

THÈSE DE DOCTORAT EN SCIENCES VÉTÉRINAIRES

Résumé

Orientation: Médecine vétérinaire

Titre de la thèse en Français : Aspects environnementaux et zootechniques de l'élevage de porcs charcutiers et de porcelets sevrés sur litières accumulées de sciure ou de paille

Titre de la thèse en Anglais : Environmental and technical aspects of raising fattening pigs and weaned pigs on sawdust-based or straw-based deep litters

Candidat: Prof. Baudouin Nicks

Promoteur : Prof. Pierre Lekeux

Département et Service : Département des Productions animales, Service d'Hygiène et Bioclimatologie, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Belgique

Date de la défense publique : 27 avril 2004

Composition du Jury :

Membres internes à la Faculté de Médecine vétérinaire : J.F. Beckers, M. Georges, J.M. Godeau, P. Gustin, L. Istasse, P. Lekeux, P. Leroy, F. Rollin

Membres externes à la Faculté de Médecine vétérinaire : C. Debouche (Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux), J.Y. Dourmad (INRA, Saint-Gilles, France).

DESCRIPTION DU SUJET DE RECHERCHE ABORDÉ

L'élevage de porcs sur litières accumulées consiste à laisser les animaux évoluer sur une couche de paille ou de sciure de 30 à 50 cm d'épaisseur qui peut servir au séjour de plusieurs lots successifs. La technique d'élevage sur sciure, plus récente que celle sur paille, s'en différencie principalement par une aération régulière du substrat, obtenue par retournement de celui-ci. Le but de cette aération est de favoriser le compostage des déjections et d'en minimiser la nuisance olfactive.

Comparativement à l'élevage de porcs sur caillebotis, associé à la récolte des déjections sous forme de lisier, celui sur litière est nettement moins bien documenté, tant en ce qui concerne les modalités pratiques de mise en place de la technique que de sa contribution potentielle à la pollution de l'environnement. Depuis quelques années, l'élevage de porcs sur litières accumulées suscite cependant un regain

d'intérêt car il est généralement mieux accepté par l'opinion publique qui le perçoit comme moins polluant et procurant plus de bien-être aux animaux.

Les études programmées avaient deux objectifs principaux : premièrement, préciser les conditions d'utilisation de la technique d'élevage sur litières accumulées et, deuxièmement, en évaluer les incidences sur l'environnement. Sept expérimentations successives ont été réalisées, dont quatre avec des porcs charcutiers et trois avec des porcelets sevrés. Leurs buts étaient :

- de préciser pour ces deux catégories d'animaux les caractéristiques pratiques d'utilisation de la sciure, en particulier les quantités nécessaires ainsi que la masse et le contenu azoté du compost produit, en comparant les valeurs obtenues à celles correspondant à l'utilisation de paille ;
- de contrôler les performances (vitesse de croissance et indice de consommation) des porcs élevés sur litières accumulées ;

- de tester l'intérêt de l'utilisation régulière d'un activateur de compostage incorporé à la litière de sciure et celui d'une association de sciure et de paille pour confectionner les litières accumulées ;
- de comparer les émissions de gaz polluants provenant de l'élevage sur des litières à base de paille ou de sciure, plus particulièrement celles d'ammoniac (NH₃), dont les retombées participent à l'acidification des sols et au dépérissement des conifères, et celles de protoxyde d'azote (N₂O), de méthane (CH₄) et de gaz carbonique (CO₂), qui sont trois gaz à effet de serre. En tenant compte du fait que, à mêmes quantités rejetées dans l'atmosphère, les contributions à l'effet de serre du CH₄ et du N₂O sont supérieures de 21 et de 310 fois à celle du CO₂, des émissions d'équivalents CO₂ (E_{CO2}) ont été calculées selon la relation :

$$E_{CO_2} = P_{CO_2} + 21 \cdot P_{CH_4} + 310 \cdot P_{N_2O}$$

avec P_{CO₂}, P_{CH₄} et P_{N₂O} les émissions de CO₂, CH₄ et N₂O.

Une estimation des émissions de diazote (N₂) à partir des litières accumulées a été réalisée sur base de la différence entre la somme des quantités d'azote consommé par les porcs et apporté par les litières et la somme de l'azote alimentaire retenu par les animaux, présent dans les composts ou fumiers et rejeté dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac ou de protoxyde d'azote.

Les données recueillies lors de ces expérimentations ont été comparées à celles de la littérature, relatives à l'élevage de porcs sur caillebotis.

RÉSULTATS

Les principaux renseignements fournis par ces études sont :

- le maintien d'une même litière pour les séjours successifs de 3 à 4 lots de porcs charcutiers :
 - requiert en moyenne 80 kg de sciure ou 45 kg de paille par porc ;
 - produit en moyenne 123 kg de compost de sciure ou 159 kg de fumier pailleux par porc élevé ;
 - aboutit à un contenu moyen en azote des composts à base de sciure de 1,29 kg par porc et des fumiers pailleux de 1,87 kg par porc.
- le maintien d'une même litière pour les séjours successifs de 5 à 6 lots de porcelets :
 - nécessite environ 15 kg de sciure ou 6 kg de paille par porcelet ;
 - produit en moyenne 17 kg de compost à base de sciure ou une quantité équivalente de fumier pailleux par porcelet ;
 - aboutit à un contenu moyen en azote des composts à base de sciure de 177 g par porcelet et des fumiers pailleux de 210 g par porcelet.
- les poids des composts à base de sciure et des fumiers pailleux produits lors de l'élevage sur litières accumulées sont inférieurs d'au moins 50 % aux poids, cités dans la littérature, du lisier recueilli lors de l'élevage sur caillebotis. Cette réduction s'explique principalement par l'évaporation de l'eau des déjections au sein des litières accumulées dont la température en profondeur dépasse les 30 °C.
- exprimés par porc élevé, les contenus en azote des composts à base de sciure et des fumiers pailleux sont inférieurs à ceux des lisiers, cités dans la littérature, de respectivement 50 % et 27 % en engraissement et de 40 % et 28 % en post-sevrage. Cette réduction est essentiellement due à une émission de N₂ par les litières, gaz non polluant qui n'est pas produit au sein des lisiers ;
- les performances des porcs charcutiers et celles des porcelets en post-sevrage ne diffèrent pas significativement en fonction de la nature de la litière (sciure ou paille). Comparées à celles relevées dans la littérature se rapportant à l'élevage de porcs sur caillebotis, elles sont de niveaux au moins équivalents ;
- l'utilisation d'activateurs de compostage n'est pas nécessaire à l'obtention au sein de la masse de températures comprises entre 30 et 40 °C. La stabilité de la teneur en matière sèche du compost permet l'élevage de plusieurs lots sur la même litière ;
- une litière composée de quantités égales de matière sèche de paille et de sciure a plus l'aspect d'une litière de paille que de sciure car cette dernière s'accumule au niveau du sol. L'émission d'ammoniac à partir du mélange est fort proche de celle d'une litière à base de sciure ;
- les émissions gazeuses des litières accumulées utilisées pour l'élevage de porcs charcutiers varient en fonction de la nature de la litière et du temps. La figure 1 présente les émissions observées lors des séjours successifs de trois lots de porcs sur la même litière. Douze séries de mesures ont été effectuées, à un mois d'intervalle, durant 6 jours consécutifs par série. Les principaux résultats sont :
 - après 12 mois d'utilisation, les émissions cumulées d'ammoniac d'une litière à base de sciure ont été inférieures de 12 % à celles d'une litière à base de paille. La différence n'est cependant pas significative. L'émission de la litière de sciure lors des 4 derniers mois a été supérieure de 50 % à la moyenne des 8 premiers ; une telle évolution n'a pas été observée à partir de la litière de paille ;
 - les émissions des gaz à effet de serre, exprimées en équivalents CO₂ ont été supérieures à partir d'une litière de sciure comparée à une autre à base de paille mais l'écart entre les productions cumulées s'est réduit avec le temps. La différence mesurée après le séjour d'un premier lot a été de 96 % ; elle a été de 69 % à la fin du séjour d'un deuxième lot et de 42 %

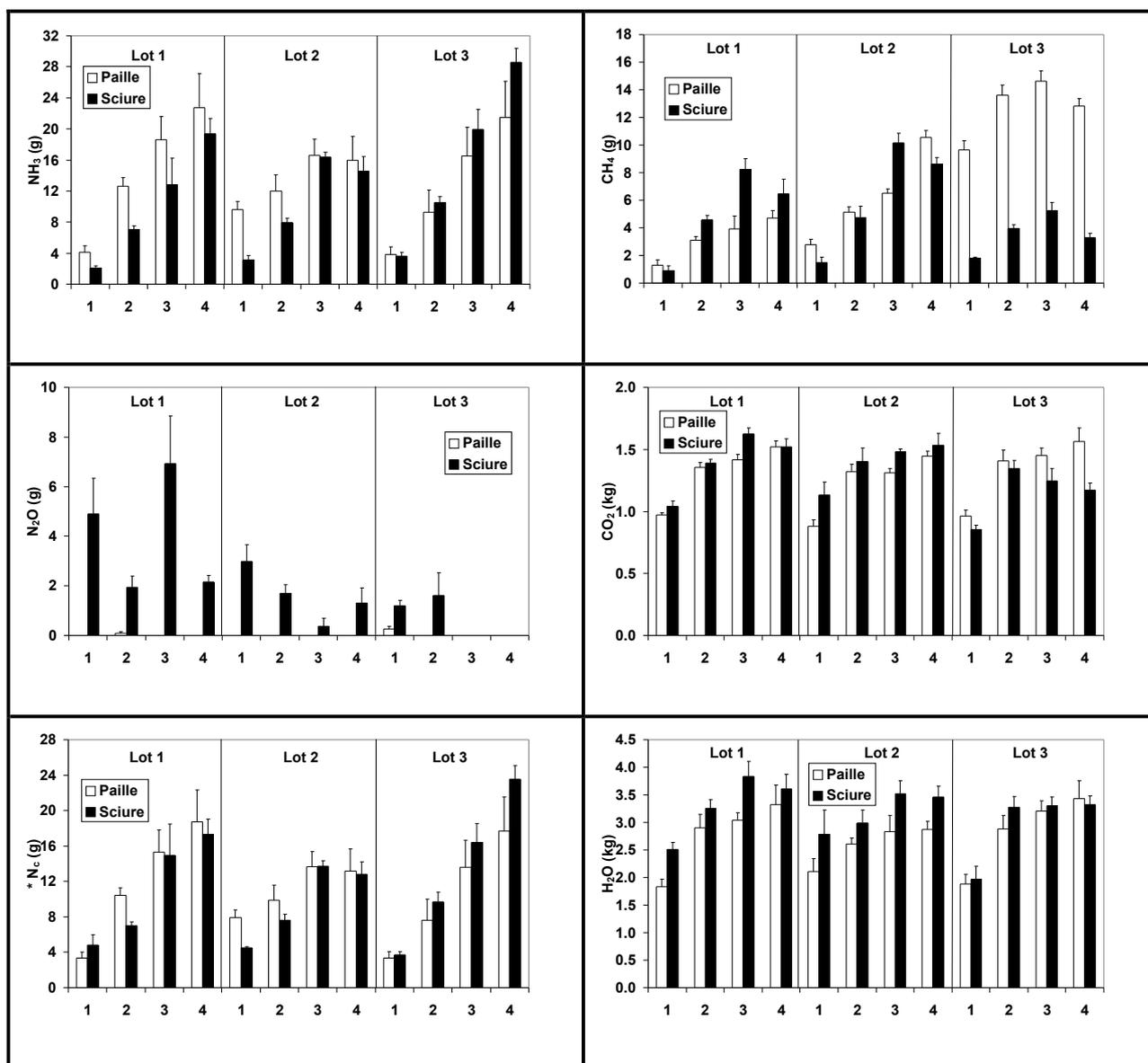


Figure 1. Evolution des émissions gazeuses (par porc et par jour) lors de l'hébergement de trois lots successifs de porcs charcutiers sur une même litière accumulée de paille ou de sciure. (quatre séries de mesures par période d'engraissement, réalisées à 1 mois d'intervalle, durant 6 jours consécutifs par série) *: $N_c = N-NH_3 + N-N_2O$

après le départ d'un troisième lot. La réduction de l'écart avec le vieillissement des litières provient de la diminution au cours du temps des émissions de N_2O à partir du compost de sciure et de l'augmentation des émissions de CH_4 à partir du fumier pailleux.

- les émissions gazeuses des litières utilisées pour l'élevage de porcelets sevrés varient aussi en fonction du temps et de la nature de la litière avec, pour ce dernier critère, des différences plus importantes que celles relevées en présence de porcs charcutiers. C'est ainsi que :
 - Les émissions cumulées d'ammoniac d'un fumier pailleux utilisé pour le séjour de cinq lots successifs (30 semaines d'utilisation) ont été, en moyenne, 2,6 fois plus élevées que celles d'un compost de sciure ;

- à la fin des 30 semaines d'utilisation, les émissions cumulées de gaz à effet de serre, exprimées en équivalents CO_2 , ont été supérieures de 53 % en moyenne à partir du compost de sciure ;
- un effet du vieillissement de la litière sur les émissions n'a été clairement observé que pour la production de méthane à partir du fumier pailleux, qui augmentait régulièrement avec le temps.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les résultats de ces expériences ont tout d'abord montré que les performances des porcs ne sont pas dépendantes du type de sol sur lequel ils sont hébergés. Les vitesses de croissance des animaux utilisés pour ces études, leurs indices

de consommation ainsi que la qualité de carcasse des porcs charcutiers, ont été d'un niveau au moins équivalent à ceux habituellement obtenus lors d'élevage sur caillebotis. Sur l'ensemble des 448 porcs charcutiers et des 1020 porcelets sevrés concernés, les pertes ont été limitées à 2 %, soit deux fois moins que le taux moyen de mortalité observé dans les exploitations (belges ou françaises) où la toute grande majorité des animaux sont logés sur caillebotis. Il convient cependant de noter que tous les porcs expérimentaux provenaient du même élevage dont les truies étaient régulièrement déparasitées. Les dangers de propagation d'infestations parasitaires étant plus grands lorsque les animaux peuvent avoir un contact direct et permanent avec les déjections, il est indispensable d'être particulièrement attentif à la qualité sanitaire des porcelets lors de leur arrivée. D'autre part, les expériences ont toutes été menées dans des locaux procurant une température ambiante et un débit de ventilation adaptés aux besoins des animaux.

Les quantités de litières nécessaires peuvent être limitées à 80 kg de sciure ou 45 kg de paille par animal pour les porcs charcutiers et à 12 kg de sciure et 6 kg de paille pour les porcelets sevrés. Il faut cependant que l'eau des déjections puisse s'évaporer de façon régulière, ce qui nécessite une température au sein des composts ou fumiers de 30 à 40 °C. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'interférer avec cette température tels que : la température de l'air, les propriétés isolantes du sol, le débit de ventilation, l'utilisation de produits activateurs de compostage, la fréquence ainsi que l'intensité d'aération des composts à base de sciure. Les rôles de ces différents facteurs devraient faire l'objet d'études complémentaires afin d'en déterminer les importances respectives.

L'analyse des composts à base de sciure et des fumiers pailleux produits a montré que leur contenu en azote, exprimé par porc élevé, est nettement inférieur aux valeurs de référence citées pour les lisiers. Ce résultat justifie, et a été en partie à la base de, la prise en compte par la législation applicable en Région wallonne de valeurs différentes de production d'azote d'effluents par les porcs charcutiers, en fonction de leur mode de logement. C'est ainsi que l'arrêté du Gouvernement wallon du 10 octobre 2002 prend en compte une production deux fois moins élevée d'azote d'effluent si les porcs charcutiers sont élevés sur « litière biomâtrisée » plutôt que sur caillebotis. L'expression « litière biomâtrisée », telle qu'utilisée dans l'arrêté, n'est sans doute pas la plus appropriée car elle ne correspond à aucune définition officielle. Elle pourrait laisser sous-entendre que l'utilisation de produits activateurs de compostage est nécessaire à l'obtention d'une réduction du contenu en azote de l'effluent, ce qui, au vu des résultats obtenus, n'est pas le cas. L'emploi de l'expression litière accumulée éviterait d'éventuels malentendus à ce propos. D'autre part, il conviendrait d'établir une distinction entre les composts à base de sciure et les fumiers pailleux, leurs

contenus en azote étant différents. La législation devrait également prévoir une double norme de production d'azote par les porcelets sevrés en fonction de leurs modalités d'hébergement. Notons cependant que l'arrêté précise que « [...] le calcul de l'azote organique de l'établissement peut s'effectuer sur la base des volumes des productions et des teneurs en azote des effluents d'élevage propres à l'exploitation, sur base d'une détermination précise, dûment justifiée et approuvée par la structure d'encadrement, lorsqu'il est tenu compte, notamment, de l'alimentation, de la composition et de la taille du cheptel, des types de logement des animaux, des types d'effluents produits, de leur manutention, ainsi que des résultats d'analyses régulières et représentatives des effluents ».

Obtenir une réduction du contenu en azote des effluents n'offre un intérêt que pour les éleveurs qui se trouvent dans des conditions de surproduction par rapport à leur capacité d'épandage. Si la législation actuellement en vigueur en Région wallonne leur permet d'épandre les effluents d'un plus grand nombre de porcs par hectare lorsque ceux-ci sont élevés sur litières accumulées plutôt que sur caillebotis, il convient cependant d'éviter des apports excédentaires sur les terres agricoles d'autres éléments nutritifs contenus dans les effluents, tels que le phosphore, le cuivre et le zinc. Par conséquent, une approche globale doit être privilégiée pour évaluer l'impact environnemental des diverses techniques envisageables pour la collecte et la gestion des déjections.

A même apport alimentaire, le contenu en azote des déjections des porcs, au moment de leur émission, est évidemment indépendant du type de sol. La différence entre les contenus en azote des composts ou fumiers, par rapport à du lisier, est attribuable à la formation d'une plus grande quantité de composés azotés volatils au sein des premiers. Si cette différence était principalement attribuable à des rejets accrus d'ammoniac et de protoxyde d'azote, l'utilisation des litières aurait plus d'effets négatifs sur l'environnement que la récolte des déjections sous forme de lisier. Les mesures réalisées ont cependant montré que les pertes d'azote sous forme volatile à partir des composts ou fumiers se font sous forme de N_2 à raison de 63 % en engraissement et de 79 % en post-sevrage. Sur base de la comparaison des valeurs d'émissions d'ammoniac relevées lors de ces études avec celles en provenance des lisiers, telles que renseignées dans la littérature, il semble que les composts ou fumiers provenant de l'engraissement de porcs n'émettent pas plus d'ammoniac que du lisier et que ceux associés à l'élevage de porcelets sevrés en émettent moins. Il conviendrait de confirmer ces observations en réalisant des mesures comparatives dans des conditions standardisées. Dans ce cas, les protocoles expérimentaux à mettre en place devraient tenir compte de l'existence, au sein de chaque système, de nombreuses variantes susceptibles d'interférer avec les émissions.

La mesure des émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O) a mis en évidence des différences essentielles entre les litières accumulées, en fonction de la nature du substrat. Celles à base de sciure libèrent des quantités non négligeables de N₂O, surtout en début d'utilisation, tandis que celles à base de paille en produisent peu mais émettent en revanche plus de CH₄ dont le dégagement s'accroît avec le vieillissement de la litière. Compte tenu, qu'à même quantité rejetée dans l'atmosphère, le N₂O a un potentiel de réchauffement qui est équivalent à près de 15 fois celui du CH₄, les litières à base de sciure sont, pour ce critère, moins intéressantes que celles à base de paille. Il conviendrait d'étudier les facteurs qui conditionnent ces émissions et les possibilités de les réduire. Les résultats de ces études, comparés aux données de la littérature relatives aux émissions de gaz à effet de serre à partir des lisiers, laissent supposer qu'elles se situent à un niveau intermédiaire entre celles des litières à base de paille et de sciure. Il faudrait cependant en apporter une confirmation sur base de comparaisons directes.

Bien que ce paramètre n'ait pas fait l'objet de mesures, on peut confirmer que l'hébergement de porcs sur litières accumulées génère peu d'odeurs, celles-ci étant néanmoins plus intenses lors de l'élevage sur paille, comparé à celui sur sciure. La technique considérée actuellement comme la plus pertinente pour évaluer la nuisance olfactive consiste à faire appel à un panel d'experts entraînés à détecter et à apprécier la présence de composés odorants dans des échantillons d'air. La mise en place d'une telle procédure est évidemment coûteuse et les avis d'experts n'échappent pas aux contestations lors de conflits de voisinage. Cependant,

malgré la difficulté des mesures, des études devraient être menées sur ce sujet car la présence ou la crainte de nuisances olfactives constitue un des principaux freins au développement ou même au maintien de la production porcine. De nombreux facteurs peuvent interférer avec l'intensité des nuisances et celle-ci pourra varier fortement au sein d'un même système d'élevage. Par conséquent, des porcheries où les porcs sont élevés sur litières mais où les recommandations usuelles concernant leur entretien ne sont pas respectées, peuvent s'avérer être une source plus importante de mauvaises odeurs que des porcheries à caillebotis parfaitement entretenues.

En conclusion, ces études ont montré la faisabilité de l'élevage de porcs charcutiers et de porcelets sevrés sur litières accumulées, en fournissant des informations pratiques relatives à leur bon fonctionnement. Elles ont apporté un certain nombre de données permettant une première évaluation de leur impact sur l'environnement. Celle-ci demande cependant des études complémentaires pour tenir compte des effets de diverses variantes dans la mise en application de cette technique d'hébergement et pour tenter de mieux comprendre les facteurs conditionnant les émissions de gaz polluants.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été subventionnée par la Région wallonne

RÉFÉRENCES

COMITÉ D'ORIENTATION POUR DES PRATIQUES AGRICOLES RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT Estimation des rejets d'azote – phosphore – potassium – cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. Ministère de l'écologie et du développement durable, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales : Paris, 2003, 41 p.

DOURMAD J.Y., POMAR C., MASSE D. Modélisation du flux de composés à risque pour l'environnement dans un élevage porcin. In : Institut Technique du Porc (Ed.), 34^e Journées de la Recherche Porcine en France, Paris, les 5, 6 et 7 février 2002. Institut Technique du Porc : Paris, 2002, 183-194.

PORTEJOIE S., MARTINEZ J., LANDMANN G. L'ammoniac d'origine agricole : impacts sur la santé humaine et animale et sur le milieu naturel. *INRA Prod. Anim.*, 2002, **15**, 151-160.

PUBLICATIONS ISSUES DU TRAVAIL DE THÈSE

- NICKS B., MARLIER D., CANART B. Comparaison des températures de litières et des niveaux de pollution de l'air lors d'engraissement de porcs sur litières biomâtrisées à base de sciure ou de paille hachée. In : Institut Technique du Porc (Ed.), 26^e Journées de la Recherche Porcine en France, Paris, 1, 2 et 3 février 1994. Institut Technique du Porc : Paris, 1994, 85-90.
- NICKS B., DESIRON A., CANART B. Bilan environnemental et zootechnique de l'engraissement de quatre lots de porcs sur litière biomâtrisée. In : Institut Technique du Porc (Ed.), 27^e Journées de la Recherche Porcine en France, Paris, 31 janvier et 1-2 février 1995. Institut Technique du Porc : Paris, 1995, 337-342.
- NICKS B., DESIRON A., CANART B. Deep litter materials and the ammonia emissions in fattening pig houses. In : Voermans J.A.M., Monteny G.J. (Eds.), Proceedings of the International Symposium Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Vinkeloord, The Netherlands, 6-10 October 1997. Dutch Society of Agricultural Engineering : Wageningen, 1997, 335-342.
- NICKS B., DESIRON A., CANART B. Comparaison de l'utilisation de sciure ou d'un mélange paille-sciure comme matériau de litière accumulée pour porcs charcutiers. *Ann. Zootech.*, 1998, **47**, 107-116.
- NICKS B., LAITAT M., DESIRON A., VANDENHEEDE M., CANART B. Bilan environnemental de l'hébergement de porcelets sevrés sur litière accumulée de sciure. In : Institut Technique du Porc (Ed.), 31^e Journées de la Recherche Porcine en France, Paris, 2-4 février 1999. Institut Technique du Porc : Paris, 1999, 105-109.
- NICKS B., LAITAT M., VANDENHEEDE M., DESIRON A., CANART B. Emissions de vapeur d'eau et bilan azoté lors de l'élevage de porcelets sevrés sur litière accumulée de sciure. *Ann. Zootech.*, 2000, **49**, 119-128.
- DELCOURT M., VANDENHEEDE M., DESIRON A., LAITAT M., CANART B., NICKS B. Emissions d'ammoniac, de protoxyde d'azote, de méthane, de gaz carbonique et de vapeur d'eau lors d'élevage de porcs charcutiers sur litière accumulée de sciure : quantification et corrélations avec le niveau d'activité des animaux. *Ann. Méd. Vét.*, 2001, **145**, 357-364.
- NICKS B., LAITAT M., VANDENHEEDE M., DESIRON M., VERHAEGHE C., CANART B. Emissions of ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide and water vapor in the raising of weaned pigs on straw-based and sawdust-based deep litters. *Anim. Res.*, 2003, **52**, 299-308.
- NICKS B., LAITAT M., FARNIR F., VANDENHEEDE M., DESIRON A., VERHAEGHE C., CANART B. Gaseous emissions from deep litter pens with straw or sawdust for fattening pigs. *Anim. Sci.*, 2004, **78**, 99-107.