



Centre de développement
du porc du Québec inc.

Améliorer le confort des porcs : bon pour l'environnement et pour le portefeuille

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

4 février 2025



Impact des conditions d'ambiance sur les performances des animaux

Amélioration génétique = meilleures performances, mais ...

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

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

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

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

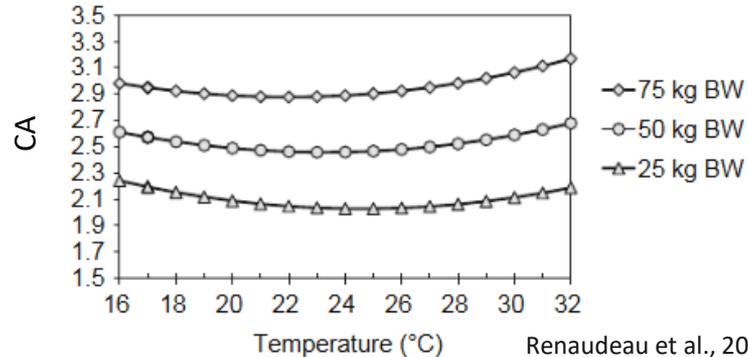
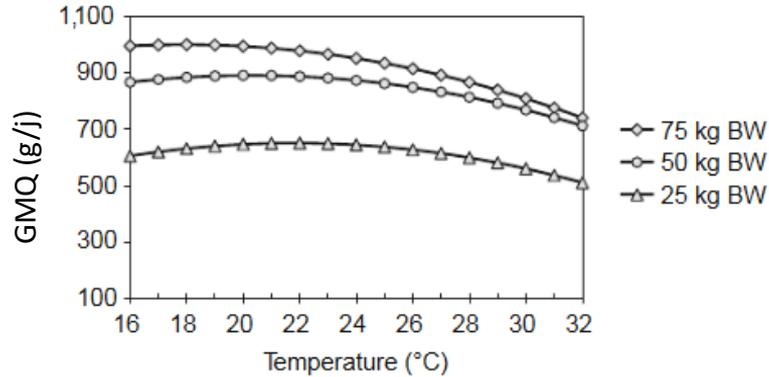
Confort des porcs

Pour diminuer les échanges de chaleur plus importants avec leur environnement :

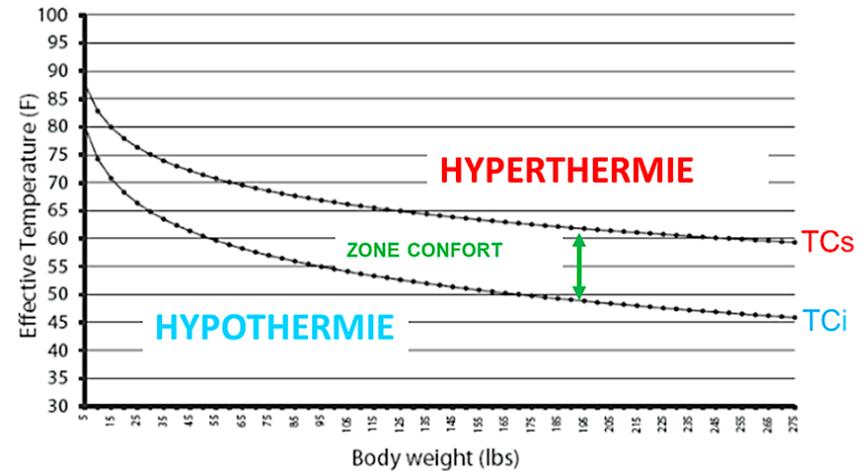
- Les porcelets doivent avoir accès à plus de chaleur, sinon l'énergie dépensée par le porcelet servira à conserver une température corporelle optimale plutôt que d'être utilisée pour la croissance
- Stratégies de refroidissement à mettre en place en été pour sortir cette extra chaleur

Impact des conditions d'ambiance sur les performances des animaux

Confort des porcs



Renaudeau et al., 2012



Température ressentie chez le porc

(Adapté de McFarlane, 2004 - Source Baker, 2004)



Stratégie de ventilation hivernale testée en pouponnière



La terre de chez nous

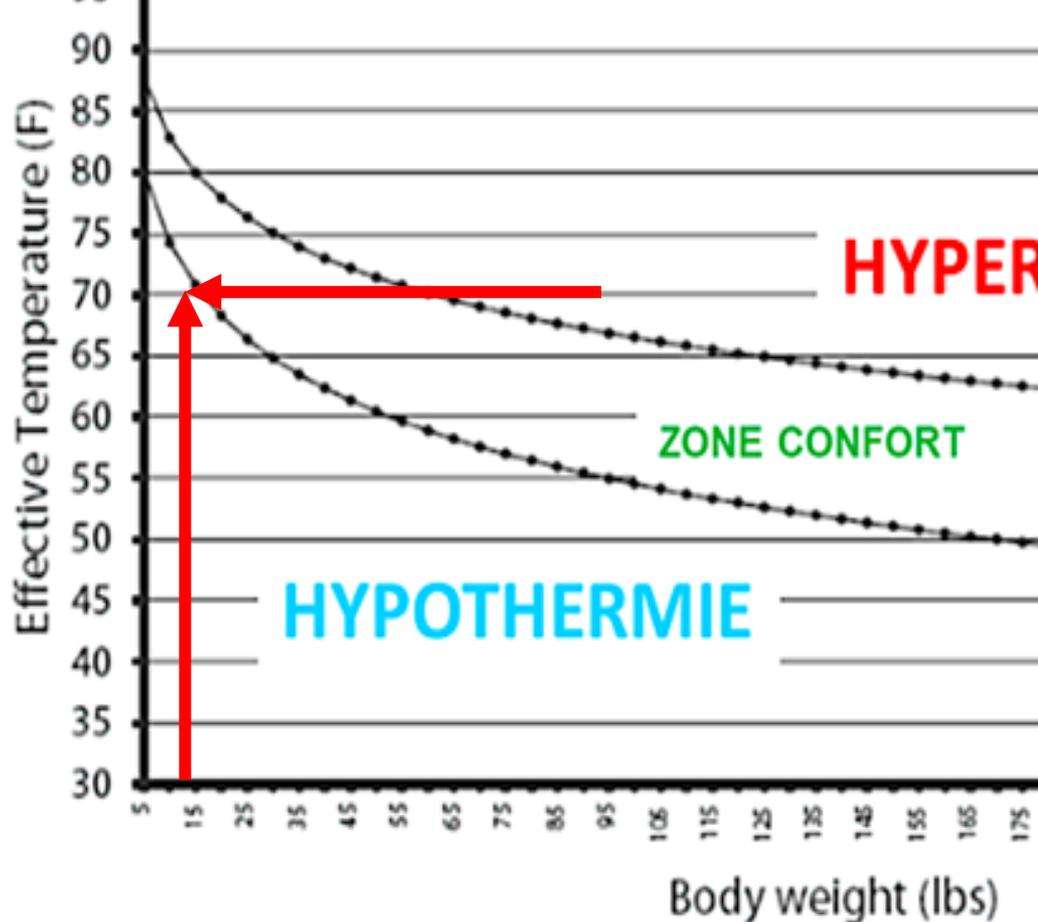
Impact des conditions d'ambiance sur les performances des animaux

Facteurs affectant la température ressentie :

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

Ex. de calcul de la température ressentie (poup) :

- Porcelets maintenus dans ces conditions :
 - ✓ 78 °F à l'arrivée
 - ✓ plancher de plastique
 - ✓ bâtiment bien isolé
- $78\text{ °F} - 7\text{ °F} - 1\text{ °F} = 70\text{ °F}$
- 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

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 dérangeante 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 $HR_{salle} > 70\%$

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

Résultats et discussion

Impact de la stratégie de ventilation en hiver

- GMQ et CA presque identiques dans les deux traitements
- Amélioration du taux de mortalité de 0,94 %
 - ✓ Statistiquement non significative car le statut sanitaire était instable durant le projet (très grande variabilité de la mortalité)

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 en hiver

- Consommation de propane supérieure de 175 L pour la stratégie compensée
 - ✓ Augmentation de 45,7 %
 - ✓ Consommation attendue car T° + chaude et taux de ventilation + élevé lors de 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

Impact économique et environnemental de la stratégie de ventilation compensée hivernale

Amélioration de la conversion alimentaire

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



Augmentation de la consommation du propane pour le chauffage des salles

- Augmentation de 175 litres 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 pcts
- Coût supplémentaire en chauffage = 0,08 \$/pct vendu

Impact économique et environnemental de la stratégie de ventilation compensée hivernale

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 \$/pct vendu**
- Coût annuel pour le remplacement des sondes = **0,01 \$/pct vendu**

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

Impact environnemental

		Kg CO ₂ e
Amélioration CA en hiver	0,73kg/pct x 13 767 pct x 50 % des lots x 1.61 kg co ₂ e/kg aliment =	- 8 040
Augmentation qté propane	(175 l/salle x 4 salles x 3.5 lots/an) ÷ 1,9 l /kg x 2,9 kg CO ₂ / kg propane =	+ 3 740
	Total	- 4 300





Stratégie de ventilation estivale testée en pouponnière



Stratégie de ventilation de recirculation 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

Consigne de température selon la stratégie

Jour d'élevage	Consigne de température selon la stratégie	
	Conventionnelle (témoin)	Recirculation
	°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

Recirculation

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 $T_{\text{salle}} = 7,2 \text{ °F}$ de plus que la T_{consigne}

- Augmentation graduelle de la vitesse en fonction de l'augmentation de la T_{salle} (différentiel = 13,2 °F)
 - ✓ Vitesse de 10 à 100 pi min
- Hors fonction avant 21 j

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
 - ✓ Conversion alimentaire légèrement améliorée pour la stratégie avec recirculation
- 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 recirculation
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 économique et environnemental de la stratégie de ventilation compensée estivale

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

Amélioration de la conversion alimentaire : 0,63 kg de moulée de moins par porcelet @ 608,07 \$/tonne = 0,38 \$/pct 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 \$/pct vendu
- Entretien annuel = 0,01 \$/pct vendu

Impact économique et environnemental de la stratégie de ventilation compensée estivale

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 pct vendu**

La stratégie compensée estivale engendre un **gain financier de l'ordre 0,97 \$/porcelet vendu en été**

Impact environnemental

		Kg CO ₂ e
Amélioration CA	0,63 kg/pct x 13 767 pct x 50 % des lots x 1.61 kg CO ₂ e/kg aliment =	- 6 980
Consommation électricité	3 340 kWh x 0,03 kg CO ₂ e / kWh	+ 100
	Total	-6 880





Technologie de chauffage en pouponnière

Traitements - technologies testées

Témoïn (fournaise au propane à air pulsé : LB White)

- ✓ Contrôle automatique de l'environnement du bâtiment
- ✓ Chauffage au propane et rejet des gaz de combustion : dans la salle d'élevage



Récupérateur (échangeur de chaleur ESA 3000)

- ✓ Contrôle automatique de l'environnement du bâtiment
- ✓ Échangeur de chaleur air/air
- ✓ Chauffage au propane et rejet des gaz de combustion : dans la salle d'élevage



Sans rejet de combustion (fournaise au propane avec cheminée : Modine)

- ✓ Contrôle automatique de l'environnement du bâtiment
- ✓ Chauffage au propane et rejet des gaz de combustion : à l'extérieur de la salle



Contrôle automatisé de l'ambiance dans les salles d'élevage

- ✓ Courbe de débit minimal selon l'âge des porcelets
- ✓ Compensations du débit de ventilation selon les concentrations de CO₂ et d'humidité

Résultats – température et consommation de propane

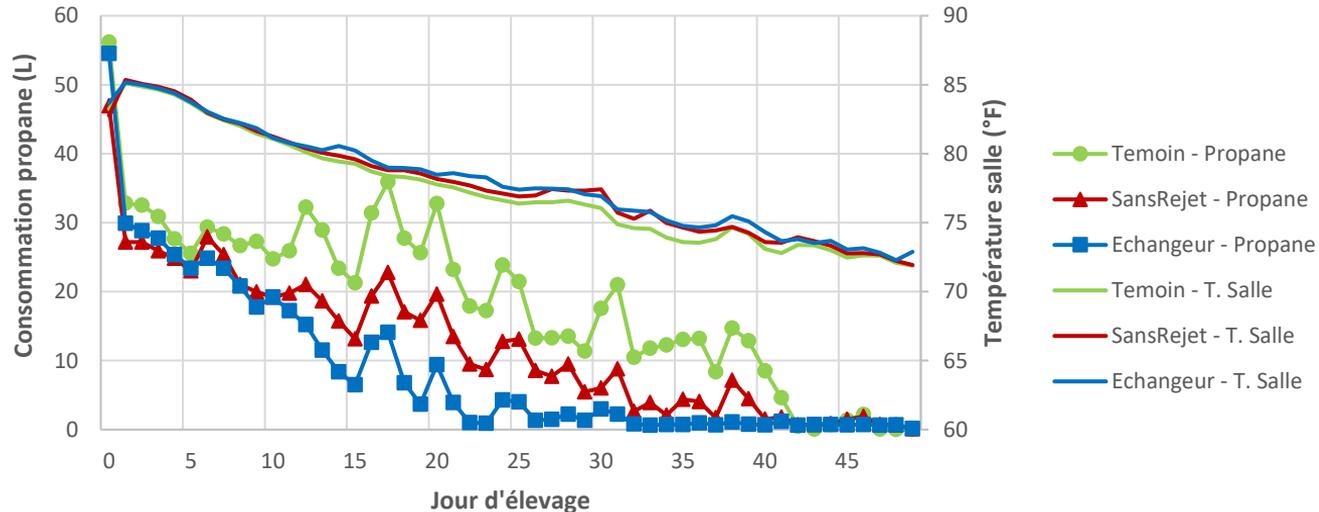
Température :

- Presque identique dans les 3 traitements

Propane :

- Témoin : 936 L / lot ^a
- Sans rejet : 616 L / lot ^b
 - ✓ - 34 % par rapport témoin
- Échangeur : 440 L / lot ^c
 - ✓ - 53 % par rapport témoin

- **Sans rejet** : ↓ besoin renouvellement de l'air pour expulser les gaz = ↓ consommation propane
- **Échangeur** : consommation de propane par le chauffage d'appoint seulement + préchauffage de l'air = ↓ consommation propane



Résultats – Performances environnementales

Émissions moyennes totales des différents gaz

Traitement	Moyenne totale (g/j/kg_porc)					Diminution vs témoin (%)
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	kg CO ₂ équivalent	
Témoin	53,19	0,55	0,0005	0,05	0,097	-
Sans rejet	35,08	0,62	0,0002	0,06	0,085	12,4
Échangeur	43,44	0,43	0,0003	0,05	0,078	19,6



Résultats – Performances zootechniques

Performances zootechniques et consommation d'eau selon le traitement

Performances zootechniques semblables entre les traitements

- Même stratégie de ventilation entre les traitements

	Témoin	Sans rejet	Échangeur	Seuil observé
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	-

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

Impact technico-économique

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.

Impact environnemental (T vs échangeur)

Pour un porcelet de 30 kg :

- Diminution de 19,6 % des GES = environ **15 kg CO₂e/porcelet**
- **Pour une poupe de 2 000 places où le chauffage est en fonction sur 50 % des lots**
 - ✓ Environ 93 T CO₂e/an
 - ✓ Équivalent aux émissions d'une voiture qui parcourt 367 000 km

Impact économique

- Traitement sans rejet
 - ✓ Bénéfice net annuel de 2 796 \$
 - ✓ ROI 0,94 an
- Traitement échangeur
 - ✓ Bénéfice net annuel de 2 975 \$
 - ✓ ROI 4,23 ans sans la subvention

Stratégie de ventilation hivernale en engraissement



Centre de développement
du porc du Québec inc.

Impact des conditions d'ambiance sur les performances des animaux

Facteurs affectant la température ressentie :

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

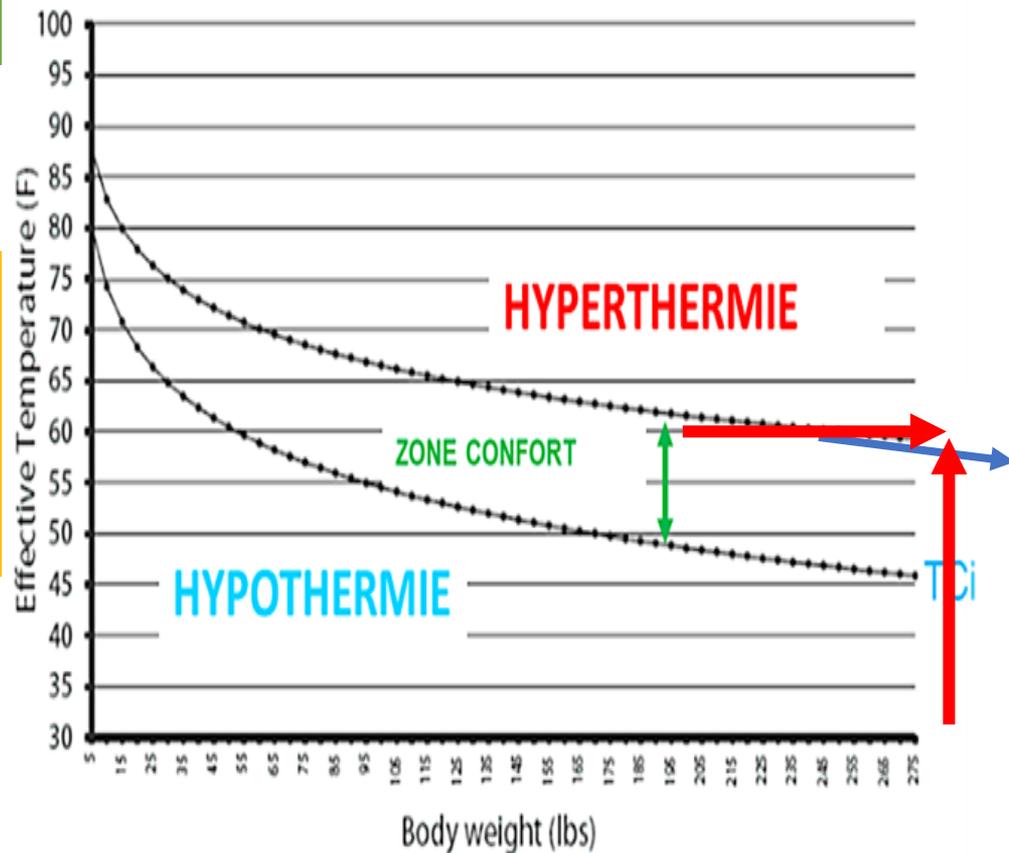
Ex. de calcul de la température ressentie (eng) :

Porcs maintenus dans ces conditions :

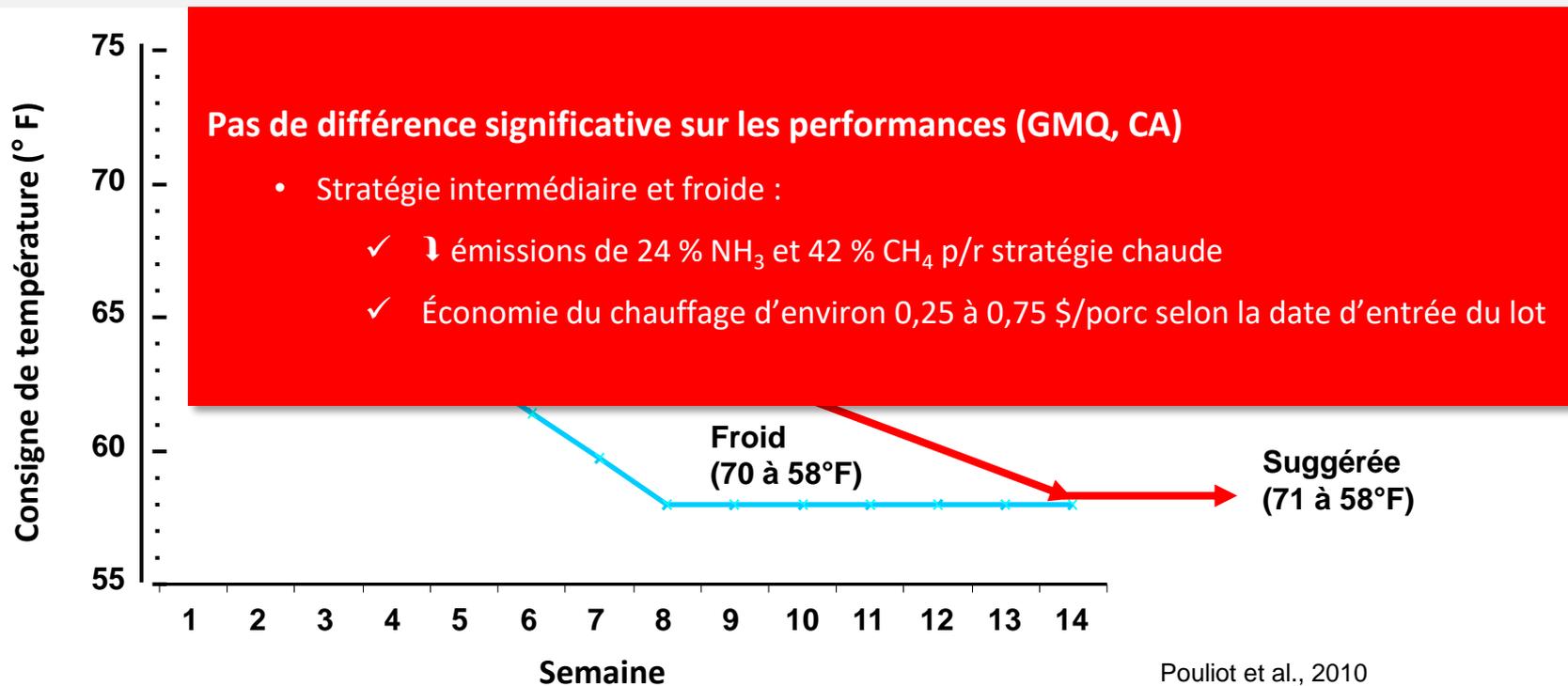
- ✓ 70 °F à l'arrivée
 - ✓ Plancher de béton sec
 - ✓ Vitesse de 20 pi/min
 - ✓ Bâtiment bien isolé
-
- $70\text{ °F} - 9\text{ °F} - 1.8\text{ °F} - 1\text{ °F} = 58,2\text{ °F}$
 - Cette température est alors au-dessus de la température critique inférieure pour des porcs en fin d'engraissement

Facteurs affectant l'estimation de la température effective

	Diminution ou augmentation à considérer		Diminution ou augmentation à considérer
Tapis de sol	+3	Bonne (R14 mur/R30)	-1



Charte de température – projet du CDPQ



Pouliot et al., 2010

Stratégie de ventilation estivale en engraissement

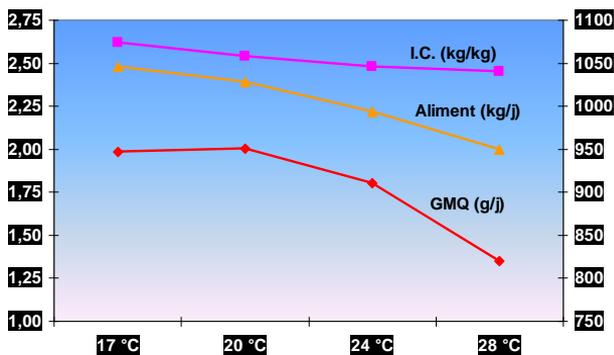


Centre de développement
du porc du Québec inc.

Impact des températures chaudes

Porcs en engraissement

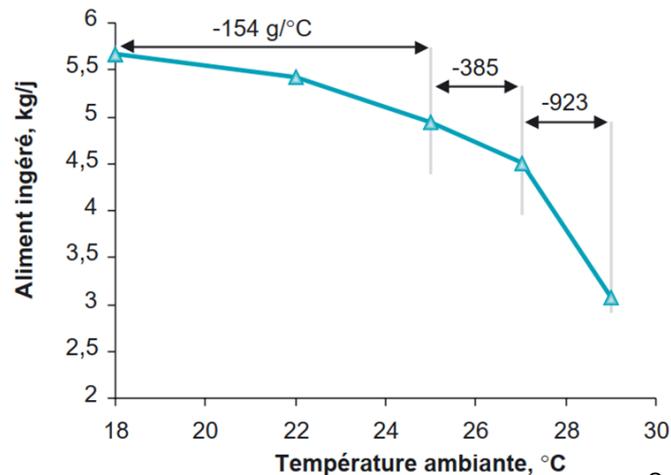
↘ IMQ de 55 g/j/°C au-dessus de 24 °C



Massabie, 2003

Truies

↘ IMQ de 150 g/j/°C au-dessus de 20 °C



Quiniou et Noblet, 1999

Stratégies de contrôle d'ambiance en été

Les ajustements peuvent varier selon le type d'animal

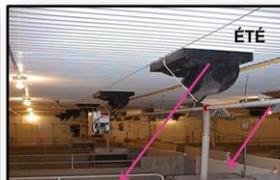
1. Échange d'air (~ jusqu'à 23 °C)

- ✓ Automne, hiver, printemps



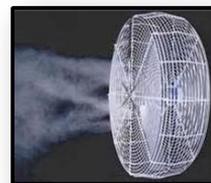
2. Vitesse d'air sur les animaux (~ 23°C et +)

- ✓ 200 pi/min = refroidissement de 5 à 6 °C à 24°C
- ✓ Efficace à moins de 32 °C (T° peau des porcs)



3. Évaporation d'eau (~ 23 °C et +)

- ✓ Efficace par temps chaud et sec = réduction ~ 4 à 6 °C
- ✓ Arrêter par temps chaud et humide



4. Mouiller les porcs (~ 28°C et +)

- ✓ Efficace même par temps chaud et humide en combinaison avec vitesse d'air
- ✓ Laisser sécher les porcs entre les périodes d'arrosage



Efficacité de système de refroidissement en été en engraissement

Paramètre (unité)	80 cfm seul	60 cfm + recirc.	45 cfm + recirc. + brumi.	45 cfm + recirc. + gicleurs
Performances de croissance			Vitesse d'air + eau : ↑ GMQ d'environ 45 g	
Nombre de porcs initial	220	220		220
Poids initial (kg)	23,3	23,2	23,5	23,5
Poids final (kg)	125,1	125,7	125,7	125,2
Gain moyen quotidien (g/j)	918	944	964	963
Durée moyenne (jours)	110,8	107,9	106,1	105,7
Performances de consommation				
Ingéré moyen quotidien (kg/j)	2,22	2,22	2,22	2,23
Conversion alimentaire	2,37	2,37	2,37	2,40
Consom. quotidienne d'eau (l/j)	11,43	9,10	8,64	9,54

3 à 5 j en moins

Recirculation: ↓ consom. d'eau
1,9 à 2,8 l / porc / jour !!!

* Résultats d'un seul essai
Certaines valeurs numériques se démarquent et peuvent laisser voir des tendances

Impact économique et environnemental de l'amélioration des performances en été

Impact économique

- Amélioration du GMQ de 45 g/j
- Selon l'outil \$imule-lot du CDPQ, c'est 1,90 \$/porc
 - ✓ Pour un lot d'été dans un bâtiment de 1 000 places : 1 824\$
 - ✓ Permet surtout de ne pas étirer le lot



Impact environnemental



Selon Agriculimat (2025)

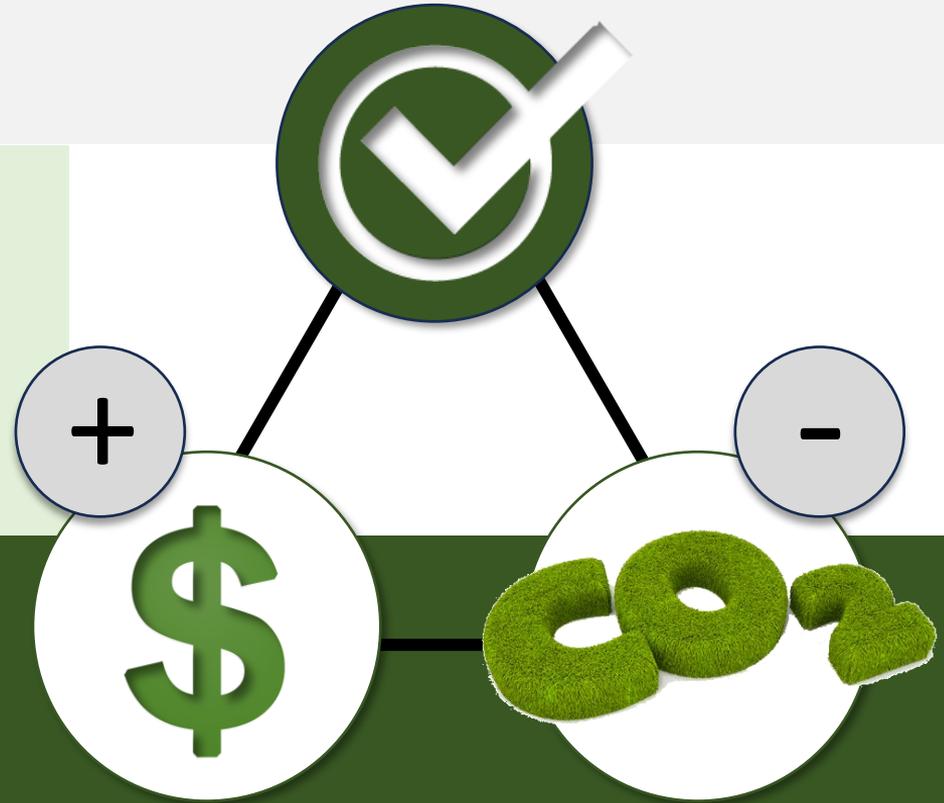
- Pour chaque amélioration de 100 g/j, c'est 0,25 kg CO₂e/kg vif de moins d'émis
 - ✓ Donc pour 45 g/j, c'est 0,1125 kg CO₂e /kg vif
 - ✓ Pour un porc de 135 kg = 15,19 kg CO₂e
 - ✓ Pour un lot d'été dans un bâtiment de 1 000 places : environ 15 tonnes CO₂e en moins

Conclusion

L'optimisation du confort des porcs par l'amélioration des conditions d'ambiance permet, dans bien des cas, d'améliorer les performances.

- ✓ Ceci est vrai autant en hiver qu'en été, en pouponnière et en engraissement

L'amélioration des performances se traduit donc par une augmentation des revenus et une diminution des émissions.



Merçi de votre attention !



Centre de développement
du porc du Québec inc.



Cet événement est rendu possible grâce au soutien financier du gouvernement du Québec dans le cadre du programme d'appui à la lutte contre les changements climatiques dans le secteur bioalimentaire, qui découle du Plan pour une économie verte 2030.

Plan pour une
économie
verte 

Partenaire financier

Québec 

Merci aux collaborateurs pour leur contribution !

CDAQ
CONSEIL POUR
LE DÉVELOPPEMENT DE
L'AGRICULTURE DU QUÉBEC 

CDPO 
Centre de développement
du porc du Québec inc.

irda | Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

 UNIVERSITÉ
LAVAL