

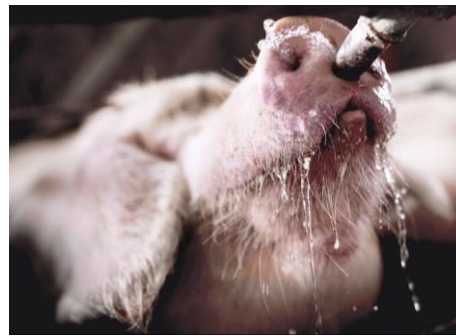


Centre de développement  
du porc du Québec inc.

## Stratégies pour limiter les impacts des changements climatiques en production porcine

Sébastien Turcotte, agr., Responsable - Bâtiments et régie d'élevage, CDPQ  
Collaborateur: Francis Pouliot, ing., CDPQ

23 mai 2023



# Impacts des changements climatiques sur les bâtiments ?



Moins de neige sauf dans les secteurs plus nordiques ou ayant une certaine altitude

- Redoux :
  - ✓ Augmentation potentielle de la charge de neige en hiver
  - ✓ Verglas : pannes électriques



Hausse des précipitations en été

- Fortes pluies plus fréquentes
  - ✓ Drainage de surface
- Accompagné de forts vents : pannes électriques



Hausse des T° estivales et fréquence des canicules

- Conditions d'ambiance:
  - ✓ Épisodes de stress thermique plus fréquents, sévères et longs



Revoir la structure du bâtiment selon l'augmentation de la charge potentielle en hiver (redoux)



Centre de développement  
du porc du Québec inc.

# Augmentation de la charge potentielle sur la structure des bâtiments en hiver (redoux)

## Effondrement de toitures dû aux charges excessives de neige

- Plusieurs épisodes de pluies suivis de refroidissement brusque entremêlés d'épisodes neigeux sans avoir le temps d'évacuer l'eau sur les toitures
  - ✓ Neige plus dense et non balayée
- Selon Technorm, les bâtiments endommagés excèdent rarement les charges de conception dictées par le Code national du bâtiment (CNB).
- Problèmes observés :
  - ✓ Vices de construction
  - ✓ Entretien inadéquat

Source : <https://technorm.qc.ca/charges-neige-hiver-2018-2019/>

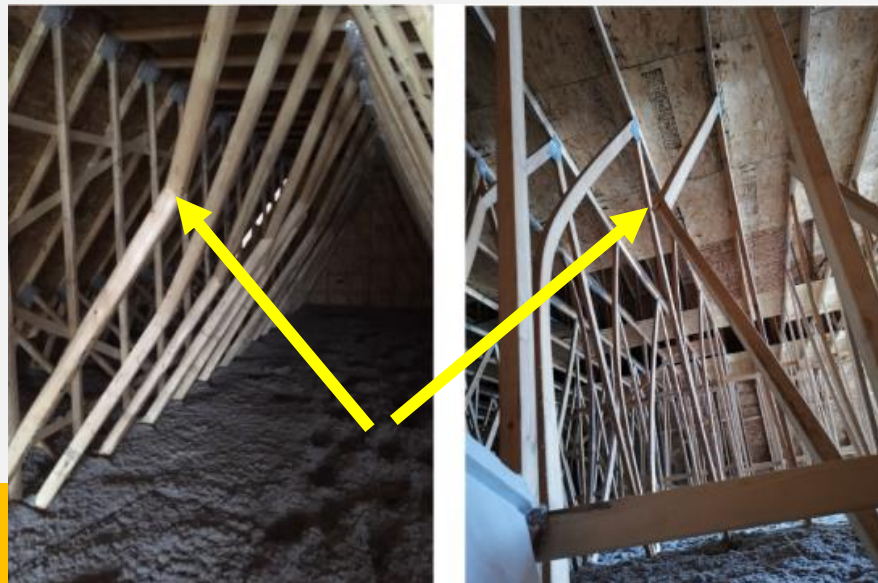


Photos : La Voix du Sud - Éric Gourde

# Fermes de toit : éléments structuraux importants

Deux éléments qui ne vont pas l'un sans l'autre :

- ✓ Liens continus perpendiculaires aux membrures en compression établis selon les plans de montage du fabricant de fermes de toit (flèche rouge)
- ✓ Membrures en diagonale pour contreventer les liens continus (flèche bleue).



**Multiple dommages occasionnés par l'absence de l'un ou des deux éléments (flèches jaunes)**

Source : <https://technorm.qc.ca/charges-neige-hiver-2018-2019/>

## Goussets de fermes de toit

- ✓ Attention particulière pour la corrosion des goussets, surtout lorsque l'entrée d'air se fait par l'entretoit.
- ✓ Problème fréquemment rencontré qui affaiblit significativement les fermes de toit.
- ✓ Possibilité de réparer avec des goussets de bois selon les recommandations d'un ingénieur compétent dans le domaine (travaux laborieux)



Photo : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/beef/news/vbn1111a3.htm> OMAFRA



Photo : [https://bcstructural.com/?page\\_id=128](https://bcstructural.com/?page_id=128)

# Prévention



- ✓ Déneiger la toiture lorsque requis
- ✓ Mettre des fanions permanents sur la toiture comme indicateurs
- ✓ Attention aux accumulations localisées et charges débalancées !



Photo : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1153730/effondrement-olymel-toitures-maternites-porcines-deblayees>

Revoir l'aménagement de l'emplacement  
des bâtiments et des chemins d'accès



Centre de développement  
du porc du Québec inc.



## Précipitations plus abondantes à l'échelle annuelle



- Ne pas construire dans une zone à risque d'être inondée dans le futur
- Bien planifier le drainage et l'évacuation d'eau sur le site de la ferme



Photo : <https://www.citizen-times.com/story/news/local/2018/09/18/florence-flooding-nc-hog-farm-lagoons-breached-after-historic-flood/1343885002/>

# Précipitations plus abondantes à l'échelle annuelle

- Planifier le niveau de plancher du bâtiment pour qu'il soit surélevé par rapport au niveau de la cour.



- La cour et les chemins d'accès doivent être surélevés et avoir une pente suffisante pour égoutter l'eau vers un canal ou fossé.



Avoir une génératrice en cas de pannes  
électrique dues à des événements  
météorologiques extrêmes ( + fréquents)



Centre de développement  
du porc du Québec inc.

## Prévoir une génératrice en cas de panne de courant

- Génératrice d'appoint auto-démarrante conçue pour fonctionner sur une longue période de temps sans être surchargée
- Réservoir de carburant de bonne capacité = autonomie en cas de panne prolongée

**Du fait que la production est cloisonnée dans des bâtiments et que la ventilation est très majoritairement mécanique (ventilateur électrique), le temps de réaction est court pour éviter l'axphyxie des animaux**



Photo : <https://www.ludec.ca/fr/generatrice.html>

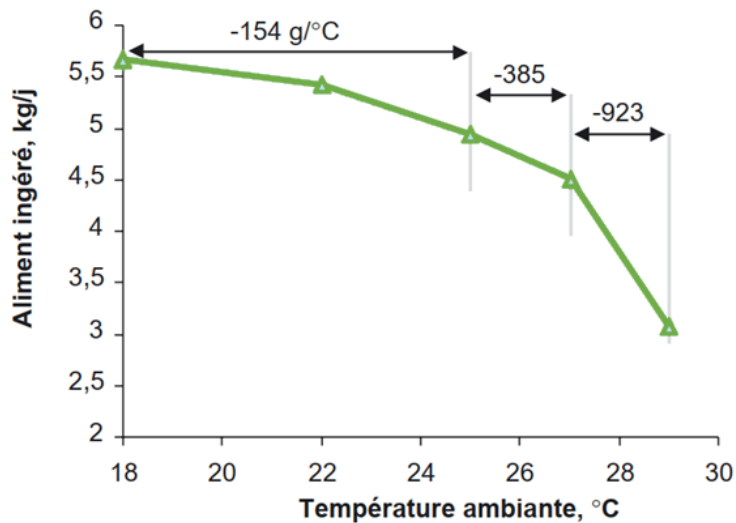
Revoir les méthodes pour améliorer les conditions  
d'ambiance dans les bâtiments porcins en été



Centre de développement  
du porc du Québec inc.

## Impact du stress thermique sur la prise alimentaire des truies (mise bas)

Effet de la température ambiante sur la consommation d'aliments pendant une lactation de 21 jours



La réduction de la consommation d'aliments par la truie lactante s'accélère rapidement avec l'augmentation de la température de la salle au-dessus de 18 °C.

Quiniou et Noblet, 1999

# Impact du stress thermique sur les animaux et production laitière (truie)

Au-delà de 25 °C, la  
production laitière

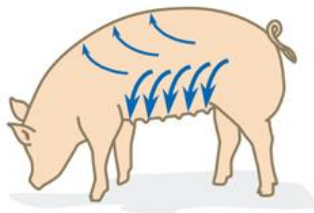


du GMQ des porcelets

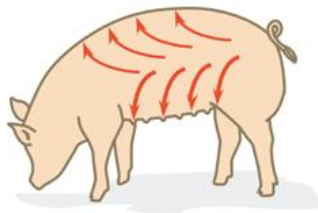
En dessous de 25 °C



Dans la zone de  
confort thermique



Au chaud : l'apport de sang  
à la mamelle diminuerait

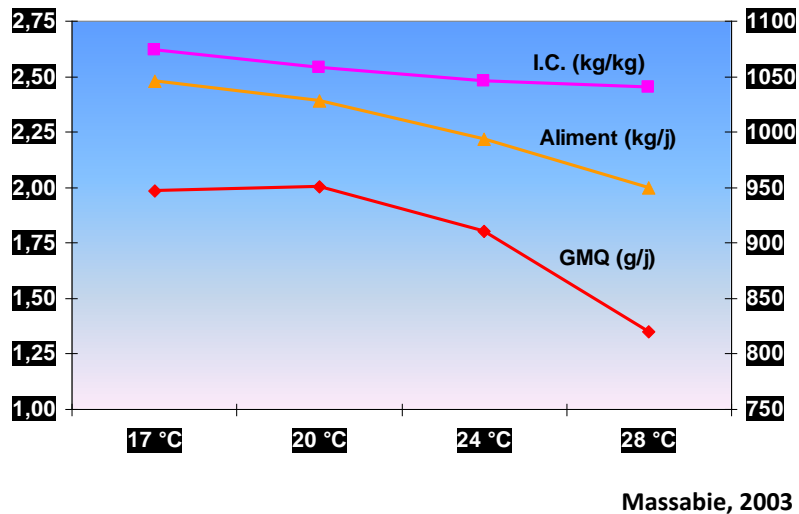


Hypothèse  
concernant l'effet de  
la température sur la  
production laitière  
via une redistribution  
des flux sanguins

- ✓ Mobilisation des réserves corporelles de la truie = permet de compenser la chute d'appétit
- ✓ Permet de maintenir le GMQ des porcelets

Quiniou et al., 2000

# Impact du stress thermique sur les porc en engraissement



Lorsqu'il fait chaud

Animal ↓ son apport énergétique (aliment)

↓ du GMQ

↓ du revenu





# Méthodes permettant de rafraîchir les porcs en été



Centre de développement  
du porc du Québec inc.

# Méthodes permettant de rafraîchir les porcs en été

## Trois niveaux de refroidissement

Les ajustements peuvent varier selon le type d'animal :

- 1 Ventilation (18-23 °C)
- 2 Vitesse d'air sur les animaux (23 °C et plus)
  - Efficace jusqu'à environ 28-30 °C
- 3 Mouiller les porcs ou évaporer de l'eau dans l'air
  - 28 °C et plus



# Vitesse d'air sur les animaux

Entre 24 °C et 28 °C à 200 pi/min

- T° ressentie réduite de 5 à 6 °C (Massabie, 2001)

## Comment ?

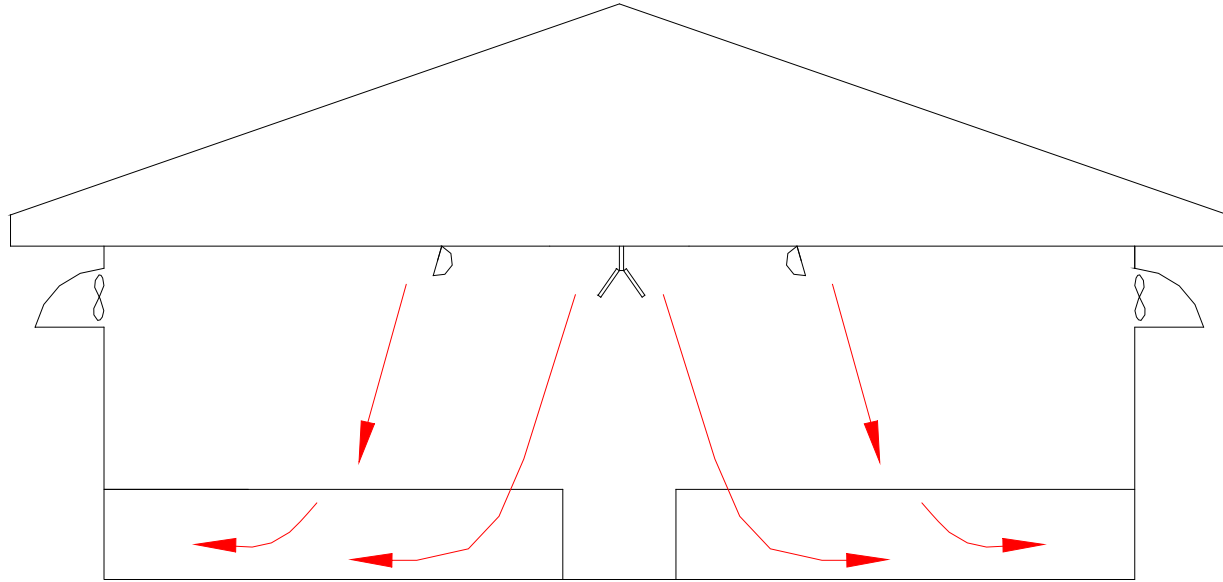
- Ventilateurs de recirculation
- Entrées d'air dirigées sur les animaux
- Ventilation par effet de tunnel

## Limite de la vitesse d'air

- ➔ Si la T° intérieure est supérieure à celle de la peau des animaux (~ 32 °C), il n'y a plus de refroidissement par convection car les porcs ne transpirent pas.



## Vitesse d'air : entrées d'air modulaires directionnelles



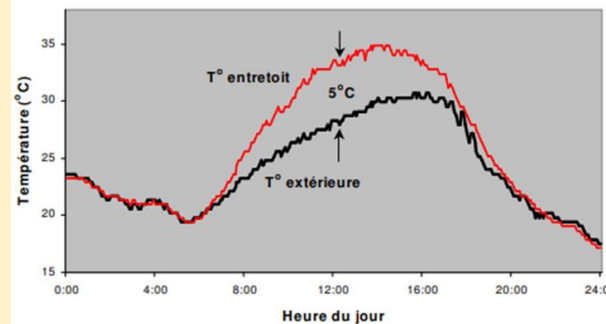
# Vitesse d'air : entrées d'air modulaires directionnelles

- Vitesse d'air de plus de 650 pi/min à l'entrée d'air pour avoir un courant d'air suffisant au niveau des porcs
- Très efficace si bien conçu et peu coûteux
- Ventilateurs de recirculation non requis
- Isolant de sous-toiture requis



# Ventilation par l'entretoit

- Éviter que le soleil SURCHAUFFE l'air dans l'entretoit de + de 5 °C
- Impact IMPORTANT sur la température de l'air !



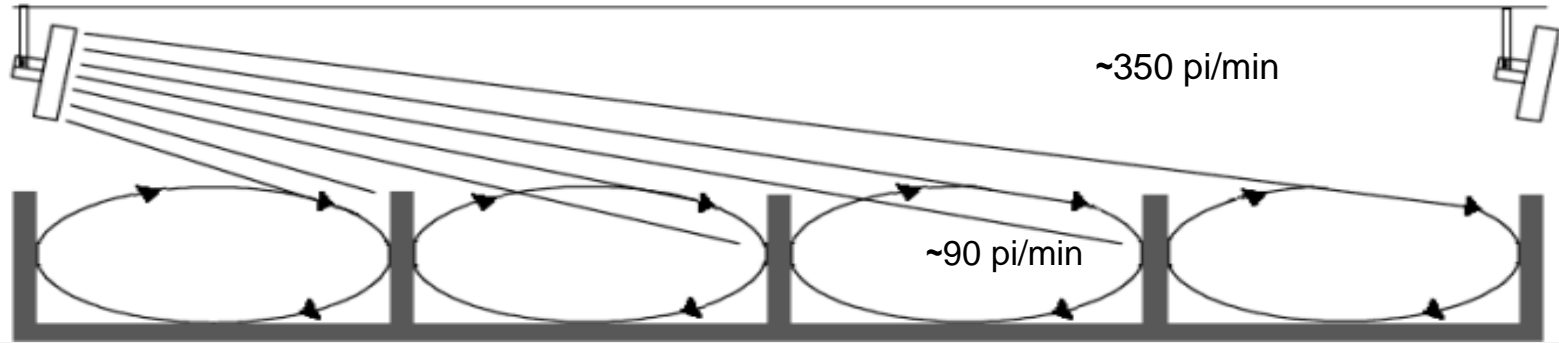
Marquis, 1998

Utiliser une tôle blanche sur la toiture et

- Installer un isolant de type Thermofoil, simple bulle, sous la tôle avec le côté d'aluminium vers l'entretoit ou
- Installer un pare-air (Tyvek) avec chambre d'air sous le lattage entre les fermes de toit pour les bâtiments existants.



## Vitesse d'air : ventilateurs de recirculation en engraissement



- Divisions d'enclos ajourées : moins d'obstacles au passage du courant d'air
- Recirculateurs 36'' « ON/OFF » espacés tous les 50' par rangée de parcs
- Bien ajuster l'angle des recirculateurs

# Vitesse d'air : ventilateurs de recirculation en maternité



Recirculateurs 36'' « ON/OFF » en bloc saillies



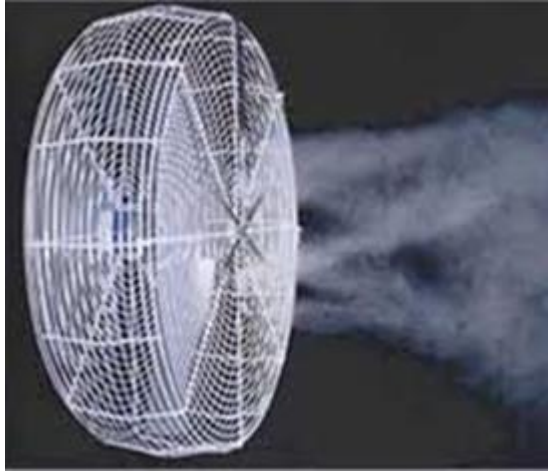
Recirculateurs 28'' à vitesse variable en mise bas



Recirculateurs 36'' « ON/OFF » en gestation en groupe



## Vitesse d'air + refroidissement de l'air



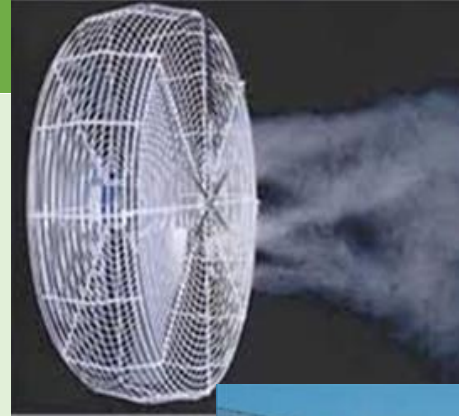
# Refroidir l'air ambiant

## Comment ?

- Brumisation haute pression
- Rideau d'évaporation d'eau (*cool cell*)

Avec HR < 50 - 60 %

- Brumisation = réduction ~ 4 °C  
(Marquis, 2002)
- Rideau d'évaporation d'eau = réduction ~ 6 °C  
(Munters, 2022)



## Limites de ces systèmes

- \$\$ + coût d'entretien élevé
- Peu efficace lorsque c'est humide (+ de 70 % d'humidité relative)



Vitesse d'air + mouiller les porcs



# Mouiller les animaux

## Mouiller les animaux

- Évaporation de l'eau par assèchement, très efficace même par temps humide
- Efficacité augmentée si jumelé avec courants d'air



## Comment ?

- Aspersion avec des gicleurs basse pression (porcs logés en parcs)
- Système de goutte-à-goutte pour les truies logées en cages



## Limite de l'aspersion d'eau :

- Avoir un bon ajustement pour éviter le gaspillage d'eau
- Éviter de mouiller la moulée dans les trémies
- Éviter de trop mouiller le plancher



## Vitesse d'air + goutte-à-goutte (truies en cage)

À 30 °C, une vitesse  
d'air de 180 pi/min +  
goutte-à-goutte  
améliore la prise  
alimentaire des truies  
en lactation de 90 %

(McGlone et al., 1988)



# Performances zootechniques en engraissement\*

Paramètre (unité)	80 pcm seul	60 pcm + recirc.	45 pcm +	45 pcm +
<b>Performance de croissance</b>				
Nombre de porcs initial	3 à 5 j en moins	220	219	220
Poids initial (kg)		23,2	23,4	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
<b>Performance</b>				
Ingéré moyen		2,22	2,22	2,23
Conversion à		2,37	2,37	2,40
Consommation quotidienne d'eau (l/j)	11,43	9,10	8,64	9,54

Vitesse d'air + eau : ↑ GMQ d'environ 45 g

3 à 5 j en moins

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

\* Résultats d'un seul essai

Certaines valeurs numériques se démarquent et peuvent laisser voir certaines tendances.

# Nouvelles technologies

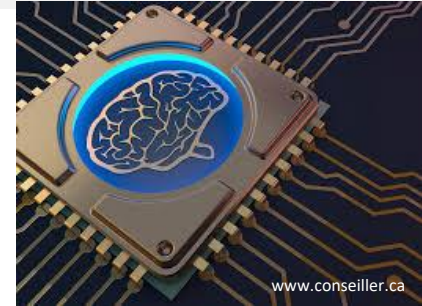
Avec les changements climatiques, il est essentiel de regarder du côté des nouvelles technologies et des stratégies de ventilation permettant de mieux contrer les conditions d'ambiance.

- Intelligence artificielle
- Systèmes de préconditionnement de l'air permettant de refroidir l'air en été
  - ✓ Puits canadien
  - ✓ Aérogéothermie
  - ✓ Géothermie

# Arrivée de l'intelligence artificielle (IA) dans les contrôles de ventilation

L'intelligence artificielle apprend et calcule l'impact de chaque élément du système de ventilation (ventilateurs, entrée d'air, système de refroidissement) sur les conditions d'ambiance de la salle, sur le ressenti de l'animal, et ce, en fonction des conditions extérieures.

- Ces contrôles tiennent compte des prévisions météorologiques pour contrôler l'ambiance de la salle
  - ✓ Ils anticipent ce qui s'en vient et agissent en conséquence
- Chacun des éléments peut être contrôlé indépendamment
  - ✓ Offre plus de possibilités pour trouver les conditions d'ambiance optimales





# Exemple de fonctionner en été

Le système sait qu'il va faire chaud : il garde la fraîcheur quand c'est possible.

## Exemple fictif :

- Consigne à 20 °C
- Frais le matin et prévision météo de maximum 26 °C en fin pm
- Frais en soirée (15 °C)
- 4 ventilateurs dans la salle



www.agriexpo.online

Profite de l'inertie thermique du bâtiment

Heure	Conventionnel		Intelligence artificielle	
	T° intérieure (°C)	Ventilation	T° intérieure (°C)	Ventilation
10 h	20	1 ventilateur vitesse max.	19	1 ventilateur vitesse intermédiaire
12 h	22	2 ventilateurs vitesse max.	20	1 ventilateur vitesse min.
14 h	26	3 ventilateurs vitesse max.	24	1 ventilateur vitesse min.
16 h	28	4 ventilateurs vitesse max.	28	4 ventilateurs vitesse max.
18 h	26	3 ventilateurs vitesse max.	26	3 ventilateurs vitesse max.
20 h	22	2 ventilateurs vitesse intermédiaire	22	2 ventilateurs vitesse intermédiaire

Les quelques heures par jour avec des températures plus fraîches :

- Durée moins longue en hyperthermie
- Moins de pertes de performances dues à la chaleur

# Puits canadien

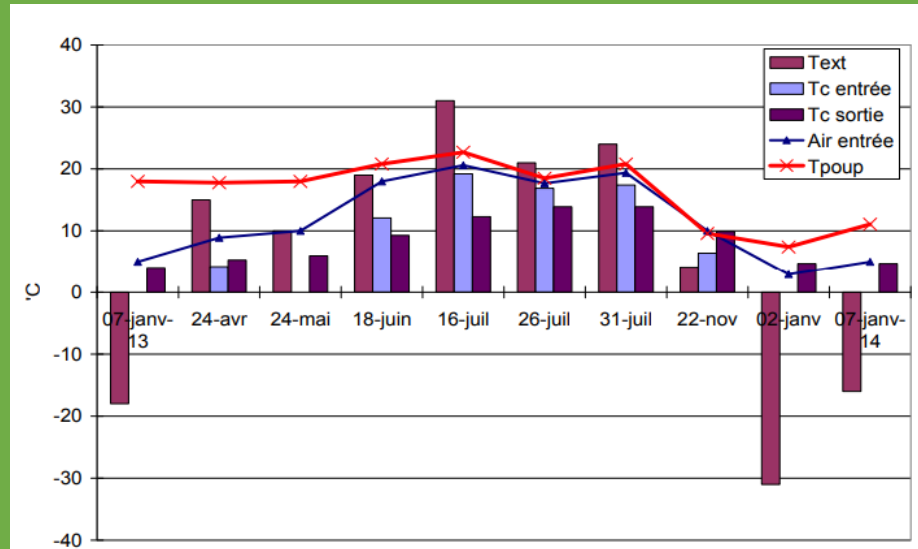
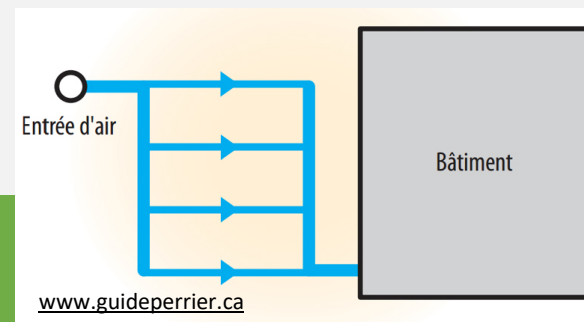
Un puits canadien est un tuyau ou un réseau de tuyaux enfouis dans le sol, servant de prise d'air pour un bâtiment.

Tuyaux enfouis à 2 mètres de profondeur = réchauffe l'air entrant l'hiver et le refroidit l'été à partir de la masse thermique du sol (Perrier, 2015).

- ✓ Au Québec : température moyenne du sol = varie de 5 °C (mi-mars) à 14 °C (mi-septembre).

Système géothermique (sol-air) où l'air est aspiré dans le puits canadien à l'aide d'un ventilateur et poussé dans le bâtiment.

- ✓ Été : air entrant dans le bâtiment = jusqu'à 8 °C + froid que l'air extérieur
- ✓ Hiver : air entrant dans le bâtiment = jusqu'à 34 °C + chaud que l'air extérieur



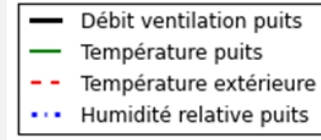
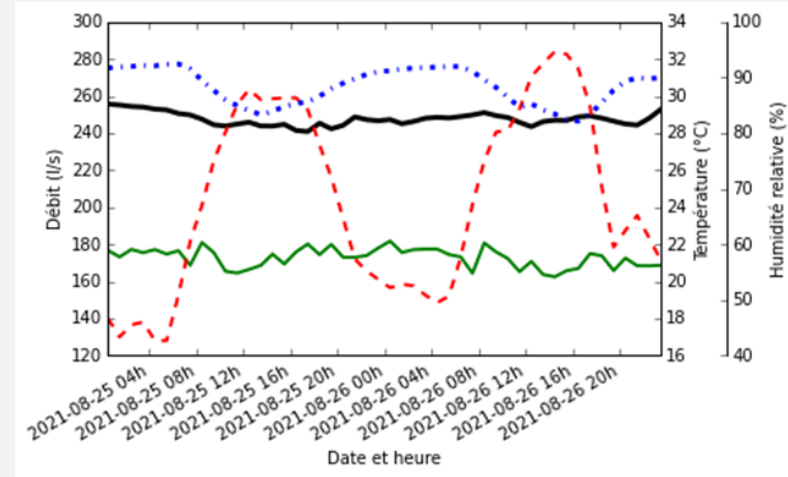
# Aérogéothermie

**L'aérogéothermie c'est quoi ?** Une méthode permettant de capter l'air contenu dans les interstices du sol.

Contrairement à un puits canadien où l'air est puisé à l'extérieur et circule dans une conduite enfouie, le puits de captation du système d'aérogéothermie permet d'aspirer directement l'air présent dans le sol.

Il permet d'utiliser l'inertie thermique du sol pour conditionner l'air utilisé pour la ventilation de l'élevage.

- ✓ Été : air entrant dans le bâtiment = jusqu'à 12 °C + froid que l'air extérieur
- ✓ Hiver : air entrant dans le bâtiment = jusqu'à 20 °C + chaud que l'air extérieur



# Géothermie

Les systèmes géothermiques utilisés pour le chauffage et la climatisation des bâtiments s'appuient sur le principe qu'en profondeur (de 6 à 10 m), la température du sol n'est plus influencée par les variations de température en surface et qu'elle est relativement constante (de 8 à 10 °C).

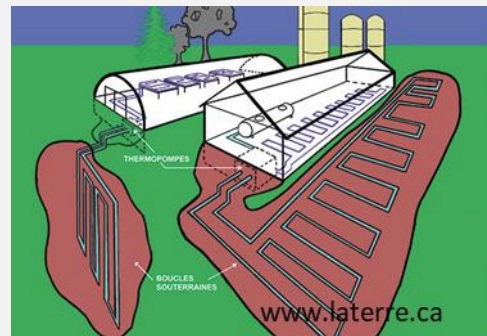
Salle conventionnelle vs géothermie en engraissement (Prairie Swine Centre, 2019)

## Été

- Température moyenne de l'air ambiant + froide dans la chambre avec la géothermie par rapport à la chambre conventionnelle.

## Hiver

- Système de géothermie a permis une réduction de 36 % de la consommation d'énergie pour le chauffage et la ventilation pendant la saison froide.



# Conclusion

## Les changements climatiques auront un impact important en production porcine

### Bâtiments

- ✓ Impact structurel
- ✓ Chemin d'accès
- ✓ Génératrice

### Conditions d'ambiance

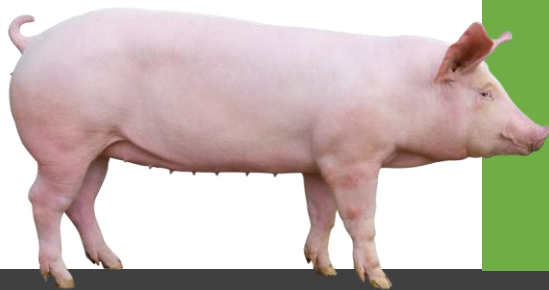
- ✓ Impact direct sur le bien être des animaux = performances
- ✓ Adaptations pour diminuer la température ressentie par les porcs

#### Méthodes existantes

- Vitesse d'air
- Diminuer la température de l'air
- Mouiller les animaux

#### Nouvelles technologies

- IA dans les contrôles de ventilation
- Puits canadien
- Aérogéothermie
- Géothermie



# Pour plus d'informations

FORMATION SUR L'ADAPTATION AUX  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA  
RÉDUCTION DES GES EN  
PRODUCTION PORCINE

Disponible gratuitement sur le site  
internet du CDPQ ou la plateforme  
ASIO de l'OAQ

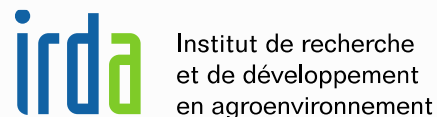
Dossier très complet comprenant :

- ✓ 41 capsules vidéo
- ✓ 26 fiches d'informations

## Thèmes

- LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
- LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE
- LE PORC ET LE STRESS THERMIQUE
- L'ALIMENTATION DES PORCS
- L'EAU
- LE BÂTIMENT D'ÉLEVAGE
- LES CONDITIONS D'AMBIANCE DANS LES SALLES D'ÉLEVAGE
- LA GESTION DES EFFLUENTS D'ÉLEVAGE

Cette formation a été rendue possible grâce à l'appui financier du MAPAQ, dans le cadre du Programme d'appui à la lutte contre les changements climatiques en agriculture découlant du Plan d'action 2013 - 2020 sur les changements climatiques.



Merci de votre attention!

