

# Y a-t-il des alternatives à la castration chirurgicale des porcelets ?

A. PRUNIER, M. BONNEAU

INRA, Agrocampus, UMR1079 Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine, F-35590 Saint-Gilles, France  
Courriel : Armelle.Prunier@rennes.inra.fr

La castration chirurgicale des porcs mâles qui permet de protéger les consommateurs contre les défauts d'odeurs des viandes est pratiquée sans anesthésie. Cette intervention douloureuse est contestée. Une évolution de la réglementation vers une interdiction de cette pratique, à l'exemple de certains pays européens, est possible. Comment les éleveurs de porcs vont-ils pouvoir faire face ? Y a-t-il des alternatives et sont-elles opérationnelles ?

Dans la plupart des pays, il est habituel de castrer les porcs mâles précocement afin de protéger les consommateurs contre les odeurs sexuelles des viandes de verrat. Ces odeurs résultent de l'accumulation dans les graisses de deux composés malodorants, l'androsténone qui est synthétisée dans les testicules et le scatol qui résulte de la métabolisation du tryptophane dans le gros intestin et dont la dégradation est inhibée par les hormones sexuelles (Babol et Squires 1995, Bonneau 1998). L'usage courant est de réaliser une ablation chirurgicale des testicules sans anesthésie, ce qui est douloureux pour les animaux (Prunier *et al* 2006). Cette pratique pourrait être remise en cause au nom du bien-être animal. En Norvège, la loi prévoit que la castration soit interdite à partir de 2009 et a prohibé sa pratique sans anesthésie depuis 2002. La loi Suisse prévoit d'interdire la castration chirurgicale sans anesthésie à partir de 2009. En Belgique et aux Pays-Bas, les organisations de protection animale et les représentants des producteurs se sont entendus sur une démarche visant à rendre l'anesthésie obligatoire à partir de 2006 et à interdire la castration à partir de 2009, sous réserve que des alternatives viables soient disponibles à cette date. Au sein de l'UE, la castration est pour l'instant régie par la directive 2001/93/EC qui autorise la castration chirurgicale sans anesthésie seulement jusqu'à 7 jours d'âge, mais sa révision est à l'étude. Par ailleurs, au Royaume-Uni, en Irlande et en Espagne, la majorité des porcs mâles ne sont pas castrés depuis

de nombreuses années. Cependant, dans ces pays, l'augmentation du poids d'abattage conduit à une augmentation de la fréquence des odeurs sexuelles et on commence à évoquer la possibilité de revenir à cette pratique.

Une évolution des textes réglementaires européens régissant la castration des porcs semble prévisible, alors même que la filière de production porcine n'est guère préparée à cette éventualité. Cet article propose de passer en revue les avantages et inconvénients des alternatives possibles à la castration chirurgicale sans anesthésie. Après avoir présenté les effets de la castration chirurgicale sans anesthésie sur les animaux, nous évaluerons dans quelle mesure le recours à l'anesthésie peut atténuer leur souffrance. Nous ferons ensuite le point des procédés de castration non chirurgicale utilisant soit des agents chimiques, soit l'immunisation anti-GnRH (immunocastration). Enfin, nous nous intéresserons aux possibilités et limites de l'élevage de porcs mâles entiers en mettant l'accent sur le problème posé par les odeurs sexuelles des viandes.

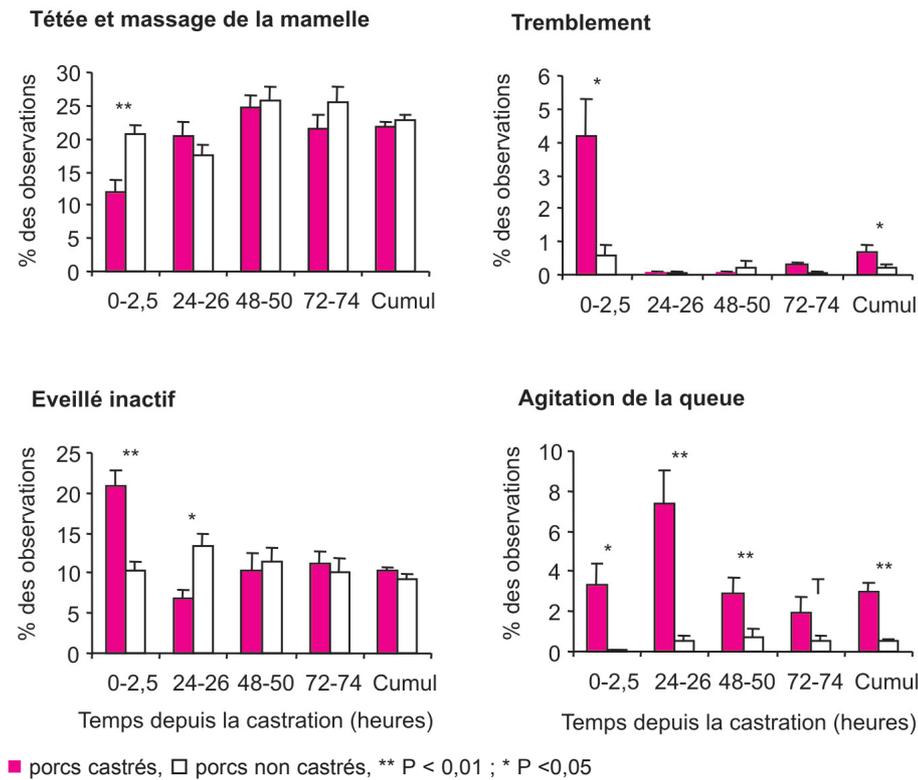
## 1 / Conséquences de la castration chirurgicale sans anesthésie sur le bien-être des porcelets

De nombreux indices physiologiques et comportementaux montrent que la

castration chirurgicale sans anesthésie, telle qu'elle est couramment pratiquée, est douloureuse pour les porcelets pendant et après l'acte chirurgical (Prunier *et al* 2006).

Pendant l'acte chirurgical, la plupart des porcelets crient et s'opposent physiquement à l'opérateur (Taylor et Weary 2000, Prunier *et al* 2002, Marx *et al* 2003). Ces cris s'accompagnent d'une activation du système nerveux sympathique, comme le démontre l'augmentation du rythme cardiaque (White *et al* 1995). L'analyse des cris suggère que le moment le plus douloureux se situe lorsque l'opérateur tire sur les testicules et sectionne les cordons testiculaires (Taylor et Weary 2000).

Dans les heures qui suivent la castration, la mesure des hormones plasmatiques montre clairement une activation de l'axe corticotrope et du système sympathique (Prunier *et al* 2002, 2005). Cette activation est due à la douleur puisqu'elle est fortement diminuée en cas d'application d'un anesthésique local. De même, l'activation des neurones de la moelle épinière impliqués dans la transmission des messages nociceptifs est fortement réduite lorsque les porcelets reçoivent une anesthésie locale avant la castration (Nyborg *et al* 2000). En sus des réactions physiologiques, on observe des modifications du comportement (figure 1). Les porcs castrés passent moins de temps à masser la mamelle ou à têter (McGlone et Hellman 1988). Ils sont moins actifs pendant les phases d'éveil,

**Figure 1.** Effets de la castration sur le comportement des porcelets (Hay et al 2003).

expriment des comportements évocateurs de douleur (tremblements, prostration, extension des pattes) et agitent plus souvent la queue (Hay et al 2003). De plus, ils ont tendance à s'isoler et ont un comportement moins bien synchronisé par rapport à l'ensemble de la portée.

Dans les jours qui suivent la castration, il semble que l'axe corticotrope et le système sympathique ne soient plus stimulés, comme le suggère la mesure des corticostéroïdes et des catécholamines urinaires (Hay et al 2003). Le comportement des animaux reste cependant altéré (figure 1) : ils jouent moins et sont globalement moins actifs, ils agitent plus souvent la queue et se grattent davantage l'arrière train (Wemelsfelder et van Putten 1985, Hay et al 2003). Ceci suggère que les animaux continuent à ressentir de la douleur ou au moins une gêne jusqu'à 5 jours après castration. De plus, la castration chirurgicale semble avoir un effet négatif sur le système immunitaire et la santé des animaux (Tielen 1974, de Kruijf et Welling 1988, Lessard et al 2002).

## 2 / Castration chirurgicale avec analgésie

Pour être utilisables en élevage, les méthodes utilisées doivent être peu

onéreuses, sans risques pour l'opérateur, les animaux et le consommateur, rapides et bien sûr efficaces pour prévenir la douleur liée à l'acte chirurgical. L'évaluation de ces méthodes doit prendre en compte les perturbations et la douleur éventuellement occasionnées par la procédure d'anesthésie elle-même.

La castration chirurgicale des porcs mâles peut être pratiquée sous anesthésie générale ou locale. L'administration d'analgésiques à effet prolongé peut également être envisagée en complément de l'anesthésie.

### 2.1 / Castration sous anesthésie générale

La plupart des méthodes d'anesthésie générale, par injection (par exemple de kétamine) ou par inhalation (par exemple d'isoflurane ou d'halothane), sont difficiles à pratiquer en routine dans les élevages, parce qu'elles sont longues, non dénuées de risques pour les animaux et pour les opérateurs, et ne peuvent être mises en œuvre que par des vétérinaires. De plus, le réveil des animaux est en général assez long et cette période de sédation augmente les risques d'écrasement par la truie.

L'anesthésie induite par inhalation de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) fait cependant exception à cette règle car elle ne

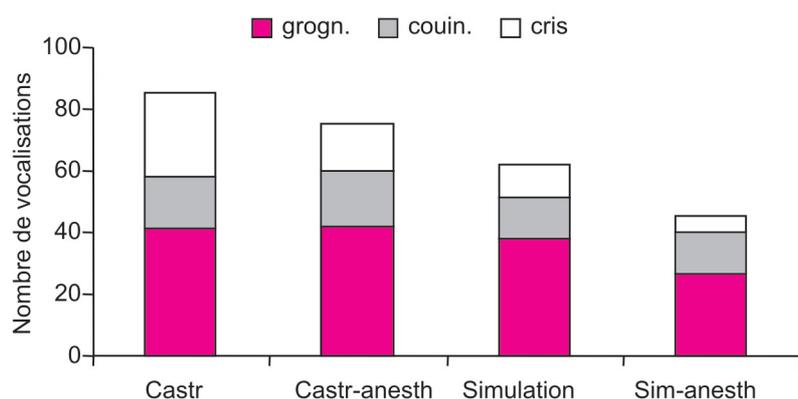
nécessite pas de système d'évacuation de gaz et peut être facilement réalisée dans les conditions de l'élevage. De plus, le réveil des animaux est très rapide. Cependant le bénéfice qu'elle apporte pour l'animal est controversé. En effet, des réactions d'inconfort (nervosité, hyperventilation) ont été observées pendant l'induction de l'anesthésie au CO<sub>2</sub> (Kohler et al 1998, Schönreiter et al 2000). Par ailleurs, après la castration, les animaux anesthésiés au CO<sub>2</sub> présentent des niveaux de cortisol et de β-endorphine plus élevés que les porcs non anesthésiés (Schönreiter et al 2000). Ainsi, l'anesthésie au CO<sub>2</sub> semble peu efficace pour réduire le stress de castration. De nouvelles recherches sont à conduire pour mieux connaître et/ou améliorer son efficacité à réduire la douleur due à la castration notamment en combinant l'anesthésie avec un traitement anti-inflammatoire.

### 2.2 / Castration sous anesthésie locale

De nombreuses études ont été réalisées afin d'évaluer l'efficacité de l'anesthésie locale à la lidocaïne pour réduire la douleur due à la castration. La lidocaïne peut être injectée en sous-cutané au site d'incision du scrotum, dans les testicules, dans les cordons testiculaires ou à proximité dans le sac scrotal. En cas d'injection intratesticulaire avec de l'adrénaline, la lidocaïne diffuse dans les cordons testiculaires en moins de 10 minutes (Ranheim et al 2003). L'injection de lidocaïne dans les testicules, qu'elle soit ou non associée à une injection à proximité des cordons testiculaires, réduit les cris de douleur (White et al 1995, Marx et al 2003, figure 2) ainsi que les réponses de l'ACTH et du cortisol à la castration (Prunier et al 2002, figure 3). Plus précisément, la lidocaïne réduit le nombre de cris de haute fréquence et l'accélération du rythme cardiaque pendant l'extraction des testicules et la section des cordons testiculaires (White et al 1995). Pour réduire les cris pendant la castration, il semble qu'il soit plus efficace de partager la dose de lidocaïne entre les testicules et le sac scrotal que de tout injecter dans les testicules (Prunier et al 2002).

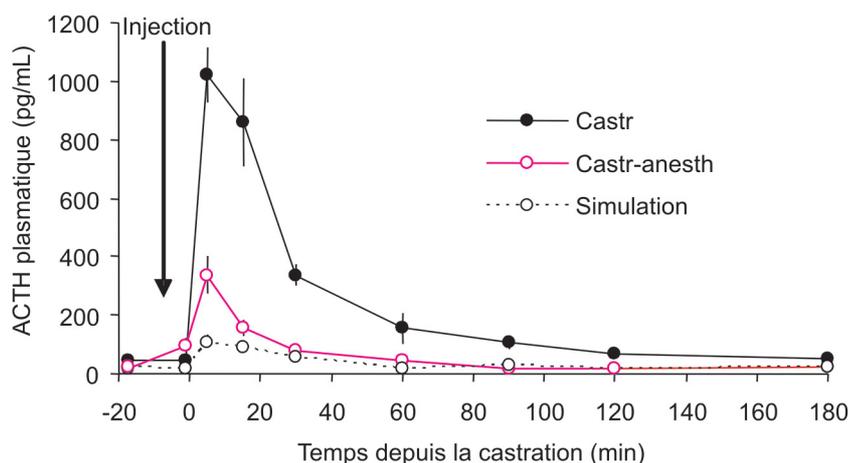
On peut légitimement se demander si l'injection de lidocaïne dans les testicules n'est pas douloureuse en elle-même, ce qui relativiserait l'effet bénéfique obtenu pendant la castration. En fait, on observe une légère élévation de l'ACTH après l'injection de lidocaïne,

**Figure 2.** Effets de l'anesthésie locale à la lidocaïne sur les vocalisations des porcelets pendant la castration chirurgicale (Marx et al 2003).



Castr : animaux castrés sans anesthésie ; Castr-anesth : animaux castrés après anesthésie locale par injection intra-testiculaire de lidocaïne ; Simulation : animaux manipulés non castrés et non anesthésiés ; Sim-anesth : animaux manipulés non castrés mais anesthésiés. Grogn. : grognements ; Couin. : couinements.

**Figure 3.** Effets de l'anesthésie locale à la lidocaïne sur les profils sanguins d'ACTH avant et après castration chirurgicale (Prunier non publié).



Castr : animaux castrés sans anesthésie ; Castr-anesth : animaux castrés après anesthésie locale par injection intra-testiculaire de lidocaïne ; Simulation : animaux non castrés non anesthésiés. La flèche indique le moment de l'anesthésie locale.

mais bien plus faible que celle observée après la castration avec ou sans anesthésie locale (Prunier non publié, figure 3). Ces réactions de douleur sont associées à l'acidité de la solution et il est possible de les réduire en neutralisant le pH (Waldmann *et al* 1994).

### 2.3 / Effets des antalgiques à effet prolongé

Concernant l'utilisation d'antalgiques à effet prolongé, il n'y a que très peu d'information disponible sur leur efficacité à réduire la douleur après castration et sur les effets secondaires éventuels comme les saignements. Une expérience préliminaire réalisée à l'INRA de Saint-Gilles indique que la flunixin administrée avant la castration et le jour suivant ne réduit pas la

libération d'ACTH et de cortisol au-delà de ce qui est obtenu avec l'anesthésie locale seule (Prunier *et al* non publié). Par ailleurs, l'administration orale d'aspirine avant la castration n'a pas d'effet sur la réduction du gain de poids observée le lendemain de la castration de très jeunes porcelets (McGlone *et al* 1993).

### 2.4 / Contraintes liées à l'utilisation des substances analgésiques

Tout d'abord, les produits utilisés doivent être sans risque pour les animaux et les opérateurs. Ensuite, les porcs étant destinés à la consommation humaine, l'emploi de médicaments est soumis à une législation très stricte de façon à protéger les consommateurs vis-à-vis d'éventuels résidus toxiques.

Les substances employées doivent figurer sur l'une des trois annexes du règlement n° 90-2377/CEE/modifié qui établit une procédure communautaire pour la fixation des limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments d'origine animale. Dans ce cadre, les analgésiques qui pourraient être utilisés sont la flunixin, l'acide acétylsalicylique (aspirine), le kétoprofène (anti-inflammatoires non stéroïdiens ayant une action antalgique prolongée) ; le paracétamol (antalgique) ; l'azapérone (sédatif), la kétamine (anesthésique général) ; la lidocaïne, la procaïne et la tétracaïne (anesthésiques locaux).

Ces produits ne peuvent être utilisés pour la castration des porcelets qu'à l'état de spécialité vétérinaire après avoir reçu une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour cette utilisation, en respectant les doses prescrites et, le cas échéant, le temps d'attente fixé par le résumé des caractéristiques du produit (RCP). Par ailleurs, certains actes ne peuvent être réalisés que par un vétérinaire et seraient considérés comme exercice illégal de la médecine ou de la chirurgie des animaux s'ils étaient pratiqués par l'éleveur (cf. Code Rural, article L243-1). Il en va ainsi de l'anesthésie générale. Le cas de l'anesthésie locale est ambigu. En effet, la castration des porcs est un acte chirurgical mais est autorisée par la loi (cf. Code Rural, article L243-2). On peut considérer que l'anesthésie locale (injection d'un anesthésique dans les testicules et/ou la poche scrotale) fait partie intégrante de cette intervention et admettre qu'elle puisse être pratiquée par l'éleveur. La dernière contrainte législative relative au stockage des médicaments rend impossible l'utilisation de nombreuses spécialités vétérinaires par l'éleveur.

Outre le coût des produits et de leur administration, il faudrait inclure le coût de la prescription par un vétérinaire, nécessaire pour la délivrance de ces produits, ou même de l'intervention du vétérinaire lorsqu'elle est nécessaire pour leur administration.

En prenant en compte toutes ces contraintes, il nous semble que les deux alternatives les plus facilement envisageables en élevage sont l'anesthésie générale au CO<sub>2</sub> et l'anesthésie locale sous lidocaïne, combinées avec un traitement anti-inflammatoire (quelques spécialités vétérinaires sont actuellement disponibles).

### 3 / Castration non chirurgicale

Au lieu d'essayer de réduire la douleur lors de la castration chirurgicale classique, on peut envisager de castrer les animaux par d'autres moyens. On peut chercher à détruire les tissus testiculaires par des composés chimiques ou inhiber la production des hormones qui contrôlent le développement testiculaire, soit en administrant des hormones exogènes qui exercent un rétrocontrôle négatif sur l'axe gonadotrope, soit en neutralisant les hormones endogènes par des anticorps spécifiques.

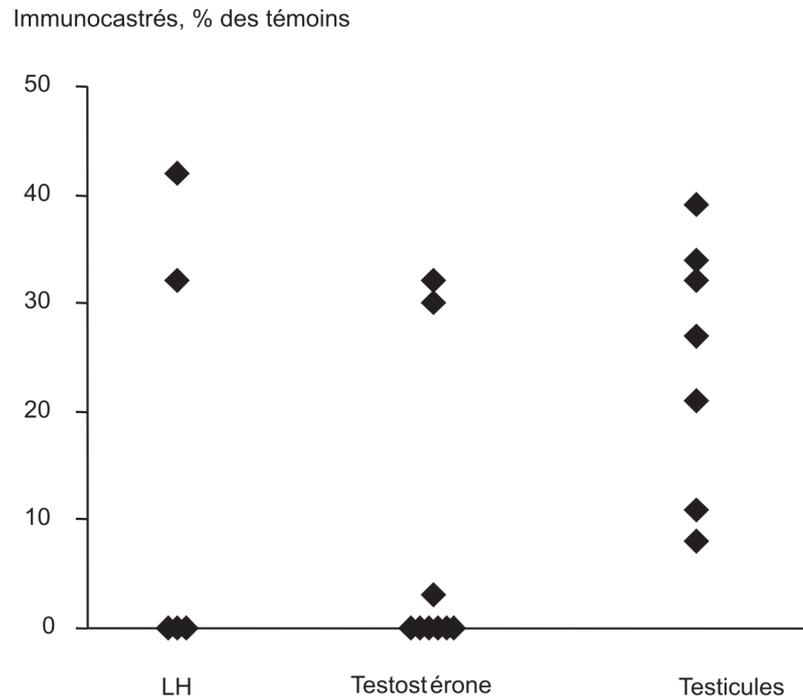
#### 3.1 / Destruction locale du tissu testiculaire par des composés chimiques

Plusieurs substances ont été testées dans différentes espèces pour détruire les tissus testiculaires : le formaldéhyde (bovin et mouton), l'acide lactique (bovin et porc), l'acide acétique (porc), les sels d'argent (porc) et de zinc (porc). La plupart des produits testés (acétate de zinc, acide lactique, formaldéhyde) appartiennent à l'annexe II du règlement n°90-2377 et ne posent pas de problème de résidus. Selon leurs promoteurs, ces substances présentent de très nombreux avantages : elles sont peu coûteuses, faciles à administrer, peu douloureuses, ne causent pas d'hémorragie et ont peu d'effets secondaires (les risques d'infection postopératoire sont faibles). Un examen attentif des données révèle cependant l'existence d'œdèmes testiculaires qui témoignent d'une inflammation probablement source de douleur (Giri *et al* 2002, Cohen *et al* 1990, 1991), des épидidymites (Gardner 1980) et des nécroses (Fordyce *et al* 1989). Ces anomalies mettent beaucoup de temps à disparaître. Dans ces études, l'évaluation de la douleur a été très insuffisante pour que l'on puisse conclure sur l'intérêt de ces méthodes par rapport à la castration chirurgicale avec ou sans anesthésie.

#### 3.2 / Inhibition de l'axe gonadotrope par des hormones exogènes

L'administration de stéroïdes ou d'agonistes des stéroïdes inhibe la sécrétion des stéroïdes testiculaires et permet de réduire l'incidence des odeurs sexuelles des viandes. Le même résultat peut être obtenu en administrant des agonistes du GnRH, hormone hypothalamique nécessaire au développement et au maintien de l'activité testiculaire.

**Figure 4.** Effets de l'immunocastration sur les niveaux d'hormones gonadotropes et sur le développement testiculaire : études utilisant de l'adjuvant de Freund et/ou de nombreuses administrations de l'immunogène.



Chaque point représente un lot expérimental d'animaux immunocastrés. D'après les résultats de Caraty et Bonneau (1986), Falvo *et al* (1986), Awoniyi *et al* (1988), Hagen *et al* (1988), Meloen *et al* (1994), Manns et Robbins (1997), Liu *et al* (2001), Metz *et al* (2002), Zeng *et al* (2002c), McCauley *et al* (2003).

Cette option impliquant l'administration d'hormones n'est cependant pas réaliste dans le contexte européen.

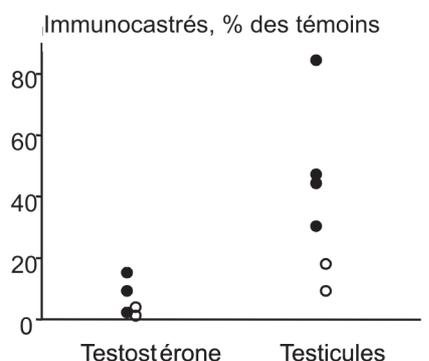
#### 3.3 / Immunocastration

On appelle «immunocastration» le procédé qui consiste à neutraliser, par des anticorps spécifiques, les hormones de l'axe gonadotrope (GnRH hypothalamique, LH hypophysaire) nécessaires au développement et au maintien de l'activité testiculaire. L'immunisation contre la LH étant peu efficace, cette technique fait appel aux anticorps dirigés contre le GnRH.

L'immunisation passive a été envisagée, mais la plupart des essais concernent une immunisation active contre le GnRH. Les études de faisabilité, utilisant de l'adjuvant de Freund et/ou des vaccinations répétées, ont démontré une inhibition du développement du tractus génital et une réduction drastique des niveaux plasmatiques de LH et de testostérone (figure 4). De telles procédures de vaccination ne sont cependant pas envisageables dans la pratique. Des méthodes de vaccination plus réalistes ont été développées par la suite, qui impliquent des adjuvants acceptables et seulement deux immuni-

sations. Deux stratégies ont été envisagées (figure 5). L'immunocastration précoce permet d'obtenir des résultats sans ambiguïté, faciles à apprécier sur la chaîne d'abattage du fait que le poids testiculaire est fortement réduit, mais les avantages économiques du mâle

**Figure 5.** Effets d'une immunocastration tardive (●) ou précoce (○) sur les niveaux de testostérone et le développement testiculaire : études utilisant des adjuvants acceptables et seulement deux administrations d'immunogène.



Chaque point représente un lot expérimental d'animaux immunocastrés. D'après les résultats de Bonneau *et al* (1994), Dunshea *et al* (2001), Turkstra *et al* (2002), Zeng *et al* (2002a), Cronin *et al* (2003), Oliver *et al* (2003), Jaros *et al* (2005).

entier (indice de consommation réduit et teneur en muscles de la carcasse augmentée) sont perdus (Turkstra *et al* 2002, Zeng *et al* 2002a). Par ailleurs, le dernier rappel du vaccin doit avoir lieu à une date optimale par rapport à l'abattage (ni trop tôt, ni trop tard) pour que le titrage en anticorps soit suffisant pour garantir une inhibition élevée de la sécrétion des hormones gonadotropes. L'immunocastration tardive permet de conserver une bonne part de ces meilleures performances (Bonneau *et al* 1994, Dunshea *et al* 2001, Cronin *et al* 2003, Oliver *et al* 2003) mais les différences de poids testiculaires ne sont probablement pas suffisantes pour servir de base de contrôle à l'efficacité de la vaccination.

Pendant la période de croissance-finition, le comportement des porcs immunocastrés est très similaire à celui des castrés (Cronin *et al* 2003). Comparativement aux mâles entiers, ils expriment moins de comportements d'agression et de monte et plus de comportements liés à l'alimentation.

Les niveaux d'androsténone et de scatol (figure 6), principaux composés responsables des odeurs sexuelles, sont fortement réduits après immunocastration (figure 6). Non seulement le niveau moyen, mais aussi la variabilité des teneurs, sont plus faibles que chez les mâles entiers.

La forte variabilité de la réponse immunitaire des animaux est un phénomène bien connu. De ce fait, certains animaux peuvent échapper à l'immunocastration (voir par exemple les résultats de Bonneau *et al* 1994 ou de Turkstra *et al* 2002) et on ne peut garantir l'absence d'odeurs sexuelles

que si chaque carcasse est contrôlée individuellement, de préférence sur la chaîne d'abattage. Comme on l'a vu ci-dessus, ce contrôle est facile dans le cas de l'immunocastration précoce. Chez les animaux soumis à l'immunocastration tardive, il est probable qu'il soit nécessaire de mesurer les niveaux d'odeurs sexuelles, ce qui peut s'avérer difficile (voir § 4.3). Des études à grande échelle ont montré que le pourcentage de porcs immunisés conservant des niveaux élevés de molécules odorantes est très faible.

L'efficacité de l'immunocastration pour réduire l'incidence des odeurs sexuelles doit être évaluée par rapport à l'efficacité de la pratique actuelle de castration systématique qui, dans la pratique, n'est pas totale. En effet, dans toute population porcine il existe une proportion d'animaux cryptorchides (0,3-0,8 %) ou intersexués (0,1-0,6 %, Backstrom et Henricson 1971). En outre, il n'est pas rare d'observer des animaux dont un seul testicule a été enlevé, le deuxième ayant migré tardivement dans le scrotum, après la période habituelle de castration. Tous ces animaux sont reconnus porteurs de fortes odeurs sexuelles. Ils présentent des niveaux élevés d'androsténone ou de 16-androstènes (Booth et Polge 1976, Pailhoux *et al* 1995). A notre connaissance, les teneurs en scatol n'ont jamais été mesurées chez ce type d'animal, mais, sur la base des connaissances disponibles, tout laisse penser que certains d'entre eux présentent des teneurs élevées. On peut faire l'hypothèse qu'ils répondraient à l'immunocastration comme les mâles entiers.

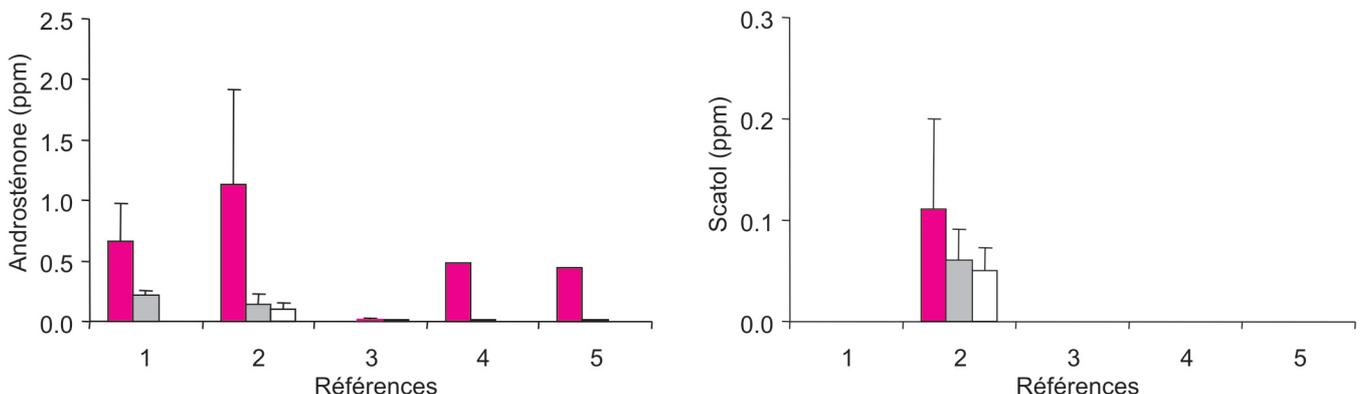
Il convient aussi d'évoquer les inconvénients potentiels de l'immuno-

castration. Le coût du traitement doit être comparé aux gains économiques attendus. Pour des animaux immunocastrés tardivement, il faudrait ajouter le coût d'un contrôle d'efficacité (voir ci-dessus). Les consommateurs pourraient être réticents à accepter l'immunocastration du fait qu'il s'agit d'un vaccin contre une hormone. Il faut aussi envisager les risques d'auto-injection chez les opérateurs. Enfin, l'existence possible de douleur ou d'inconfort liés directement à l'immunocastration n'a été que peu étudiée. Avec des vaccins aqueux, il y a peu de réaction au site d'injection (Dunshea *et al* 2001). Cependant, s'agissant d'un vaccin dirigé contre une hormone hypothalamique libérée au niveau de l'éminence médiane, l'hypothèse de dommages cellulaires à ce niveau a été testée par des chercheurs néerlandais. Cette équipe a décrit des lésions dans une première étude (Molenaar *et al* 1993) mais a démenti ultérieurement (Oonk *et al* 1995). Des observations réalisées chez le rat suggèrent l'absence d'effet nocif de l'immunisation contre le GnRH au niveau de l'éminence médiane (Vargas *et al* 2005).

## 4 / Production de porcs mâles entiers

Pour plus de détails sur cette question, le lecteur pourra se référer aux revues bibliographiques de Bonneau (1988), Xue *et al* (1997), Bonneau et Squires (2004), Squires et Bonneau (2004). Nous nous contenterons ici de décrire les grandes lignes des problématiques liées à l'élevage de porcs mâles entiers et de donner un éclairage sur les résultats les plus récents obtenus postérieurement à la publication des revues bibliographiques précitées.

**Figure 6.** Teneurs des gras en androsténone et en scatol observées chez des porcs mâles entiers (■), immunocastrés (■) ou castrés chirurgicalement (□) dans des études où le schéma d'immunisation visait une immunocastration tardive (études 1-3) ou précoce (études 4-5).



Les barres verticales représentent l'écart-type (non disponible pour les études 4-5). D'après les résultats de (1) Bonneau *et al* 1994 ; (2) Dunshea *et al* 2001 ; (3) Jaros *et al* 2005 ; (4) Turkstra *et al* 2002 ; (5) Zeng *et al* 2002b.

Abolir la castration des porcs mâles présente un certain nombre d'avantages et d'inconvénients, dont le principal est la présence d'odeurs sexuelles dans certaines viandes. La maîtrise de ce problème passe en particulier par une réduction des niveaux de composés malodorants dans les viandes et par la possibilité de détecter les carcasses et les viandes présentant des défauts d'odeurs marqués.

#### 4.1 / Avantages et inconvénients de la production de porcs mâles entiers

En sus d'éviter la douleur associée à la castration, les principaux avantages de la production de porcs mâles entiers sont les suivants :

- des coûts de production plus bas (suppression du travail de castration, indice de consommation réduit, parfois vitesse de croissance améliorée) ;
- des carcasses plus maigres ;
- une réduction des quantités d'azote exportées dans les effluents en raison de la meilleure rétention protéique ;
- une meilleure qualité nutritionnelle liée à une teneur en lipides plus faible et une plus forte proportion d'acides gras polyinsaturés.

Mais il faut aussi évoquer les inconvénients associés à la production de porcs mâles entiers :

- des conditions de bien-être dégradées pour les animaux dominés, du fait de l'augmentation sensible des comportements d'agression et de monte de la part des dominants (Cronin *et al* 2003) ;
- une fréquence accrue des défauts de carcasses dus à l'augmentation des bagarres. Ces défauts vont de taches superficielles à d'importantes meurtrissures ;
- un rendement à l'abattage plus faible à cause du poids du tractus génital ;
- des carcasses excessivement maigres, et un manque de cohésion entre les tissus musculaire et adipeux peuvent se rencontrer dans les génotypes les plus maigres ;
- une fréquence plus élevée de défauts de «viande sombre» (DFD) du fait que les mâles entiers sont plus actifs ;
- une viande qui peut être moins tendre, en lien avec une teneur réduite en lipides intramusculaires ;
- une détérioration de la qualité technologique des tissus adipeux du fait d'une plus forte teneur en eau et de la plus grande insaturation des acides

gras. Les gras de mâles entiers sont plus mous et moins résistants à l'oxydation ;

- la présence des odeurs sexuelles, déjà évoquée plus haut, qui constitue en fait l'obstacle majeur à l'élevage des porcs mâles entiers.

#### 4.2 / Maîtrise de la fréquence des odeurs sexuelles

Les niveaux de scatol des graisses peuvent être réduits *via* la nutrition et les conditions d'élevage, alors que la sélection génétique est plus efficace pour diminuer les niveaux d'androsténone. La revue la plus récente sur ces aspects est disponible à EFSA (2004).

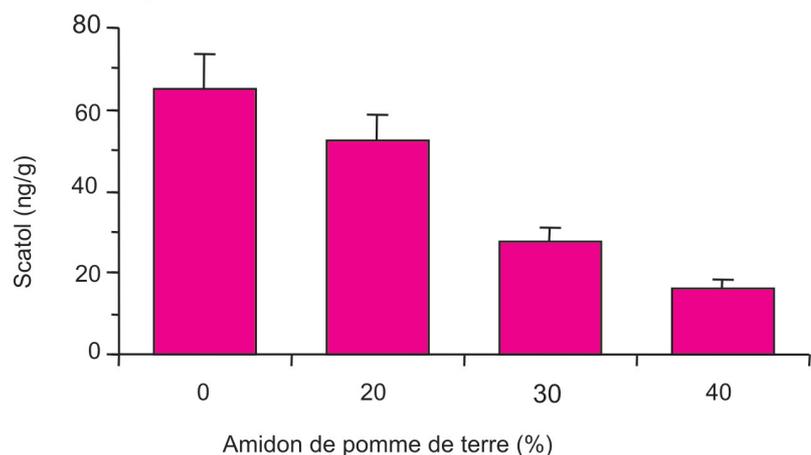
La  $\frac{1}{2}$  vie du scatol dans les graisses étant relativement courte (quelques heures), il suffit de réduire le dépôt de cette molécule pendant quelques jours avant l'abattage pour réduire sa teneur dans les viandes. De nombreuses méthodes ont un effet bénéfique : l'élevage des porcs sur caillebotis plutôt que sur sol plein, la distribution d'un aliment humide plutôt que sec, tenir les animaux propres et ne pas restreindre l'accès à l'eau de boisson. La distribution d'aliments riches en glucides fermentescibles (inuline, amidon cru,...) permet de réduire très efficacement la teneur en scatol des gras (Lösel et Claus 2005, figure 7). La supplémentation du régime par de la zéolite est également efficace, de même que la mise à jeun des animaux la veille de l'abattage. Le contrôle des conditions nutritionnelles et d'élevage est cependant insuffisant pour garantir l'absence d'animaux à forte teneur en scatol.

Plusieurs travaux semblent montrer l'existence d'un contrôle génétique de

la teneur en scatol des graisses chez le porc en relation avec le polymorphisme de certaines des enzymes impliquées dans sa dégradation hépatique (Lin *et al* 2004, Skinner *et al* 2005). La sélection directe de porcs à faible teneur en scatol (parce qu'ils le dégradent rapidement) est difficile à mettre en place car il faudrait placer les animaux dans des conditions favorables à la production de quantités importantes de scatol dans le gros intestin, ce qui est difficilement répétable. Disposer de marqueurs génétiques pour la capacité de dégradation du scatol serait donc très utile. La mise en évidence de QTLs pour le scatol (Lee *et al* 2005, Bidanel *et al* 2006) et l'identification d'un gène candidat pour le contrôle de la teneur en scatol (Skinner *et al* 2005) montrent que l'on peut espérer aboutir dans cette voie.

L'héritabilité de la teneur en androsténone des graisses est très élevée, entre 0,25 et 0,87 selon les études (Willeke *et al* 1993). Mais une sélection contre l'androsténone entraîne aussi une diminution de la production d'androgènes et d'œstrogènes et a des conséquences négatives sur la maturation sexuelle et les performances de reproduction des animaux collatéraux. Ce problème pourrait être partiellement résolu en utilisant un index de sélection qui associe à l'androsténone un critère de développement sexuel (Sellier et Bonneau 1988, Sellier *et al* 2000), mais ceci est difficilement envisageable dans la pratique. Là encore, il serait très utile de disposer de marqueurs génétiques, qui pourraient être basés sur des marqueurs de l'expression du cytochrome b5 (Davis et Squires 1999), sur l'identification de gènes majeurs (Fouilloux *et al* 1997) ou sur l'utilisation de QTLs (Quintanilla *et al* 2003, Lee *et al* 2005).

**Figure 7.** Teneurs en scatol des gras chez des porcs mâles entiers recevant des quantités variables d'amidon cru de pomme de terre dans leur ration pendant 2 à 3 semaines avant l'abattage (Lösel et Claus 2005).



La mise en œuvre d'un contrôle génétique des teneurs en androsténone et en scatol n'est pas une perspective à court terme. En effet, les marqueurs identifiés à ce jour sont peu polymorphes, le gène majeur identifié par analyse de ségrégation reste à localiser et, on ignore si les QTLs mis en évidence dans des croisements particuliers entre races européennes et chinoises sont en ségrégation dans les populations commerciales. L'identification de mutations causales constituerait un progrès important vers la mise en pratique du contrôle génétique des composés responsables des odeurs sexuelles.

Une immunisation spécifique contre l'androsténone permettrait de se débarrasser de ce composé, sans effet négatif sur la production d'androgènes et d'œstrogènes, qui promeuvent la croissance musculaire et l'efficacité alimentaire. Mais les résultats des études réalisées en ce sens ont été très décevants (Shenoy *et al* 1982, Williamson *et al* 1985).

### 4.3 / Evaluation des odeurs sexuelles sur la chaîne d'abattage

Actuellement, il n'existe pas de procédé fiable qui permette de garantir l'absence d'odeurs sexuelles sur tous les porcs mâles entiers ou même immunocastrés. Dans la plupart des pays, la production de tels animaux devrait sans doute s'accompagner de la mise en place d'une évaluation systématique des carcasses sur la chaîne d'abattage pour exclure les viandes défectueuses des circuits de commercialisation en frais. La mise en place d'une telle évaluation nécessite de définir des seuils d'acceptabilité universellement reconnus et de développer des méthodes rapides, à grand débit, peu coûteuses et fiables.

Sur la base des résultats obtenus avec des jurys de dégustation entraînés, on considère généralement que les seuils d'acceptabilité se situent vers 0,20-0,25 ppm pour le scatol et, entre 0,5 et 1 ppm pour l'androsténone (Bonneau 1993). Les jurys entraînés ne sont pas réellement représentatifs des consommateurs, mais il est très difficile d'éta-

blir des seuils d'acceptabilité à partir d'enquête auprès des consommateurs car leurs réponses sont trop «bruitées». Une approche plus réaliste consisterait à tenter de modéliser la proportion de consommateurs insatisfaits en fonction des teneurs en composés malodorants (Bonneau *et al* 2000).

Pour ce qui concerne les procédures d'évaluation sur la chaîne d'abattage, il est irréaliste de vouloir faire appel à une évaluation sensorielle par un opérateur humain car cette méthode est extrêmement peu répétable. Des procédés de mesure objective ont été testés ou sont en cours de développement (revue récente disponible dans EFSA, 2004) mais il n'existe à l'heure actuelle aucune méthode satisfaisante.

## Conclusions

La castration chirurgicale des porcelets sans anesthésie, telle qu'elle est pratiquée actuellement, pourrait être interdite à terme, du fait que cette pratique est douloureuse. Si l'on excepte les quelques pays qui produisent actuellement des porcs mâles entiers à grande échelle, les filières de production porcine ne disposent actuellement d'aucune solution pour faire face à cette interdiction potentielle. Dans les pays où l'on ne castré plus, on observe des plaintes de plus en plus nombreuses de la part des consommateurs car la fréquence des odeurs sexuelles est à la hausse, en lien avec l'augmentation générale des poids d'abattage.

Il est raisonnable d'envisager que la réglementation européenne évolue vers une interdiction de la pratique actuelle de la castration chirurgicale sans anesthésie. Les filières de production porcines devraient anticiper un tel changement. Les voies à explorer qui nous semblent les plus réalistes à l'heure actuelle sont :

– la castration chirurgicale avec anesthésie et analgésie prolongée, sous réserve que des études à grande échelle démontrent l'absence d'effets secondaires et que les coûts de mise en œuvre soient raisonnables. En ce sens, la question de savoir si de telles procédures doivent obligatoirement être mises en

œuvre par des vétérinaires est tout à fait centrale. Dans tous les cas de figure, l'adoption de cette procédure se traduirait par une augmentation des coûts par rapport à la situation actuelle.

– L'immunocastration est une voie possible, qui a fait la preuve de son efficacité sur le plan technique, même s'il reste des inconnues relatives à la proportion d'animaux ne répondant pas à la vaccination. Ses effets sur le bien-être de l'animal sont encore trop peu documentés et il faudra s'assurer de l'acceptabilité de cette procédure par le grand public. Les conséquences en termes de coût de production sont à évaluer en fonction du prix de vente des doses de vaccin. Un vaccin commercial est déjà utilisé en Australie et en Nouvelle-Zélande, mais aucun n'a encore reçu d'autorisation de mise sur le marché en Europe.

– La production de porcs mâles entiers ne peut être envisagée que si l'on est capable de garantir que la fréquence des odeurs sexuelles ne sera pas plus élevée qu'actuellement. Le contrôle de l'alimentation et des conditions d'élevage permet de réduire les teneurs en scatol, mais de manière insuffisante, et n'a que peu d'effet sur l'androsténone. La sélection d'animaux indemnes d'odeurs sexuelles ne peut s'envisager de façon réaliste qu'avec l'aide de marqueurs moléculaires qui restent à identifier.

En résumé, l'interdiction de la castration, telle qu'elle est pratiquée actuellement, poserait de graves problèmes à la filière porcine qui doit se préparer aux évolutions prévisibles de la réglementation. Sur la base des connaissances actuelles, on peut définir des pistes d'évolution sérieuses et prometteuses qui méritent d'être explorées.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Louis Pinault (Pr. Emérite, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes) et Mme Kolf-Clauw (Pr. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) pour leur lecture critique du manuscrit et les informations relatives à la castration chirurgicale avec analgésie.

## Références

- Awoniyi C.A., Chandrashekar V., Arthur R.D., Schanbacher B.D., Amador A.G., Falvo R.E., 1988. Pituitary and Leydig cell function in boars actively immunized against gonadotrophin-releasing hormone. *J. Reprod. Fertil.*, 84, 295-302.
- Babol J., Squires E.J., 1995. Quality of meat from entire male pigs. *Food Res. Int.*, 28, 201-212.
- Backstrom L., Henricson B., 1971. Intersexuality in the pig. *Acta Vet. Scand.*, 12, 257-273.
- Bidanel J.P., Riquet J., Gruand J., Squires J., Bonneau M., Milan D., 2006. Detection of quantitative trait loci for skatole levels in Meishan x Large White F2 pigs. 8<sup>th</sup> World Congr Genet. Applied Liv. Prod., 13-18 August, Belo Horizonte, Brazil.
- Bonneau M., 1988. Qualités des viandes de porc mâle entier : voies de recherches et perspectives. *Journ. Rech. Porcine Fr.*, 20, 291-296.
- Bonneau M., 1993. Effects of different compounds on boar taint. 44<sup>th</sup> Ann. Meet. EAAP, Aarhus, Denmark, 16-19 August, P2.3, 326-327.
- Bonneau M., 1998. Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Sci.*, 49 (suppl. 1), S257-S272.
- Bonneau M., Squires J., 2004. Boar taint: Causes and measurement. In: *Encyclopedia of Meat Sciences*. W.K. Jensen, C. Devine, M. Dikemann (Eds), Elsevier, Oxford, 91-96.
- Bonneau M., Dufour R., Chouvet C., Roulet C., Squires E.J., 1994. The effects of immunization against Luteinizing Hormone-Releasing Hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. *J. Anim. Sci.*, 72, 14-20.
- Bonneau M., Walstra P., Claudi-Magnussen C., Kempster A.J., Tornberg E., Fischer K., Diestre A., Siret F., Chevillon P., Claus R., Dijkstra G.B., Punter P., Matthews K.R., Agerhem H., Béague M. P., Oliver M.A., Gispert M., Weiler U., von Seth G., Leask H., Font I Furnols M., Homer D.B., Cook G.L., 2000. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting out carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Meat Sci.*, 54, 285-295.
- Booth W., Polge C., 1976. The occurrence of C19 steroids in testicular tissue and submaxillary glands of intersex pigs in relation to morphological characteristics. *J. Reprod. Fertil.*, 46, 115-121.
- Caraty A., Bonneau M., 1986. Immunisation active du porc mâle contre la gonadolibérine : effets sur la sécrétion d'hormones gonadotropes et sur la teneur en 5-alpha-androst-16-ène-3-one du tissu adipeux. *C. R. Séanc. Acad. Sci. Paris, Série D*, 303, 673-676.
- Cohen R.D.H., King B.D., Thomas L.R., Janzen, E.D., 1990. Efficacy and stress of chemical versus surgical castration of cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 70, 1063-1072.
- Cohen R.D.H., King B.D., Janzen E.D., Hunter, P.S.W., 1991. Efficacy of chemical castration and effects of age at castration and implant regime on growth rate, testicular measurements and testosterone levels of beef calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 71, 1-11.
- Cronin G.M., Dunshea R., Butler K. L., McCauley I., Barnett J.L., Hemsworth P.H., 2003. The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 81, 111-126.
- Davis S.M., Squires E.J., 1999. Association of cytochrome b5 with 16-androstene steroid synthesis in the testis and accumulation in the fat of male pigs. *J. Anim. Sci.*, 77, 1230-1235.
- de Kruijf J.M., Welling A.A., 1988. Incidence of chronic inflammations in gilts and castrated boars. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 113, 415-417.
- Dunshea F.R., Colantoni C., Howard K., McCauley I., Jackson P., Long K.A., Lopatnicki S., Nugent E.A., Simons J.A., Walker J., Hennessy D.P., 2001. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.*, 79, 2524-2535.
- EFSA, 2004. Welfare aspects of the castration of piglets. Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of Piglets. European Food Safety Authority- AHAW/04- 087. [http://www.efsa.eu.int/science/ahaw/ahaw\\_opinions/512\\_it.html](http://www.efsa.eu.int/science/ahaw/ahaw_opinions/512_it.html)
- Falvo R.E., Chandrashekar V., Arthur R.D., Kuentler A.R., Hasson T., Awoniyi C., Schanbacher B.D., 1986. Effect of active immunization against LHRH or LH in boars: reproductive consequences and performance traits. *J. Anim. Sci.*, 63, 986-994.
- Fordyce G., Hodge, P.B., Beaman N.J., Laing A.R., Campero C., Shepherd R.K., 1989. An evaluation of calf castration by intra-testicular injection of a lactic acid solution. *Austr. Vet. J.*, 66, 272-276.
- Fouilloux M.N., Le Roy P., Gruand J., Renard C., Sellier P., Bonneau M., 1997. Support for single major genes influencing fat androstenone level and development of bulbo-urethral glands in young boars. *Genet. Select. Evol.*, 29, 357-366.
- Gardner I.A., 1980. Sclerosing sterilisation in bulls. *New South Wales Vet. Proc.*, 16, 60-61.
- Giri S.C., Yadav B.P.S., Panda S.K., 2002. Chemical castration in pigs. *Ind. J. Anim. Sci.*, 72, 451-453.
- Hagen G., Andresen O., Framstad T., Blichfield T., Berg, K.A., 1988. Effects of immunisation of young boars against gonadotropin-releasing hormone. *Proc. 11<sup>th</sup> Congr. Anim. Reprod. Art. Ins.*, Dublin, Irlande, 493-495.
- Hay M., Vulin A., Genin S., Sales P., Prunier A., 2003. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 82, 201-218.
- Jaros P., Bürgi E., Stärk K.D.C., Claus R., Hennessy D., Thun R., 2005. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 92, 31-38.
- Kohler I., Moens Y., Busato A., Blum J., Schatzmann U., 1998. Inhalation anaesthesia for the castration of piglets: CO2 compared to halothane. *J. Vet. Med., Series A*, 45, 625-633.
- Lee G.J., Archibald A.L., Law A.S., Lloyd S., Wood J., Haley C.S., 2005. Detection of quantitative trait loci for androstenone, skatole and boar taint in a cross between Large White and Meishan pigs. *Anim. Genet.*, 36, 14-22.
- Lessard M., Taylor A.A., Braithwaite L., Weary D.M., 2002. Humoral and cellular immune responses of piglets after castration at different ages. *Can. J. Anim. Sci.*, 82, 519-526.
- Liu C.Y., Cheng L.C., Yang P.C., Chang T.Y., Shen M., Finstad C.L., Wang C.Y., 2001. Effects of immunization against LHRH on growth performance, sex characteristics and meat quality of intact male pigs. *J. Anim. Sci.*, 79 (suppl. 1), 51-100.
- Lin Z., Lou Y., Squires J.E., 2004. Molecular cloning and functional analysis of porcine SULT1A1 gene and its variant: a single mutation SULT1A1 causes a significant decrease in sulfation activity. *Mammalian Genome*, 15, 218-226.
- Lösel D., Claus R., 2005. Dose-dependent effects of resistant potato starch in the diet on intestinal skatole formation and adipose tissue accumulation in the pig. *J. Vet. Med., Serie A*, 52, 209-212.
- Manns J.G., Robbins S.R., 1997. Prevention of boar taint with a recombinant based GnRH vaccine. In: *Boar taint in entire male pigs...* M. Bonneau, K. Lundström, B. Malmfors (Eds). EAAP Publication, 92, 137-140.
- Marx G., Horn T., Thielebein J., Knubel B., von Borell E., 2003. Analysis of pain-related vocalization in young pigs. *J. Sound Vibr.*, 266, 687-698.
- McCauley I., Watt M., Suster D., Kerton D.J., Oliver W.T., Harrell R.J., Dunshea F.R., 2003. A GnRF vaccine (Improvac®) and porcine somatotropin (Reporcin®) have synergistic effects upon growth performance in both boars and gilts. *Austr. J. Agric. Res.*, 54, 11-20.
- McGlone J.J., Hellman J.M., 1988. Local and general anesthetic effects on behavior and performance of two- and seven-week-old castrated and uncastrated piglets. *J. Anim. Sci.*, 66, 3049-3058.
- McGlone J.J., Nicholson R.I., Hellman J.M., Herzog D.N., 1993. The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioural changes. *J. Anim. Sci.*, 71, 1441-1446.
- Meloen R.H., Turkstra J.A., Lankhof H., Puijk W.C., Schaaper W.M.M., Dijkstra G., Wensing C.J.G., Oonk R.B., 1994. Efficient immunocastration of male piglets by immunoneutralization of GnRH, using a new GnRH-like peptide. *Vaccine*, 12, 741-746.
- Metz C., Hohl K., Waidelich S., Drochner W., Claus R., 2002. Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention. *Livest. Prod. Sci.*, 74, 147-157.
- Molenaar G.J., Lugard-Kok C., Meloen R.H., Oonk R.B., De Koning J., Wensing C.J., 1993. Lesions in the hypothalamus after active immunisation against GnRH in the pig. *J. Neuroimmunology*, 48, 1-11.
- Nyborg P.Y., Sorig A., Lykkegaard K., Svendsen O., 2000. Nociception after castration of juvenile pigs determined by quantitative estimation of c-Fos expressing neurons in the spinal cord dorsal horn. *Dansk Veterinaertidsskrift*, 83, 16-17.

- Oliver W.T., McCauley I., Harrell R.J., Suster D., Kerton D.J., Dunshea F.R., 2003. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *J. Anim. Sci.*, 81, 1959-1966.
- Oonk R.B., Turkstra J.A., Schaaper W.M.M., Meloen R.H., 1993. Further experience with anti-GNRH vaccines in male pigs. Proc. EAAP Working Group Production and utilisation of meat from entire male pigs. Milton (GB), 27-29/09/1995.
- Pailhoux E., Cotinot C., Popescu P., Dando P., Gogué J., Legault C., 1995. L'intersexualité chez le porc : aspects physiologiques et génétiques. *Journ. Rech. Porcine Fr.*, 27, 81-86.
- Prunier A., Hay M., Servièrre J., 2002. Evaluation et prévention de la douleur induite par les interventions de convenue chez le porcelet. *Journ. Rech. Porcine Fr.*, 34, 257-268.
- Prunier A., Mounier A.M., Hay M., 2005. Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *J. Anim. Sci.*, 83, 216-222.
- Prunier A., Bonneau M., Borell von E.H., Cinotti S., Gunn M., Fredriksen B., Giersing M., Morton D.B., Tuytens F.A.M., Velarde A., 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and evaluation of non-surgical methods. *Anim. Welfare*, 15, 277-289.
- Quintanilla R., Demeure O., Bidanel J.P., Milan D., Iannuccelli N., Amigues Y., Gruand J., Renard C., Chevalot C., Bonneau M., 2003. Detection of quantitative trait loci for fat androstenone levels in pigs. *J. Anim. Sci.*, 81, 385-394.
- Ranheim B., Haga H.A., Andresen O., Ingebrigtsen K., 2003. Distribution of radioactive lidocaine injected into the testes in piglets: preliminary results. 8<sup>th</sup> Word Cong. Vet. Anesthesia, Knoxville TN, 209.
- Schönreiter S., Lohmuller V., Huber H., Zanella A.J., Unshelm J., Erhardt W., 2000. Effects of the CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-anaesthesia on behaviour, beta-endorphin- and cortisol concentrations of male piglets after castration. *KTBL-Schrift*, 391, 137-145.
- Sellier P., Bonneau M., 1988. Genetic relationships between fat androstenone level in males and development of male and female genital tract in pigs. *J. Anim. Breed. Genet.*, 105, 11-20.
- Sellier P., Le Roy P., Fouilloux M.N., Gruand J., Bonneau M., 2000. Responses to restricted index selection and genetic parameters for fat androstenone level and sexual maturity status of young boars. *Livest. Prod. Sci.*, 63, 265-274.
- Shenoy, E.V.B., Daniel, M.J., Box, P.G., 1982. The boar taint steroid 5 $\alpha$ -andro-16en-3one: an immunisation trial. *Acta Endocrin.*, 100, 131-136
- Skinner T. M., Doran E., McGivan J. D., Haley C. S., Archibald A. L., 2005. Cloning and mapping of the porcine cytochrome-p450 2E1 gene and its association with skatole levels in the domestic pig. *Anim. Genet.*, 36, 417-422.
- Squires J., Bonneau M., 2004. Boar taint: Control. In: *Encyclopedia of Meat Sciences*. W.K. Jensen, C. Devine, M. Dikemann (Eds), Elsevier, Oxford, 97-103.
- Taylor A.A., Weary D.M., 2000. Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 70, 17-26.
- Tielen M.J.M., 1974. De frekwentie en de zoötechnische precentie van long-en leveraandoeningen bij varkens. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 74(7)*, 141p. *Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen*.
- Turkstra J.A., Zeng X.Y., van Diepen J.Th.M., Jongbloed A.W., Oonk H.B., van de Wiel D.F.M., Meloen R.H., 2002. Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response. *J. Anim. Sci.*, 80, 2953-2959.
- Vargas L., Sewell R., Marshall A., Galatioto J., Tsang Y.Y., Catterall J.F., Hunnicut G.R., 2005. Immune complex deposition in adult male Sprague-Dawley rats chronically immunized with GnRH. *Am. J. Reprod. Immunol.*, 54, 292-310.
- Waldmann K.H., Otto K., Bollwahn W., 1994. Castration of piglets – pain and anaesthesia. *Deutsche Tierärztl. Wochenschrift*, 101, 105-109.
- Wemelsfelder F., van Putten G., 1985. B-260 Zeist: Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek «Schoonoord», 61p.
- White R.G., Deshazer J.A., Tressler C.J., Borchert G.M., Davey S., Waninge A., Parkhurst A.M., Milanuk M.J., Clemens E.T., 1995. Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without local anesthetic. *J. Anim. Sci.*, 73, 381-386.
- Willeke H., Claus R., Muller E., Pirchner F., Karg H., 1993. Possibilities of breeding for low 5 $\alpha$ -androstenone content in pigs. *Pig News Inf.*, 14, 31N-33N.
- Williamson, E.D., Patterson, R.L.S., Buxton, E.R., Mitchell, K.G., Partridge, I.G., and Walker, N., 1985. Immunisation against 5 $\alpha$  androstenone in boars. *Livest. Prod. Sci.*, 12, 251-264.
- Xue J.L., Dial G.D., Pettigrew J.E., 1997. Performance, carcass and meat quality advantages of boars over castrates: a literature review. *Swine Health and Production*, 5, 21-28.
- Zeng X.Y., Turkstra J.A., Jungbloed A.W., van Diepen J.Th.M., Meloen R.H., Oonk H.B., Guo D.Z., van de Wiel D.F.M., 2002a. Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high- and low- energy diets. *Livest. Prod. Sci.*, 77, 1-11.
- Zeng X.Y., Turkstra J.A., Tsigos A., Meloen R.H., Liu X.Y., Chen F.Q., Schaaper W.M.M., Oonk H.B. (Ria), Guo D.Z., van de Wiel D.F.M., 2002b. Effects of active immunization against GnRH on serum LH, inhibin A, sexual development and growth rate in Chinese female pigs. *Theriogenology*, 58, 1315-1326.
- Zeng X., Turkstra J., Meloen R., Liu X., Chen F., Schaaper W., Oonk H., Guo D., Wiel D., 2002c. Active immunization against gonadotropin-releasing hormone in Chinese male pigs: effects of dose on antibody titer, hormone levels and sexual development. *Anim. Reprod. Sci.*, 70, 223-233.

## Résumé

Dans la plupart des pays, les porcelets mâles sont castrés par voie chirurgicale pour éviter les odeurs sexuelles, lors de la cuisson des viandes, qui sont dues essentiellement à l'androstenone et au scatol. Cette intervention peut légalement être réalisée par l'éleveur sur les porcelets jusqu'à 7 jours d'âge mais pourrait être interdite dans un avenir proche pour des raisons éthiques car elle est très douloureuse. Une alternative consisterait à réduire fortement la douleur liée à la castration. Compte tenu des nombreuses contraintes auxquelles sont soumis les élevages de porcs, très peu de solutions existent. L'une d'elles serait d'associer une anesthésie locale à la lidocaïne avec un traitement antalgique par un anti-inflammatoire. Alternativement, la castration chirurgicale pourrait être remplacée par l'immunocastration ou par la destruction du tissu testiculaire avec des sels minéraux. L'alternative la plus documentée consisterait à immuniser les porcs mâles contre le GnRH mais il n'existe actuellement aucun vaccin ayant un agrément dans l'UE. Par ailleurs, l'acceptabilité par les consommateurs et les conséquences de cette technique sur le bien-être des animaux sont mal connus. L'élevage de porcs mâles entiers pourrait être envisagé mais suppose de réduire le risque d'odeur sexuelle dans la viande et de pouvoir trier les carcasses défectueuses. Les teneurs en scatol et surtout en androstenone pourraient être diminuées par la sélection génétique. La mise en place de conduites d'élevage et de régimes alimentaires appropriés pourrait contribuer à réduire davantage les teneurs en scatol. En conclusion, l'interdiction de la castration chirurgicale poserait de graves problèmes à la filière porcine du fait de l'absence de solution alternative opérationnelle.

## Abstract

---

### *Alternatives to piglet castration.*

In most countries, male piglets are castrated to prevent boar taint in meat due essentially to androstenone and skatole. Surgical castration is legally performed without analgesia until 7 days of age, but could be banned in the future since it is very painful. One solution could be to relieve the pain, using anaesthesia and pre-emptive analgesia. Taking into account the numerous constraints for the use of drugs on pig farms, very few solutions exist. One of them is to combine local anaesthesia with lidocaine and prolonged analgesia with an anti-inflammatory drug. Alternatively, surgical castration could be replaced by immunocastration or local destruction of testicular tissue by salts. The most documented solution is to immunise male pigs against GnRH but there are currently no licensed products in the EU. Moreover, the consumer acceptability of the method and its consequences on the welfare of pigs are poorly known. Raising entire males could also be considered, provided that it is possible to decrease the incidence of boar taint and to sort out tainted carcasses. Skatole and mainly androstenone levels could be lowered by genetic selection. Further decrease in skatole could be achieved via adapted management and nutrition. Regarding carcass sorting, new methods are under evaluation. In conclusion, banning of surgical castration would cause serious problems to the pig industry that it is not yet prepared to handle.

PRUNIER A., BONNEAU M., 2006. Y a-t-il des alternatives à la castration chirurgicale des porcelets ? INRA Prod. Anim., 19, 347-356.