



Enquête sur les niveaux et les évolutions des paramètres d'ambiance en cours de transport

T. Colleu*
P. Chevillon
P. Rousseau

Cette étude a été réalisée avec la participation financière de l'ARIP Bretagne

L'analyse des conditions d'ambiance dans un camion à l'arrêt ou en transport est un élément **indirect pour estimer le bien-être du porc**. Les paramètres d'ambiance peuvent être appréciés par la mesure de la température, de l'humidité, du taux de CO₂, des vitesses d'air et du taux de renouvellement de l'air. Ces paramètres sont fortement influencés par les facteurs climatiques extérieurs ainsi que par la conception du camion (surface d'aération, hauteurs entre les étages, ventilation naturelle ou forcée) et les densités de chargement.

L'étude des niveaux et des évolutions des paramètres climatiques en cours de transport n'a, à ce jour, fait l'objet d'aucunes recherches en France, contrairement au Danemark (1995), à l'Angleterre (1998) qui disposent de camions prototypes permettant de contrôler et de faire varier les paramètres climatiques.

Cependant, il semble que la législation européenne s'achemine vers la mise en place de recommandations sur les densités de transport en fonction des conditions climatiques. En effet, la directive CE 95/29 prévoit une densité de chargement de 235 kg/m² et précise que ce poids pourrait être abaissée de 20 % en fonction des conditions climatiques. De plus, concernant les transports de plus de 8 heures, la directive CE 98/411 mentionne que le camion doit être équipé d'une ventilation adéquate afin de respecter une fourchette de température comprise entre 5°C et 30°C. Un dispositif de contrôle, et lisible par le chauffeur, devra être placé dans la cabine.

Aussi, compte tenu des évolutions de la législation européenne et de leurs implications en termes économiques (coût de ramassage des porcs) et techniques (carrossage des camions), il semble important de réaliser un état des lieux sur les niveaux et les évolutions des paramètres d'ambiance dans les conditions de ramassage industrielles (camions à 2 ou 3 étages à étages hydrauliques, densité de chargement représentative à l'échelle française). C'est l'objet de cette étude réalisée en période estivale.

Cette étude dresse un état des lieux, en période estivale, des niveaux et évolutions des paramètres d'ambiance dans les conditions de ramassage industrielles des porcs en France. Elle s'imposait compte tenu des évolutions de la législation européenne et des implications techniques et économiques. Cette étude confirme l'importance de la préparation des porcs sur un local de stockage. La mise en place de systèmes de ventilation forcée mériterait d'être étudiée lors des chargements ou d'arrêts prolongés.

Résumé

* Stagiaire IUP Caen



Matériel et méthode

L'étude a permis de suivre le transport de porcs provenant de 40 élevages différents. Au total, 16 journées ont été nécessaires pour recueillir l'ensemble des informations relatives à l'étude; chaque journée pouvant comporter plusieurs tours (1 tour = 1 trajet élevage(s)-abattoir) et chaque tour plusieurs élevages.

Les mesures ont été réalisées entre le 19 mai 1998 et le 10 juillet 1998, soit en période relativement chaude. Les mesures ont porté sur la température, l'humidité, le taux de CO₂ et la vitesse de l'air*.

Résultats-discussion

Evolution et niveau des températures durant le chargement et le transport

Les températures moyennes relevées avant chaque chargement par le capteur témoin placé à l'extérieur du camion s'évaluent de 11,7°C à 32,1°C sur la période étudiée. Les données enregistrées permettent de

moyenne de la température de 1,8°C. La majorité des augmentations de température lors du chargement se situe entre 0 et 1°C (34,2 %). Des élévations allant jusqu'à 7-8°C (0,9 %) ont été observées.

Au cours du transport, la diminution moyenne de la température par rapport à l'extérieur est de 3,3°C sur l'ensemble des capteurs. Le transport permet d'évacuer une quantité de chaleur plus importante que celle accumulée lors du chargement des porcs. Ces résultats concordent avec ceux de CHRISTENSEN et al. (1994) qui montrent également de faibles augmentations de température au chargement de l'ordre de 0 à 2°C à des températures extérieures de 12°C.

Trois phases sont intéressantes à comparer : l'avant chargement, le chargement et le transport. Les résultats obtenus (tableau 2) indiquent des différences significatives de température dues aux variations d'environnement pour les porcs. Les niveaux atteints reflètent les évolutions citées ci-dessus, à savoir que la phase de chargement représente l'ambiance la plus chaude et que

celle de transport correspond à la température la plus fraîche à l'intérieur du camion. Les différences observées restent faibles durant les différentes phases.

Evolution et niveau de l'humidité durant le chargement et le transport

Les variations les plus courantes se situent entre 5 et 10 % d'augmentation pendant le chargement, avec un maximum observé entre 50 et 55 %. L'évolution moyenne (cf tableau 3) est de 15 %. La diminution moyenne du taux d'humidité pendant le transport est de 7 % par au niveau atteint lors du chargement. Les baisses les plus fréquentes se situent entre 5 à 10 % mais peuvent atteindre 50 %.

Contrairement aux températures, l'augmentation lors du chargement est supérieure à la diminution pendant le transport. L'humidité accumulée du fait de la présence des porcs dans le camion n'est pas entièrement éliminée par la ventilation naturelle pendant le transport et se maintient à un niveau supérieur à

Tableau 1
Evolution moyenne des températures au chargement et lors du transport

Numéro de capteur	2	3	4	5	6	7	Evolution moyenne
Evolution maxi* au chargement	+1,6°C	+2,0°C	+1,9°C	+1,4°C	+1,3°C	+2,3°C	+1,8°C
Evolution maxi* au transport	-3,6°C	-3,6°C	-3,1°C	-2,5°C	-3,2°C	-3,5°C	-3,3°C

* les valeurs d'évolution sont corrigées en fonction des variations de la température extérieure

calculer les évolutions maximum de température dans le camion au cours du chargement et pendant le transport.

Lors du chargement, le calcul des valeurs pour chaque capteur (tableau 1) indique une augmentation

Tableau 2
Température moyenne mesurée lors des différentes phases

	phase 1 avant chargement	phase 2 pendant chargement	phase 3 pendant transport	effet significatif
Température moyenne (°C), pondérée par le nombre d'enregistrement de chaque capteur	19.1 a	20.9 b	17.6 c	+++

* Pour plus d'informations, nous pouvons vous envoyer, sur simple demande, le protocole expérimental et la méthodologie de l'étude.



Tableau 3
Evolution du taux moyen d'humidité lors des phases de chargement et de transport

Capteur	8	9	10	Evolution moyenne
Evolution maxi au chargement	+16 %	+15 %	+14 %	+15 %
Evolution maxi au transport	-6 %	-8 %	-8 %	-7 %

Tableau 4
Taux moyens d'humidité enregistrés de l'élevage à l'abattoir dans les camions

	phase 1 avant chargement	phase 2 pendant chargement	phase 3 pendant transport	effet significatif
Taux d'humidité moyenne (%), pondérée par le nombre d'enregistrement de chaque capteur	68 a	83 b	76 c	+++

celui de départ. Il faut préciser que la majorité des transports suivis l'ont été dans l'après-midi ou la soirée. Aussi ce chiffre est à relativiser du fait d'une augmentation de l'humidité de l'air à l'extérieur à l'approche du soir. La présence d'un capteur d'humidité témoin aurait facilité l'interprétation de cette évolution.

Les niveaux d'humidité atteints au cours des différentes phases présentent un profil identique à celui observé pour les températures, avec une différence significative des moyennes. La phase qui présente le plus fort taux d'humidité est le chargement (tableau 4). La phase de transport ne permet pas de retrouver le niveau de la phase pré-chargement, notamment du fait de la respiration des porcs qui entraîne un rejet de vapeur d'eau.

Evolution et niveau de la teneur en dioxyde de carbone (CO₂)

Les augmentations de la teneur en CO₂ de l'air ambiant pendant le chargement peuvent être supérieures à 500 ppm, mais la majorité (27,8 %)

se situe entre 200 et 300 ppm, avec une augmentation moyenne de 359 ppm (tableau 5). Le transport permet d'éliminer une partie du CO₂ accumulé. En moyenne, la diminution est de 219 ppm (31,3 % des cas entre 200 et 300 ppm) mais peut dépasser 500 ppm dans les situations extrêmes.

La concentration moyenne enregistrée par la sonde en CO₂ dans l'air avant le chargement est de 550 ppm (tableau 6). Elle augmente pendant le chargement pour atteindre une

Tableau 5
Evolution du taux moyen de CO₂ enregistré lors du chargement et du transport

Capteur CO ₂	Evolution moyenne
Période de chargement	+ 359 ppm
Période de transport	- 219 ppm

Tableau 6
Taux moyens de CO₂ enregistrés dans le camion de l'élevage à l'abattoir

	phase 1 avant chargement	phase 2 pendant chargement	phase 3 pendant transport	effet significatif
Teneur en CO ₂ moyenne (ppm)	550 a	904 b	689 c	+++

valeur moyenne de 904 ppm et redescend en moyenne pendant le transport à 689 ppm. Comme pour l'humidité, la concentration de l'air en CO₂ avant chargement (550 ppm) n'est pas rétablie durant le transport, du fait du CO₂ émis par la respiration des porcs.

Le taux de CO₂ pendant le chargement semble ne pas être élevé malgré la présence des porcs, comparé aux taux moyens relevés en bâtiment d'élevage (3100 ppm en hiver), et dans lesquels il est recommandé de se situer à moins de 3000 ppm (ROUSSEAU, JRP 1992).

Compte tenu de ces résultats, il semble important de limiter le temps de chargement afin de renouveler l'air le plus rapidement possible au niveau des porcs grâce au transport.

Evolution et niveau de la vitesse d'air en m/s

Par rapport à l'état initial lors du chargement, nous n'observons aucune variation de la vitesse d'air dans le camion au niveau du dos des porcs (tableau 7).

Par contre, lors du transport, les variations sont plus importantes. Elles peuvent atteindre 4 et 5 m/s (15 à 18 km/h) à l'intérieur du camion. La majorité des augmentations (39,1 %) sont comprises entre 1 et 2 m/s (4 à 8 km/h) ce qui n'est pas excessif à ces températures. Ces différences d'évolution au cours du transport sont fonctions de la vitesse du camion, de l'orientation du



Tableau 7
Evolution de la vitesse d'air lors du chargement et du transport

Capteur VAIR	Evolution moyenne
Période de chargement	- 0,1 m/s
Période de transport	+ 1,5 m/s

tation très nette de la température avec l'allongement du temps de chargement. Un temps de chargement entre 20 et 40 minutes semble être le plus courant (55 % des porcs de l'étude) et entraîne une augmentation de température de +1,5°C.

température dans le camion et le risque de mortalité se trouve diminué. On peut estimer à 25 % la réduction du taux de mortalité lors du transport si le local de stockage existe (CHEVILLON, 1998).

■ **Les densités de chargement**

La densité de chargement correspond au nombre de porcs par mètre carré de surface disponible dans le camion. En analysant l'influence de différentes densités sur les variations de température (tableau 11, voir page suivante), on s'aperçoit qu'il n'y a aucun effet significatif, ni au chargement ni pendant le transport.

Tableau 8
Vitesses d'air moyennes enregistrées dans les camions de l'élevage à l'abattoir

	phase 1 avant chargement	phase 2 pendant chargement	phase 3 pendant transport	effet significatif
Vitesse d'air moyenne (m/s)	0,6 a	0,5 a	2,0 b	+++

vent et de la conception des volets d'aération ainsi que de leur emplacement (frontal ou latéral).

Les valeurs obtenues pendant les phases 1 et 2 (tableau 8) représentent le niveau moyen de la vitesse de l'air qui traverse le camion à l'arrêt, soit 0,5-0,6 m/s, ces vitesses sont proches de celles observées en porcherie en période chaude (2 km/h). Pendant le transport, la vitesse moyenne de l'air qui pénètre dans le camion est de 2,0 m/s (7 km/h). Cette valeur n'est pas très élevée comparée à la vitesse moyenne du camion à environ 80-90 km/h. L'air pénètre par les volets d'aération situés sur les côtés, et quelques fois en frontal, et permet un renouvellement de l'air qui est à l'origine de la baisse de la température, de l'humidité et de la teneur en CO₂.

Au-dessus de 40 minutes/100 porcs, l'élévation de température est significative (+2,7°C) et dépasse largement l'évolution maximum moyenne de 1,8°C.

La présence et le type de quai à l'élevage influencent donc directement l'augmentation de la température dans le camion. Quand les porcs sont sortis sur un local de stockage avant le chargement (60 % des cas), et que l'élevage possède un quai d'embarquement, le temps de chargement est pratiquement divisé par deux (tableau 10). Il en résulte une élévation moins importante de la

On peut noter que la majorité des porcs (37,5 %) sont transportés avec des densités comprises entre 2,5 et 2,8 porcs/m². La moyenne sur les 40 chargements suivis se situe à 2,5 porcs/m².

Il semble donc qu'en été les surfaces d'aération sur les côtés des camions permettent un renouvellement d'air suffisant indépendamment du nombre de porcs au m².

■ **Les températures extérieures**

Les résultats notés dans le tableau 12 indiquent une augmentation, lors du

Facteurs de variation de la température et du taux d'humidité

■ **Les temps de chargement**

L'établissement de classes de temps de chargement pour 100 porcs permet d'observer l'évolution de la température en fonction du temps passé à embarquer les porcs. D'après le tableau 9, on remarque une augmen-

Tableau 9
Evolution de la température et de l'humidité au chargement selon le temps de chargement

	Classes de temps de chargement/100 porcs			effet significatif
	<20 mn	20 à 40 mn	≥ 40 mn	
Pourcentage de porcs dans la classe	20%	55%	25%	
Variation de température (°C)	+0.7 a	+1.5 a	+2.7 b	+
Variation d'humidité (% H.R.)	+15	+16	+14	NS

Tableau 10
Effet de la présence d'un local de stockage à l'élevage sur le temps de chargement

	oui	non	
Porcs sortis sur un local de stockage			
Pourcentage	60% (n=24)	40% (n=16)	effet significatif
Temps de chargement /100porcs	26 mn	48 mn	+++



Tableau 11
Evolution de la température et du taux d'humidité selon la densité lors du chargement et du transport

		Classe de densité				effet significatif
		< 2.2	2.2 à 2.5	2.5 à 2.8 ≥	2.8	
		porcs/m ²	porcs/m ²	porcs/m ²	porcs/m ²	
Variations température (°C)	chargement	+1.5	+2.8	+1.7	+1.3	NS
	transport	-2.5	-3.6	-3.0	-3.2	NS
Variations humidité (% H.R.)	chargement	+16.4	+27.3	+10	+16	NS
	transport	-9.7	-3.5	-8.0	-3.1	NS

chargement, d'autant plus forte que la température extérieure est élevée. Inversement, la diminution au cours du transport est également plus forte malgré une température extérieure plus élevée. Les chargements rapides s'imposent en période chaude.

Conclusion

L'étude des niveaux et évolutions des paramètres d'ambiance en période estivale dans les camions de ramassage des porcs permet de se rassurer sur plusieurs points :

- La température ambiante au niveau des porcs lors du transport est proche de la température extérieure. Les vitesses d'air moyennes enregistrées au niveau du dos des porcs (7 km/h) permettent un bon renouvellement de l'air tout en créant une sensation de fraîcheur chez les porcs. Les volets d'aération ouverts latéralement lors du transport suffisent pour évacuer la chaleur, abaisser les taux de CO₂ et d'humidité, à l'origine de gênes respiratoires, d'hyperthermie et de mortalité.
- L'augmentation de la température au chargement n'est que de 1,8°C en moyenne et est indépendante de la densité de chargement.
- L'étude confirme l'importance de la préparation des porcs sur un local de stockage. Ainsi les porcs sont triés et sortis au minimum 2 h

Tableau 12
Evolution de la température et de l'humidité selon la classe de température extérieure

		Classe de température extérieure		effet significatif
		< 20 °C	≥ 20 °C	
Variations température (°C)	Chargement	+1.3	+2.4	+
	Transport	-2.4	-3.9	+
Variations humidité (% H.R.)	Chargement	+12.7	+20.3	+
	Transport	-4.4	-10.1	NS

avant l'embarquement. De ce fait, les animaux sont calmes lors de la montée dans le camion. Les efforts sont réduits de par la proximité des cases de stockage du quai d'embarquement. Ainsi, on constate dans cette étude que l'élévation de la température dans le camion lors du chargement est multipliée par 4 quand pour 100 porcs, on passe de 20 minutes à 40 minutes pour le chargement.

- L'élévation de température dans le camion lors du chargement est d'autant plus importante que la température extérieure est élevée (> 20°C). Il semble donc préférable d'éviter les plages de température élevées en été pour charger les porcs. Un ramassage à partir de 19 h, de nuit ou en début de matinée, est fortement conseillé.
- La mise en place de systèmes de ventilation forcée mériterait d'être étudiée lors de chargements ou d'arrêts prolongés. Par ailleurs, il semble primordial d'équiper les élevages de locaux de stockage et de bon quais d'embarquement. ■

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHEVILLON, P. ; 1998. Effect of pig farm preparation before loading system conception and the transport conditions on the transport mortality and pig welfare. ITP. Book of abstracts of the 49th annual meeting of the european association for animal production. FEZ 1998.

CHRISTENSEN, L. ; BARTON GADE, P. ; and BLAABJERG, L. ; 1994. Investigation of Transport conditions in participating countries in the EC-Project PL 920262. Proc. 40th International Congress Meat Sci. and Technol., The Hague, The Netherlands, W-2.01.

ROUSSEAU, P. ; 1992. Mise au point d'une méthodologie simplifiée de diagnostic : aire de vie et d'ambiance. Observations en porcherie d'engraissement. JRP, 24, 275-286.