



Comparaison de trois types de ventilation lors d'un transport de 10 heures

Ambiance et bien-être des porcs



Le règlement 411/98 CE, complémentaire de la Directive 91/628 CE pour le transport de plus de 8 heures, fixe des normes supplémentaires en matière de ventilation dans les transports d'animaux vivants. Le texte stipule que « le système de ventilation mis en place doit être conçu de manière à pouvoir être utilisé à tout moment lorsque les animaux sont dans le véhicule à l'arrêt ou en mouvement et assurer une circulation d'air non vicié. Pour atteindre cet objectif, le transporteur doit mettre en place soit un système de ventilation forcé dont les modalités restent à définir, soit un autre système de ventilation assurant à l'intérieur du véhicule le respect d'une fourchette de température de 5 à 30°C avec une tolérance de 5°C en fonction de la température extérieure ».

Devant l'imprécision de la réglementation 411/98 CE au niveau de l'aération et des systèmes de ventilation à mettre en place, la DGAL a confié une mission expérimentale à l'ITP. Il s'agit de valider un, ou des types de ventilation, optimum pour le bien-être des porcs, assurant une circulation d'air non vicié en tenant compte du transport ou des pauses du véhicule ainsi que de la saison (été-hiver).

L'ITP a établi un protocole visant à mettre en évidence les avantages et les inconvénients de trois types de ventilation testés en période estivale et hivernale sur le camion expérimental ITP Coopagri Bretagne. La capacité de ces systèmes de ventilation à fournir un air de bonne qualité et apporter un confort aux porcs est évalué à partir de quatre critères d'évaluation : critères d'ambiance, de comportement des animaux, critères physiologiques et de qualité de viande.

Matériel et méthodes

Chaque étage du camion a une ventilation différente (schéma en titre) :

- **Etage du bas (étage 1)** : ventilation naturelle par des volets dynamiques dont l'ouverture est régulée par des sondes de température.

- **Etage du milieu (étage 2)** : ventilation forcée ou dynamique par un ventilateur régulé par des sondes de température (volets latéraux fermés en permanence).
- **Etage du haut (étage 3)** : ventilation naturelle par volets tout ouverts.

L'effet de la ventilation sur le bien-être des porcs est évalué par quatre critères :

- **Les critères d'ambiance** : la température, l'hygrométrie, le taux de CO₂ et la vitesse de l'air.
- **Les critères comportementaux** : observations par des caméras des positions des porcs durant 10h de trajet.
- **Les critères physiologiques** : niveau de stress à un moment donné par prélèvement du cortisol salivaire avant et après le transport.
- **Les critères de qualité de la viande et de présentation de carcasses** : pH1, pH et nombre de morsures.

Résumé

L'objectif de l'étude est de comparer le fonctionnement de 3 systèmes de ventilation sur 3 étages de manière simultanée lors d'un transport de 10 heures et d'étudier les effets sur le bien-être des porcs d'une ventilation naturelle par volets régulés par des sondes de température, d'une ventilation forcée ou dynamique par ventilateur régulé par des sondes de température et d'une ventilation naturelle par volets tout ouverts. Les résultats obtenus sont fortement dépendants des conditions d'ambiance extérieures (température et vitesse d'air notamment) et de la phase de travail du camion (transport ou pause). Cette étude a été réalisée avec le camion expérimental ITP-COOPAGRI Bretagne, financé par la DGAL.

(1) INRA, St Gilles

Patrick CHEVILLON
Pierre FROTIN
Pierre ROUSSEAU
Armelle PRUNIER (1)
Alain LE ROUX
Brice MINVIELLE
Jacques BOULARD
Michel BOUYSSIÈRE
Gaëlle BATAILLE



Résultats et discussion

Fonctionnement des systèmes de ventilation par volets régulés ou ventilateur

Les ventilations naturelles par « volets tout ouverts » et par « volets régulés » sont proches et permettent de fournir aux porcs, durant le transport et en pause, la température la plus fraîche en été.

En période estivale

Le système de ventilation par volets régulés avait pour objectif de maintenir la température proche de 22°C. Compte tenu de la température extérieure moyenne qui était équivalente, voire supérieure, nous n'avons que très peu observé de fermeture des volets même partiellement lors des deux séries réalisées en été. Dans ces conditions, le système de ventilation de l'étage 1 est équivalent à celui de l'étage 3 (ventilation naturelle par volets tout ouverts).

Le système de ventilation forcée par ventilateur avait également pour objectif de maintenir la température à 22°C. Etant donné la température extérieure, équivalente voire supérieure à 22°C, le ventilateur a quasiment fonctionné à 100 % de sa capacité de ventilation durant tout le transport (10 heures). Nous n'avons observé un début de régulation, avec diminution du débit des ventilateurs, qu'aux heures de nuit les plus fraîches.

En période hivernale

L'objectif était de maintenir une température proche de 20°C quel que soit le système de ventilation (ventilateur ou volets régulés). Les résultats sont totalement différents de ceux obtenus en période estivale. A une température extérieure proche de 10°C, la régulation par volets a très bien fonctionné avec ouverture et fermeture successives des volets latéraux d'une hauteur de 5 à 20 cm. Le système de ventilation forcée par ventilateur régulé est intéressant en période plus fraîche. Le débit du ventilateur a varié de 30 % à 80 % de sa capacité avec un débit moyen estimé à 50 % de sa capacité. Au niveau de la programmation du boîtier de régulation, le débit minimum programmé était de 30 %. Ce débit a été atteint lors des deux expérimentations réalisées en hiver (graphique 1).

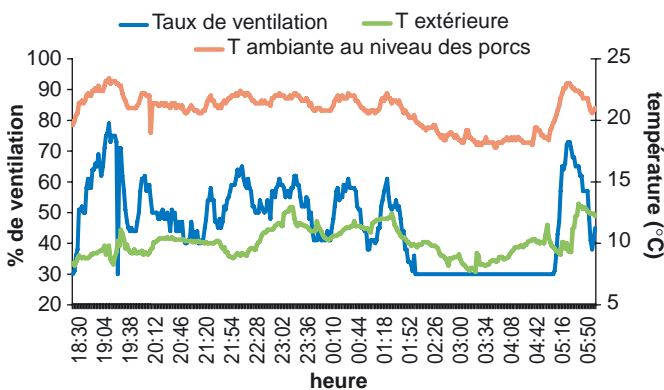
et 2 étaient de 26°C et 19°C respectivement (témoin 1 de température placé sous la châssis du camion).

Lors des deux séries réalisées en été, les ventilations naturelles par volets tout ouverts et par volets régulés sont proches et permettent de fournir aux porcs, durant le transport, la température la plus fraîche (graphique 2). Avec ces systèmes, la température au niveau des porcs est équivalente, à 1-2°C près, à la température témoin positionnée sous le châssis.

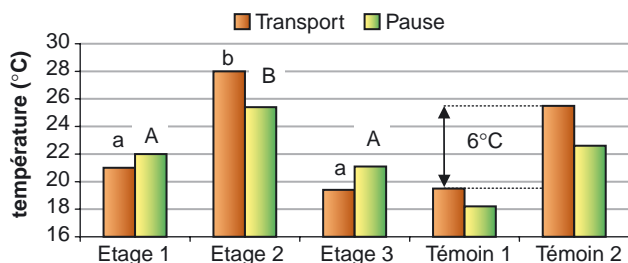
Comparativement, nous avons observé des températures très supérieures et statistiquement différentes sur l'étage 2 (ventilation dynamique par ventilateur). L'écart de température entre la température témoin mesurée sous le châssis et la température au niveau des porcs variait de 5, voire 8°C, lors des séries 1 et 2 respectivement.

Lors de la série 2 d'été, un capteur de température témoin supplémentaire a été positionné à l'entrée du ventilateur afin de vérifier la qualité de l'air insufflé aux porcs (graphique 2). L'air propulsé au niveau des porcs était réchauffé par une source de chaleur extérieure correspondant au moteur et accessoires du camion. Ainsi, il existait un écart de température entre le capteur témoin de température positionné sous le châssis du camion et le capteur positionné à l'entrée d'air des ventilateurs. Ces 6°C d'écart expliquent les différences de température obtenues entre les différents systèmes de ventilation testés. Ceci explique également que lorsque le camion était à l'arrêt, la température au niveau des porcs s'améliorait progressivement sur l'étage 2.

A température d'air insufflé comparable, les résultats de la ventilation dynamique par ventilateur sont satisfaisants et équivalents



Graphique 1 : Fonctionnement du ventilateur du camion expérimental en hiver



Etage 1 : Ventilation naturelle par volets dynamiques
Etage 2 : Ventilation dynamique par ventilateur
Etage 3 : Ventilation naturelle par volets tout ouverts
Témoin 2 (entrée du ventilateur)
Témoin 1 (sous le châssis)

2 moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes au risque d'erreur de 5 %

Graphique 2 : Températures moyennes selon le système de ventilation (série 2 : été)

Analyse des critères d'ambiance selon le type de ventilation

La température ambiante au niveau des porcs

Températures observées en été selon le type de ventilation

Les températures moyennes extérieures obtenues lors des séries 1



aux systèmes de ventilation naturelle par volets tout ouverts ou volets dynamiques.

Températures observées en hiver selon le type de ventilation

Les expérimentations en hiver se sont déroulées à des températures extérieures moyennes de 9-11°C avec très peu de variabilité entre les deux séries (graphique 3).

Pour le système volets tout ouverts, la température ambiante mesurée au niveau des porcs correspond à 1°C près à la température extérieure, ce qui confirme les résultats obtenus en été avec ce système de ventilation.

Inversement, la mise en place de la ventilation par volets régulés ou ventilateur permet d'atteindre des températures supérieures de 7 à 9°C de plus que le système volets tout ouverts et de s'approcher ainsi de la température de consigne programmée dans le boîtier de régulation à 20°C.

Le système le plus performant est la ventilation dynamique par ventilateur. Entre les expérimentations réalisées en été et celles d'hiver, l'entrée d'air a été modifiée de façon à l'écarter des sources de chaleur (moteur, boîte de vitesse, système d'échappement...). La différence de température entre le capteur témoin de température placé sous le châssis et celui placé à l'entrée des ventilateurs montre

un très faible écart de 0,4 à 1,7°C maximum.

L'humidité relative

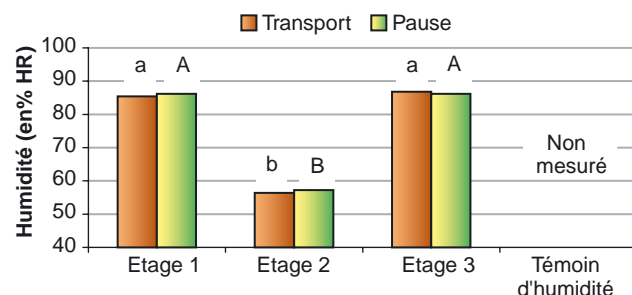
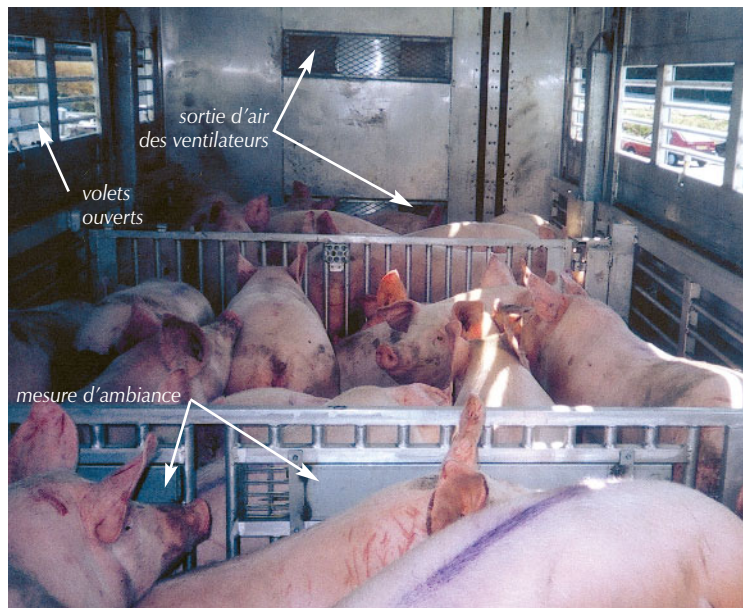
Humidité relative relevée

Lors des expérimentations d'été, les humidités relatives varient de façon importante selon le jour de l'expérimentation. Globalement, les jours les plus chauds ont un air moins saturé en humidité (série 1 comparativement à la série 2).

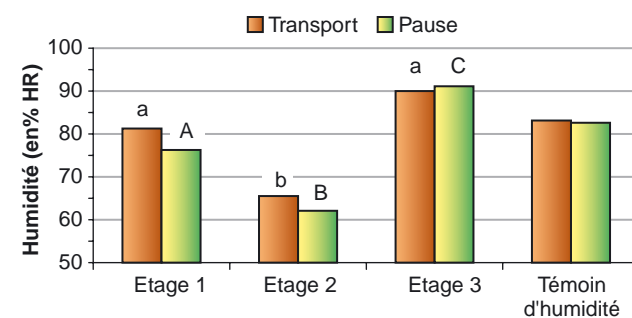
D'autre part, l'étage 2 (ventilation dynamique par ventilateur) se caractérise par un air moins saturé en humidité (graphique 4). Ceci pourrait s'expliquer par une température plus élevée et un air réchauffé plus sec. La ventilation dynamique par ventilateur permet d'abaisser l'humidité relative du fait d'une température ambiante plus élevée et d'un renouvellement correct et constant de l'air.

L'étage 3, dont les volets sont tout ouverts, présente l'humidité relative la plus élevée. La ventilation par volets régulés est peu différente et se caractérise par des écarts plus importants d'humidité en cours de transport et lors des pauses.

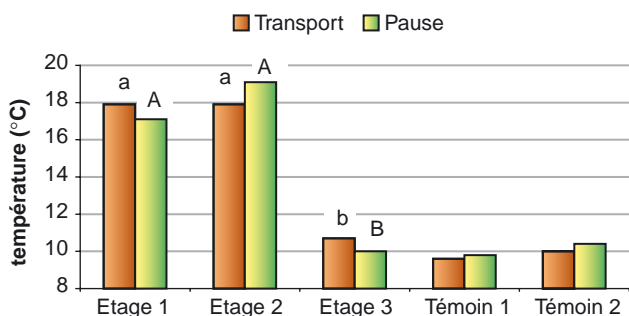
L'humidité relative au niveau des porcs est donc fortement influencée par l'humidité extérieure (effet jour) et en hiver, l'augmentation de la température ambiante permet d'abaisser l'humidité relative (graphique 5).



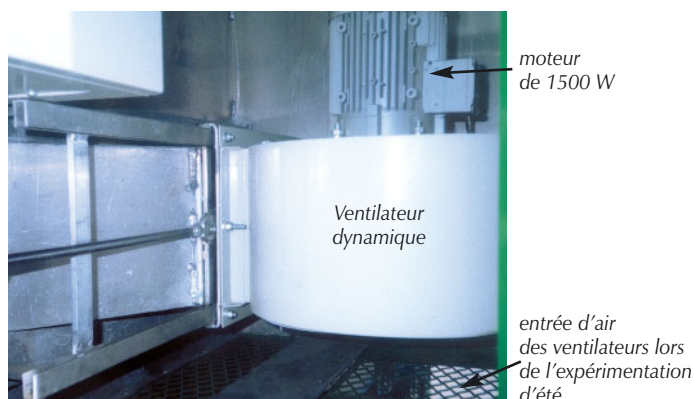
Graphique 4 : Humidité relative selon le système de ventilation (série 2 : été)



Graphique 5 : Humidité relative selon le système de ventilation (série 2 : hiver)



Graphique 3 : Températures moyennes selon le système de ventilation (série 1 : hiver)





Le taux de dioxyde de carbone

Taux de CO₂ relevé en été

Les taux de CO₂ obtenus sont faibles et très inférieurs aux seuils critiques cités par certains auteurs dans la bibliographie (inférieur à 3000 ppm) et cela quel que soit le type de ventilation testé (graphique 6). Les taux de CO₂ varient peu selon le type de ventilation entre les séries. La ventilation dynamique par ventilateur se caractérise par un taux de CO₂ statistiquement supérieur durant le transport (1066 et 1033 ppm selon la série). Ceci étant principalement dû à des débits moindres. On constate une diminution du taux de CO₂ à l'arrêt du camion dans le cas de la ventilation dynamique alors que le taux de CO₂ tend à augmenter à l'arrêt dans le cas de la ventilation naturelle par volet ou dynamique par volet. En transport, l'air le moins vicié est obtenu avec

le système de ventilation naturel- le tous volets ouverts (en été). C'est le signe d'une circulation d'air frais très importante et supérieure à celle générée par le ventilateur (80 m³/h/porc).

Taux de CO₂ relevé en hiver

Les taux de CO₂ les plus élevés sont obtenus avec le système de ventilation par volets dynamiques, avec, à l'arrêt, une dégradation assez importante du taux de CO₂ (graphique 7). D'autre part, on constate tout comme pour l'humidité relative, un écart type important, comparativement aux deux autres systèmes. Ceci peut s'expliquer par le système mis en place qui s'ouvre et se ferme avec un temps de réponse plus ou moins important. Le délai entre deux actions des volets était fixé à 20 secondes. La ventilation dynamique par ventilateur présente la meilleure régularité en terme d'ambiance et taux de CO₂, que ce soit à l'arrêt ou durant le transport. Contrairement à la série réalisée en été, le système de ventilation naturelle tous volets ouverts est tout à fait acceptable à l'arrêt et on n'observe pas de dégradation de l'ambiance.

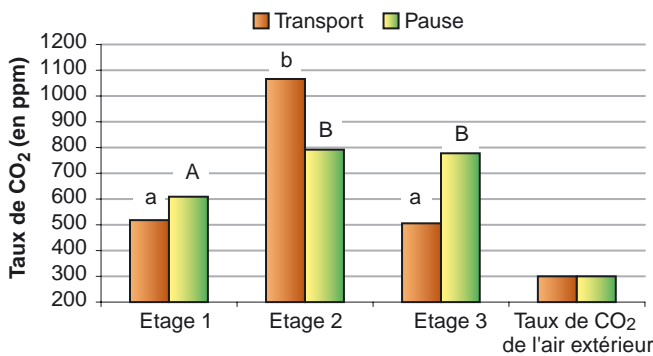
se d'avancement du camion. Dans le cas tous volets ouverts, les vitesses d'air au niveau du dos des porcs atteignent 5 à 7 km/h (2 m/s) (graphique 8).

L'étage 2 se caractérise par des vitesses d'air en cours de transport relativement faibles, de l'ordre de 1 km/h à 1,5 km/h soit 5 à 7 fois moins. En période de forte chaleur, la sensation de fraîcheur procurée par l'ouverture totale des volets est appréciable.

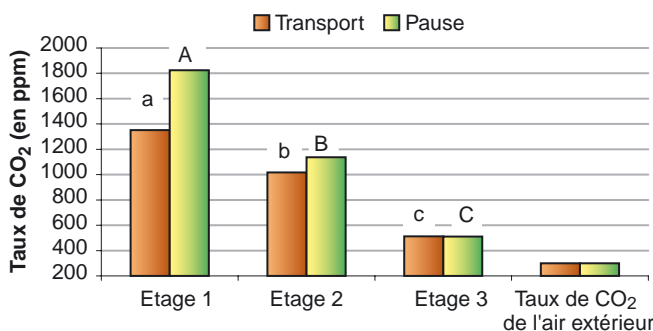
A l'inverse, en période d'arrêt (pause), la ventilation dynamique par ventilateur procure une sensation de fraîcheur supérieure car le taux de ventilation double.

L'intérêt de la ventilation en été est statistiquement mis en évidence à l'arrêt lors des deux répétitions. Un autre point mérite d'être signalé qui concerne la différence de vitesse d'air entre la phase d'arrêt et de transport, en ventilation dynamique par ventilateur. En effet, la vitesse d'air mesurée est divisée par deux. Ceci peut s'expliquer en partie par une température de l'air insufflé plus faible que durant le transport, du fait de l'arrêt du moteur. Ceci pourrait être également lié à des pertes de charge ou de débit du ventilateur durant la phase de transport. Pour améliorer le système de ventilation, le débit du ventilateur sera augmenté de 80 m³/h/porc initialement, à 100 m³/h/porc entre l'expérimentation d'été et celle d'hiver. L'emplacement des entrées d'air sera également modifié et la surface d'entrée d'air augmentée.

Les taux de CO₂ les plus élevés sont relevés avec le système de ventilation par volets dynamiques, en hiver avec, à l'arrêt, une dégradation assez importante du taux de CO₂.



Graphique 6 : Taux de CO₂ selon le système de ventilation (série 1 : été)

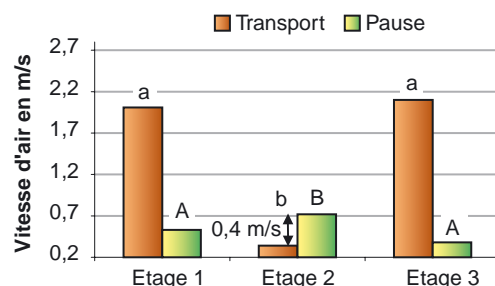


Graphique 7 : Taux de CO₂ selon le système de ventilation (série 1 : hiver)

Vitesse d'air

Vitesses d'air relevées en été

Les vitesses d'air relevées sur l'étage 1 et 3 en été sont comparables et varient en fonction de l'arrêt ou du transport ainsi que de la vitesse



Graphique 8 : Vitesses d'air selon le système de ventilation (série 1 : été)



Vitesse d'air relevées en hiver

La ventilation naturelle par volets régulés ou par ventilateur est la plus régulière en terme de vitesse d'air (graphique 9). A l'inverse, la ventilation naturelle tous volets ouverts se caractérise par de fortes vitesses d'air au transport et à l'arrêt. La présence de vent fort lors des expérimentations d'hiver explique les niveaux de vitesse d'air élevés ce qui peut générer une sensation d'inconfort chez les porcs charcutiers dont la température de thermo-neutralité se situe vers 18°C.

Estimation des débits d'air selon le système de ventilation

Le bilan CO₂, hydrique ou thermique permet d'approcher les débits des systèmes. Les résultats étaient sensiblement équivalents. On peut estimer la production horaire de CO₂ à 47 litres conformément aux études conduites par l'INRA et le CIGR (1974). On prendra également pour hypothèse un taux de CO₂ dans l'air extérieur de 300 ppm.

L'étage 3 (tous volets ouverts) se caractérise par les plus forts débits d'air en transport proches de 200 m³/h/porc. A l'arrêt, tous volets ouverts, les débits d'air sont souvent supérieurs à 100 m³/h/porc sauf pour la série 2 en été. Tous volets ouverts, le risque de sous-ventilation est donc limité lors des pauses, hormis les jours où il y a absence totale de vent. Inversement, en hiver, il a été observé lors des séries 1 et 2, des taux de ventilation sur l'étage du haut (tous volets ouverts) très peu différents de ceux obtenus durant la phase de transport. Ce résultat peut s'expliquer par une météorologie perturbée lors des deux expérimentations d'hiver, avec présence de vents violents.

En expérimentation estivale, les débits obtenus sur l'étage 2 met-

tent en évidence une sous ventilation durant le transport. Les modifications apportées entre les expérimentations d'été et d'hiver ont réduit la variation du débit des ventilateurs entre la phase de transport et la pause, c'est le signe d'une meilleure efficacité du système mis en place. Les débits d'air les plus faibles sont obtenus sur l'étage 1 (ventilation par volets régulés). Ce débit d'air moyen masque des variations de débit très importantes entre le moment où les volets se ferment puis s'ouvrent pour maintenir une température de consigne fixée à 20°C. La meilleure régularité du débit d'air est obtenue en hiver grâce à la ventilation dynamique par ventilateur. Les modifications apportées entre les deux expérimentations laissent entrevoir des possibilités intéressantes en faveur de la ventilation dynamique par ventilateur en été, à l'arrêt et en l'absence de vent extérieur.

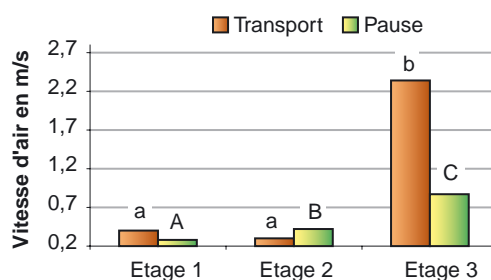
Qualité de la viande et présentation des carcasses

En période estivale

Les taux de morsures sont peu différents lors de la série 1 (graphique 10). On observe cependant un niveau d'excitation supérieur significatif lors de la série 2 qui peut s'expliquer par une sous-ventilation, notamment en transport sur l'étage 2. Un effet lot n'est pas à exclure.

En période hivernale

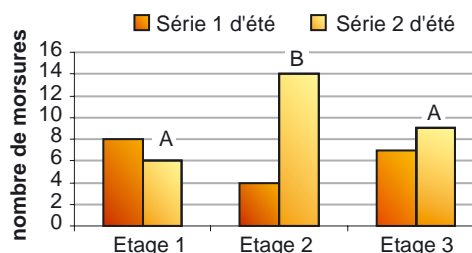
Contrairement à la période estivale, nous observons un effet significatif concernant les valeurs moyennes de pH1 lors de la série 1 en hiver. La série 2 ne confirme pas le résultat obtenu lors de la série 1 et au contraire, la tendance observée est l'inverse de l'effet significatif constaté lors de la série 1 en hiver.



Graphique 9 : Vitesses d'air selon le système de ventilation (série 1 : hiver)

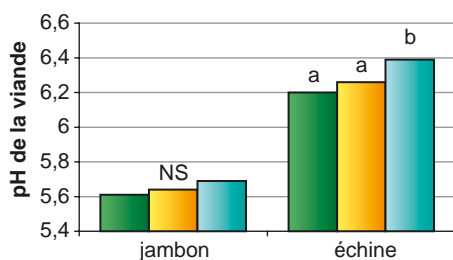
Le pH1 est fortement influencé par le niveau de stress pré-abattage dont la conduite à l'anesthésie. Il semble difficile de maîtriser parfaitement cette phase de conduite à l'anesthésie et elle n'a vraisemblablement pas été identique entre les trois niveaux du camion. Concernant le pH24 (graphique 11), nous observons une tendance générale quel que soit le muscle, à obtenir des pH ultimes plus élevés sur l'étage 3 (ventilation naturelle tous volets ouverts). Un effet significatif peut être relevé sur les séries 1 et 2 pour les muscles de l'échine et du jambon respectivement. La sur-ventilation

Le pH1 est fortement influencé par le niveau de stress pré-abattage dont la conduite à l'anesthésie.



Graphique 10 : Nombre de morsures moyen selon le système de ventilation été (série 1 et 2)

- Etage 3 : Ventilation naturelle par volets tout ouverts
- Etage 2 : Ventilation régulée
- Etage 1 : Ventilation naturelle par volets dynamiques



Graphique 11 : Niveau de pH24 selon le système de ventilation (série 1 : hiver)



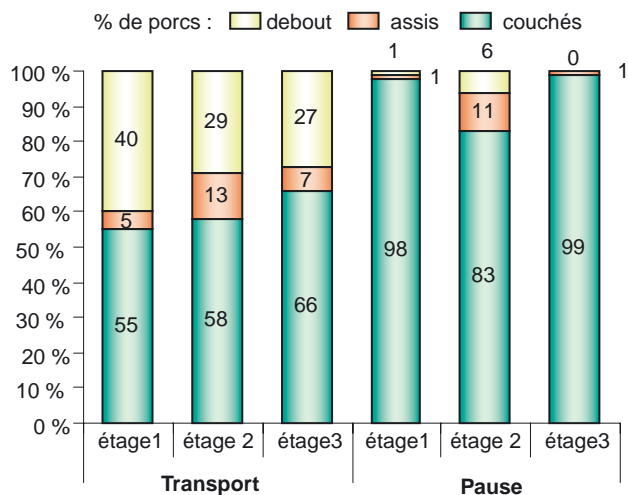
On observe systématiquement un taux de morsures et de griffures statistiquement supérieur sur l'étage 3 sur-ventilé en hiver.

sur l'étage 3 (tous volets ouverts) conduit les animaux à puiser sur leurs réserves en glycogène ce qui tend à diminuer l'acidité du produit et donc augmenter légèrement le pH ultime. Cette tendance est certainement accentuée en période de froid intense. Le confort thermique des animaux des étages 1 et 2 (ventilation régulée) conduit les animaux à avoir une dépense énergétique moindre et donc des pH plutôt bas. On observe systématiquement un taux de morsures et de griffures statistiquement supérieur sur l'étage 3 sur-ventilé en hiver. Ceci peut également expliquer les pH ultimes légèrement supérieurs.

Comportement des porcs

En période estivale

Lors du transport, il a été mis en évidence un effet série plus important que l'effet type de ventilation lui-même. Cet effet peut s'expliquer par un effet lot (génétique, réactivité plus importante) mais également par un effet qualité de la route. A la pause, on constate que le pourcentage de porcs couchés est plus élevé et toujours supérieur comparativement au transport (graphique 12).



Graphique 12 : Répartition des postures prises par les porcs lors de la série 2 d'été en transport

Sur un transport de 10 heures, les porcs se couchent et dorment significativement davantage lors des pauses. A la pause, lors des séries 1 et 2, on peut observer un pourcentage de porcs couchés plus faible pour l'étage 2 (ventilation dynamique). Les porcs recherchent peut-être davantage la sensation de fraîcheur et s'assoient ou se mettent debout proportionnellement plus que dans les deux autres systèmes de ventilation. L'air frais propulsé par les ventilateurs circule dans la partie haute au niveau du plafond, ce qui peut expliquer cette différence de comportement observée lors des deux séries réalisées en été.

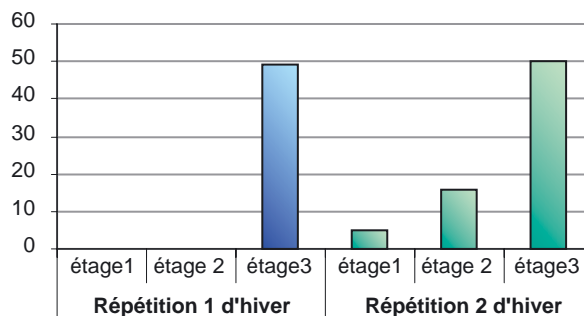
En période hivernale

En moyenne, nous observons un effet série plus important que l'effet type de ventilation. On peut émettre les mêmes hypothèses que précédemment (effet lot d'élevage et qualité de la route). Le pourcentage de porcs assis est plus important sur l'étage 1 (ventilation par volets régulés). Lors de cette expérimentation d'hiver, contrairement à l'expérimentation d'été, nous avons constaté un effet d'entassement des porcs. Le pourcentage du temps pendant lequel les porcs occupent moins des trois quarts de la surface de la case mise à leur disposition fait apparaître que pendant près de 40 % à 50 % du temps sur l'étage 3

sur-ventilé, les porcs s'entassent et laissent un quart de la case inoccupée (graphique 13). Il semble que les porcs étaient sur cet étage plutôt en situation d'inconfort thermique et recherchaient la chaleur en s'entassant dans les zones les plus protégées de la case. Nous avons observé ce phénomène à un degré moindre (5 à 10 % du temps) sur les étages 1 et 2 (ventilation régulée par volet ou ventilateur respectivement) lors de la 2^{ème} répétition.

Critères physiologiques : le cortisol salivaire

Lors de l'expérimentation d'hiver, la réduction du volume de salive utilisée pour le dosage a permis d'augmenter la limite supérieure du dosage de 175 (limite atteinte fréquemment lors de l'expérimentation d'été) à 400 ng/ml. La concentration moyenne de cortisol mesuré à l'élevage est nettement supérieure à celles observées chez les porcs en croissance et prélevées dans leur loge (PAROTT et al., 1989, RUIS et al., 2001) soit environ 1 ng/ml. Ceci est probablement dû au stress provoqué par la sortie de la case d'engraissement vers le local d'embarquement. A ce stade, l'analyse statistique met en évidence un effet significatif entre les étages avant le départ. Cependant, le sens de ces variations est variable d'une série à l'autre puisque dans deux cas, la



Graphique 13 : Pourcentage du temps où les porcs occupent moins des trois quarts de la surface de la case (hiver)



concentration maximale est observée pour l'étage du milieu, dans un cas pour l'étage du bas et dans l'autre pour l'étage du haut. Il est par conséquent difficile d'en conclure un effet. Il faut retenir cependant l'effet stress lié au tri et à la sortie de la case. Les mêmes analyses réalisées au déchargement à l'abattoir après 10 heures de transport révèlent des variations entre étages, seulement l'hiver. L'absence de variation (écart type faible) en été peut s'expliquer probablement par le fait que de très nombreux prélèvements ont atteint une concentration supérieure à la limite du dosage de 175 ng/ml. En hiver, les concentrations diffèrent entre les étages mais le sens des variations n'est pas le même pour les deux élevages : dans la série 2, l'étage 3 (ventilation naturelle avec volets tout ouverts) a des valeurs supérieures aux étages du milieu et du bas alors que dans la série 1, l'étage 3 présente le plus faible taux de cortisol salivaire.

Les résultats des dosages réalisés montrent un niveau général de stress élevé à l'arrivée à l'abattoir mais ne permettent pas de déterminer clairement si le niveau diffère entre les trois systèmes de ventilation. Les valeurs élevées observées posent des questions. N'a-t-on pas mesuré un effet stress lié au déchargement et à la prise de cortisol salivaire dans les cases de porcherie d'abattoir ? En effet, nous avons observé que les porcs dormaient à l'arrivée à l'abattoir et étaient surexcités dans les cases de stockage à l'abattoir, après déchargement. Il aurait été préférable de prélever les animaux dans le camion avant le déchargement. Cela n'était matériellement pas possible du fait que la hauteur entre les étages de 92 centimètres ne permet pas de réaliser les prélèvements dans le camion.

D'autre part, pour pouvoir interpréter correctement les résultats, il faudrait connaître l'évolution du cortisol salivaire aux diverses étapes du processus : à l'élevage, dans la case d'engraissement, à l'arrivée sur le quai d'embarquement, une heure après, immédiatement avant le départ, pendant le transport et à l'arrivée à l'abattoir avant la sortie des porcs, dans le camion.

Conclusion

Les résultats obtenus sont fortement dépendants des conditions d'ambiance extérieures (température et vitesse d'air notamment) et de la phase de travail du camion (transport ou pause).

En été, à une température supérieure à 25°C, la ventilation naturelle par volets dynamiques régulés par une sonde de température ou l'ouverture totale des volets latéraux donnent les meilleurs résultats en termes de qualité de l'air et de confort thermique lors de la phase de transport. Ces deux systèmes assurent une température au niveau des porcs très proche de la température extérieure (1°C de différence).

D'autre part avec ces systèmes, le risque d'asphyxie est nul lorsque le camion roule compte tenu des débits d'air observés (200 m³/h/porc) qui sont le triple du débit d'air obtenu avec ventilateur (60 m³/h/porc ; débit qui actuellement est de 100 m³/h/porc) et très supérieur au débit d'air maximum programmé en bâtiment d'élevage à une température supérieure à 25°C (70 m³/h/porc). Lors du transport en période chaude, la ventilation forcée ne présente donc pas un intérêt vital pour les porcs. L'ouverture totale des volets contribue fortement à lutter contre l'hyperthermie en phase de transport, du fait de la sensation de frai-

cheur procurée par les vitesses d'air importantes circulant au niveau du dos des porcs (équivalent à un vent de 7 km/heure). Inversement, lors d'arrêts prolongés en été, nous avons observé une légère dégradation de la qualité de l'air en l'absence de ventilation forcée par ventilateur (augmentation légère du taux de CO₂ et des températures ambiantes). La mise en place d'une ventilation forcée par ventilateur se justifie en période chaude en l'absence de vent extérieur. Lors des expérimentations d'été, nous avons obtenu des débits d'air minimum de 88 m³/h/porc à l'arrêt en l'absence de ventilateur, contre 100 m³/h/porc avec ventilateur. Lors des expérimentations d'été, la présence d'un faible vent extérieur suffisait à l'arrêt pour renouveler l'air au niveau des porcs. Les ventilateurs constituent donc une sécurité intéressante les jours de forte chaleur en l'absence de vents extérieurs et sont donc souhaitables lors des arrêts prolongés.

En hiver, à une température inférieure à 10°C, les systèmes de ventilation par volets ou ventilateurs régulés automatiquement par une sonde de température présentent les meilleurs résultats en terme de confort thermique que ce soit à l'arrêt ou en phase de transport. Ces deux systèmes sont très performants et assurent une température, au niveau des porcs, régulière et proche de la thermoneutralité (18-20°C). L'humidité est fortement abaissée grâce à une température supérieure sur les étages disposant de l'un de ces deux systèmes. Le taux de CO₂ est acceptable et très inférieur à 3 000 ppm (inférieur à 1 800 ppm). Le risque de maladies respiratoires dans les jours qui suivent le transport est vraisemblablement diminué du fait des vitesses d'air faibles et régulières et d'une

En été, à une température supérieure à 25°C, la ventilation naturelle par volets dynamiques régulés par une sonde de température ou l'ouverture totale des volets latéraux donnent les meilleurs résultats.

Les ventilateurs constituent donc une sécurité intéressante les jours de forte chaleur en l'absence de vents extérieurs et sont donc souhaitables lors des arrêts prolongés.

En hiver, à une température inférieure à 10°C, les systèmes de ventilation par volets ou ventilateurs régulés automatiquement par une sonde de température présentent les meilleurs résultats.



boîtier de régulation



L'isolation thermique du toit est un élément très important bénéfique à la fois en été et en hiver.

Le suivi de la température d'ambiance dans la cabine par rapport au témoin extérieur, ainsi qu'éventuellement la vidéo surveillance sont des éléments simples, peu onéreux et rassurants pour le chauffeur dans le cadre de transport de longues distances.

température optimum. L'analyse comportemental selon le système de ventilation a mis en évidence une répartition homogène des porcs dans le cas de la régulation d'ambiance automatique par ventilateur ou volet. Inversement, la sur-ventilation lors d'un transport tous volets ouverts engendre des entassements de porcs, signe que les animaux avaient froid et ont manifesté des signes d'inconfort thermique. La régulation d'ambiance par volet ou ventilateur présente un intérêt majeur en période froide pour préserver le statut sanitaire des animaux et éviter les stress thermiques.

La qualité des viandes mesurées à l'abattoir met en évidence une moindre dépense énergétique des animaux transportés à une température proche de la thermoneutralité (ventilation dynamique par volet ou ventilateur régulé par une sonde de température). Ce point est vraisemblablement accentué lors de température extérieure très faible (température proche de 0°C

contre 10°C lors des deux expérimentations réalisées dans les essais en hiver). L'analyse du cortisol salivaire ne permet pas de conclure à un effet sur le stress des animaux selon le type de ventilation. Ces raisons pourraient être d'ordre méthodologique.

Au travers de cette expérimentation, on a pu mettre en évidence des points importants à maîtriser dans le cadre de la ventilation forcée par ventilateur.

L'air insufflé aux porcs ne doit pas être réchauffé par une source de chaleur (moteur du camion, bitume, isolation défectueuse des entrées d'air). L'isolation thermique du toit est un élément très important bénéfique à la fois en été et en hiver. Le capteur de température témoin doit être placé le plus loin possible des sources de chaleur, à l'abri du rayonnement solaire et du bitume ! Le débit des ventilateurs ne doit pas être sous estimé et il doit tendre au minimum vers 100 m³/h/porc. En ven-

tilation dynamique par ventilateur seul, le rendement des ventilateurs ne doit pas baisser lorsque le camion roule et les ventilations choisies doivent résister aux pertes de charge. Enfin, la mise en place de la ventilation par volets régulés ou ventilateur suppose une bonne formation des chauffeurs transportant les porcs, à la programmation des boîtiers de régulation d'ambiance selon la température extérieure ainsi qu'une vigilance constante afin de vérifier le bon fonctionnement du système (alarme de température, étalonnage des capteurs de température, ouverture de volets d'aération automatiques de secours en cas de déficience de la génératrice de courant...). Le suivi de la température ambiante au niveau des porcs dans la cabine par rapport au témoin extérieur par affichage permanent, ainsi qu'éventuellement la vidéo surveillance sont des éléments simples, peu onéreux et rassurants pour le chauffeur dans le cadre de transport de longues distances. ■

Etude réalisée avec le concours financier de la D.G.A.L. et la collaboration de COOPAGRI BRETAGNE, et les entreprises GUITTON et ASSERVA

Dispositif expérimental

Si vous souhaitez connaître la méthodologie, notamment le dispositif expérimental ainsi que l'intégralité des résultats, merci de contacter directement le Pôle Qualité au 02 99 60 98 40, email fabienne.gautier@itp.asso.fr qui vous fera parvenir le rapport complet de cette étude, juin 2002 - 68 pages.

Contact :

patrick.chevillon@itp.asso.fr
pierre.frotin@itp.asso.fr