



L'énergie dans les bâtiments d'élevage porcin



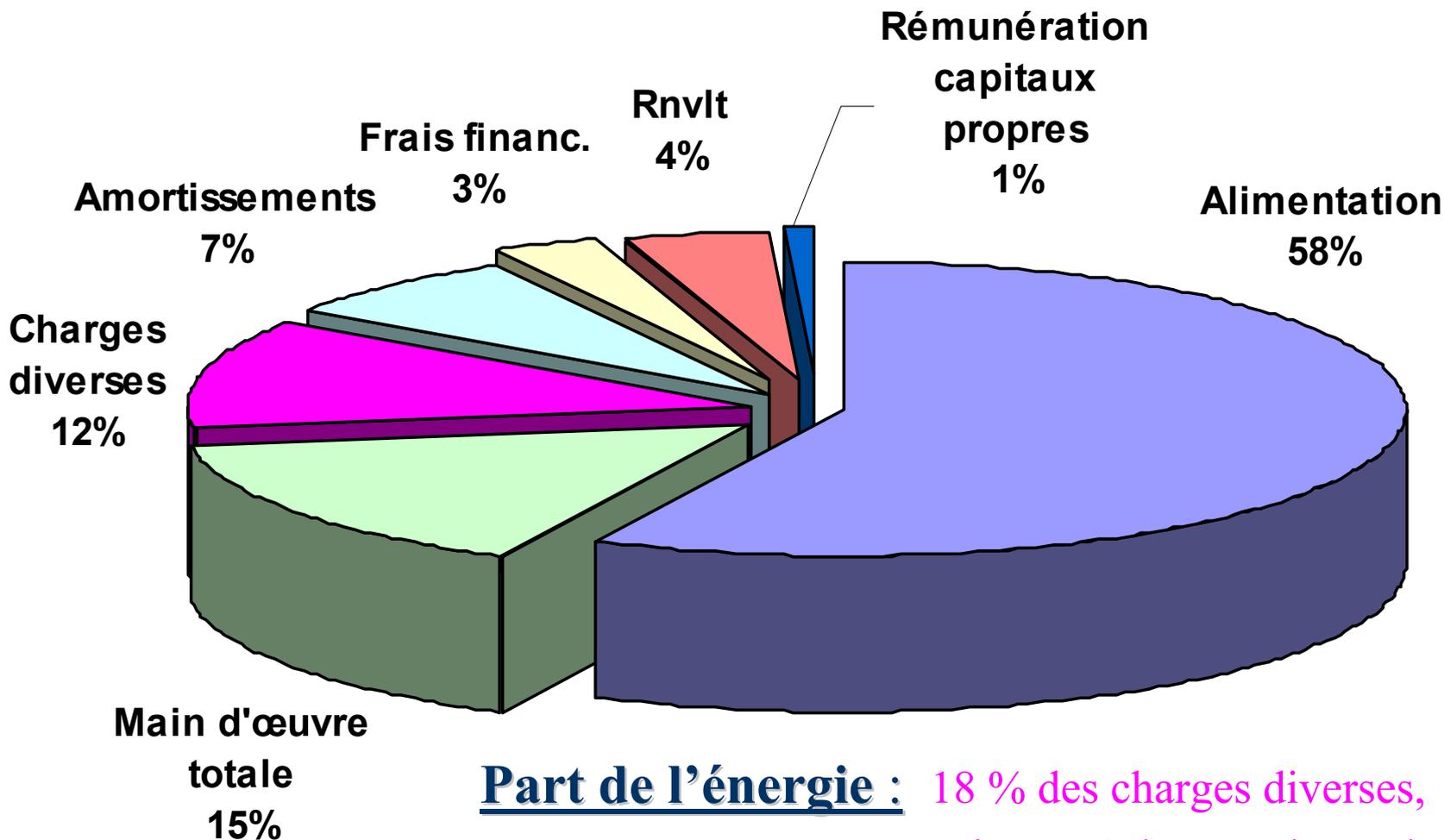
Étude soutenue et financée par
l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

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) :

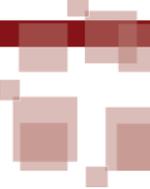


Coûts énergétiques selon l'orientation

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



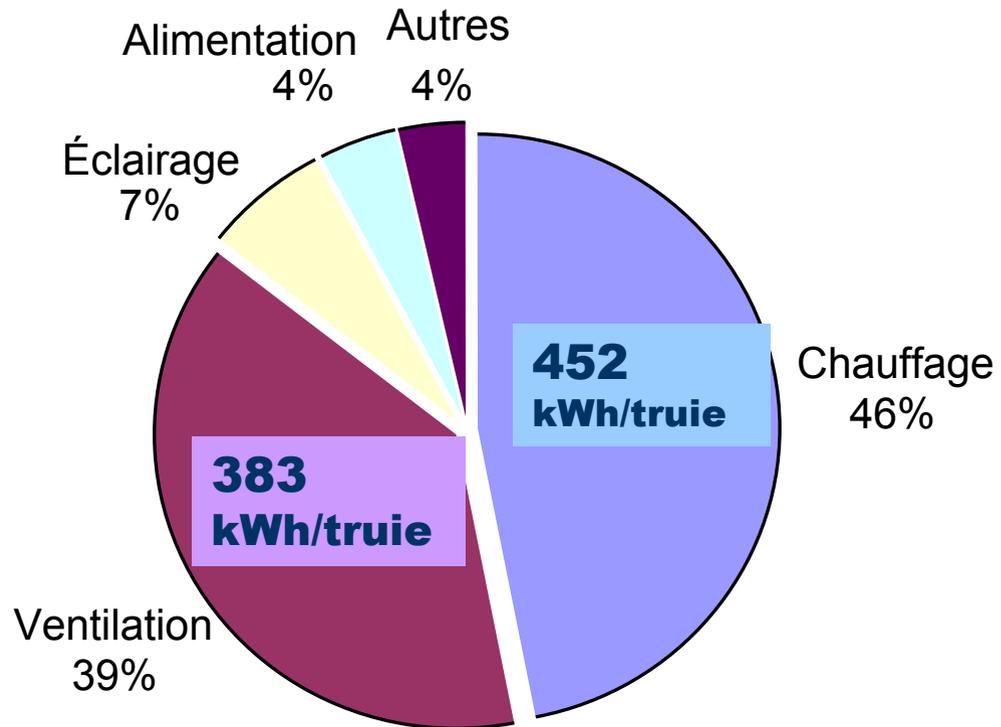
	Consommation énergétique (en kWh/truie/an)	Consommation énergétique (en kWh/porc produit)
Naisseurs	403	-
Naisseurs-engraisseurs	983	48
Post-sevreurs-eng.	-	25

**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

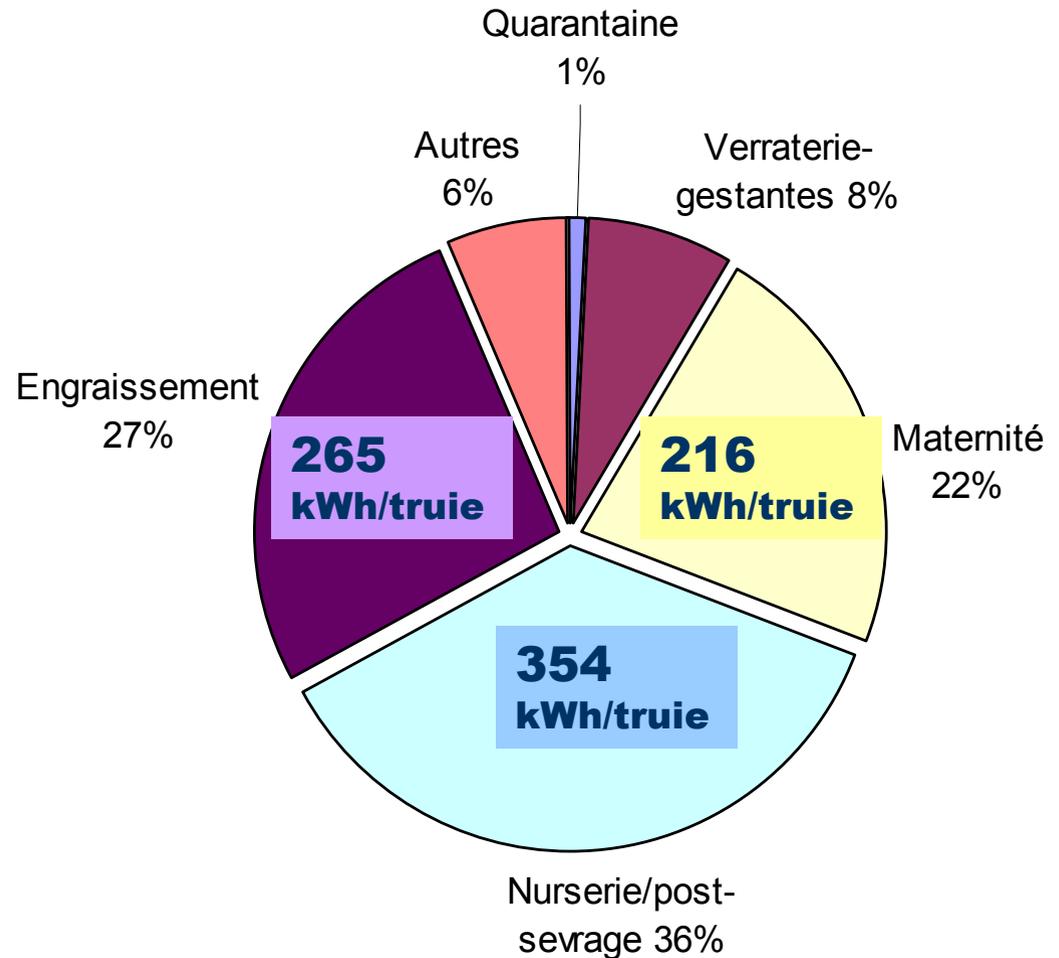
Chauffage et ventilation :
85% du total



Consommations énergétiques selon le stade physiologique

Maternité, post-sevrage
et engraissement :

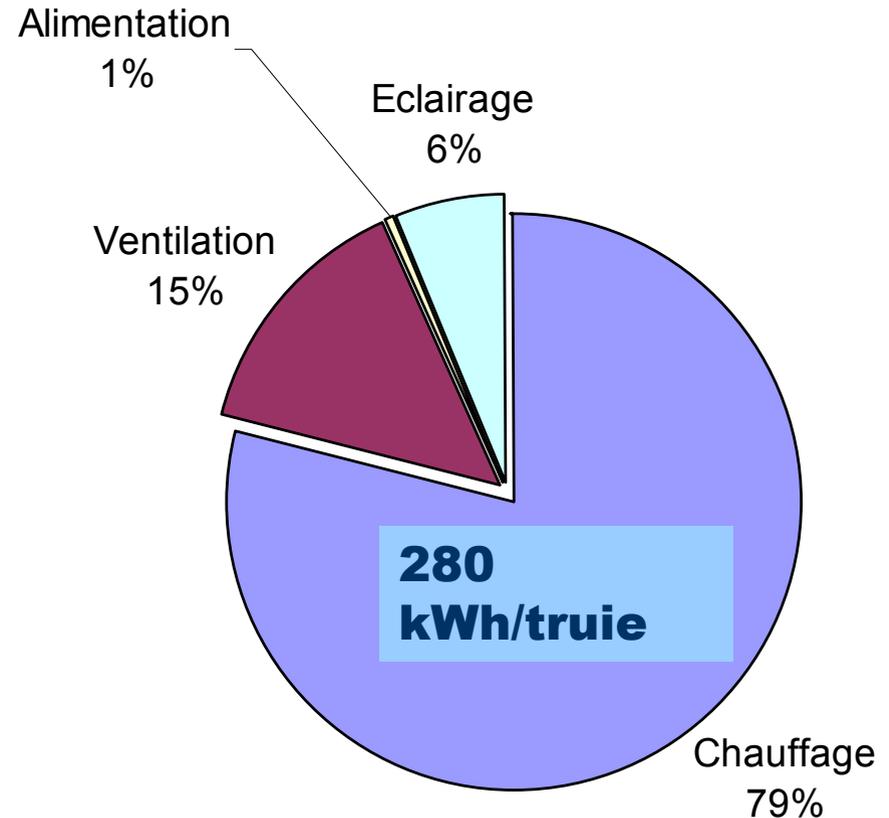
85% du total



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

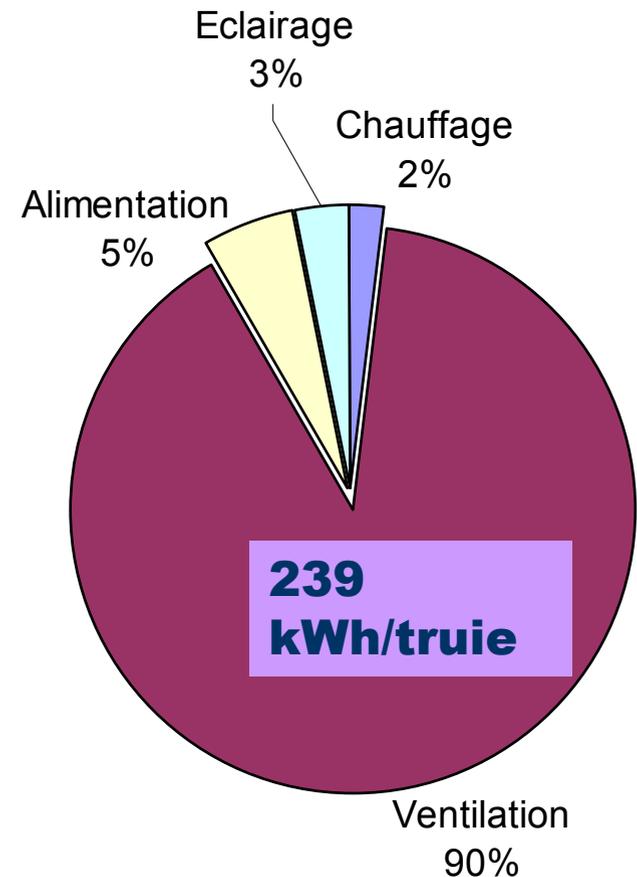


Consommations énergétiques par poste et selon le stade physiologique

répartition de la consommation pour les stades les plus consommateurs

Engraissement :

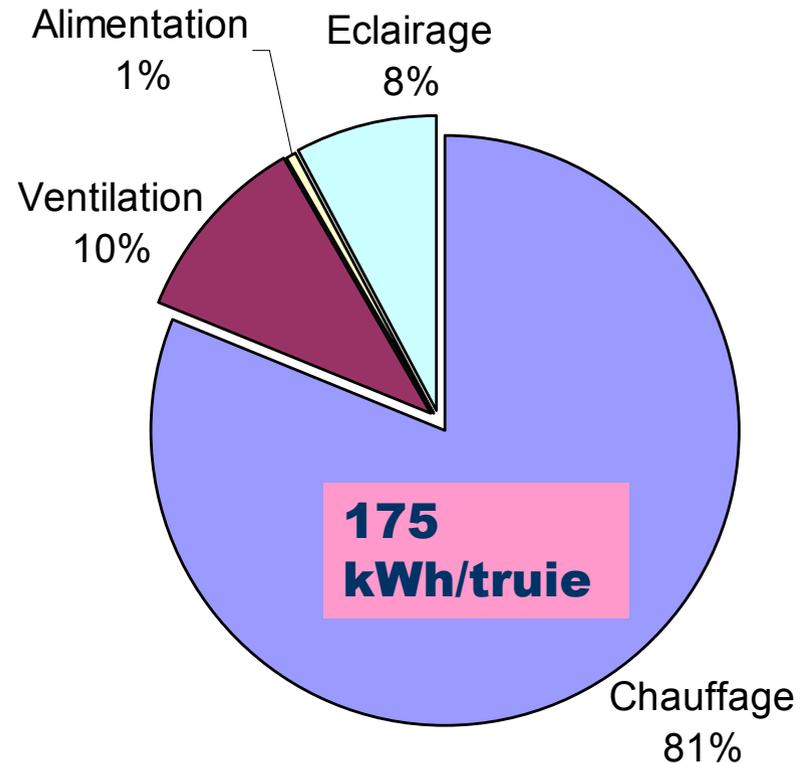
27 % du total



Consommations énergétiques par poste et selon le stade physiologique

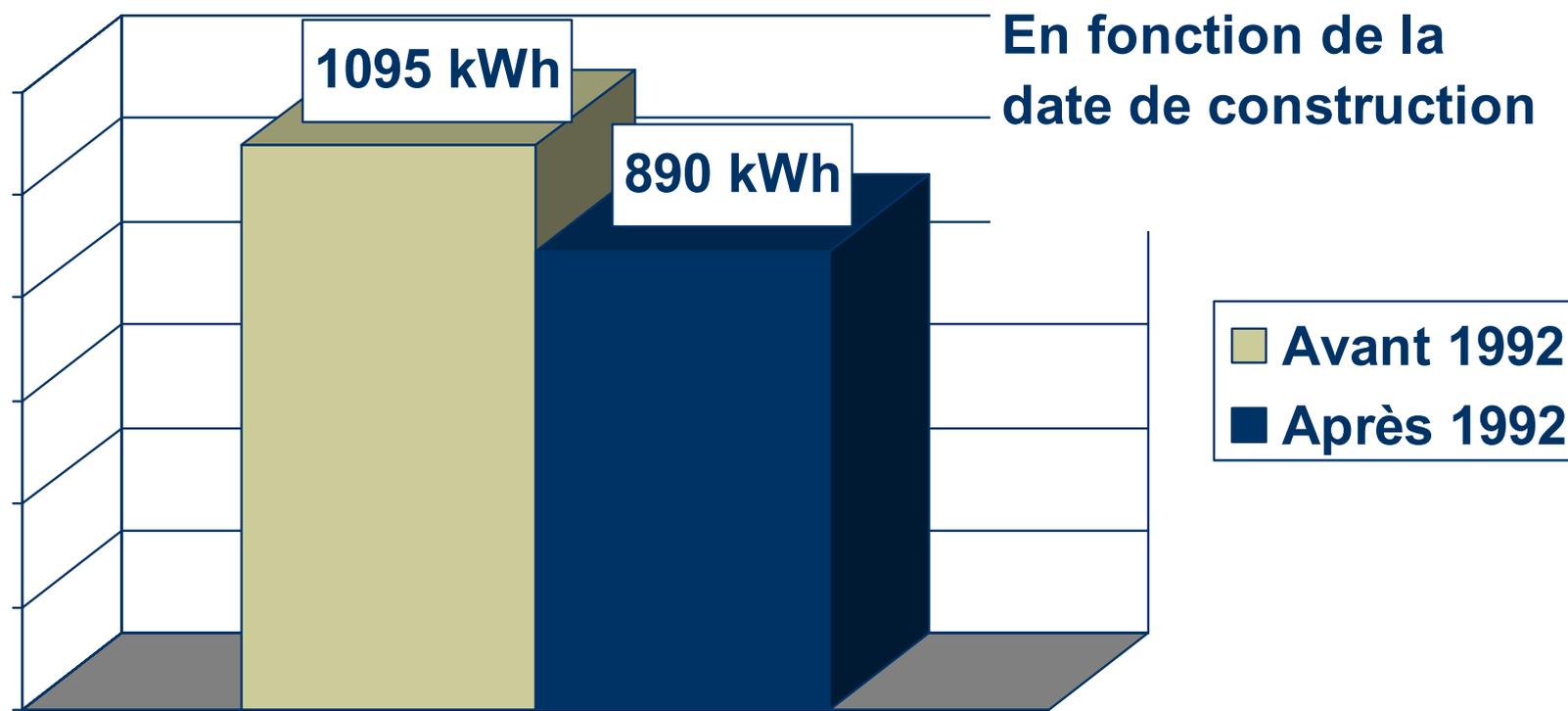
Répartition de la consommation pour les stades les plus consommateurs

Maternité :
22 % du total

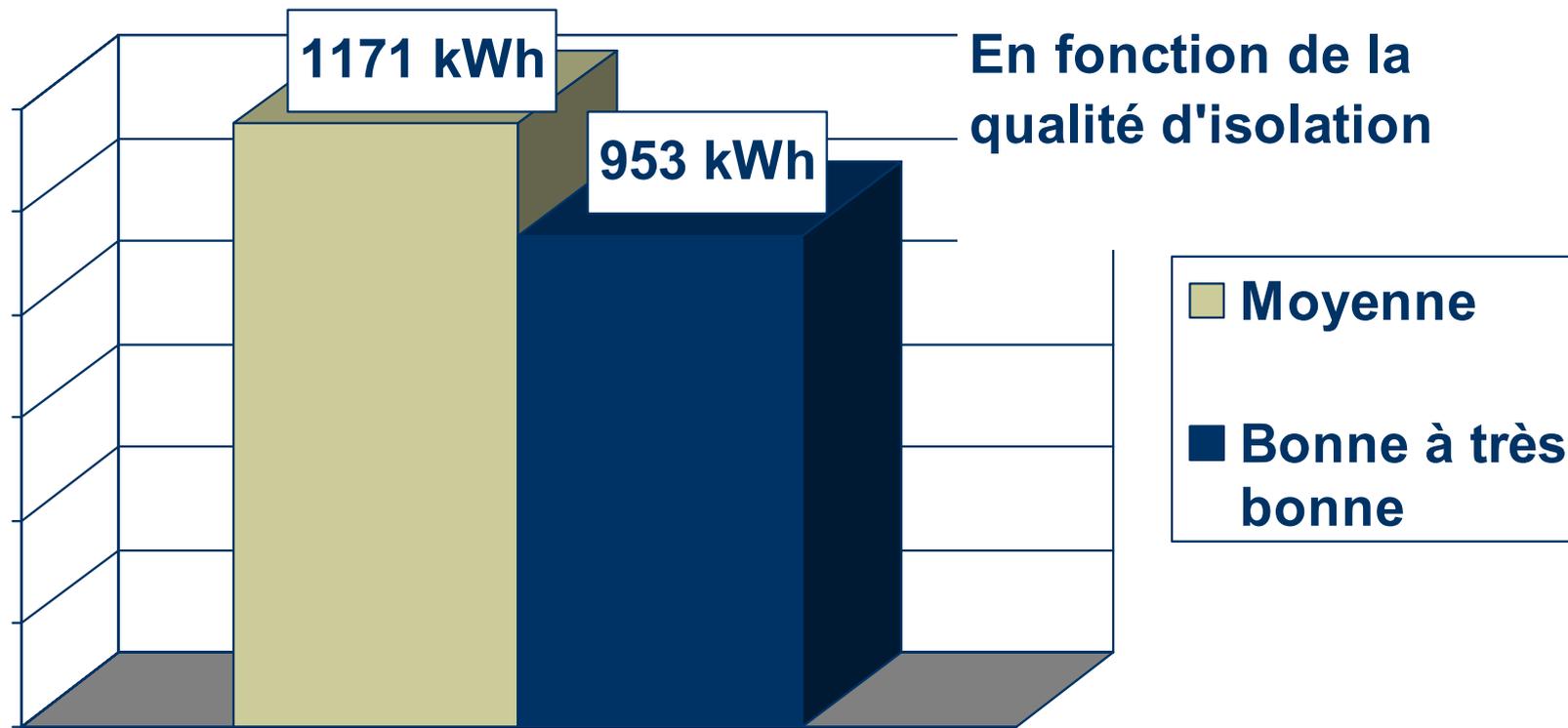


Les facteurs de variation des consommations d'énergie

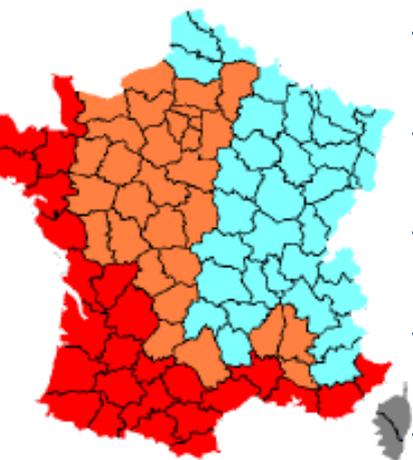
Facteurs de variation des consommations énergétiques



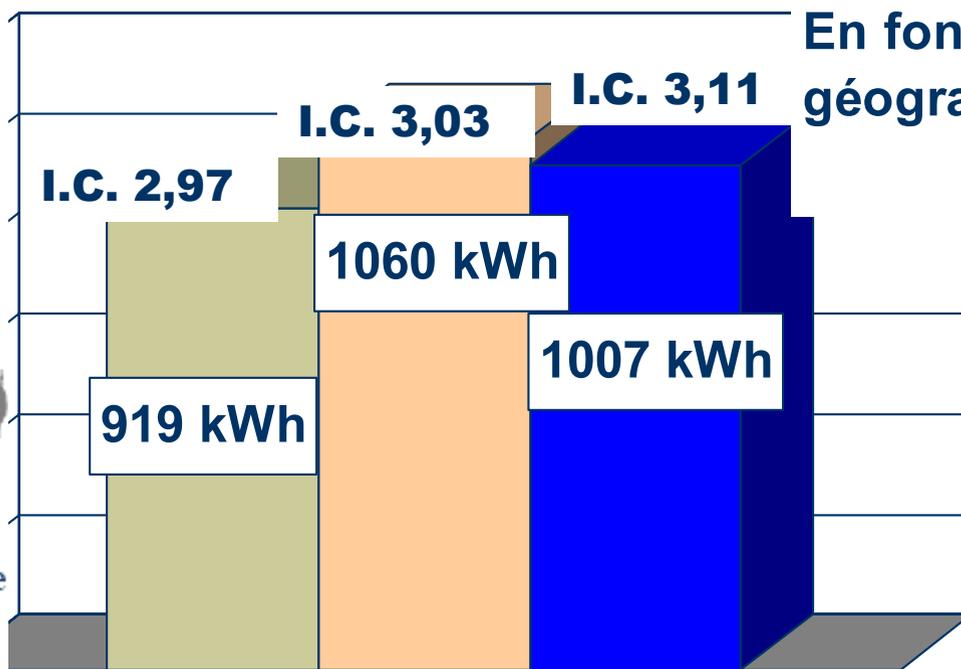
Facteurs de variation des consommations énergétiques



Facteurs de variation des consommations énergétiques



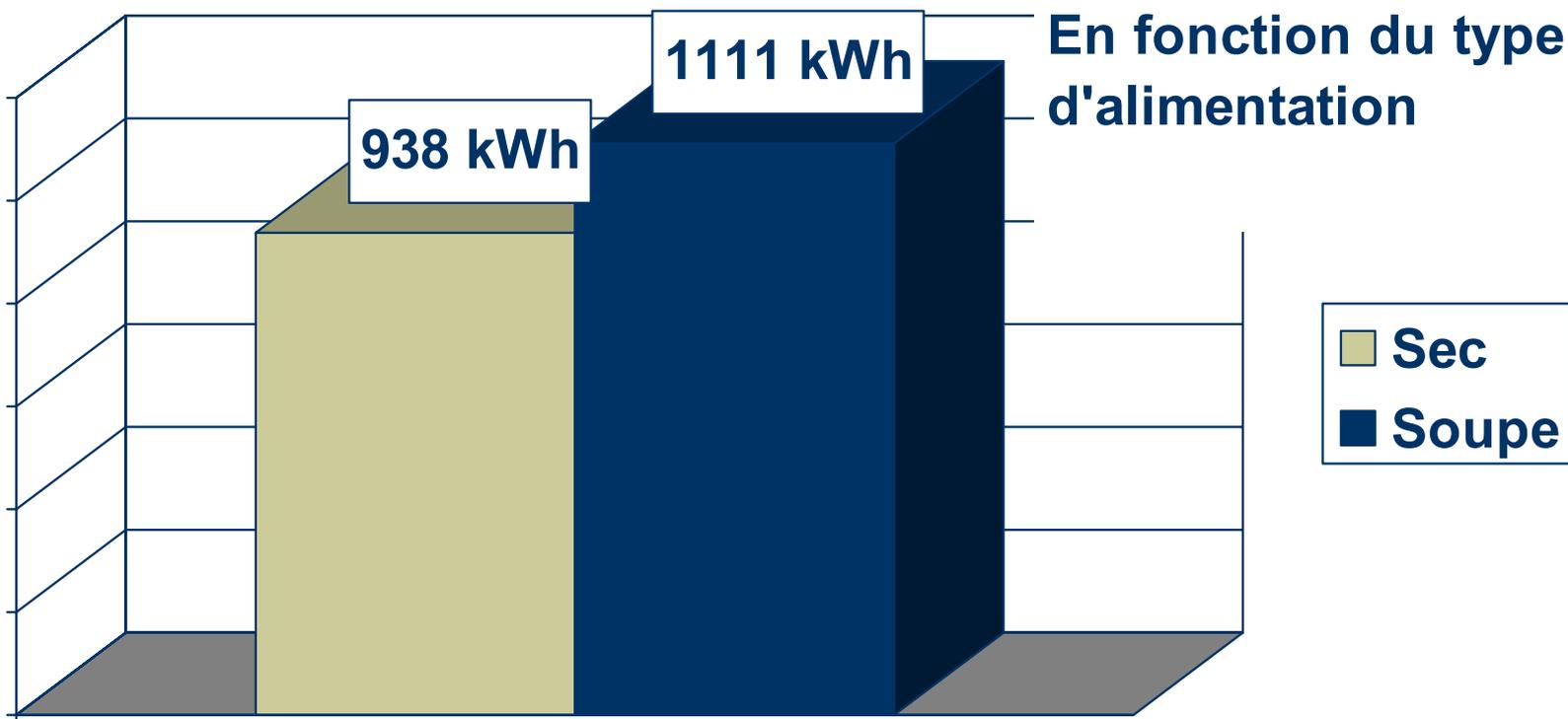
■ Zone A : tempérée
■ Zone B : intermédiaire
■ Zone C : froide



En fonction de la zone géographique



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

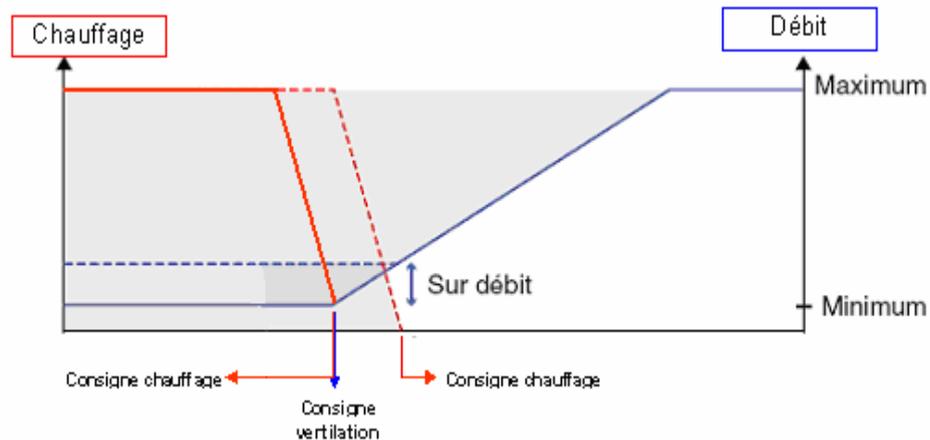
- Raisonnement identique pour le fioul

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



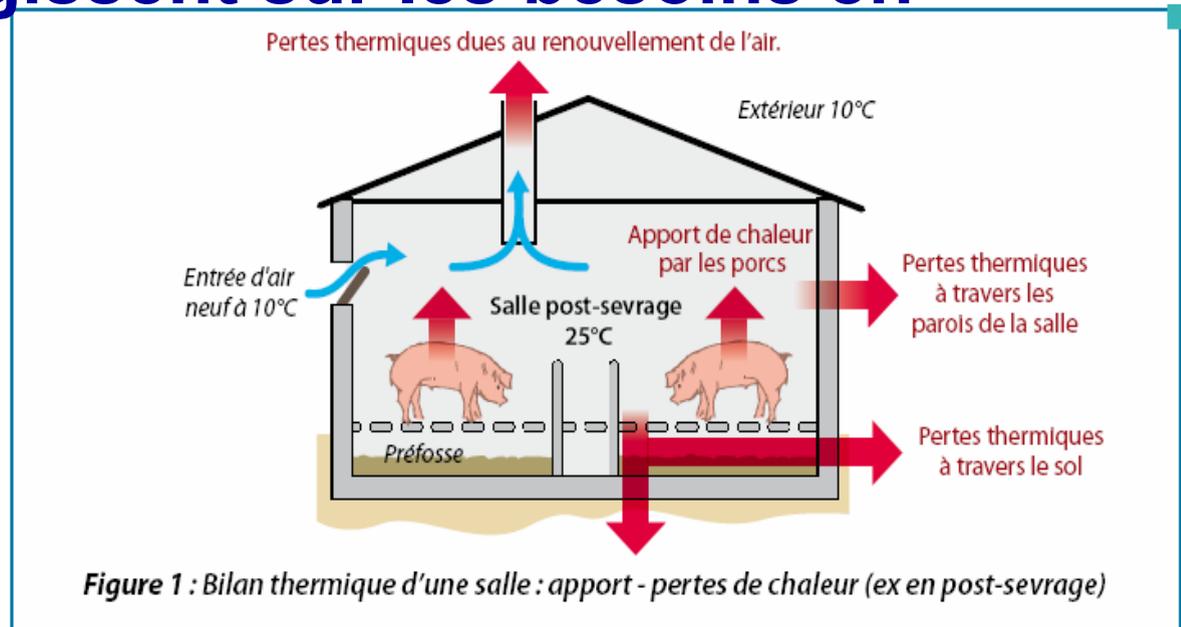
- Appliquer une consigne de chauffage identique à celle de ventilation

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 λ des matériaux, de leurs épaisseurs et du gradient de température

Matériau	Coefficient de conductivité λ (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

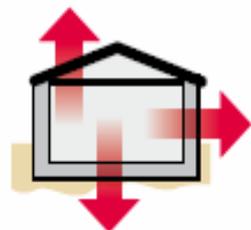
- Plus λ est faible plus le matériau est isolant

Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

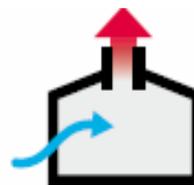
- Pertes thermiques à travers les parois des salles
 - Un surface de 100 m² de styrodur de 1 cm d'épaisseur laisse passer 4200 W pour 10 °C d'écart contre 840 W avec 5 cm d'épaisseur.
 - Pour une salle avec une isolation classique de 280 porcelets à 27 °C et une température extérieure de 0°C il y aura 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 m³ 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

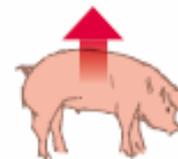
Bilan thermique



Pertes thermiques à travers les parois, le sol et le plafond



Pertes thermiques par le renouvellement d'air



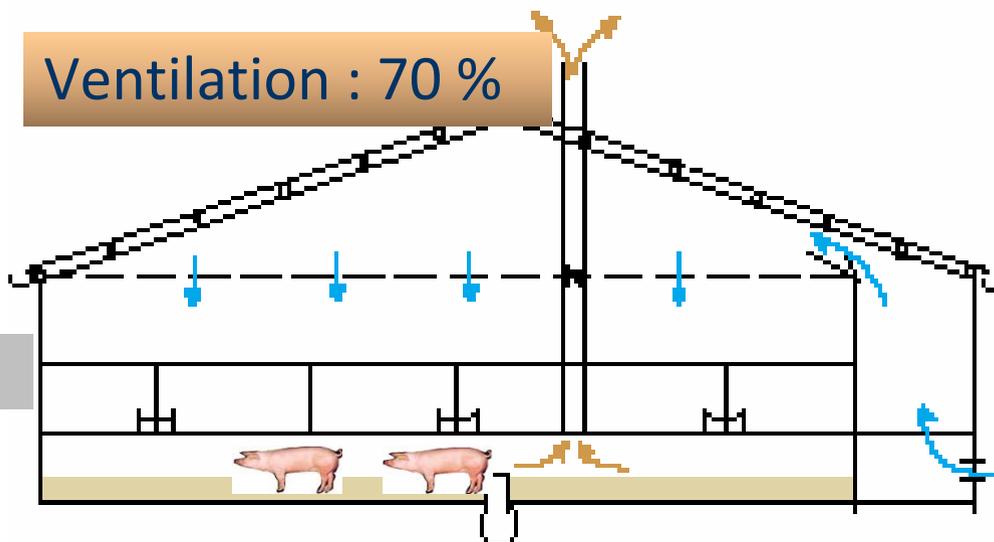
Apports thermique par les animaux



Besoins en chauffage

Ventilation : 70 %

Parois 30 %



Economies d'énergie par les pratiques d'élevage

- Bien contrôler le débit minimum de ventilation

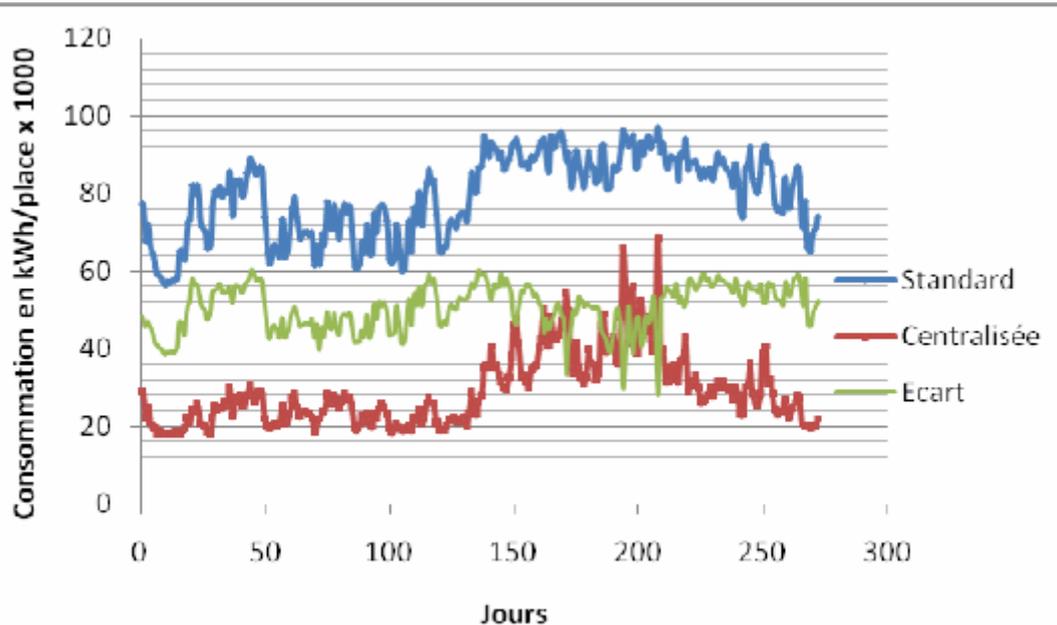
Consigne minimum de ventilation en début de post-sevrage	Consommation d'énergie en chauffage	Consommation d'énergie en chauffage avec 1 cm d'isolant supplémentaire
3 m³/h/animal	6,68 kWh / Porc produit	6,00 kWh/porc produit
4 m ³ /h/animal	9,02 kWh / Porc produit	8,22 kWh/porc produit
5 m³/h/animal	12,29 kWh / Porc	11,00 kWh/porc produit
6 m ³ /h/animal	14,82 kWh/porc produit	12,79 kWh/porc produit
7 m ³ /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

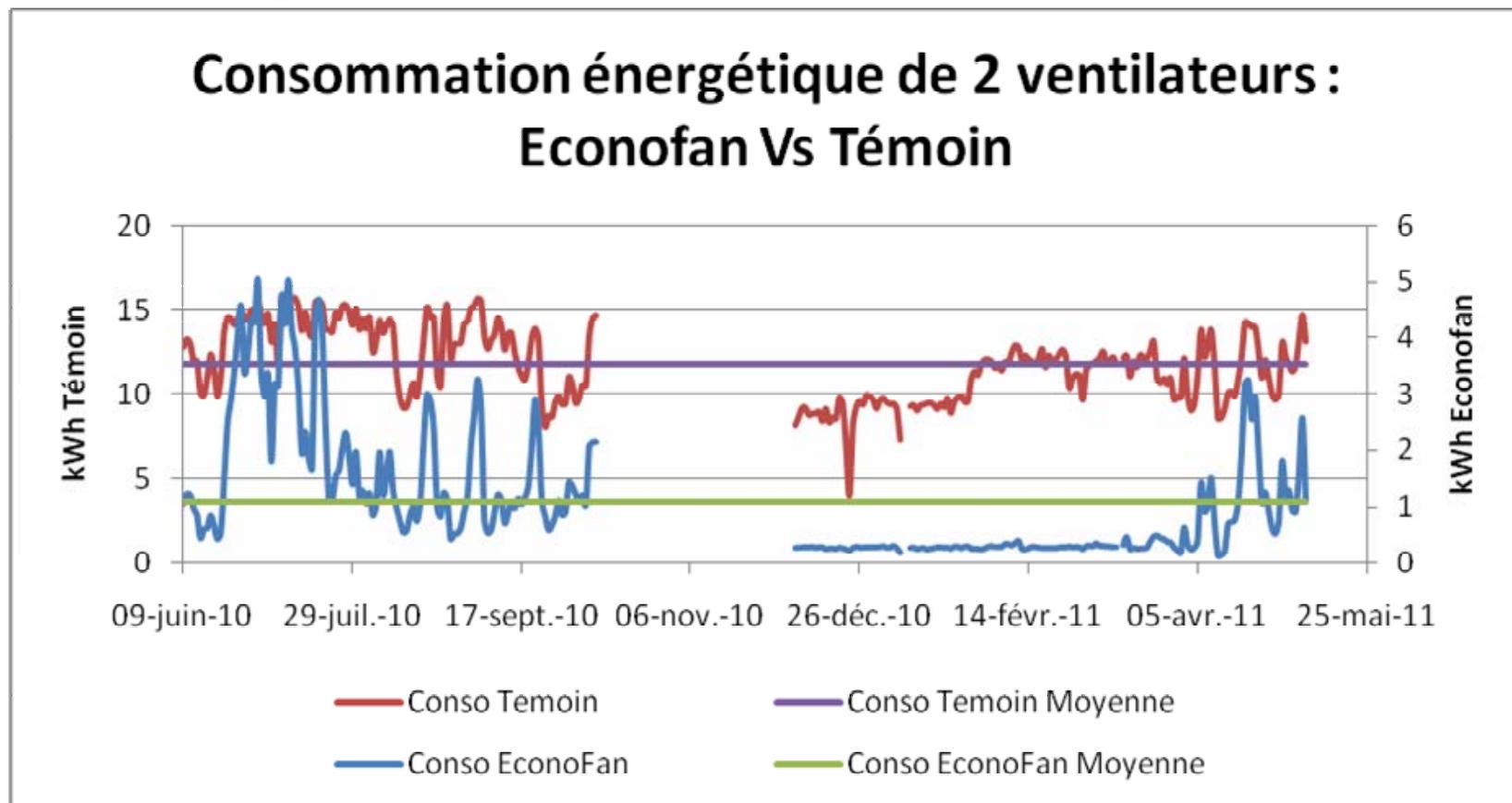


175,5 kWh/truie présente/an pour le standard contre **64,1** kWh/truie présente/an pour le centralisée

- Ecart lié aux variateurs de fréquences et aussi aux consommations spécifiques (W/m³) 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 amortit 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.

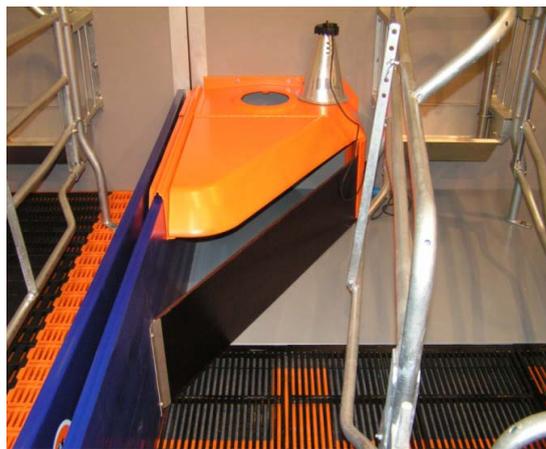
Economies d'énergie

■ 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

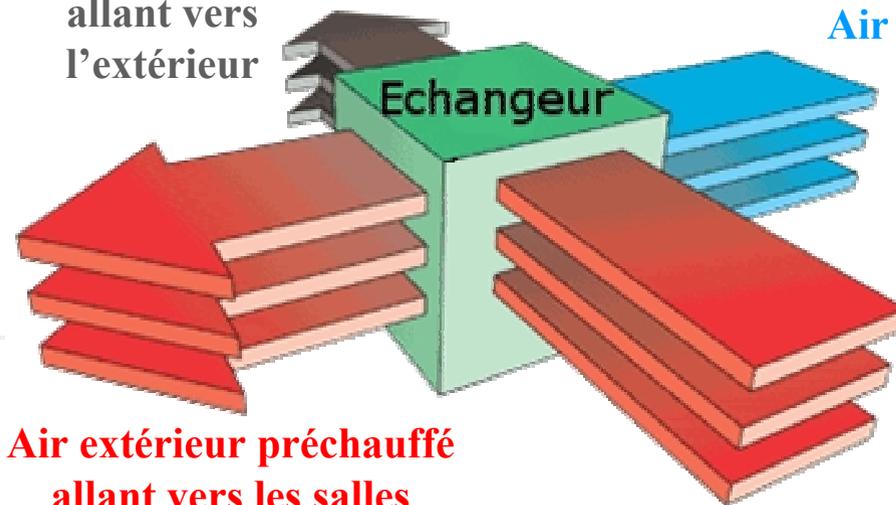
Effacité : réduction des consommations énergétiques liées au chauffage / augmentation des niveaux de ventilation

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

Retour sur
investissement
de 4 à 6 ans

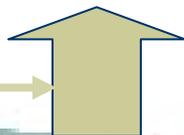
Air chaud sortant
des salles

Air extérieur préchauffé
allant vers les 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



Air neuf

Vue d'un échangeur

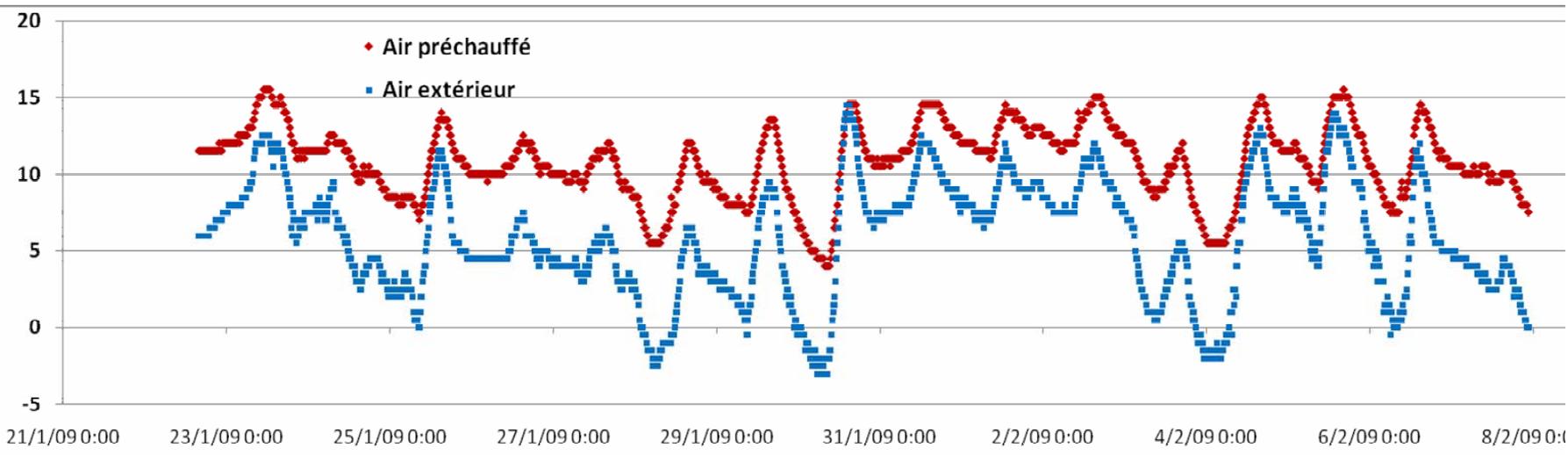


Rampe de lavage

Air vicié

Sortie sans échangeur

Les échangeurs thermiques



Données hiver 2009

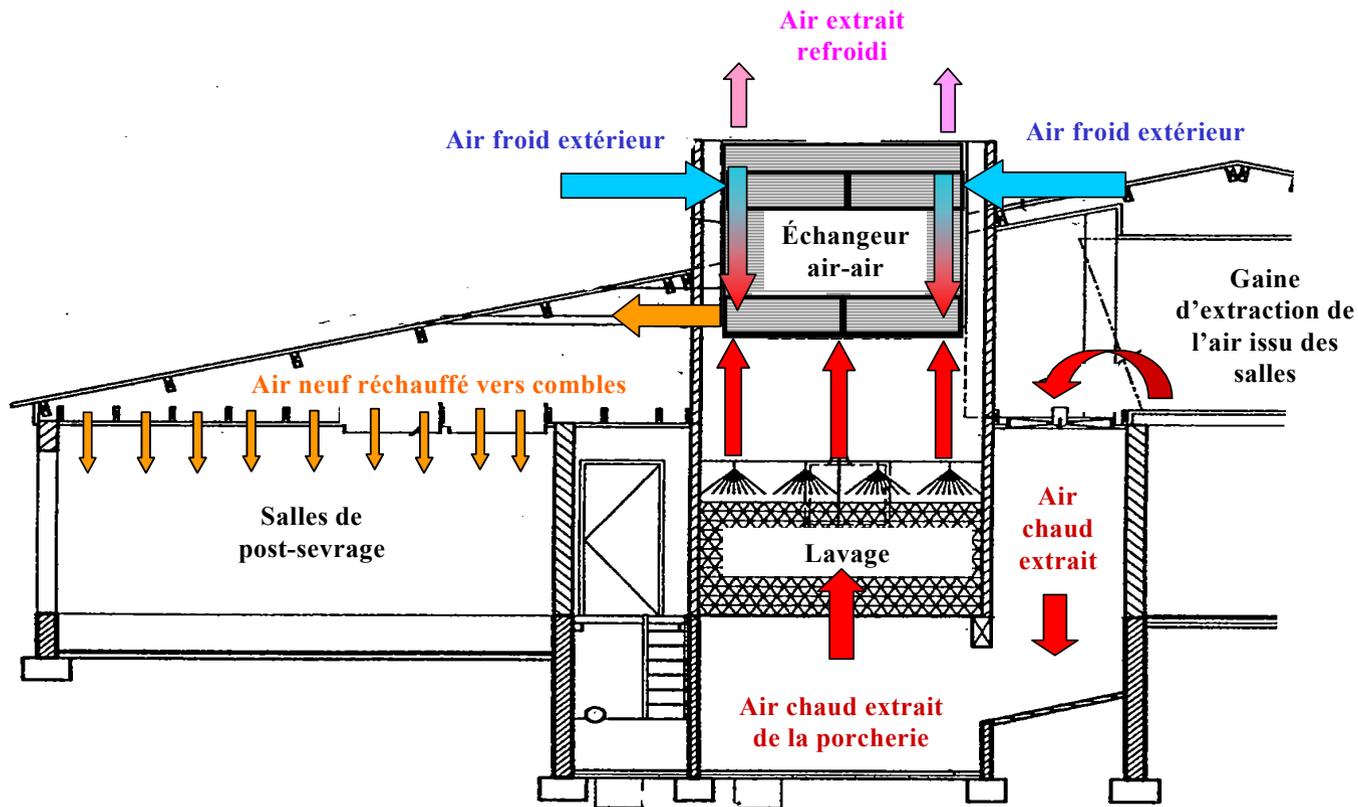
Les échangeurs thermiques

■ Effet de la température (débit de 19 m³/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

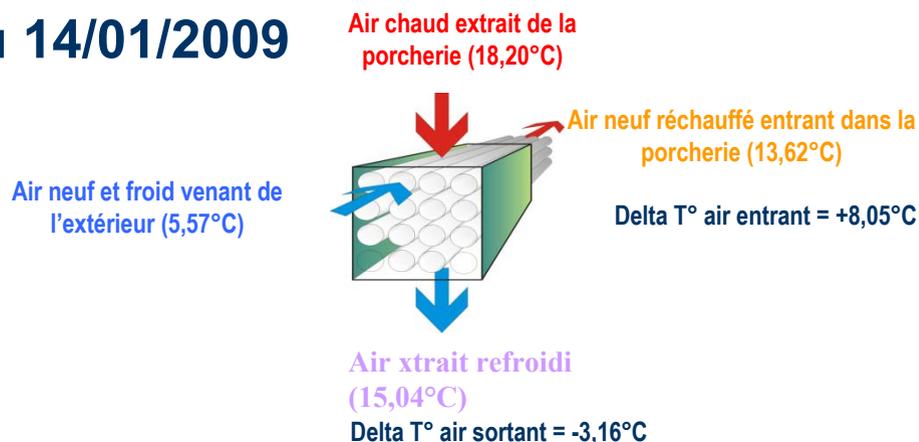
■ Fonctionnement du système étudié



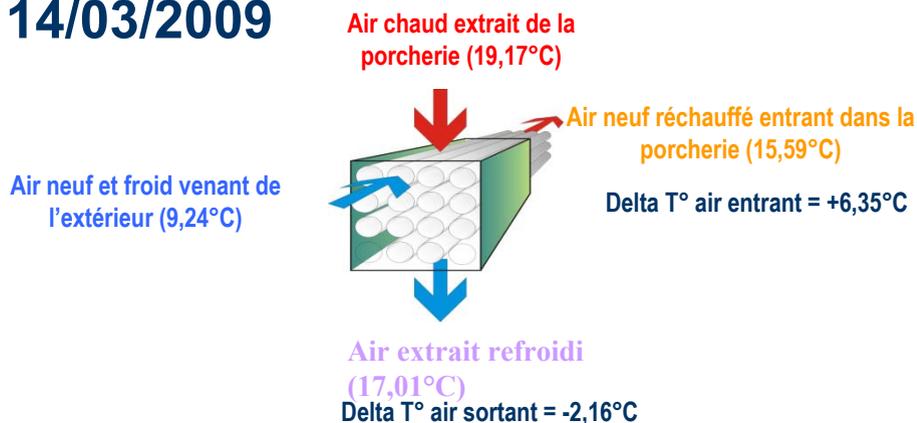
Echangeur air/air

■ Résultats obtenu sur 2 périodes de mesures

■ 02/12/2008 au 14/01/2009



■ 18/02/2009 au 14/03/2009

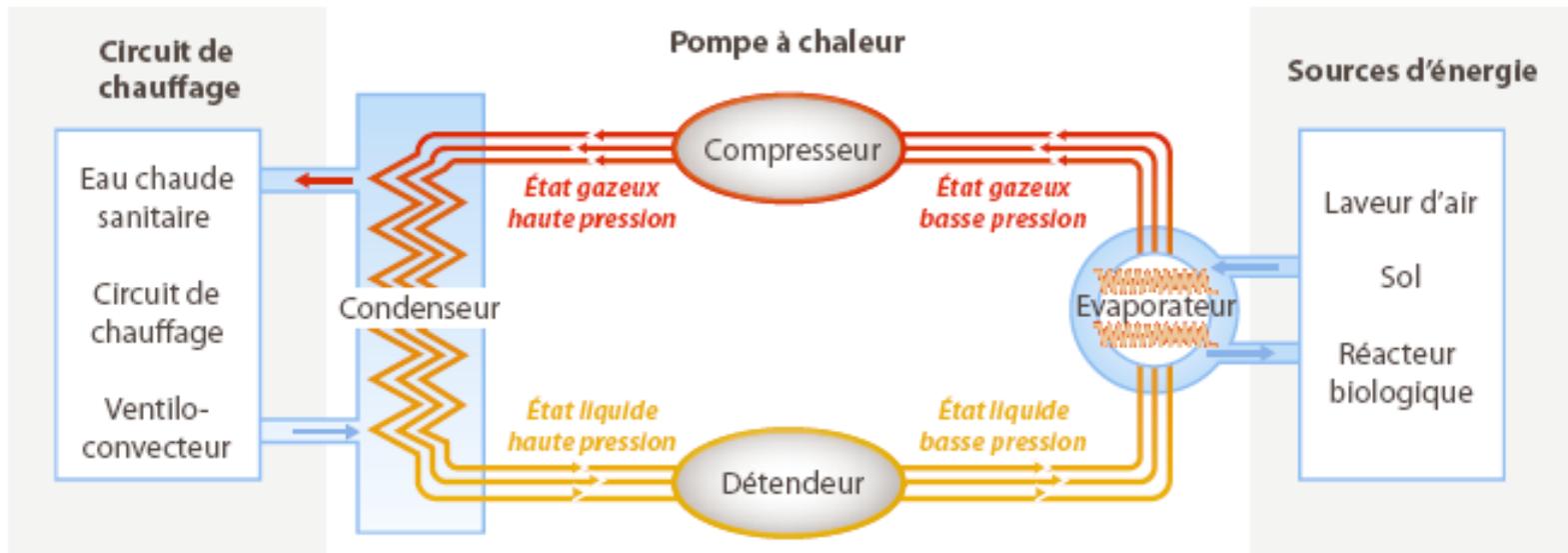


Echangeur air/air

- 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

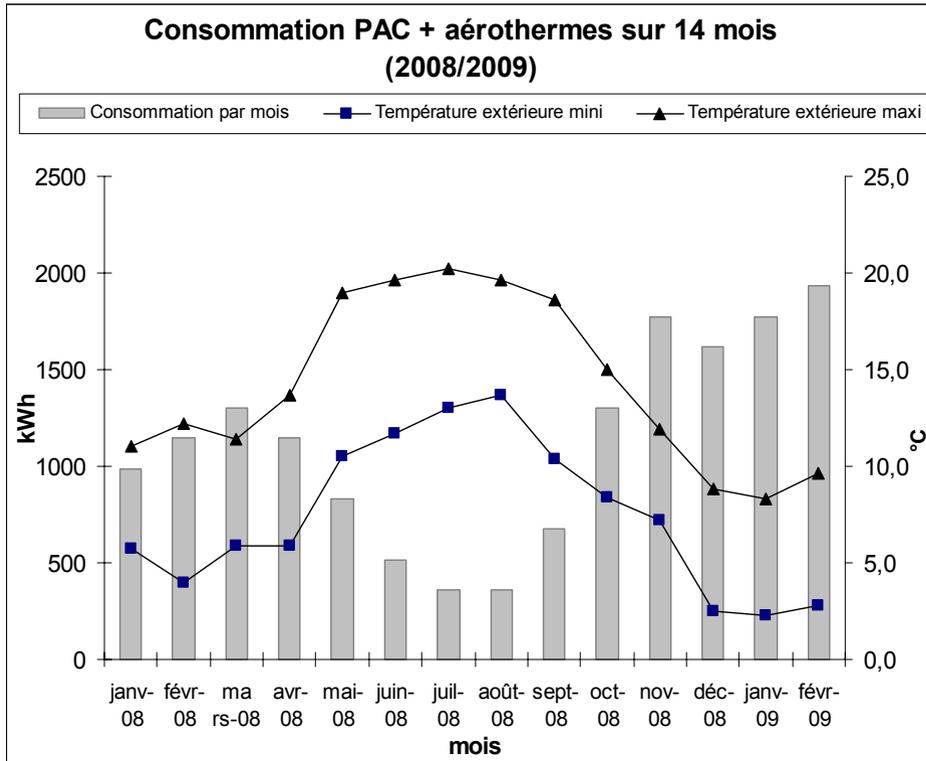
Les techniques de récupération d'énergie

- 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)

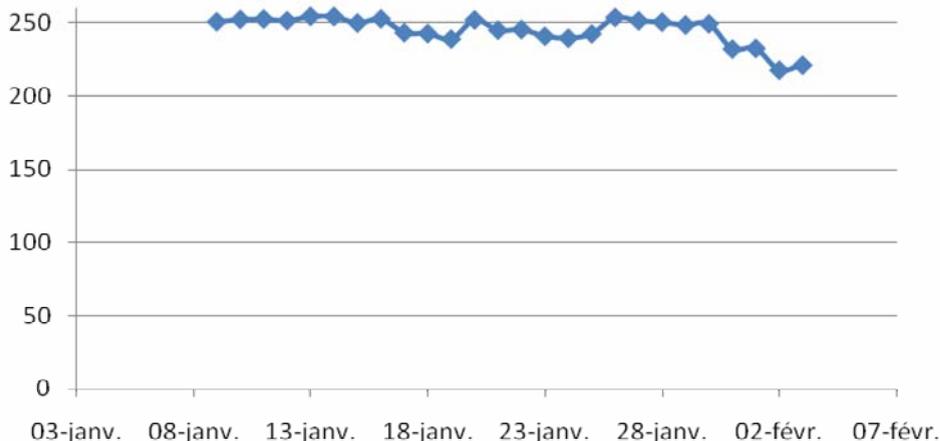
PAC sur réacteur biologique

- Des consommations plus faible 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.

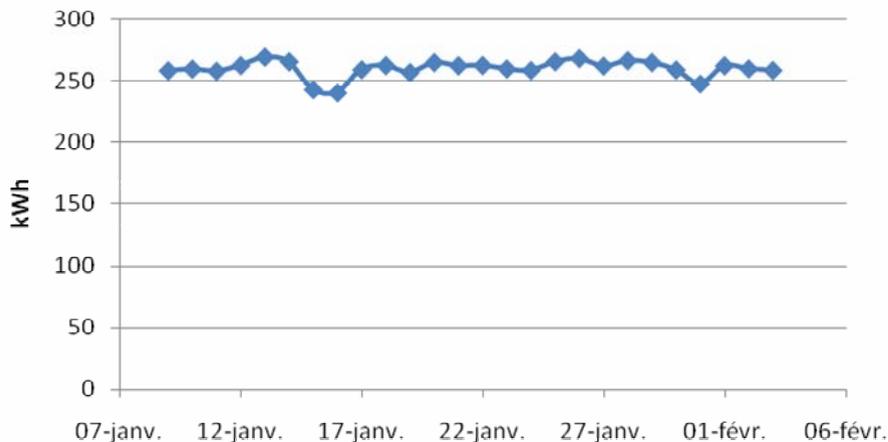
PAC sur laveur d'air

-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° 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