



# L'énergie dans les bâtiments d'élevage porcin



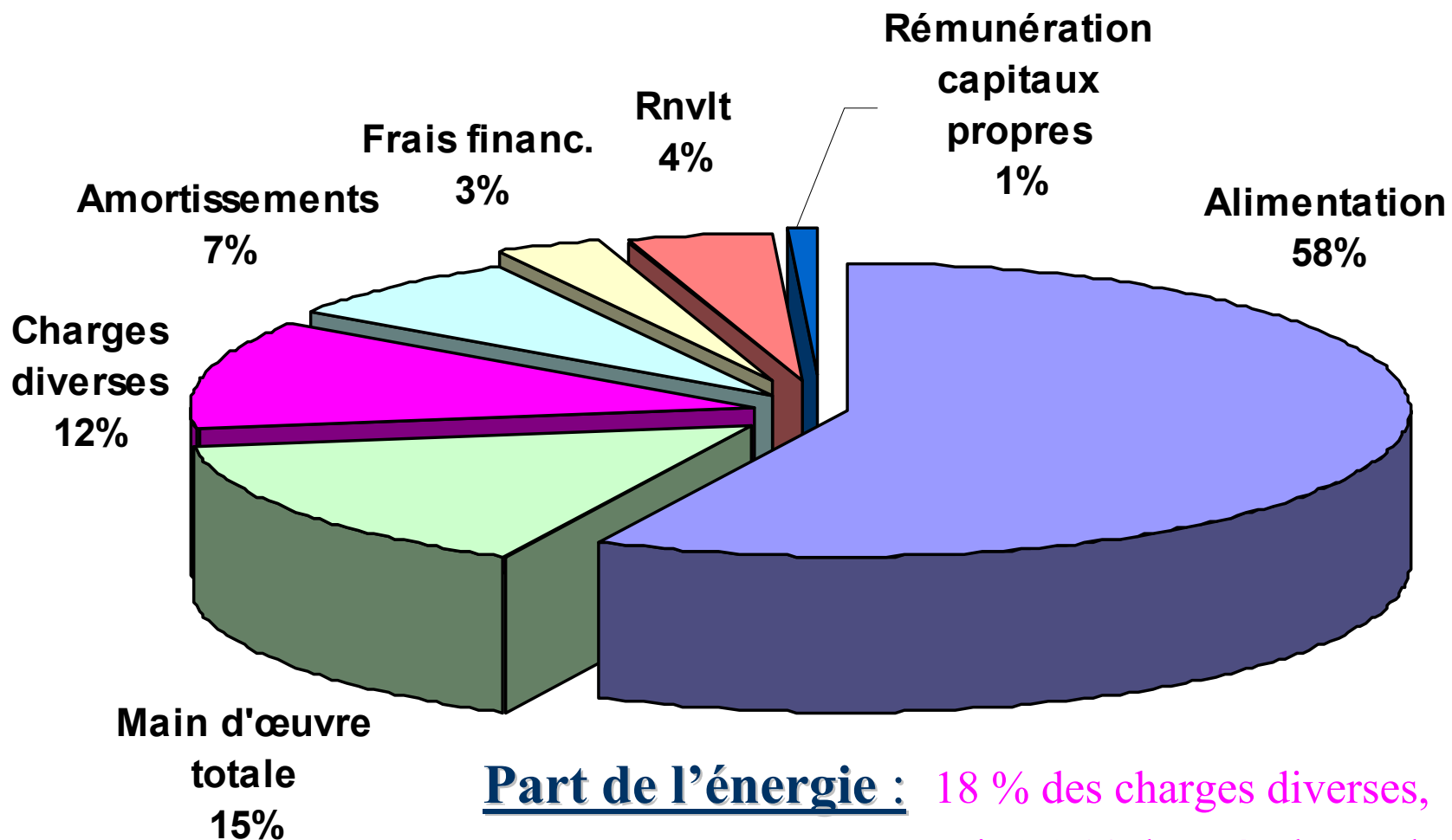
Étude soutenue et financée par  
l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

# Plan de l'intervention

- Références sur les consommations d'énergie :
  - Quels sont les postes les plus consommateurs ?
  - Quels sont les principales sources de variation des consommations d'énergie ?
- Comment réduire ses consommations d'énergie
  - Par les pratiques d'élevage
  - Par de nouveaux équipements
  - Par la récupération d'énergie

# Références sur les consommations d'énergie

# Référence actuelle (France) :



# Coûts énergétiques selon l'orientation

	N <i>(en € par truie présente)</i>	NE <i>(en € par truie présente)</i>	PSE <i>(en € par porc produit)</i>
<b>Électricité</b>	25,50	43,40	1,50
<b>Fioul (groupe électrogène)</b>	2,00	8,0	0,20
<b>Fioul (chaudière)</b>	2,30	3,3	0
<b>Gaz (chaudière)</b>	0	2,5	0
<b>Total</b>	29,80	57,20	1,70
<b>Total 2008 actualisé</b>	32,80	65,90	1,80

**Correspond à environ 13 000 € / an pour un atelier NE moyen de 200 truies**

# Consommations énergétiques selon l'orientation



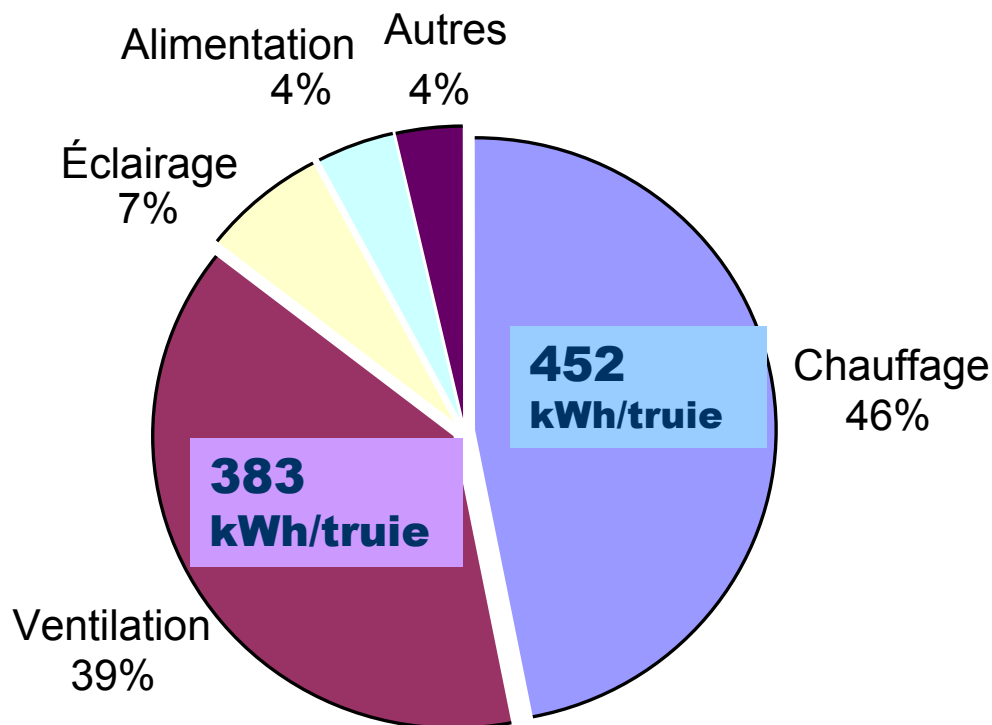
	Consommation énergétique (en kWh/truie/an)	Consommation énergétique (en kWh/porc produit)
Naisseurs	403	-
Naisseurs- engraisseurs	983	48
Post-sevreurs-eng.	-	25

**Cohérence des résultats :** *une truie + 21 porcs produits*  
*403 + 21 x 25 = 928 kWh/truie*

# Consommations énergétiques par poste

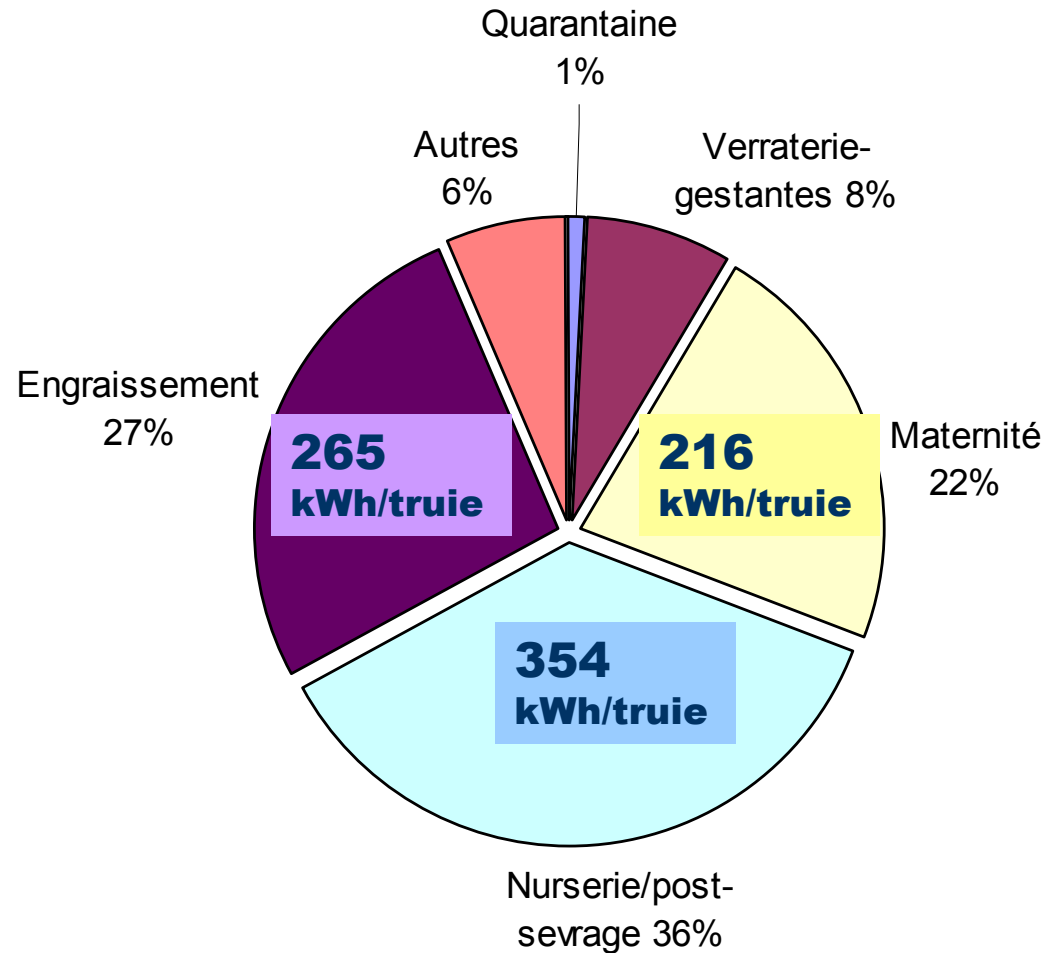
## Répartition des consommations chez les naisseurs-engraisseurs

Chauffage et  
ventilation :  
85% du total



# Consommations énergétiques selon le stade physiologique

**Maternité, post-sevrage  
et engraissement :  
85% du total**



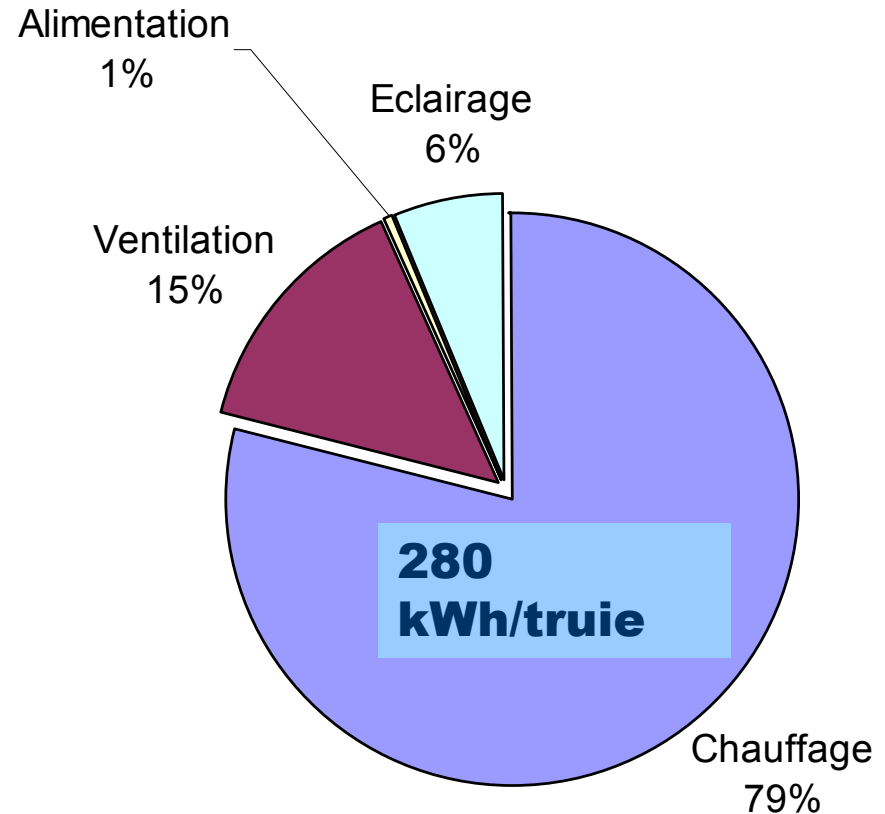


# Consommations énergétiques par poste et selon le stade physiologique

Répartition de la consommation pour les stades les plus consommateurs

**Nurserie / post-  
sevrage :**

**36 % du total**

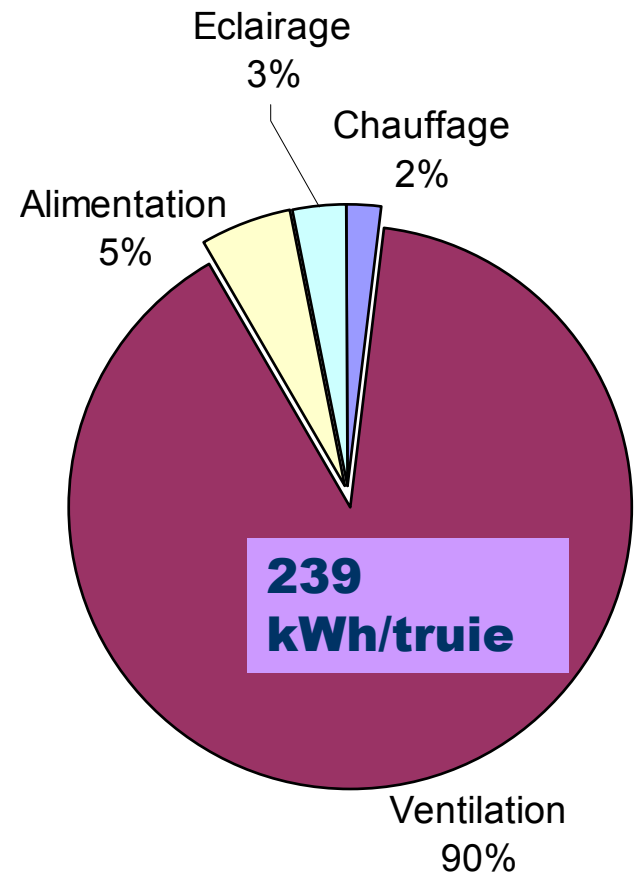


# Consommations énergétiques par poste et selon le stade physiologique

Répartition de la consommation pour les stades les plus consommateurs

**Engraissement :**

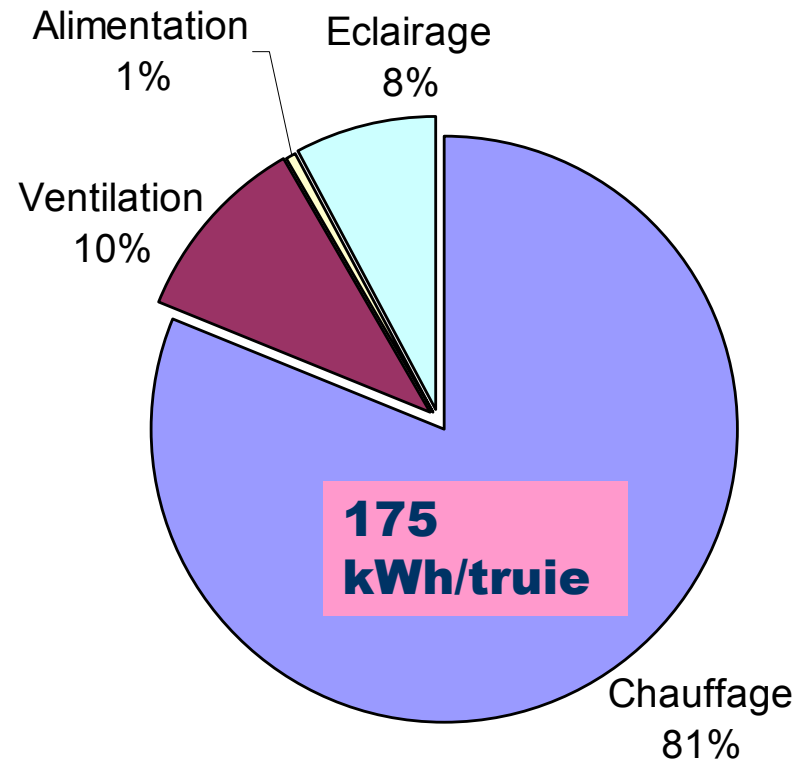
**27 % du total**



# Consommations énergétiques par poste et selon le stade physiologique

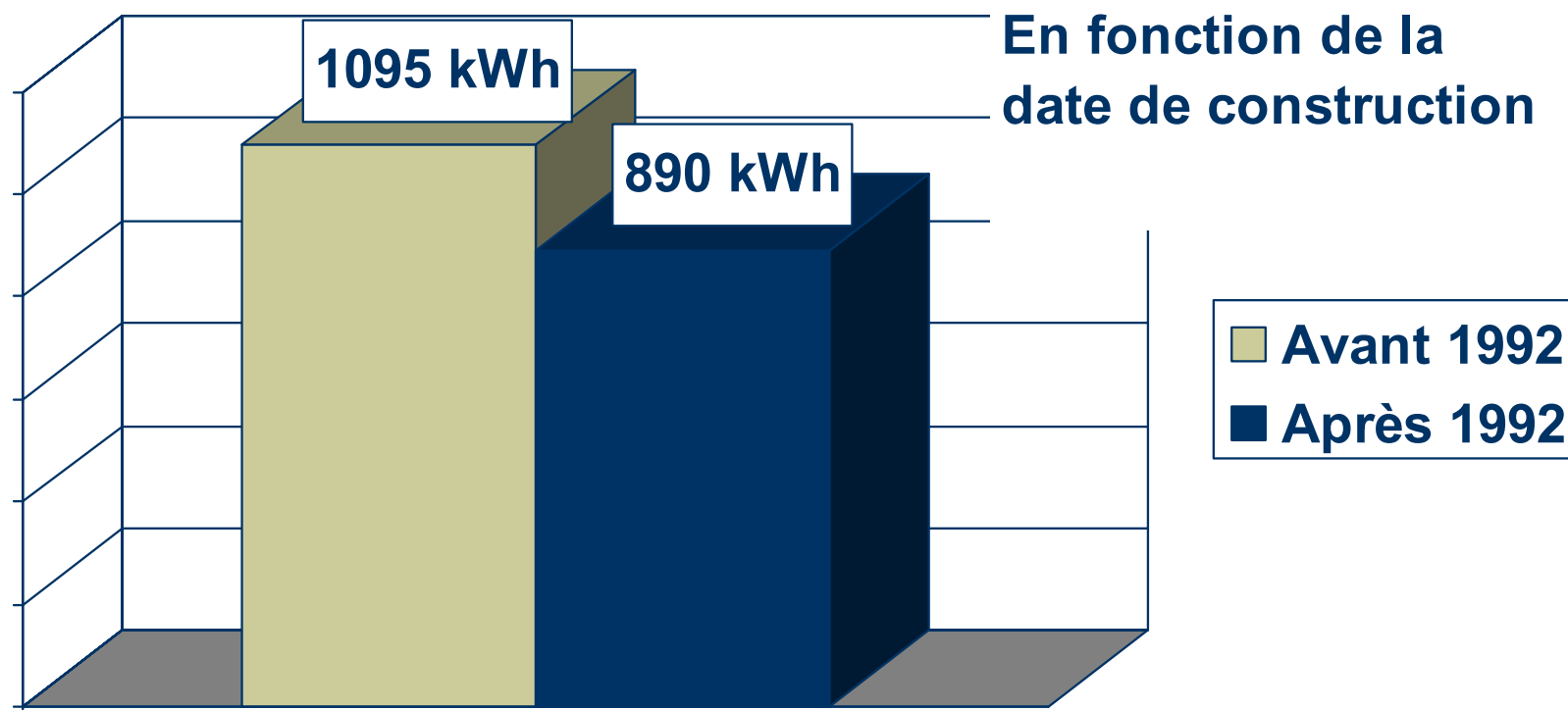
Répartition de la consommation pour les stades les plus consommateurs

**Maternité :**  
**22 % du total**

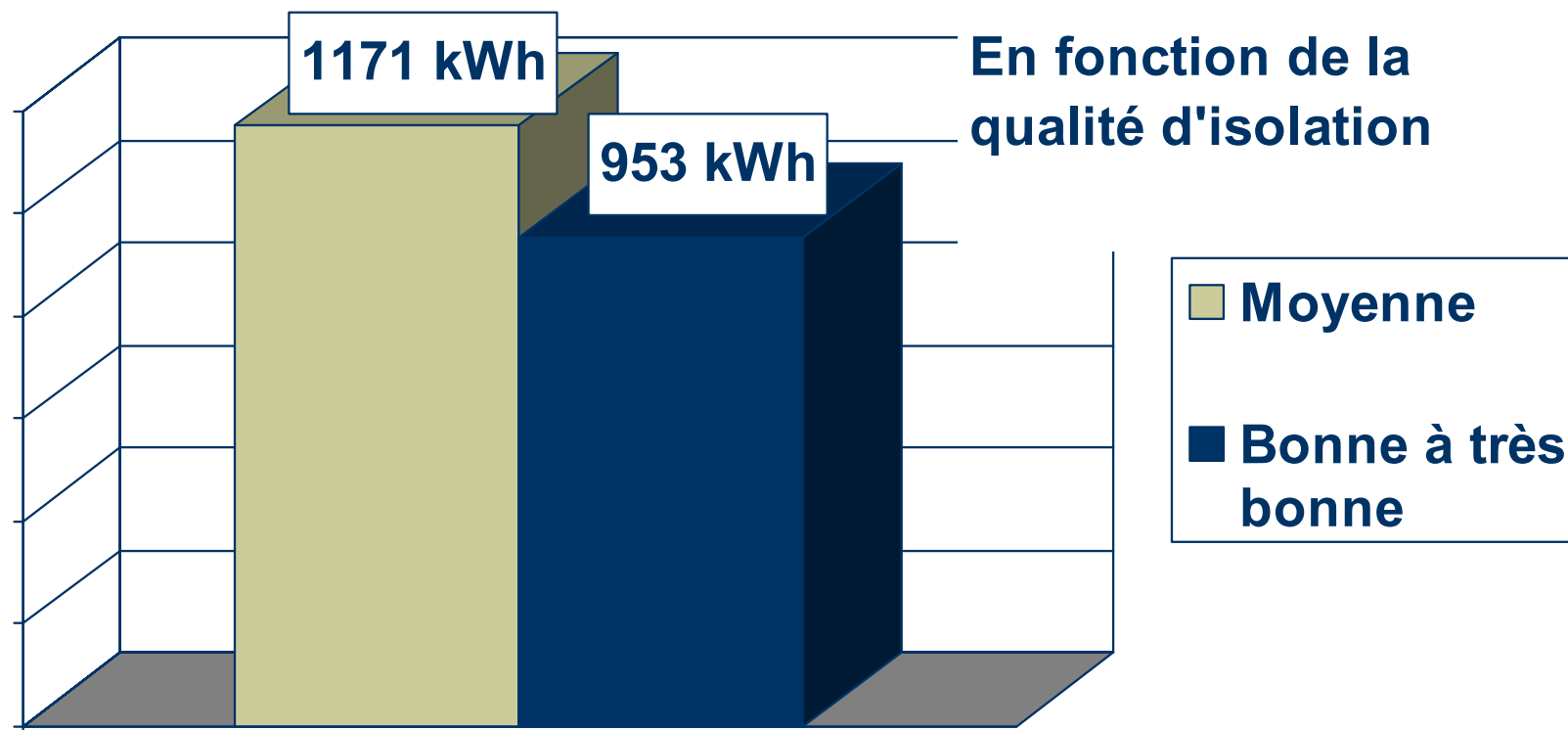


# Les facteurs de variation des consommations d'énergie

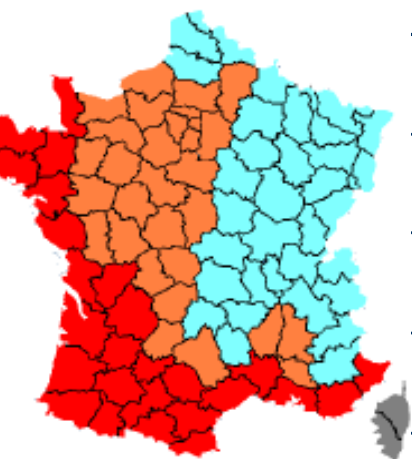
# Facteurs de variation des consommations énergétiques



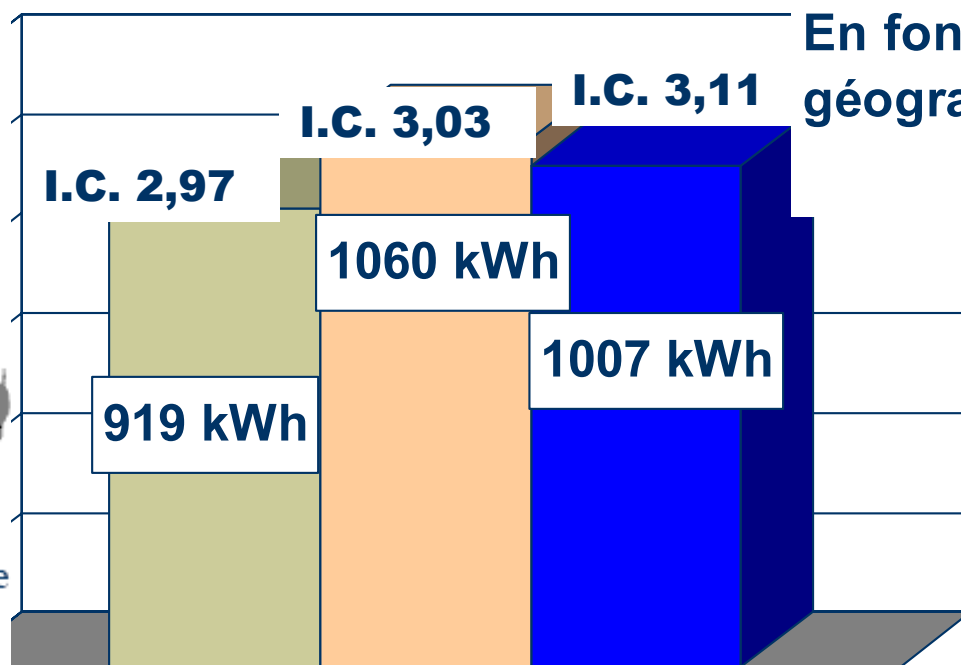
# Facteurs de variation des consommations énergétiques



# Facteurs de variation des consommations énergétiques



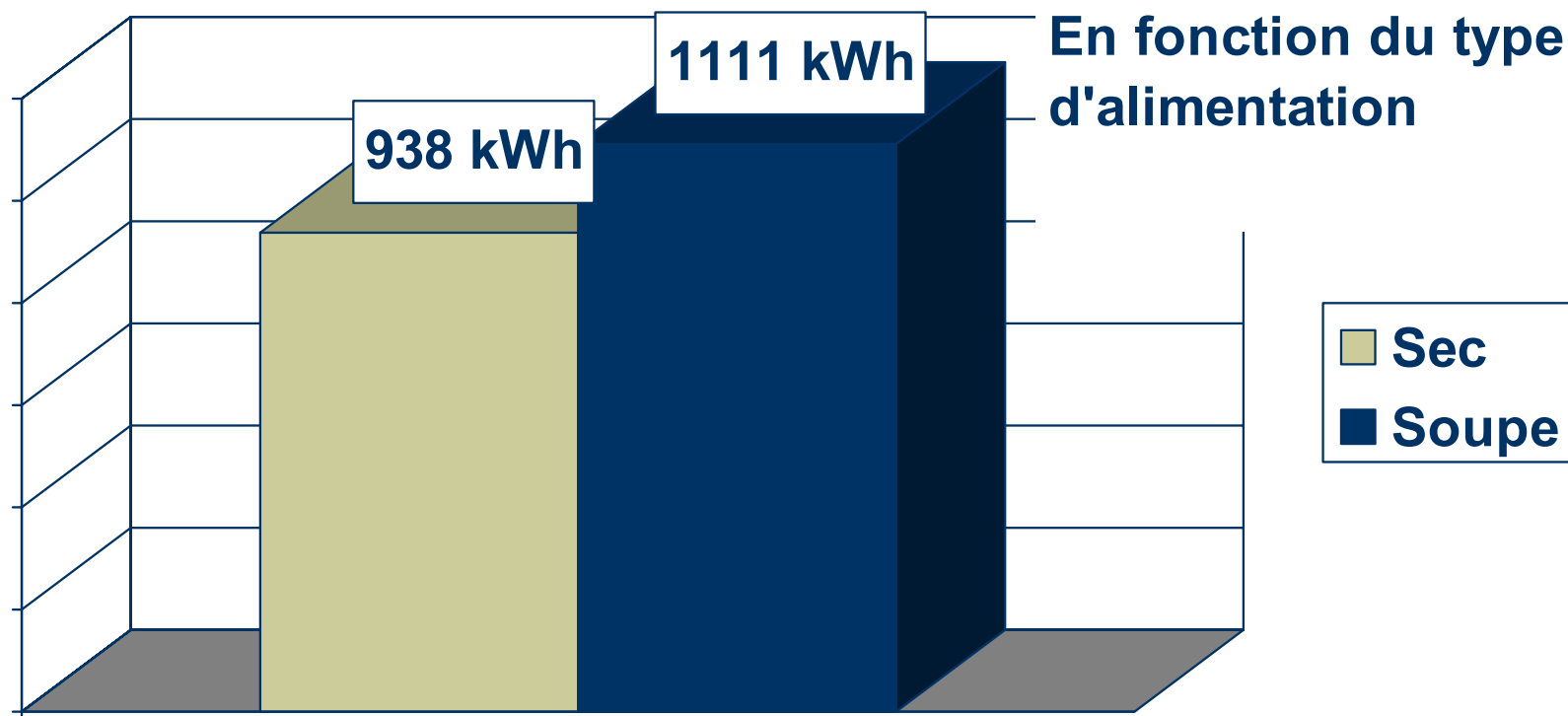
■ Zone A : tempérée  
■ Zone B : intermédiaire  
■ Zone C : froide



En fonction de la zone géographique

■ Tempérée  
■ Intermédiaire  
■ Froide

# Facteurs de variation des consommations énergétiques





# Variabilité interannuelle des consommations

- Les consommations d'énergie dépendent à 85 % du chauffage et de la ventilation
  - Forte variabilité des consommations en fonction du climat
- Exemple d'un élevage :
  - D'avril 2006 à avril 2007 → 102220 kWh
  - D'avril 2007 à avril 2008 → 149948 kWh

Variation de 46 % entre 2007 et 2008.

Toujours prendre des moyennes des consommations sur plusieurs années.

Dans cet exemple : 126 084 kWh / an en moyenne sur 2 ans

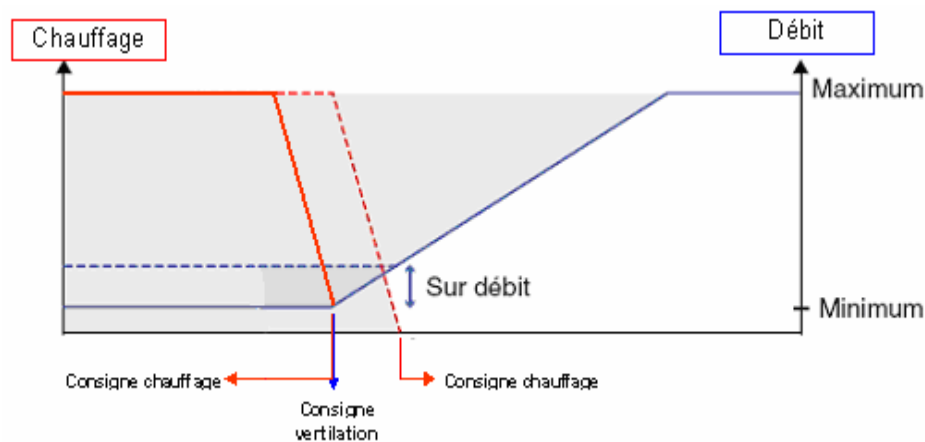
- Raisonnement identique pour le fioul

# Réduire les consommations d'énergie par les pratiques d'élevage

# Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

## Couple ventilation/chauffage

- Optimiser le réglage des consignes de ventilation et de chauffage
  - Couple chauffage-ventilation → interaction antagoniste



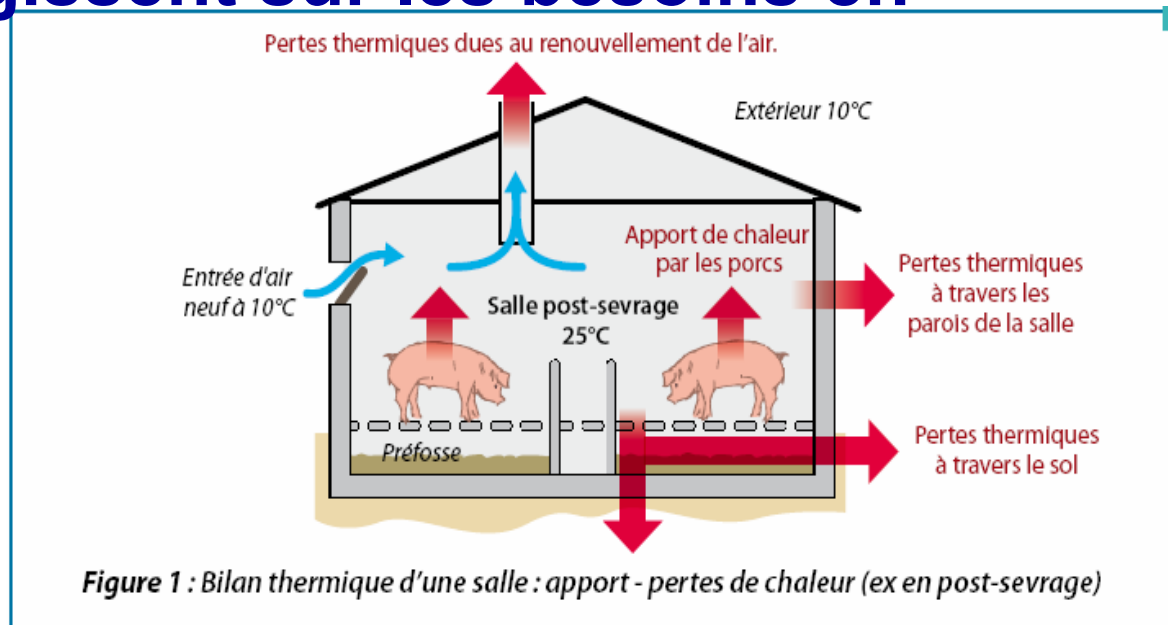
- Appliquer une consigne de chauffage identique à celle de ventilation

# Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

## ■ Chauffage = 46 % des besoins en énergie

- Le chauffage répond aux besoins de confort thermique des animaux pour optimiser leurs performances techniques

## ■ 3 facteurs agissent sur les besoins en chauffage :



# Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

- Apport de chaleur par les animaux
  - 280 porcelet de 8 kg dans une salle de 27 °C produisent 6472 Wh
- Pertes thermiques à travers les parois des salles
  - Fonction du coefficient  $\lambda$  des matériaux, de leurs épaisseurs et du gradient de température

Matériau	Coefficient de conductivité $\lambda$ (W/m/°C)
Béton	0,920
Brique monolithe	0,840
Acier inoxydable	26,000
Styrodur	0,042
Laine de roche	0,045
Laine de verre	0,040

- Plus  $\lambda$  est faible plus le matériau est isolant

# Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

- Pertes thermiques à travers les parois des salles
  - Une surface de 100 m<sup>2</sup> de styrodur de 1 cm d'épaisseur laisse passer 4200 W pour 10 °C d'écart contre 840 W avec 5 cm d'épaisseur.
  - Pour une salle avec une isolation classique de 280 porcelets à 27 °C et une température extérieure de 0°C il y aura 4900 Wh de perte de chaleur.
- Pertes thermiques par renouvellement de l'air
  - Pour maintenir les températures de consigne il faut chauffer l'air neuf
  - Pour chauffer 1 m<sup>3</sup> d'air de 1 °C il faut 0,33 Wh
  - Pour 280 porcelets il faut 7491 Wh pour chauffer l'air

# Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

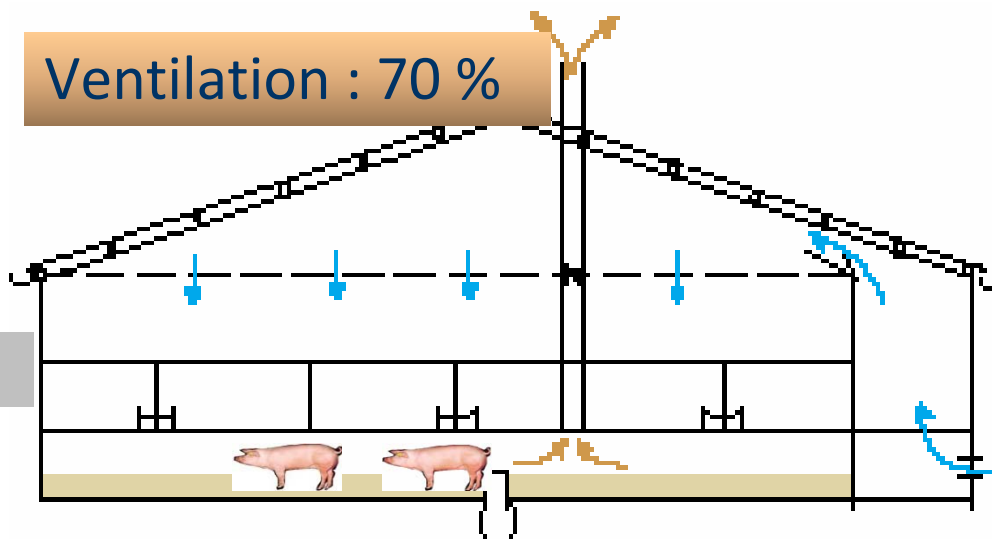
## Bilan thermique



Besoins en chauffage

Ventilation : 70 %

Parois 30 %



# Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

- Bien contrôler le débit minimum de ventilation

Consigne minimum de ventilation en début de post-sevrage	Consommation d'énergie en chauffage	Consommation d'énergie en chauffage avec 1 cm d'isolant supplémentaire
<b>3 m<sup>3</sup>/h/animal</b>	<b>6,68 kWh / Porc produit</b>	6,00 kWh/porc produit
4 m <sup>3</sup> /h/animal	9,02 kWh / Porc produit	8,22 kWh/porc produit
<b>5 m<sup>3</sup>/h/animal</b>	<b>12,29 kWh / Porc</b>	<b>11,00 kWh/porc produit</b>
6 m <sup>3</sup> /h/animal	14,82 kWh / Porc produit	12,79 kWh/porc produit
7 m <sup>3</sup> /h/animal	17,40 kWh / Porc produit	14,35 kWh/porc produit

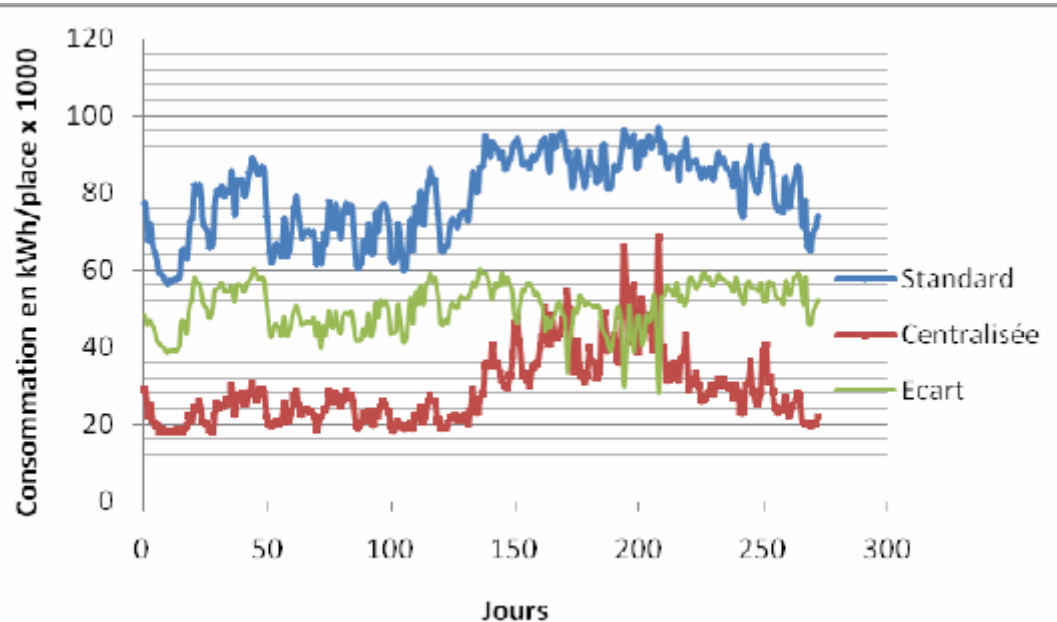
- Calculs effectués pour une salle de 250 porcelets, située en coin de bâtiment, avec panneaux béton et plafond diffuseur



# Réduire les consommations d'énergie par de nouveaux équipements

# La ventilation centralisée

## ■ Comparaison des consommations de la ventilation standard vs centralisée

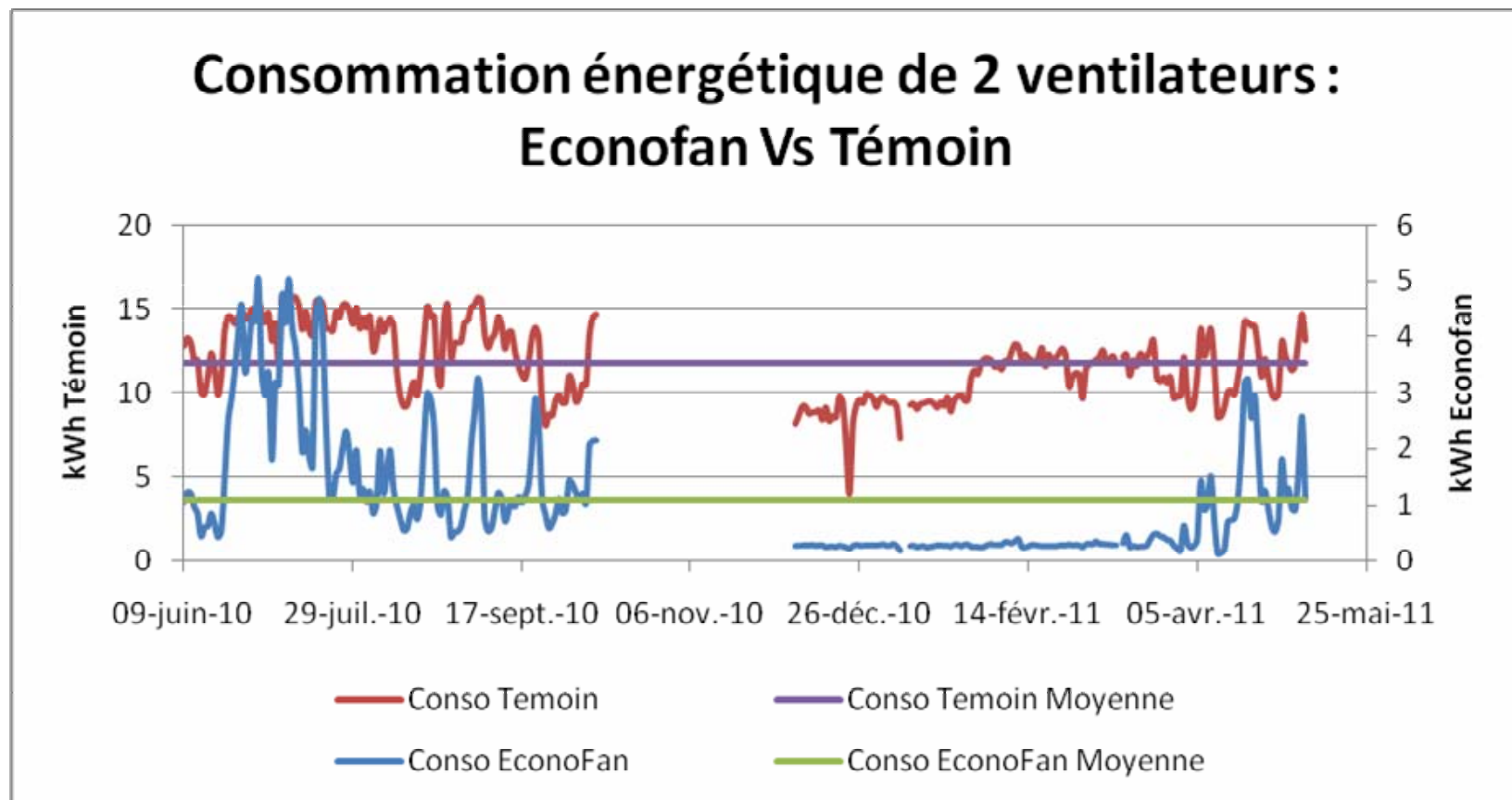


**175,5** kWh/truie  
présente/an pour le  
standard contre  
**64,1** kWh/truie  
présente/an pour le  
centralisée

- Ecart lié aux variateurs de fréquences et aussi aux consommations spécifiques (W/m<sup>3</sup>) des turbines de grande dimension

# Les ventilateurs économes

- Un ventilateur présentant 85 % d'économie d'énergie



# Les ventilateurs économes

- Ce type de ventilateur est vendu 1200 € avec sa régulation
  - Le surcoût est amorti en 2,5 ans
- Sur un élevage naisseur-engraisseur de 200 truies et pour une durée de vie de 15 ans l'économie serait alors de 72 000 € soit environ 1 € / porc produit  
(avec un kWh électrique à 0,07 €)

# Economies d'énergie

## L'isolation

### Le niveau d'isolation des salles :

**Tableau 2 : Impact du niveau d'isolation dans une salle de post-sevrage sur les consommations de chauffage**

Epaisseur de l'isolant	8 cm	6 cm	4 cm	2 cm	0 cm
Consommation chauffage en kWh / place	64,5	66,8	71,0	80,7	121,0
Consommation chauffage en kWh / porc produit	9,9	10,3	10,9	12,4	18,6
Ecart en pourcentage*		3,4 %	9,1 %	20,1 %	46,6 %

\* L'écart en pourcentage est exprimé par rapport à la situation standard de 8 cm d'isolant.

# Economies d'énergie

## ■ En maternité :

- Le chauffage localisé consomme moins (30 % )
- La mise en place de niche pour porcelet

## ■ En post-sevrage :

- La mise en place de niche avec chauffage localisé
- Le bon positionnement des sondes de contrôles



# Réduire les consommations d'énergie par la récupération d'énergie

# Les techniques de récupération d'énergie

## ■ Les échangeurs air-air

### Avantages

Efficacité : réduction des consommations énergétiques liées au chauffage / augmentation des niveaux de ventilation

### Points faibles

Températures de démarrage non atteintes (besoin de chauffage complémentaire) / L'extraction centralisée presque obligatoire / Laveur d'air associé



Air refroidi des salles  
allant vers  
l'extérieur

Air froid extérieur

Echangeur

Retour sur  
investissement  
de 4 à 6 ans

Air extérieur préchauffé  
allant vers les salles

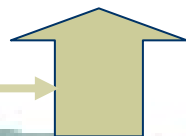
Air chaud sortant  
des salles

Libramont - juillet 2011



# Les échangeurs thermiques

Sortie de l'air



Entrée air avec échangeur



Entrée air sans échangeur



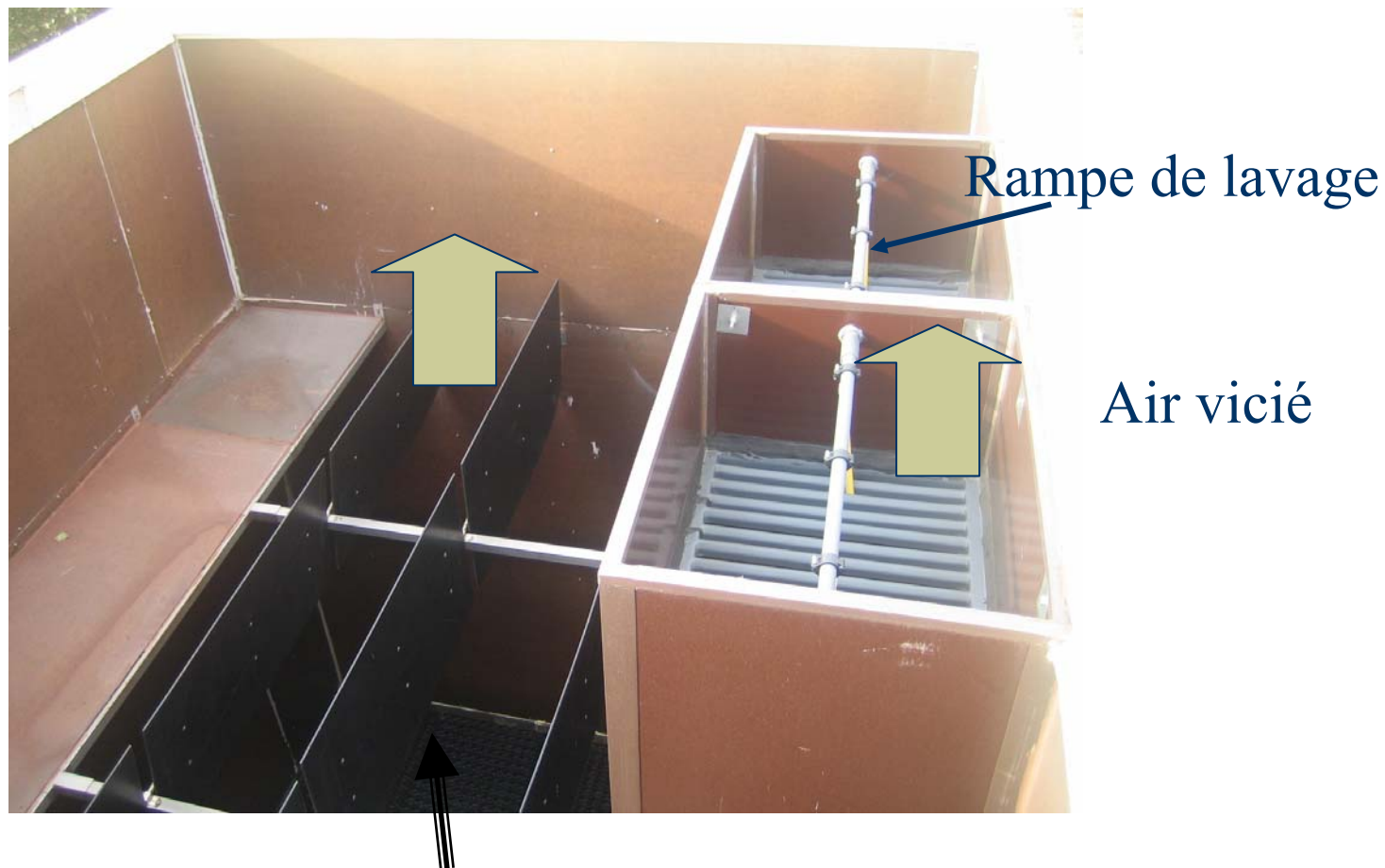
# Les échangeurs thermiques



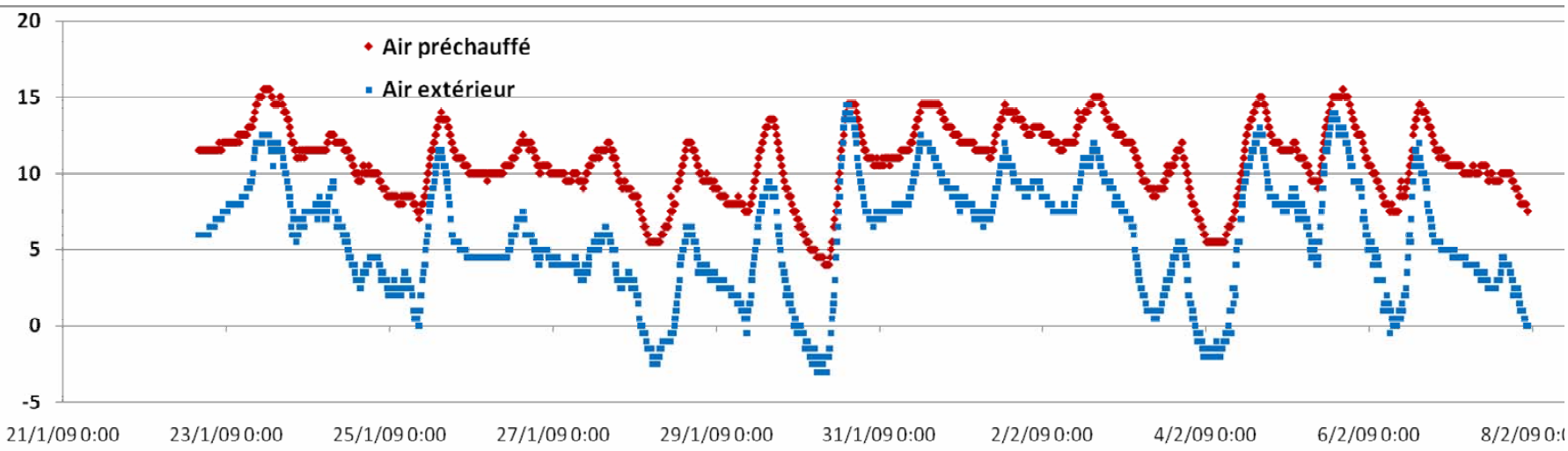
# Vue d'un échangeur



# Vue d'un échangeur



# Les échangeurs thermiques



Données hiver 2009

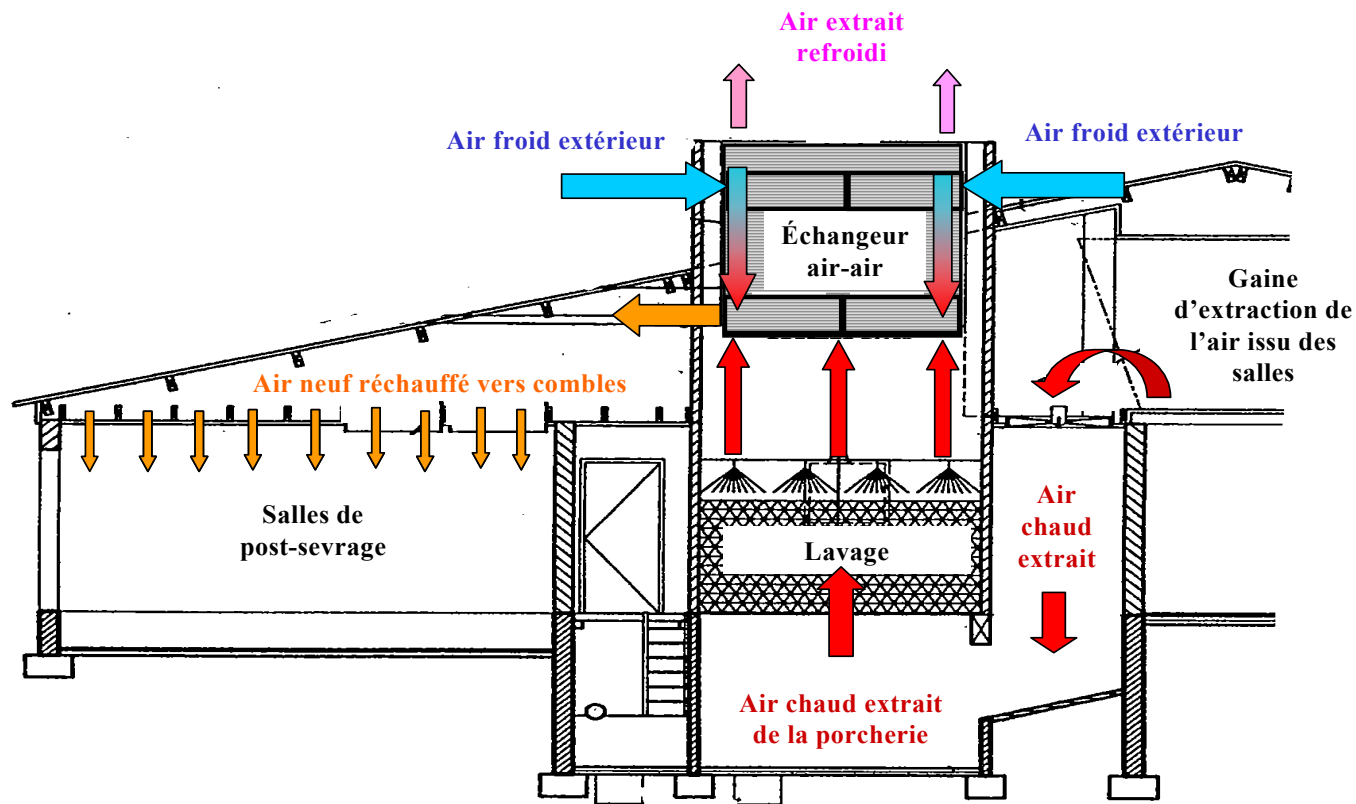
# Les échangeurs thermiques

## ■ Effet de la température (débit de 19 m<sup>3</sup>/h/porc)

T exté (°C)	T entrée salle (°C)	Réchauffement (°C)	Énergie récupérée (w/porc)
- 9,4	2,6	12,0	97
- 4,9	6,4	11,3	89
0,0	9,2	9,2	69
4,4	11,6	7,2	46
7,8	13,9	6,1	41

# Echangeur air/air

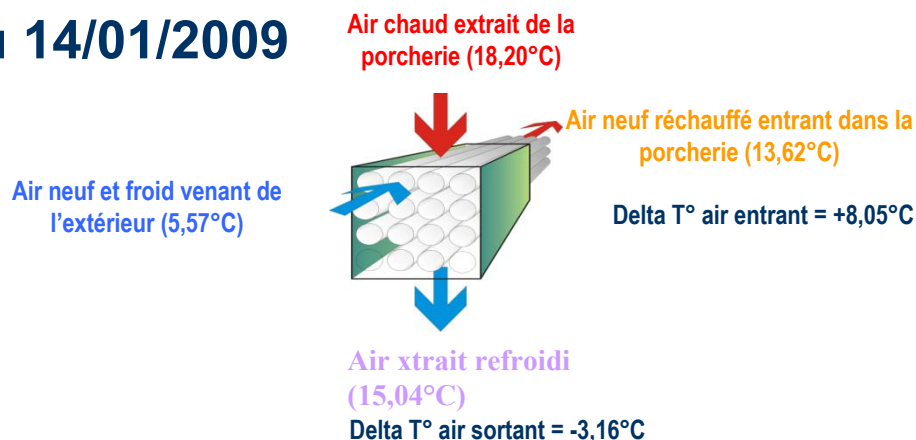
## ■ Fonctionnement du système étudié



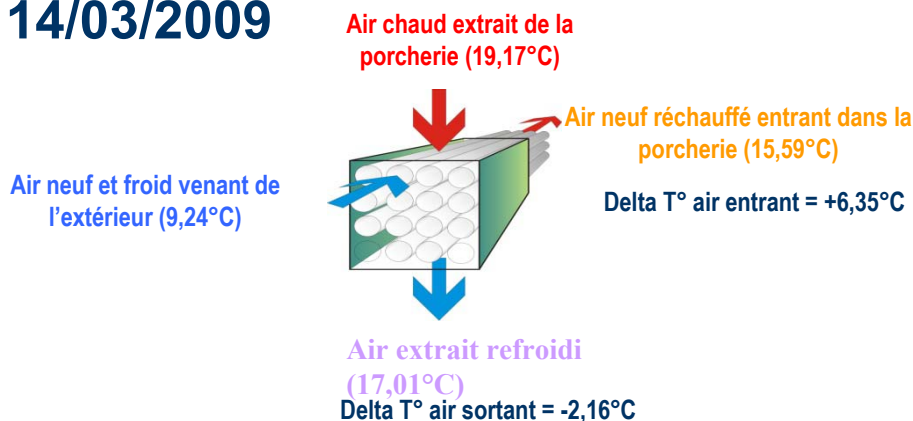
# Echangeur air/air

## ■ Résultats obtenu sur 2 périodes de mesures

■ 02/12/2008 au 14/01/2009



■ 18/02/2009 au 14/03/2009



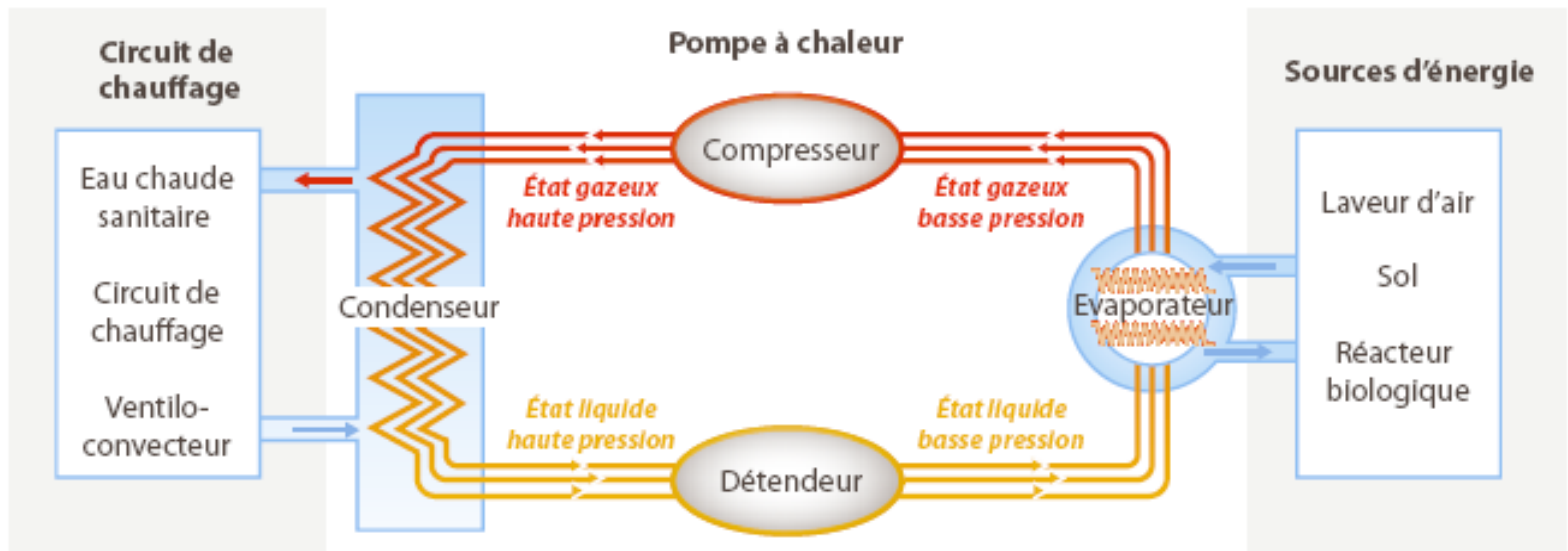


# Echangeur air/air

- L'échangeur à le meilleur rendement en période froide lorsque les besoins en chauffage sont maximum
- Les mesures réalisées montrent que les échangeurs air/air permettent 50 % d'économie d'énergie sur le poste chauffage
- En plus de l'énergie économisé quid de l'amélioration de l'ambiance et des performances techniques

# Les techniques de récupération d'énergie

- Les pompes à chaleur sur laveur d'air
- Les pompes à chaleur sur réacteur biologique
- Les pompes à chaleur géothermales



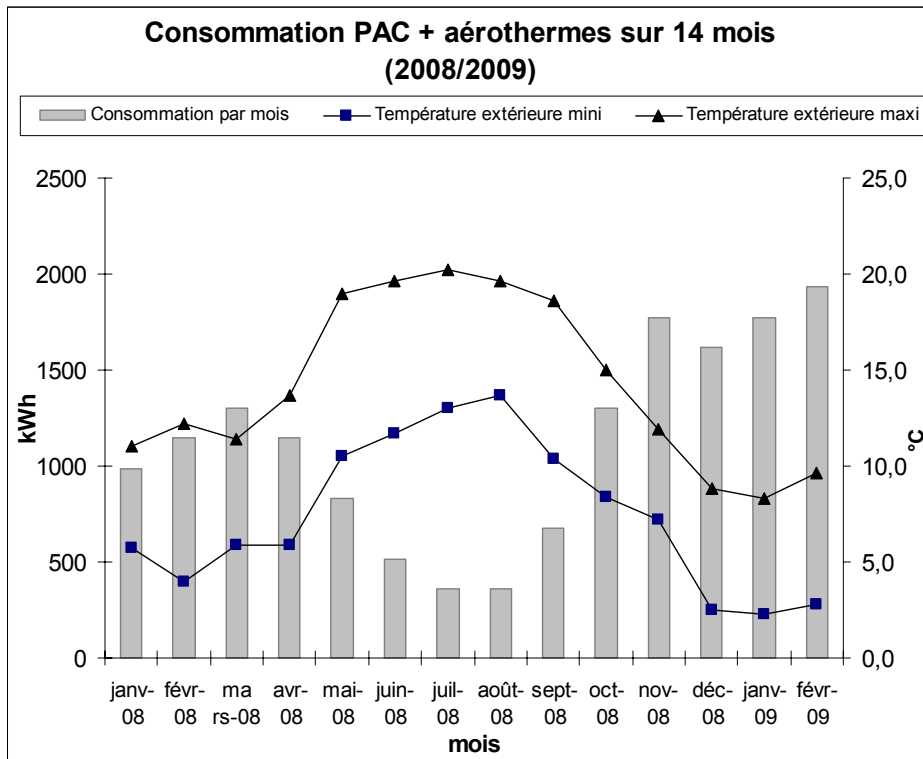
# PAC géothermale

- Des consommations liées aux conditions climatiques
- Consommation moyenne de 4,6 kWh/ porcelets /an contre 9 kWh pour un chauffage classique

→ Près de 50 % d'économie

Investissement de 45€ / place contre 35€ avec un chauffage standard + renforcement de la ligne

Amortissement en 8,2 an (tarif 2006)



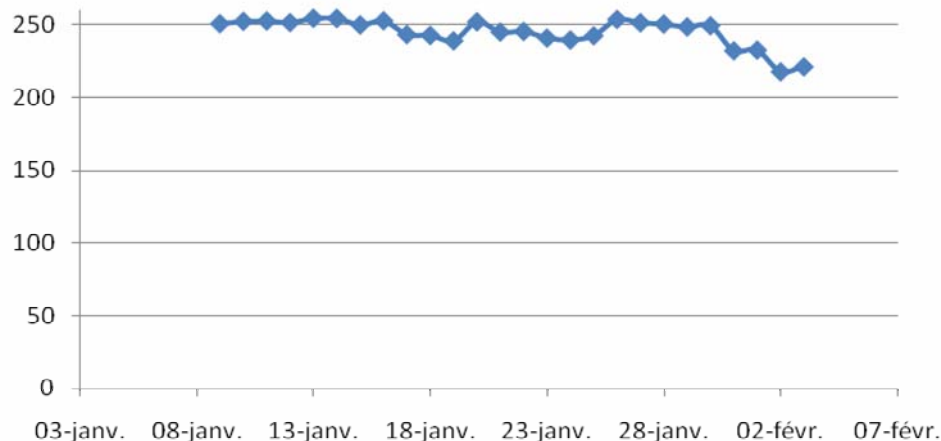
# PAC sur réacteur biologique

- Des consommations plus faibles qu'une PAC géothermale
- Consommation moyenne de 2,79 kWh/ porcelets /an contre 9 kWh pour un chauffage classique

→ Près de 69 % d'économie

Pour 3000 places de PS  
l'éleveur économise entre  
3200 et 6100 € / an

Consommation journalière en hiver



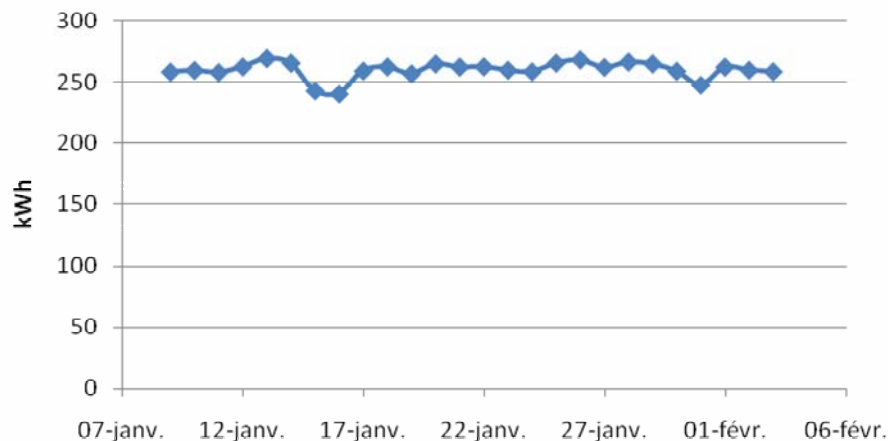
Attention au dimensionnement du système : plafonnement des consommations en hiver = fonctionnement maximum de la PAC :  
→ Toujours vérifier si les températures sont tenues dans les salles.

# PAC sur laveur d'air

-Consommation moyenne de 2,99 kWh/ porcelets /an contre 9 kWh pour un chauffage classique

→ Près de 65 % d'économie

Consommation journalière en hiver



Pour 3000 places de PS  
l'éleveur économise entre  
2900 et 5900 € / an

# Conclusion sur les PAC

- Les résultats obtenus montrent que les PAC permettent des économies importantes sur le poste chauffage
- Les PAC sur réacteur biologique et sur laveur d'air jouissent d'un meilleur rendement indépendant des conditions climatiques ( $t^{\circ}$  de l'eau du laveur et du réacteur biologique stables)
- Attention au dimensionnement des PAC qui induit de meilleures performances mais ne permet pas le maintien des températures dans les salles et dégrade le matériel + rapidement

# Conclusion sur les PAC

- **PAC géothermique frein :**
  - Surface nécessaire (double de celle du bâtiment)
- **Entretien par professionnel (Pas de système de chauffage complémentaire en cas de panne)**
- **Chauffage par eau chaude nécessaire**
- **Centralisation pour PAC sur laveur d'air**

# La récupération d'énergie

## ■ En PS :

- Économie directe sur la facture énergétique
- Diminution des amplitudes thermiques

## ■ En engraissement :

- Économie alimentaire : 24 °C/ 22 °C → -2,6 kg
- Amélioration de l'ambiance :  $\text{NH}_3 < 10 \text{ ppm}$
- Diminution des amplitudes thermiques
  - → Moins de problèmes sanitaires
  - → Diminution des risques de cannibalisme



**Merci de votre attention**