

Effet de la teneur en protéines non digestibles de l'aliment sur le dépôt de scatol dans le gras de porcs mâles entiers

Didier GAUDRÉ, Patrick CHEVILLON, Eric GAULT, Thierry LHOMMEAU, Alain LE ROUX

IFIP-Institut du Porc, BP 35104, 35651 Le Rheu Cedex, France
didier.gaudre@ifip.asso.fr

Cette étude a pour objectif de déterminer s'il existe un intérêt de réduire la teneur en protéines non digestibles de l'aliment distribué en fin d'engraissement, afin de diminuer la teneur en scatol des gras de porcs mâles entiers. Le scatol fait partie avec l'androsténone des deux composants majeurs à l'origine des odeurs sexuelles dégagées parfois par les viandes issues de porcs mâles entiers. Il provient de la dégradation des protéines dans le gros intestin et peut se déposer dans le gras des animaux après avoir été absorbé par la muqueuse intestinale.

L'objet de l'étude consiste à analyser l'incidence de l'augmentation de la digestibilité iléale des protéines de l'aliment permettant une réduction de la quantité de protéines non digérées parvenant dans le gros intestin et donc potentiellement une réduction de la production de scatol. Le critère de comparaison se base sur le dépôt tissulaire de scatol dans le gras des carcasses.

L'augmentation de la digestibilité iléale des protéines de l'aliment distribué au cours du dernier mois d'engraissement ne conduit pas à la réduction de la teneur en scatol des gras. Au contraire, celle-ci est significativement accrue, puisque 30,2% des carcasses issues du régime le plus digestible sur le plan protéique, présentent une teneur en scatol supérieure à 0,20 µg/g, pour 15,2 % au régime le moins digestible. Cet effet est vraisemblablement à relier à la réduction de la teneur en fibres de l'aliment qui est la conséquence de l'amélioration de la digestibilité des protéines. Or les fibres sont généralement considérées comme favorables à la réduction de la production intestinale de scatol, car elles limitent l'importance des fermentations protéiques siégeant dans le gros intestin au profit des fermentations de nature glucidique.

Effect of in-feed indigestible protein content on fat skatole deposition in entire male pigs

The aim of this study was to determine whether reducing the indigestible protein content in the finishing diet is a viable way to decrease skatole content in the fat of entire male pigs. Skatole and androstenone are the two major compounds that cause pork from entire male pigs to sometimes give off the unpleasant sex odour called 'boar taint'. Skatole is formed by the microbial degradation of proteins in the large intestine where, once absorbed by the intestinal mucosa, it can then deposit and accumulate in fat tissue. This study was designed to test whether increasing in-feed ileal protein digestibility to reduce the amount of undigested proteins reaching the large intestine also reduces skatole production. Effect comparison is based on skatole deposition in carcass fat tissue. Increasing the ileal protein digestibility of the diet given to pigs in the last four weeks of finishing was not found to reduce fat skatole content. In fact, fat skatole content was increased significantly, as 30.2% of carcasses from pigs fed the more-protein-digestible diet showed a skatole content greater than the 0.2 µg/g cut-off versus just 15.2% in the less-protein-digestible diet group. This effect was probably connected to the fibre content decrease of the feed that results from the better protein digestibility. Indeed, fibre is widely thought to promote lower intestinal skatole production, as it shifts the balance of fermentation processes in the large intestine away from proteins and towards sugars.

Mots clés : mâles non castrés, gras, scatol, androsténone, digestibilité, engraissement, odeurs, porc

Keywords: entire male pig, fat, skatole, androstenone, digestibility, fattening, odour, porc

Contexte

L'interdiction du recours à la castration telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui, va probablement conduire à l'accroissement de la proportion de porcs mâles entiers au sein de la production nationale. Or, des odeurs sexuelles sont parfois dégagées par les viandes de porcs mâles entiers. L'androsténone (odeur d'urine) et le scatol (odeur de fèces) stockés dans les graisses ont été identifiés comme les principaux responsables de ce défaut (Bonneau *et al.*, 1991, Chevillon *et al.*, 2011). L'androsténone est un stéroïde d'origine testiculaire, alors que le scatol est un produit de la dégradation du tryptophane par la flore intestinale (Bonneau, 1988).

Même si le « risque scatol » des gras de porcs mâles entiers apparaît en France relativement faible (de 0 à 10% des animaux selon les élevages, pour un seuil fixé à 0,20 µg de scatol par g de gras) comparé à celui d'autres pays européens (Programme CE Alcasde 2009) les données disponibles indiquent une variation sensible de ce critère selon les élevages, sans que celle-ci puisse être expliquée à ce jour. En cas de généralisation de la production de porcs mâles entiers en France, des recommandations relatives à la conduite d'élevage ou à la conduite alimentaire devront être proposées pour limiter ce risque.

Sur le plan alimentaire, on considère que la distribution de protéines à faible digestibilité est favorable à la production intestinale de scatol et augmente en conséquence son dépôt tissulaire (Jensen, 2006). En effet, les protéines non digérées parvenant dans le gros intestin tendent à augmenter l'activité protéolytique bactérienne dans le côlon. De ce fait, elles contribuent à accroître la quantité de substrat potentiellement disponible pour la production de scatol.

Objectifs et protocole

Objectifs

Le projet s'intéresse à l'effet de la teneur en protéines non digestibles de l'aliment sur le dépôt de scatol dans le gras de porcs mâles entiers. En effet, les protéines non digérées dans l'intestin grêle peuvent servir de substrat aux micro-organismes présents dans le cæcum et le côlon, et ainsi favoriser la production intestinale de scatol et donc son dépôt dans le gras des pièces de découpe utilisées pour la viande fraîche ou les produits transformés.

Cette étude a pour principal objectif **une meilleure connaissance de l'effet du critère de digestibilité iléale des protéines sur le dépôt tissulaire de scatol**. De ce fait cette étude devrait permettre de donner des **indications quant aux possibilités de diminution du « risque scatol » permis par la réduction de la fraction protéique non digestible de l'aliment**.

Protocole

Deux bandes de 48 porcs mâles entiers issus de croisement entre truies Large-White x Landrace et de verrats Large-White x Piétrain sont utilisées pour cet essai. Les porcs sont logés individuellement, depuis leur sortie de post-sevrage jusqu'à leur départ à l'abattoir, dans deux salles d'engraissement de même configuration. Ils reçoivent un aliment de type croissance (Protéines : 16%, EN : 9,70 MJ, lysine digestible par MJEN : 0,89 g). Après 8 semaines d'engraissement, les porcs sont pesés individuellement à jeun. Une mise en lots est réalisée à ce stade pour constituer des couples de porcs de même sexe et de même âge, dont chaque membre est affecté au hasard à l'un des deux régimes. Les porcs reçoivent alors, pendant 41 jours, les régimes expérimentaux selon un mode de distribution libéral comportant un plafond d'alimentation fixé à 24 MJ EN par jour. Les refus éventuels sont pesés et leurs teneurs en matière sèche mesurées. Les 48 porcs d'une même bande sont abattus en un seul lot. Les caractéristiques de carcasse (poids chaud, épaisseurs de gras et de maigre) sont mesurées à l'abattoir. Des prélèvements de gras de bardière sont effectués en vue du dosage des teneurs en scatol et androsténone par le laboratoire de l'INRA (Saint Gilles, 35).

Les régimes expérimentaux sont établis sur la base des valeurs nutritionnelles des tables INRA-AFZ (2004) et plus particulièrement des coefficients de digestibilité iléale standardisée des acides aminés des matières premières. Le régime témoin présente une digestibilité iléale élevée de ses acides aminés grâce à l'utilisation du tourteau de soja comme source principale de protéines et en complétant les besoins par des acides aminés de synthèse. La composition de cet aliment est simple puisqu'il ne comporte que deux céréales associées au tourteau de soja. La teneur en protéines est réduite (13%). Le régime testé est plus complexe car il fait appel à plusieurs sources de protéines différentes ; pois, son de blé et tourteau de colza. Le choix se porte sur ces matières premières car elles présentent une digestibilité plus faible de leurs acides aminés. La teneur en protéines est de 15% correspondant à une teneur plus habituelle pour un aliment de type finition. Les concentrations en énergie nette des 2 régimes (10,2 et 9,7 MJ EN, respectivement pour les aliments témoin et testé) sont différentes en raison des caractéristiques souhaitées des régimes. Les matières premières utilisées dans l'aliment testé constituent un apport supplémentaire de fibres par rapport au régime témoin qui contribuent à diminuer la teneur en énergie de l'aliment. Compte tenu des limites technologiques à l'incorporation de matière grasse dans les aliments pour la fabrication de granulés, il a été choisi de limiter leur incorporation dans le régime testé et d'adopter un plan de distribution iso-énergétique de l'aliment. Enfin, le ratio lysine digestible par MJ EN est identique pour les deux aliments (0,76 g/MJ

EN), et les teneurs en méthionine, méthionine plus cystine, thréonine et tryptophane digestibles respectent les ratios habituellement retenus pour un aliment porc charcutier (respectivement, 30, 60, 65 et 19% de la teneur en lysine digestible).

Certaines matières premières ont été volontairement exclues de l'expérimentation, considérant qu'elles peuvent introduire une proportion trop importante de substrats fermentescibles pour les bactéries intestinales (β -glucanes de l'orge, pectines des pulpes de betteraves) et ainsi interférer avec le critère fraction protéique non digestible étudié. Des échantillons d'aliments sont prélevés de façon hebdomadaire au cours de l'essai puis rassemblés afin de constituer un échantillon représentatif des aliments distribués aux animaux expérimentaux. Les analyses effectuées sur ces derniers permettent de vérifier la conformité des fabrications d'aliments.

Les données moyennes obtenues par régime alimentaire sont comparées par analyse de variance prenant en compte les effets du régime, de la bande et de l'interaction entre régime et bande. Les coefficients de corrélation entre performances zootechniques et caractéristiques de carcasse, d'une part, teneurs en scatol et en androsténone des gras d'autre part, sont calculés.

Résultats

Les données moyennes obtenues selon le régime pour chacun des critères mesurés sont présentées dans le tableau 2. Les porcs de la 1^{ère} bande reçoivent les régimes expérimentaux à partir de 75 kg et sont abattus au poids

Tableau 1 : Composition et caractéristiques nutritionnelles des régimes expérimentaux

Régime	Témoin	Testé
Composition, kg/T		
Blé	583	227
Maïs	300	300
Son de blé		80
Pois		222
Tourteau de soja	86	
Tourteau de colza		99
Tourteau de tournesol		30
Huile végétale		18
Caractéristiques nutritionnelles estimées¹		
Matière sèche, %	87,1	87,3
Matières azotées totales, %	13,0	15,0
Digestibilité de l'azote, %	85,0	79,5
Matières grasses, %	2,1	4,0
Cellulose brute, %	2,5	5,0
Cendres, %	4,1	4,6
Lysine, g/kg	8,4	8,9
Lysine digestible, g/kg	7,70	7,35
ED, MJ/kg	13,7	13,4
EN, MJ/kg	10,2	9,7
Lys. dig. par MJ EN, g/MJ	0,75	0,76

1 : selon tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage (INRA, 2004)

moyen de 114 kg. Pour la 2^{nde} bande, l'essai se déroule entre 81 et 118 kg de poids vif. Les porcs du régime témoin présentent des performances zootechniques significativement améliorées ($P < 0,05$) : la vitesse de croissance est améliorée de 5%, l'indice de consommation de 9% et l'indice de

Tableau 2 : Comparaison des performances zootechniques, des caractéristiques de carcasse et des teneurs en scatol et androsténone selon le régime

Régime	Témoin	Testé	Statistiques ¹	
			Effets	ETR
Poids initial, kg	77,9	78,2	B**	6,1
GMQ ² , g/j	942	896	R**, B**	78
CMJ ² , kg/j	2,39	2,49	R**	0,03
IC ² , kg/kg	2,56	2,81	R**, B**	0,23
ICE ² MJEN/kg	26,10	27,26	R*, B**	2,29
Poids d'abattage, kg	116,5	114,9	B**	6,2
Poids carcasse, kg	91,1	89,0	Rt, B**	5,1
Rendement carcasse ² , %	78,3	77,4	R**	0,0
Épaisseur de gras G2, mm	13,1	12,0	R*	2,3
Épaisseur de maigre M2, mm	56,4	56,4	B**	5,5
TMP ² , %	60,7	61,5	R*	1,9
Scatol, µg/g	0,22	0,13	R*	0,17
Androsténone, µg/g	1,15	1,15	B*	0,88

1 : A partir de l'analyse de variance qui prend compte les effets du régime, de la bande et l'interaction entre régime et bande ; ETR = écart-type résiduel, R = effet régime, B = effet bande ; niveaux de signification : t : $P < 0,10$, * : $P < 0,05$, ** : $P < 0,01$. Données présentées correspondant aux moyennes ajustées.

2 : GMQ : gain moyen quotidien, CMJ : consommation moyenne journalière, IC : indice de consommation, ICE : indice de consommation énergétique correspondant au rapport entre la quantité d'énergie nette ingérée et le gain de poids, TMP : taux de muscle des pièces calculé à partir des épaisseurs M2 et G2 mesurées.

consommation énergétique de 4%. L'écart numérique du poids d'abattage n'est pas significatif, mais on note une tendance ($P < 0,10$) à l'augmentation du poids de carcasse des porcs du régime témoin (+2,1 kg). Le rendement de carcasse est également significativement plus élevé pour ce régime (+0,9%). On note cependant une augmentation significative de l'épaisseur de gras des carcasses du régime témoin (+1,1 mm) avec, en conséquence, une dégradation du TMP moyen obtenu pour ce régime (-0,8%) puisque les épaisseurs de maigre M2 sont identiques.

Les teneurs en scatol et en androsténone des gras des porcs mâles entiers de cette étude sont en moyenne plus élevées que les teneurs observées par Chevillon *et al.* (2010). La proportion de mâles entiers de l'essai présentant des teneurs en scatol élevées (seuil de 0,20 µg/g) est de 22% alors ces mêmes auteurs obtiennent un taux de 3% à partir de mesures effectuées sur 347 animaux issus de 6 élevages. En considérant un seuil de 0,1 µg/g, cette proportion atteint 64% dans notre étude alors qu'elle n'est que de 12% dans l'étude de 2010. De même, la proportion de mâles entiers de l'essai présentant des teneurs en androsténone élevées (seuil de 1,0 µg/g) est de 40%, alors que le taux est de 20% selon les données de 2010. Avec un seuil de 0,5 µg/g, la proportion atteint 80%, pour 50% en 2010.

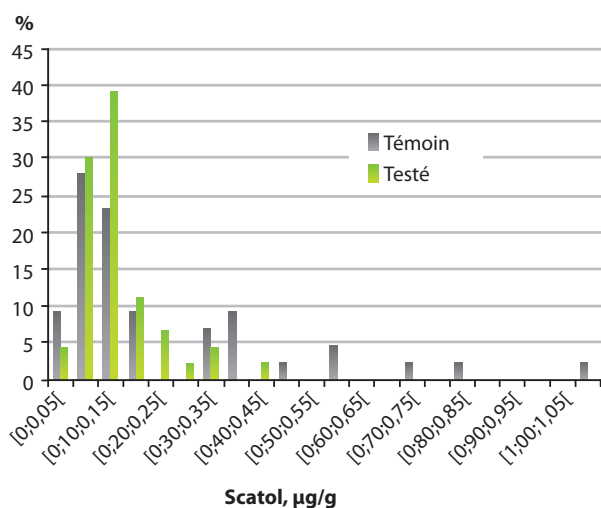


Figure 1 : Répartition des teneurs en scatol des gras de carcasse selon le régime

L'effet du régime est significatif pour la teneur en scatol ; les carcasses de porcs du régime témoin présentent une teneur moyenne en scatol plus élevée que celles du régime testé. La proportion de carcasse présentant un défaut scatol (seuil de 0,20 µg/g) est de 30,2% pour le régime témoin et de 15,2% pour le régime testé. Pour la teneur en androsténone, l'effet du régime n'est pas significatif mais il apparaît un effet significatif de la bande : la teneur en androsténone des gras est en moyenne de 0,94 µg/g pour la 1^{ère} bande et de 1,38 µg/g pour la 2^{nde} bande.

Les coefficients de corrélation observés entre les critères de performances zootechniques et les caractéristiques de carcasse d'une part, les teneurs en scatol et en androsténone des gras d'autre part, sont présentés dans le tableau 3. La teneur en scatol n'est corrélée avec aucun des critères étudiés. La teneur en androsténone est significativement corrélée avec les indices de consommation, qu'ils soient calculés en kg d'aliment ou en MJ EN ingérés, et tend à l'être de la vitesse de croissance : la teneur en androsténone augmente lorsque l'indice de consommation augmente, et diminue lorsque la vitesse de croissance augmente. Les valeurs des coefficients de corrélation obtenues restent toutefois peu élevées (de l'ordre de 0,20).

Tableau 3 : Coefficients de corrélation entre teneurs en scatol et en androsténone des gras et critères de performances zootechniques et de caractéristiques de carcasse

	Scatol	Androsténone
Poids initial, kg	0,12	0,17
GMQ, g/j	-0,15	-0,21 ^t
IC, kg/kg	0,07	0,21*
ICE MJEN/kg	0,15	0,23*
Poids d'abattage, kg	0,06	0,07
Poids carcasse, kg	0,12	0,06
Épaisseur de gras G2, mm	0,13	0,12
Épaisseur de maigre M2, mm	0,06	0,10

De même, le coefficient de corrélation observé entre les teneurs en scatol et en androsténone des gras est significatif mais reste faible (+0,23). Les données obtenues sont présentées en distinguant celles inférieures à 1,0 µg/g d'androsténone (figure 2) de celles supérieures à ce seuil (figure 3). Il apparaît alors que lorsque la teneur en androsténone est inférieure à 1,0 µg/g, aucun lien n'apparaît entre teneurs en scatol et en androsténone des gras de carcasse. Par contre, lorsque la teneur est supérieure à 1 µg/g d'androsténone, la

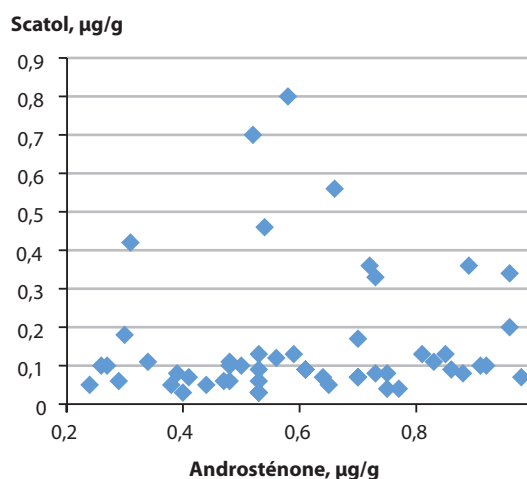


Figure 2 : Répartition des teneurs en scatol selon la teneur en androsténone des gras de carcasse teneurs en androsténone inférieures à 1,0 µg/g

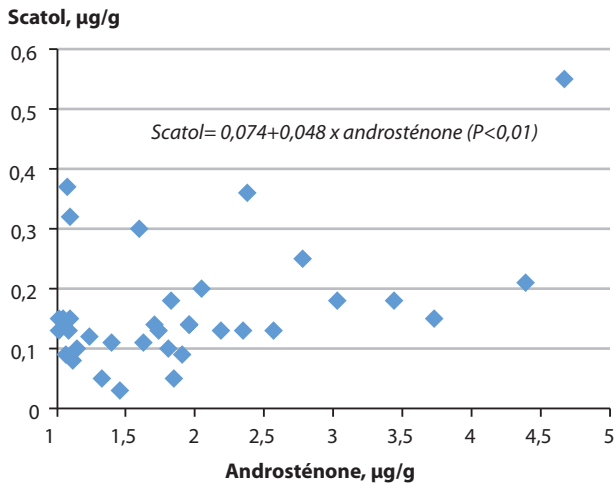


Figure 3 : Répartition des teneurs en scatol selon la teneur en androsténone des gras de carcasse teneurs en androsténone supérieures à 1,0 µg/g

teneur en scatol augmente de façon linéaire avec l'augmentation de la teneur en androsténone (environ 0,1 µg/g de scatol supplémentaire pour 2 µg/g d'androsténone).

Discussion

Dans cet essai, les teneurs en scatol et en androsténone obtenues sont plus élevées que les teneurs habituellement rencontrées. Cependant, celles-ci apparaissent très variables selon l'élevage étudié (Chevillon *et al.*, 2010). Nos données confirment le peu d'effet des performances zootechniques (vitesse de croissance et indice de consommation) sur les teneurs en scatol et en androsténone des gras de carcasse. En apparence, la tendance observée entre vitesse de croissance et teneur en androsténone pourrait même apparaître comme contraire à l'effet cité comme a priori bénéfique de la restriction alimentaire (EFSA, 2004), mais la corrélation reste très faible. De même, le poids d'abattage est sans incidence sur les teneurs en scatol et en androsténone, cependant l'essai à été conduit de manière à réduire fortement la variation du poids d'abattage des animaux.

L'effet du régime alimentaire sur la teneur en scatol des gras de carcasse apparaît nettement dans cet essai et ceci de manière totalement opposée à l'objectif initial envisagé. Ainsi, le fait d'augmenter la digestibilité protéique de l'aliment au niveau iléal, et donc de réduire la fraction protéique non digérée dans l'intestin grêle parvenant dans le gros intestin, s'avère inopérante et même contre-productive face au risque scatol. La proportion de carcasses ayant une teneur en scatol supérieure à 0,20 µg/g est, avec le régime le plus digestible, doublée par rapport au régime le moins digestible sur le plan protéique. Jensen (2006) indique que la distribution d'un aliment à faible digestibilité iléale présente le risque de stimuler la production de

scatol. Nos résultats apparaissent donc en contradiction avec cette hypothèse. Cet auteur s'appuie sur une comparaison entre caséine et drèches de brasserie pour parvenir à cette conclusion (Jensen *et al.*, 1995).

L'effet négatif du régime présentant la meilleure digestibilité protéique du point de vue du risque scatol pourrait cependant s'expliquer par la réduction de la part de fibres dans l'aliment. En effet, la teneur en cellulose brute est limitée (2,5%) et représente la moitié de celle du régime à 15% de protéines. Or, Jensen (2006) indique que les fibres alimentaires sont assez favorables à la réduction du risque scatol, bien que leurs mécanismes d'action ne soient pas clairement identifiés. Ainsi, les fructo-oligo saccharides et l'amidon cru de pomme de terre sont cités par cet auteur comme favorables. Il en est de même d'une matière première comme le lupin, voire des pulpes de betteraves, mais avec des résultats contradictoires pour ces dernières.

Enfin, la comparaison des teneurs associées en scatol et androsténone dans les gras de carcasse suggère que le risque scatol est amplifié en présence d'une teneur élevée en androsténone. Il existe une interaction entre production d'androsténone et dépôt de scatol puisque l'androsténone a pour effet de réduire le catabolisme hépatique de scatol et par conséquent augmente le risque de dépôt tissulaire de ce dernier (Babol *et al.*, 1999). Nos résultats vont dans ce sens.

Conclusion

De manière inexplicable, les teneurs en scatol et en androsténone des gras de porcs mâles entiers issus de cet essai mené à la station expérimentale de Romillé, apparaissent élevées par rapport aux teneurs habituellement rencontrées. Ce résultat confirme l'importance de l'effet élevage sur ces critères de défauts des viandes de porcs mâles entiers, mais a aussi comme intérêt que les conditions de cet élevage



représentent un bon modèle d'étude de la réduction de ces composés malodorants des carcasses.

L'étude montre que le dépôt tissulaire de scatol est accru lorsque le régime présente une digestibilité iléale des protéines plus élevées. Ce résultat apparaît contradictoire avec les données de la bibliographie, mais pourrait s'expliquer par la réduction concomitante de l'apport en fibres que la réduction de la fraction non digestible azotée engendre ; les fibres étant plutôt considérées comme favorables à la réduction du risque scatol.

Enfin, nos résultats mettent en évidence le lien pouvant exister entre la production testiculaire d'androsténone et le dépôt tissulaire de scatol ; l'androsténone ayant tendance à augmenter le risque scatol.

Remerciement

Étude financée au titre du programme national de développement agricole et rural. Avec le concours financier de Inaporc.

Références bibliographiques

- Babol J., Squires E. J., Lundström K., 1999. Relationship between metabolism of androstenone and skatole in intact male pigs. *Journal of Animal Science*, 77, 84-92.
- Bonneau M., 1988. Qualités des viandes de porc mâle entier : voies de recherches et perspectives. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 20, 291-296.
- Bonneau, M., Le Denmat, M., Vaudelet, J.C., Veloso-Nunes J.R., 1991. Qualité organoleptique des viandes fraîches et du jambon de porcs mâles entiers ou castrés : relations avec les teneurs en androsténone ou en scatol des graisses. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 23, 325-338.
- Chevillon P. Quiniou N., Courboulay V., Goues T., Le Roux A., Gault E., Lhommeau T., 2011. Produire des porcs mâles entiers en France demain, effets du mode d'alimentation soupe ou sec, du plan d'alimentation, de l'âge à l'abattage sur la qualité des carcasses et les odeurs sexuelles de verrat.
- Chevillon P., Guingand N., Courboulay V., Quiniou N., Bonneau M., 2010. Niveaux d'androsténone et de scatol dans le gras de porcs mâles entiers issus d'élevages de production et acceptabilité de leurs viandes par les consommateurs. *Journées de la Recherche Porcine*, 42, 189-195.
- Jensen M.T., Cox R.P., Jensen B.B., 1995. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Science*, 61:293-304.
- Jensen B.B., 2006. Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 48(suppl. 1).
- EFSA, 2004. Welfare aspects of the castration of piglets.

Référence bibliographique de cet article

- Gaudré D., Chevillon P., Gault E., Lhommeau T., Le Roux A., 2016. Effet de la teneur en protéines non digestibles de l'aliment sur le dépôt de scatol dans le gras de porcs mâles entiers. *Les Cahiers de l'IFIP*, 3(1), 19-24.