure à 0°C selon le traitement.

Traitement	CO ₂ > 3000 ppm	CO ₂ > 4000 ppm	CO ₂ > 5000 ppm	CO ₂ > 6000 ppm
Stratégie compensée hiver	94 %	59 %	19 %	2 %
Stratégie conventionnelle	91 %	57 %	19 %	3 %

12,5 h



Stratégie de ventilation testée en été



Stratégie de ventilation compensée en été

Conventionnelle (Témoin)

Diminution graduelle de la température sur 49 jours :

- 78°- 67°F

Ajustement de la $V_{\min}$ = selon l'expérience de l'opérateur :

- Odeur dérangeante dans le bâtiment, sensation d'irritation oculaire, air qui semble trop humide:
→ $V_{\min}$ du ventilateur du palier augmentée

Jour d'élevage	Consigne de température selon la stratégie	
	Conventionnelle (témoin)	Compensée (été)
	°F	°F
0	78,0	83,0
4	78,0	83,0
7	77,0	80,0
14	76,0	77,0
21	75,0	75,0
35	70,0	71,0
49	67,0	68,0

Compensé Été

Stratégie basée sur l'effet de refroidissement de la vitesse d'air.

Consigne de température supérieure tout au long de l'élevage (83 °F à 68 °F)

Les ventilateurs de recirculation démarraient à très bas régime lorsque $T_{\text{salle}} = 7,2$ °F de plus que la T_{consigne}

→ Augmentation graduelle de la vitesse en fonction de l'augmentation de la T_{salle} (différentiel = 13,2 °F)

→ Hors fonction avant 21j

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation en été

- Performances zootechniques très semblables dans les deux traitements
 - ✓ Aucune différence significative
- GMQ supérieur de 10 g pour stratégie compensée
- CMQ 8 g/j supérieur avec la stratégie compensée
- Conversion alimentaire presque identique pour les 2 traitements
- Détérioration de la mortalité non significative
 - ✓ Différence numérique due à la dérive sanitaire
- Consommation d'eau similaire

Performances zootechniques et consommation d'eau et de propane selon la stratégie de ventilation en été

	Stratégie conventionnelle	Stratégie compensée été
Poids moyen à l'entrée (kg)	6,32	6,38
Poids moyen à la sortie (kg)	27,27	27,78
GMQ économique (g/j)	429	439
GMQ technique (g/j)	441	451
CMQ moyen (g/j)	531	539
Conversion alimentaire économique	1,33	1,30
Conversion alimentaire technique	1,20	1,19
Mortalité des porcelets (%)	9,48	10,53
Consommation propane (L)	0,46	2,50
Consommation d'eau (L/j/porcelet sorti)	2,10	2,13

Impact de la stratégie de ventilation en été



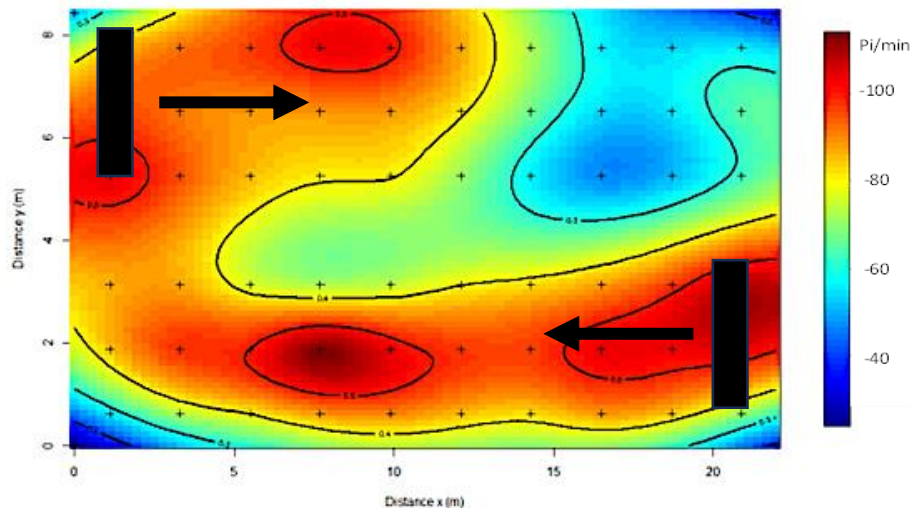
- Vitesse moyenne = 39 pi/min si vitesse minimum
- Grande variabilité de la vitesse d'air ressentie par les porcelets, passant d'une vitesse de 10 pi/min dans les extrémités de la salle à plus de 70 pi/min près d'un ventilateur de recirculation

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation en été

Les vitesses mesurées dans ce cas-ci varient de 40 à plus de 100 pi/min pour une vitesse d'air moyenne de 80 pi/min

Variabilité spatiale de la vitesse d'air dans les salles lorsque les ventilateurs de recirculation fonctionnent à leur vitesse maximale



Résultats et discussions

Impact de la stratégie de ventilation en été

- En moyenne, les ventilateurs fonctionnent 214 heures par lots
- L'ajustement des ventilateurs de recirculation empêchait leur démarrage dans les 21 premiers jours, ce qui a eu une incidence sur le temps de fonctionnement (ex. : août)

Nombre d'heures de fonctionnement des ventilateurs de recirculation dans les lots de la stratégie compensée en été

# du lot	Date d'entrée	Nombre d'heures de fonctionnement
2	12-aout-20	76
11	04-mai-21	321
12	18-mai-21	328
13	30-juin-21	325
14	14-juil-21	400
15	25-aout-21	52
23	05-avr-22	137
24	19-avr-22	140
25	31-mai-22	141
26	14-juin-22	217
Moyenne des lots		214

Impact technico-économique des stratégies de ventilation compensée

Fait de manière indépendante pour les stratégies hivernale et estivale

Facteurs différents d'un traitement à l'autre :

- Équipements à mettre en place
- Équipements à entretenir
- Résultats des performances zootechniques

Il était donc plus intéressant de les traiter indépendamment afin de mieux les comparer.



Impact économique de la stratégie de ventilation compensée hivernale

Amélioration de la conversion alimentaire

- 0,73 kg de moulée de moins par porcelet @ 608,07 \$/tonne = 0,44 \$/porcelet vendu

Augmentation de la consommation du propane pour le chauffage des salles

- Augmentation de 175 litres de propane par salle @ 0,49 \$/litre = 86,46 \$ x 4 salles = 345,84 \$ par lot
- En considérant 50 % du temps d'élevage en stratégie hivernale: 345,84 \$/lot x 6,5 lots x 50 % = 1123,98 \$ par an / 13 767 porcelets
- Cout supplémentaire en chauffage = 0,08 \$/porcelet vendu

Achat et installation des équipements pour la SCH

- Achat des 4 sondes d'HR + installation = 3 123 \$
- Amortissement des sondes sur une année = 0,15 \$/porcelet vendu
- Coût d'entretien annuel pour le remplacement des sondes HR = 0,01 \$/porcelet vendu

La stratégie compensée hivernale engendre un profit de l'ordre de 0,20 \$/porcelet vendu



Impact économique de la stratégie de ventilation compensée estivale

Augmentation du poids à la sortie : 0,5 kg @ 1,34 \$/kg = 0,67 \$/porcelet vendu

Amélioration de la conversion alimentaire : 0,04 kg de moulée de moins par porcelet @ 608,07 \$/tonne = 0,03 \$/porcelet vendu

Achat et installation des équipements pour la SCE

Coût d'achat + filage électrique + raccordement au contrôleur de ventilation par un électricien = 7 478 \$

- Ventilateurs amortis sur 10 ans et installations électriques sur 20 ans
- Amortissement = 0,04 \$/porcelet vendu
- Entretien annuel = 0,01 \$/porcelet vendu

Coût d'électricité de l'utilisation des ventilateurs de recirculation

- Puissance nominale : 8 ventilateurs de recirculation (SCE) consomment 6 Kw/h x 0,105 \$/Kw/h x 214 h de fonctionnement par lot
- Coût de fonctionnement de ces ventilateurs = 134,82 \$ x 40 % (en fonction sur 40 % des lots) = 0,03 \$ par porcelet vendu

La stratégie compensée estivale engendre un gain financier de l'ordre 0,62 \$/porcelet vendu





Conclusion

- Les stratégies de ventilation testées ont eu un impact sur les conditions d'ambiance et donc sur le confort des porcelets en pouponnière
- La stratégie de ventilation compensée en hiver a amélioré le confort des porcelets
 - ✓ Taux d'humidité relative (HR) plus bas
 - ✓ Concentration de CO₂ = même tendance que HR
- Les ventilateurs de recirculation utilisés dans la stratégie de ventilation compensée en été permettaient de créer des courants d'air sur les porcelets pour les refroidir



Conclusion

- Même si les conditions d'ambiance étaient meilleures dans les salles où les stratégies compensées étaient utilisées (été et hiver), ces améliorations ne se sont pas traduites par de meilleures performances zootechniques
- Pour la stratégie compensée en hiver, la consommation de propane a été supérieure de 3,36 litres par jour, ce qui était prévisible puisque la consigne de température était plus chaude durant la période d'élevage et le taux de ventilation plus élevé en raison des conditions d'ambiance plus humides
- L'état de santé variable des porcelets (dérives sanitaires) ainsi que les ajustements manuels effectués par les opérateurs sur les paramètres de ventilation de la stratégie conventionnelle ont peut-être influencé les résultats du projet



Conclusion

À la lumière des résultats, d'autres travaux menés dans un contexte plus contrôlé seraient nécessaires pour améliorer et optimiser ces stratégies, le résultat attendu étant que l'amélioration des conditions d'ambiances observée se reflète sur les performances des porcelets.

Ce projet a été financé par l'entremise du Programme de développement sectoriel, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.

 PARTENARIAT
CANADIEN pour
l'**AGRICULTURE**

Canada  Québec 

Les auteurs tiennent aussi à remercier Groupe Robitaille et Maximus pour leur contribution à ce projet.


Robitaille


MAXIMUS[®]
Une entreprise d'Ingersoll Rand

CDPQ 
Centre de développement
du porc du Québec inc.