

La maîtrise de l'énergie dans la ventilation et le chauffage des bâtiments porcins

Au cours des dernières années, les travaux, outils et documents traitant des consommations d'énergie dans les élevages de porcs, se sont multipliés. Les premières références disponibles évoquent des possibilités d'économies importantes, notamment sur le poste « chauffage » qui représente, à lui seul, 46 % des consommations énergétiques d'un élevage de porcs.

Quelle est l'origine des besoins en chauffage ?

Depuis l'apparition et le développement dans les années 60 et 70 de bâtiments porcins spécialisés, différenciés selon le stade physiologique, sur caillebotis partiel ou intégral, les locaux de maternité, de nurserie et de post-sevrage sont chauffés. La principale raison du recours au chauffage réside dans la nécessité de répondre au mieux aux besoins thermiques des animaux, pour leur bien-être (survie en bas âge, confort), mais aussi pour l'amélioration de leurs performances (croissance et indice de consommation). Ainsi, à la naissance, un porcelet nécessite une température de confort d'environ 30°C, et de 24°C à la fin du post-sevrage. Contrairement aux porcs à l'engrais et aux truies gestantes, les jeunes animaux sont sensibles au froid et, par ailleurs, ne produisent pas suffisamment de chaleur pour maintenir un niveau de température

suffisant dans les salles ; il est donc nécessaire de chauffer ces locaux, au moyen de divers équipements : radiants, lampes, ...

Les besoins énergétiques en chauffage résultent d'un bilan faisant intervenir trois paramètres (Figure 1) :

- L'apport de chaleur par les animaux ;
- Les pertes de chaleur par conduction à travers les parois, le sol et le plafond de la salle ;
- Les pertes de chaleur liées au taux de renouvellement de l'air.

L'apport de chaleur par les animaux

Les porcs, comme tous les êtres vivants, produisent de la chaleur. Des équations, telles que celles publiées par le CIGR (International Commission of Agricultural Engineering), permettent de calculer cette quantité de chaleur produite par les animaux. Ainsi, pour une salle

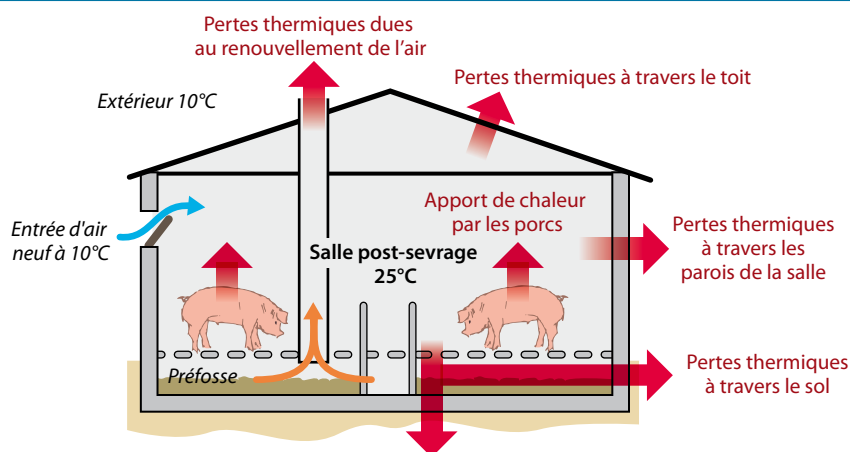


Figure 1 : Bilan thermique d'une salle : apport - pertes de chaleur (ex en post-sevrage)

Résumé

Avant d'investir pour limiter les niveaux de consommations énergétiques d'un élevage, il est primordial d'effectuer un diagnostic de la situation.

Le chauffage représente, à lui seul, 46 % des consommations d'énergie. Les besoins en chauffage découlent des pertes thermiques à travers les parois des salles (qualité de l'isolation et étanchéité du bâtiment) et des pertes dues au renouvellement de l'air.

Le taux de renouvellement d'air étant responsable à 75 % des besoins d'énergie pour le chauffage, il est capital de le contrôler notamment à travers une bonne gestion des débits d'air minimum.

La maîtrise des débits de ventilation permet des économies sur le chauffage allant jusqu'à 50 %.

Il est également important d'optimiser le positionnement des sondes de contrôle de température qui régulent le chauffage et la ventilation.

Afin d'optimiser les performances des appareils de chauffage, il faut veiller à un positionnement adéquat dans le flux d'air.

Le recours à un diagnostic énergie semble nécessaire pour cibler les postes responsables d'éventuels gaspillages.

Michel MARCON

Les travaux sur l'énergie sont financés par l'ADEME.

Les besoins en chauffage, et les économies d'énergie sont dépendantes du taux de renouvellement de l'air.

de 280 porcelets d'un poids moyen de 8 kg et avec une température de consigne de 27°C, la chaleur dégagée par l'ensemble des animaux de la salle pendant 1 heure représente 6 472 Wh.

Les pertes de chaleur à travers les parois, le sol et le plafond de la salle

Lorsqu'une salle de post-sevrage est chauffée, des pertes de chaleur se produisent à travers les parois de la salle. L'isolation permet de les limiter, sans pouvoir toutefois les supprimer totalement; ces pertes sont fonctions du coefficient de conductivité thermique des matériaux (noté λ), de l'épaisseur du matériau et aussi du gradient de température (écart entre les températures intérieure et extérieure). Ainsi, pour diminuer ces pertes thermiques, il faut soit limiter l'écart de température (diminuer la consigne de chauffage), soit améliorer l'isolation. Le tableau 1 précise les coefficients λ des principaux matériaux.

* mousse de polystyrène rigide extrudée (panneaux isolants)

Tableau 1: Coefficients de conductivité thermique (λ) de quelques matériaux

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 le coefficient λ est faible, plus le matériau sera isolant. L'épaisseur du matériau joue également un rôle important. Ainsi, avec un écart de température de 10°C, une surface de 100 m² de styrodur* d'une épaisseur de 1 cm laissera passer 4200 Watts, mais seulement 840 Watts si son épaisseur est de 5 cm.

A titre d'exemple, pour une salle de 280 porcelets d'une longueur de 14 m et d'une largeur de 8,4 m,

dotée de caillebotis intégral, de plafond diffuseur et de panneaux béton, une consigne de chauffage de 27°C à l'entrée des porcelets sous une température extérieure de 0°C détermine une perte de chaleur à travers les parois de 4 900 Wh.

Les pertes de chaleur liées au renouvellement de l'air

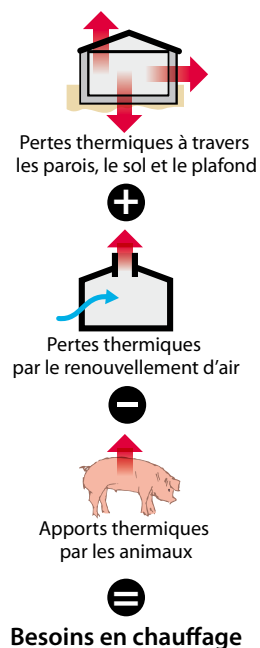
Dans une salle de porcherie, la ventilation est nécessaire pour évacuer les gaz, l'humidité et pour assurer le confort thermique des animaux. Or, en hiver, l'air neuf pris à l'extérieur est généralement plus froid que l'atmosphère intérieure des salles. Il est donc nécessaire de le chauffer.

Pour élever de 1°C la température d'1 m³ d'air, il faut 0,3303 Wh (soit une heure de fonctionnement d'un chauffage d'une puissance de 0,3303 Watts). Sachant que pour une salle de 280 porcelets de 8 kg et une consigne de ventilation de 3 m³/h/animal, 840 m³ d'air doivent être portés à la température de 27°C, cela nécessite 7 491 Wh avec un air entrant à 0°C.

Le bilan thermique

Le bilan thermique d'une salle est le résultat de l'addition des pertes thermiques de laquelle il faut soustraire les apports de chaleur; le résultat exprime les besoins en chauffage. Ainsi, en reprenant l'exemple précédent, le besoin en chauffage d'une salle de post-sevrage de 280 porcelets s'élève à 5 919 Wh.

Plus généralement, sur une année moyenne, les pertes par renouvellement d'air représentent environ 75% des pertes thermiques totales. Les besoins en chauffage, et donc aussi les économies d'énergie liées au chauffage, sont donc fortement dépendantes du taux de renou-



vellement de l'air. Un mauvais réglage ou une mauvaise gestion de la ventilation peut générer un gaspillage d'énergie. Pour autant, compte tenu des 25 % de pertes thermiques se produisant à travers les parois des salles, la qualité de l'isolation et l'étanchéité du bâtiment ne doivent pas non plus être négligées.

Impact de l'isolation sur les besoins en chauffage

Une étude récente¹ met en évidence le vieillissement du parc de bâtiments porcins français : par exemple, la part de places en maternité et en post-sevrage de moins de 10 ans a chuté de moitié depuis 1994. Or, l'ancienneté des bâtiments affecte directement la qualité de l'isolation thermique et donc les consommations énergétiques, notamment pour les locaux chauffés. Ainsi, pour les bâtiments naisseurs-engraisseurs construits avant 1992, période de l'apparition de murs porteurs isolés, la consommation énergétique moyenne s'établit, par truie présente et par an, à 1 095 kWh, contre 890 kWh pour les bâtiments construits postérieurement à cette date.

¹ Source : « Le parc des élevages de porcs en France, état des lieux, évaluation du besoin d'investissement », C. Roguet & al., mai 2007

Afin de mettre en évidence l'impact du niveau d'isolation sur les besoins en chauffage des salles de post-sevrage, des calculs par simulation ont été réalisés. Ils s'appuient sur un logiciel spécifique, « StaldVent », modèle d'origine danoise traduit en français et paramétré pour les conditions françaises par l'IFIP.

Ainsi, reprenant l'exemple précédent (salle de 280 places de post-sevrage, avec plafond diffuseur), on peut analyser l'incidence sur la consommation d'énergie liée au chauffage, de l'épaisseur de l'isolant², pour des niveaux des autres paramètres correspondant aux préconisations de l'IFIP (débits de ventilation de 3 m³/h/animal ; surface de 0,42 m²/place, couloir compris).

Le tableau 2 illustre ainsi qu'un élevage dépourvu d'isolation consommerait pour le chauffage du post-sevrage un peu plus de 45 % d'énergie supplémentaire par rapport à la situation de référence (en gras dans le tableau). De même, un post-sevrage dont l'isolation aurait perdu la moitié de ses capacités isolantes (dégâts du temps, des rongeurs ou autres nuisibles) enregistrerait une surconsommation de 9 %.

Pour un élevage de 200 truies naisseur-engraisseur produisant en moyenne 21 porcs/truie/an, les consommations de chauffage d'un post-sevrage mal isolé (2 cm d'isolant) s'établiraient ainsi à 52 080 kWh contre 41 580 kWh pour le même bâtiment doté d'une isolation de 8 cm en bon état; soit 10 500 kWh d'économies potentielles (ou encore 735 €/an). Il est à noter que cette épargne concerne uniquement le post-sevrage; d'autres économies sont envisageables dans les maternités par exemple.

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 %

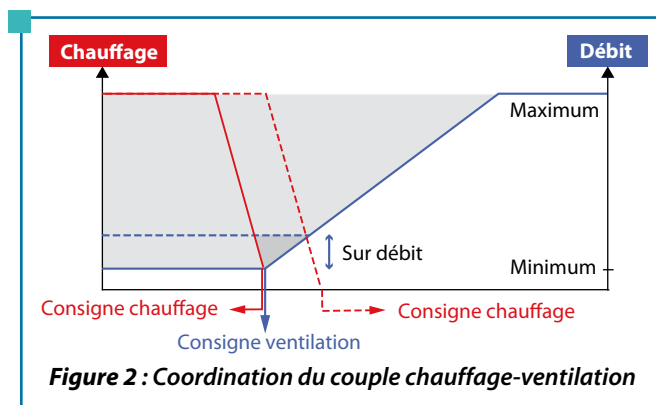
* L'écart en pourcentage est exprimé par rapport à la situation standard de 8 cm d'isolant.

Maîtriser la ventilation, maîtriser les besoins en chauffage

Le couple ventilation-chauffage représente 85 % des consommations d'énergie d'un éleveur naisseur-engraisseur et constitue le point essentiel de la gestion de l'ambiance d'une salle et donc des performances techniques. Il s'agit de déterminer le meilleur compromis, chaque réglage ayant une action antagoniste sur l'autre. L'IFIP préconise de régler les consignes de ventilation et de chauffage sur la même température (le cas échéant, utiliser la même sonde).

Comme le montre la Figure 2, avec une consigne de chauffage supérieure à la consigne de ventilation, le débit de ventilation est plus élevé que le minimum : il y a donc un gaspillage de chaleur et par conséquent d'énergie.

Ainsi qu'il a été vu précédemment, le taux de renouvellement d'air est le principal responsable des besoins d'énergie pour le chauffage. C'est pourquoi, il est capital de contrôler les débits d'air et, notamment, le débit minimum (au-delà de ce débit minimum, il n'est plus



utile de chauffer). Le tableau 3 expose les niveaux de consommation en chauffage pour une salle de post-sevrage en fonction du débit minimum d'air à l'entrée des porcelets ; le calcul est réalisé pour le même exemple que précédemment (salle de 280 places en coin de bâtiment, avec panneaux béton isolés et plafond diffuseur).

L'IFIP préconise, lors du dimensionnement de la ventilation, un débit minimum de 3 m³/h/animal au démarrage du post-sevrage. Cette valeur est la conséquence des besoins physiologiques des porcelets. Avec ce niveau de renouvellement d'air, le chauffage nécessite 6,68 kWh/porc produit. Or, en élevage, il n'est pas rare d'observer un taux de renouvellement d'air mini-

³ Avec un tarif moyen de 7 centimes d'euro par kWh.



L'IFIP préconise un débit minimum de 3 m³ / h / animal au démarrage du post-sevrage.

Tableau 3 : Consommation de chauffage en fonction du 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	8,22kWh / porc produit
5 m³ / h / animal	12,29 kWh / porc produit	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

² L'isolation du plafond (5 cm de « Styrodur ») est identique dans les 5 simulations, seule l'épaisseur de l'isolant des parois de la salle est variable.

Consommation énergétique de votre élevage

L'IFIP propose sur son site (www.ifip.asso.fr «Boîte à outils») un diagnostic énergie permettant de situer une exploitation par rapport aux moyennes nationales. La figure 3 illustre l'impact d'un bon contrôle des débits de ventilation par rapport à une situation moyenne.

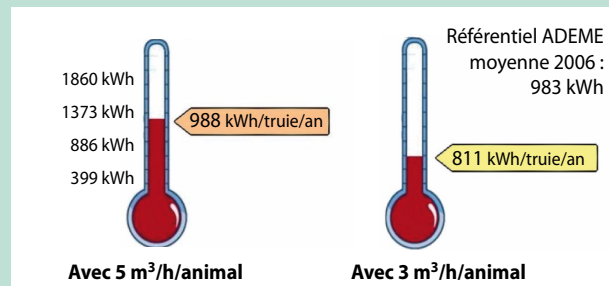


Figure 3 : Impact du débit minimum de ventilation sur les consommations énergétiques globales d'une exploitation

Ainsi, un élevage se situant dans la moyenne des consommations énergétiques (988 kWh/truie/an) peut réduire de 18 % les consommations globales de l'exploitation seulement en optimisant sa ventilation.

mum en post-sevrage avoisinant 5 m³/h/animal ; avec ce réglage, la dépense d'énergie pour le chauffage des porcelets est doublée, pour atteindre 12,29 kWh/porc produit. Une bonne maîtrise des débits de ventilation peut donc permettre des économies appréciables sur le chauffage sans pour autant dégrader l'ambiance et sans investissement supplémentaire.

D'un point de vue économique, pour un élevage de 200 truies naisseur-engraisseur produisant en moyenne 21 porcs produits/truie présente/an, les consommations pour le chauffage d'un post-sevrage contrôlant mal la ventilation (5 m³/h/animal) s'établiraient à 51 618 kWh contre 28 056 kWh pour le même bâtiment au débit conseillé de 3 m³/h/animal. Il y aurait donc 23 562 kWh d'économies potentielles soit environ 1 650 €/an.

Quelques pratiques d'élevage à ne pas oublier

La gestion de la ventilation n'est pas le seul moyen d'économiser

de l'énergie. Différentes pratiques simples à mettre en place permettent d'économiser l'énergie sans investissement supplémentaire.

Positionnement des sondes de température

Il est important d'optimiser le positionnement des sondes de contrôle de température qui servent à réguler le chauffage et la ventilation. En effet, si ces sondes sont placées trop près d'une entrée d'air, la température mesurée sera inférieure à la température réelle de la salle et il y aura un gaspillage de chauffage. À l'inverse, si les sondes sont trop proches des appareils de chauffage, le boîtier de régulation augmentera inutilement le niveau de ventilation, produisant des pertes de calories évacuées par un renouvellement d'air trop important. Pour les mêmes raisons, il est également important de réaliser annuellement l'étalonnage des sondes.

Emplacement des appareils de chauffage

Afin d'optimiser les performances des appareils de chauffage, il faut veiller à leur positionnement adéquat dans le flux d'air. La disposition des radiants (ou autre système de chauffage) doit, en optimisant le phénomène de convection, favoriser le mélange optimal de l'air neuf avec celui de la salle; cela permet de rendre l'ambiance homogène et limite le gaspillage de l'énergie dédiée au chauffage.

Entretien régulier du matériel

L'entretien du matériel n'est pas toujours réalisé de façon optimale car il

est très chronophage. Or, les systèmes de ventilation et de chauffage évoluent dans une ambiance agressive présentant un taux d'empoussièrement élevé. Les rendements des ventilateurs et des appareils de chauffage peuvent être fortement diminués et les consommations énergétiques auront alors tendance à augmenter.

Perspectives

Avant d'entreprendre des travaux pour diminuer les consommations énergétiques d'un élevage, il est primordial de bien évaluer la situation ; à cette fin, le recours à un diagnostic semble nécessaire pour cibler les postes responsables d'éventuels gaspillages. C'est pourquoi, l'IFIP travaille à la réalisation d'un outil de diagnostic-énergie (financé en partie par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise des Énergies, ADEME) ; cet outil est cours d'élaboration et sera disponible en décembre 2009. Il permettra d'évaluer les consommations d'énergie, pour chaque poste (ventilation, chauffage, éclairage et alimentation) et pour chaque stade physiologique. L'expertise du technicien d'élevage, appuyée par le diagnostic, permettra d'envisager des pistes de réduction de consommations énergétiques adaptées aux spécificités de chaque élevage. Dans le contexte actuel, même si la crise financière a tempéré l'envol du cours des matières premières, la raréfaction des ressources énergétiques fossiles est une réalité ; les économies d'énergies seront donc indispensables pour améliorer la compétitivité économique des élevages mais aussi leur bilan environnemental en limitant l'impact sur ces ressources fossiles. ■

⁴ Avec un tarif moyen de 7 centimes d'euro par kWh.

Différentes pratiques simples à mettre en place permettent d'économiser l'énergie sans investissement supplémentaire.

Contact :
michel.marcon@ifip.asso.fr