

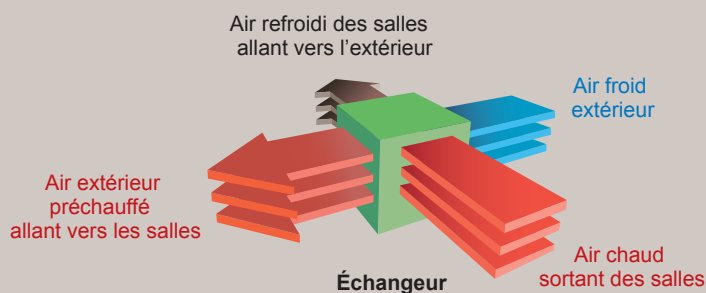


Les échangeurs de chaleurs : évaluation de leurs performances

Les échangeurs à chaleur commercialisés pour les élevages de porcs présentent une efficacité satisfaisante. Les trois modèles testés sur un banc d'essai récupèrent ainsi la moitié de la chaleur disponible dans l'air vicié.

Comment les échangeurs à chaleur fonctionnent-ils ?

Les échangeurs à chaleur récupèrent les calories véhiculées par l'air sortant du bâtiment et les transfèrent à l'air entrant. Ainsi, l'air neuf se réchauffe par transfert de chaleur, et ce, sans qu'il y ait mélange d'air, en puisant l'énergie nécessaire dans l'air vicié.

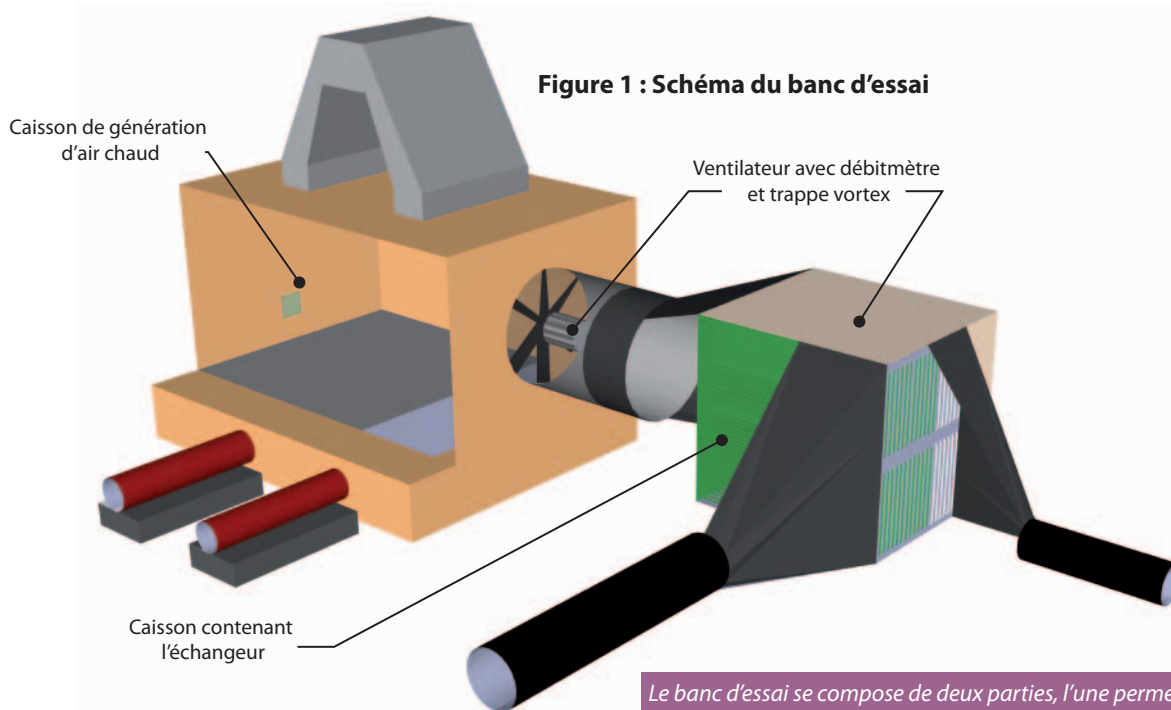


Sur le terrain, deux types d'échangeur coexistent : l'échangeur en ventilation centralisée et l'échangeur en salle par salle. Chacun de ces types d'échangeur peut être de type tubulaire et ou à plaque.

Pour évaluer l'efficacité des échangeurs à chaleur proposés aux élevages porcins, l'Ifip a mis en place, avec le soutien financier de l'Ademe, un banc d'essai (voir figure). L'objectif est de tester ces équipements pour différents débits, dans des conditions similaires.



En récupérant l'énergie présente dans l'air vicié, les échangeurs permettent de préchauffer l'air neuf.



Trois échangeurs ont été testés (Tableau 1) et deux autres sont en cours de test. Sur ceux évalués, deux étaient à plaques dits en "salle par salle". Le troisième échangeur était un échangeur tubulaire dimensionné pour une utilisation en ventilation centralisée.

Le protocole d'essai était le même pour les échangeurs. Le débit d'air était adapté aux préconisations du constructeur. Dans le protocole, les écarts de température entre l'air neuf extérieur et l'air vicié étaient identiques pour les trois échangeurs testés.

Pour chaque échangeur, une série de tests a été effectuée. Elle comprenait quatre modalités pour la différence de température entre air neuf et air sortant avec pour chaque cas, trois débits de ventilation.

Efficacité thermique et efficacité de réchauffement

L'efficacité d'un échangeur est définie comme le rapport du flux de chaleur effectivement transféré dans l'échangeur au flux de chaleur maximal qui serait transféré dans les mêmes conditions de températures d'entrée des deux fluides dans un échangeur de longueur infinie fonctionnant à contre-courant.

$$\text{Efficacité thermique} = \frac{\text{Quantité de chaleur récupérée}}{\text{Quantité de chaleur récupérable}}$$

Pour caractériser un échangeur, il est souvent utilisé le coefficient d'efficacité de réchauffement :

$$\text{Efficacité de réchauffement} = \frac{T^{\circ} \text{ Air vicié avant échangeur} - T^{\circ} \text{ Air vicié après échangeur}}{T^{\circ} \text{ air neuf après échangeur} - T^{\circ} \text{ air neuf avant échangeur}}$$

L'efficacité de réchauffement, bien que très répandue, ne permet pas de connaître la quantité réelle d'énergie transférée. En effet, l'efficacité de réchauffement augmente mécaniquement dès lors que l'écart entre l'air vicié et l'air neuf s'accroît. Bien que la quantité de calories récupérées en valeur absolue augmente, l'efficacité thermique de l'échangeur reste constante.

Il a donc été utilisé l'efficacité thermique qui indique bien la quantité d'énergie récupérée par l'échangeur pour un débit air neuf / air vicié donné.

Tableau 1 : Récapitulatif du test

N° de l'échangeur	1	2	3
Type de ventilation	centralisée	salle par salle	salle par salle
Type d'échangeur	tubulaire	salle par salle	salle par salle
Efficacité thermique	48 %	54 %	48 %
Economie pour une salle de post-sevrage de 200 places (kWh/an)	5 524	3 174	2 558
Coût	€€	€	€

Les échangeurs en ventilation centralisée sont plus coûteux mais permettent des économies plus importantes.

Figure 2 : Efficacité thermique selon le débit d'air neuf

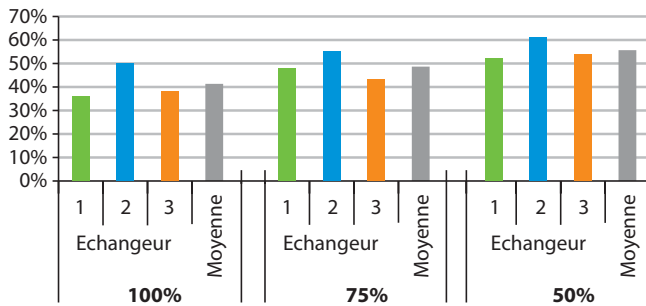
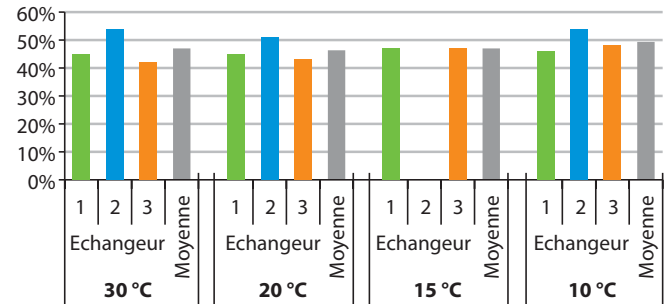


Figure 3 : Efficacité thermique selon l'écart de température



L'efficacité thermique des échangeurs est variable selon le débit d'air neuf. Ainsi, plus le débit d'air neuf est faible et plus les performances thermiques des échangeurs sont bonnes.



Efficacité thermique des échangeurs

Comme le montre le graphique, l'efficacité thermique des échangeurs est globalement meilleure pour l'échangeur 2 qui est à plaques. Mais l'échangeur tubulaire 1 obtient des résultats similaires à l'échangeur à plaque 3. Il semble donc difficile de donner un avantage à un type d'échangeur (tubulaire ou à plaques).

De plus, quelle que soit la différence de température, l'efficacité thermique varie très peu pour un même échangeur. En revanche, en valeur absolue, plus l'écart de température entre l'air neuf et l'air vicié est important, plus la quantité d'énergie l'est aussi. La figure 4 en présente un exemple.

48 et 54 % d'efficacité

Les échangeurs sur le marché ont une efficacité thermique qui peut être jugée comme bonne puisqu'elle varie entre 48 % et 54 %. L'efficacité thermique ne permet pas de dire quelle est l'économie d'énergie réalisée sur le chauffage d'une salle. Pour ce faire, l'Ifip a introduit les courbes des rendements dans un logiciel de modélisation (en cours de finalisation) qui permet de connaître en temps réel les débits d'air, la température de l'air, son humidité et ce, pour un bâtiment ou pour une salle. Ainsi, en introduisant dans le

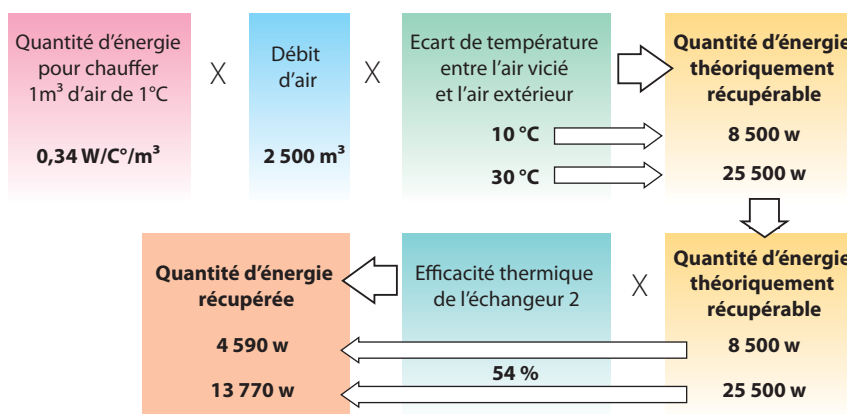
« En bref »

Trois échangeurs à chaleur ont été testés sur un banc d'essai. Les échangeurs en ventilation centralisée permettent des économies plus importantes mais nécessitent des investissements plus lourds et d'avoir un bâtiment en extraction centralisée. Pour les échangeurs en salle par salle, les économies sont moindres tout comme l'investissement, mais ils ont l'avantage de pouvoir équiper des bâtiments déjà existants.

modèle les courbes d'évolution de l'efficacité thermique des échangeurs testés, il est possible d'évaluer précisément pour n'importe quel cas d'élevage l'économie de chauffage réellement réalisée par la mise en place de ces appareils.

Pour les trois échangeurs utilisés sur une salle de post-sevrage de 200 places, les échangeurs testés permettent d'économiser 5 524 kWh/an (Echangeur 1), 3 174 kWh/an (Echangeur 2) et 2 558 kWh/an (Echangeur 3).

Figure 4 : Impact de l'écart de température sur la quantité d'énergie récupérée



L'échangeur 1, en ventilation centralisée, permet de plus fortes économies puisque dans la simulation il récupère les calories de l'engraissement pour les fournir au post-sevrage, ce qui explique les écarts observés. En revanche, le coût à la place des échangeurs en ventilation centralisée est en moyenne de 40 % plus élevé que ceux en salle par salle.

Michel MARCON
IFIP - Institut du porc
michel.marcon@ifip.asso.fr