

La castration du porc par vaccination

Michel Bonneau

Les odeurs sexuelles des viandes de porc mâle entier

L'élevage de porcs mâles entiers pour la production de viande offre un certain nombre d'avantages [1], parmi lesquels :

- l'absence de castration, ce qui peut être considéré favorablement du point de vue du bien-être de l'animal ;
- une meilleure efficacité alimentaire, ce qui réduit fortement les coûts de production ;
- une réduction de la quantité d'azote gaspillée dans les déjections et rejetée dans l'environnement ;
- une amélioration du rapport muscle/gras dans la carcasse, ce qui accroît le prix de vente.

Pourtant, à l'exception de quelques pays (par exemple Royaume-Uni, Irlande, Espagne et, pour partie, Danemark), il n'est pas courant d'utiliser des porcs mâles non castrés pour la production de viande. Cela tient au fait que certains de ces porcs présentent des odeurs désagréables, qualifiées « d'odeurs sexuelles », qui se manifestent lors de la cuisson de la viande. Elles résultent de la présence dans les graisses de stéroïdes malodorants, d'origine testiculaire, les 16-androstènes [2]. L'un d'eux en particulier, l'androsténone (5α -androst-16-ène-3-one), qui présente une odeur urinaire puissante, est retrouvé dans les graisses corporelles de l'animal à des concentrations de l'ordre du ppm [3].

Par rapport à une castration précoce, telle qu'elle est pratiquée dans la plupart des pays, une castration tardive

permettrait de bénéficier, pendant la plus grande partie de la croissance de l'animal, des sécrétions testiculaires d'androgènes et d'œstrogènes qui sont responsables des meilleures performances de l'animal entier. Il suffit, en effet, de castrer l'animal deux à trois semaines avant l'abattage pour que les teneurs en androsténone diminuent jusqu'à des niveaux acceptables ([4] et *figure 1*). Cependant, dans la pratique de l'élevage, il n'est pas envisageable de castrer par voie chirurgicale des porcs mâles d'un poids voisin de 90 kg. Une telle solution ne serait acceptable ni sur le plan économique (coûts de la main-d'œuvre, pertes sur animaux, ralentissement de croissance), ni sur le plan éthique (souffrance des animaux).

Les possibilités offertes par l'immunisation anti-LH-RH

L'intensité de la sécrétion des stéroïdes testiculaires, qu'il s'agisse des androgènes, des œstrogènes ou des 16-androstènes, est régulée par la LH (*luteinizing hormone*) qui est elle-même sous la dépendance du LH-RH (*luteinizing hormone-releasing hormone*). La neutralisation du LH-RH devrait permettre d'inhiber la sécrétion de LH et, donc, celle des stéroïdes testiculaires.

La plupart des études ont utilisé le principe de l'immunisation active. L'injection de LH-RH couplé à de l'albumine sérique bovine, en présence d'adjuvant de Freund complet, permet d'obtenir, chez le porc mâle entier, une production significative d'anticorps anti-LR-RH (*figure 2a*). Les concentra-

tions plasmatiques de LH chutent chez les animaux immunisés alors qu'elles augmentent avec l'âge chez les porcs témoins (*figure 2b*). La moyenne et la variabilité des teneurs en androsténone des graisses sont fortement réduites chez les animaux immunisés (*figure 2c*). Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres auteurs [5-7] utilisant la même approche.

Des porcs mâles, immunisés contre le LH-RH couplé à de l'albumine sérique humaine à 84 jours (avec de l'adjuvant de Freund complet) puis à 112 et à 126 jours d'âge (avec de l'adjuvant de Freund incomplet), présentent une vitesse de croissance qui ne diffère pas significativement de celle des porcs témoins recevant de l'adjuvant de Freund seul, mais leur carcasse est beaucoup plus grasse [5]. Dans cette même étude, le développement de l'appareil génital a été fortement réduit chez les animaux immunisés (*figure 3*).

Chez des porcs mâles adultes, l'immunisation active anti-LH-RH entraîne une diminution des concentrations

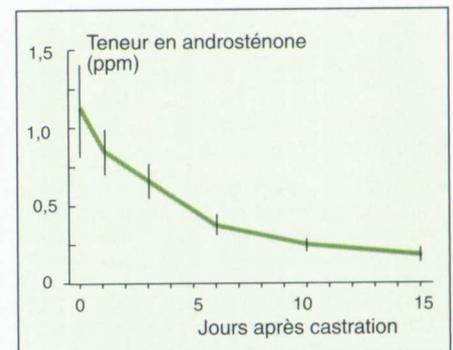


Figure 1. Évolution des teneurs en androsténone des graisses après castration chirurgicale chez le porc mâle (d'après [13]).

Figure 1. Changes in fat androstenone levels following surgical castration in entire male pigs.

plasmatiques de LH et de testostérone, une décroissance de l'ardeur sexuelle et une réduction du volume de l'éjaculat, accompagnée d'une oligospermie marquée [8].

Le principe de l'immunisation passive anti-LH-RH a été également exploré [9]. L'administration d'anticorps monoclonaux anti-LH-RH permet de réduire la sécrétion de LH chez des cochettes. Les anticorps administrés restent présents pendant au moins trois semaines, ce qui est compatible avec le but recherché chez les mâles entiers. Il reste cependant à obtenir des anti-

corps qui possèdent une affinité suffisante pour que la méthode soit réalisable en pratique.

Ainsi, l'immunisation anti-LH-RH permet d'obtenir une véritable castration des animaux, avec réduction importante des fonctions endocrine (production de stéroïdes) et exocrine (production de gamètes) des testicules. Cette castration est cependant réversible. En effet, chez des porcs adultes, le comportement sexuel, le volume de l'éjaculat et le nombre de spermatozoïdes reviennent à des valeurs normales dès que le titre d'anticorps anti-LH-RH s'abaisse jusqu'à devenir indétectable [8].

L'immunisation anti-LH-RH semble pouvoir être utilisable dans la pratique de l'élevage

L'immunisation anti-LH-RH telle qu'elle a été pratiquée dans les études précédemment citées n'est pas utilisable en pratique, en raison de la présence d'adjuvant de Freund qui cause des lésions à l'animal, peut retarder sa croissance et est incompatible avec l'inspection sanitaire des carcasses. Par ailleurs, l'effet de castration ne doit pas être obtenu trop tôt sous peine de perdre l'essentiel des avantages liés aux

secrétions des androgènes et des œstrogènes. Enfin, il n'est pas envisageable de procéder à des injections répétées de vaccin, car le surplus de travail qui en résulterait entraînerait un accroissement des coûts, réduisant d'autant les avantages économiques liés à la suppression de la castration précoce.

Un nouveau procédé de vaccination anti-LH-RH chez le porc mâle a été mis au point : il prévoit deux vaccinations [10]. La première, effectuée chez l'animal jeune, utilise un adjuvant huileux et peut être éventuellement couplée à d'autres vaccinations opérées en routine contre des agents pathogènes. La seconde est effectuée deux à trois semaines avant l'abattage et utilise un adjuvant aqueux. Le vaccin est injecté en intra-dermique par un appareil à haute pression sans aiguille.

Une expérience pilote a été réalisée sur 60 animaux avec administration du vaccin à 29 kg puis à 89 kg, les porcs étant abattus à 105 kg de poids vif [11]. Les porcs mâles immunisés étaient comparés à des porcs mâles entiers témoins et à des porcs mâles castrés précocement, ces deux derniers groupes d'animaux ne recevant aucune injection. La vaccination anti-LH-RH ainsi pratiquée n'a laissé aucune trace visible au point d'injection au moment de l'abattage des animaux. Le développement de l'appareil génital a été réduit chez les animaux immunisés par rapport aux témoins (figure 4), mais dans une moindre proportion que dans les expériences précédentes (figure 3).

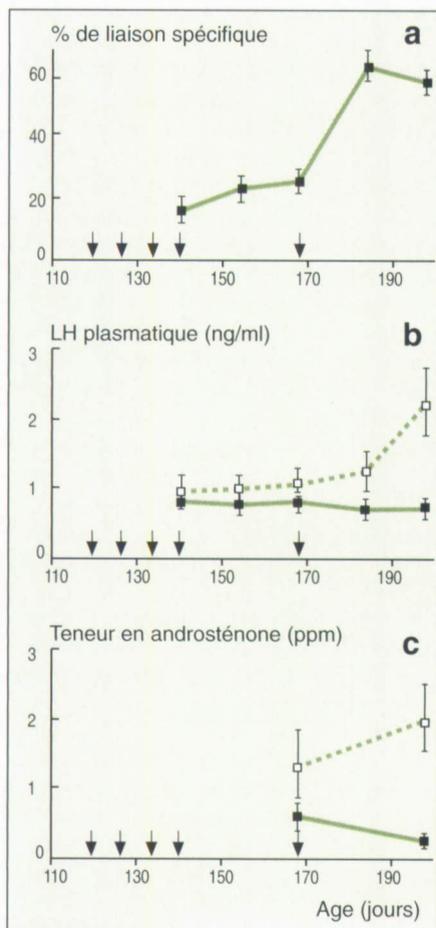


Figure 2. Évolution avec l'âge des titres d'anticorps anti-LH-RH (a), des concentrations plasmatiques de LH (b) et des concentrations en androsténone des graisses (c) chez des porcs mâles témoins (---□---) ou immunisés contre le LH-RH (—■—). Les flèches indiquent les moments de l'injection de vaccin anti-LH-RH (d'après [14]).

Figure 2. Age-related changes in anti-LH-RH antibody titers (a), plasma LH concentrations (b) and fat androstenone levels (c) in control (---□---) or LH-RH-immunized (—■—) entire male pigs. Arrows indicate time of injection of the anti-LH-RH vaccine.

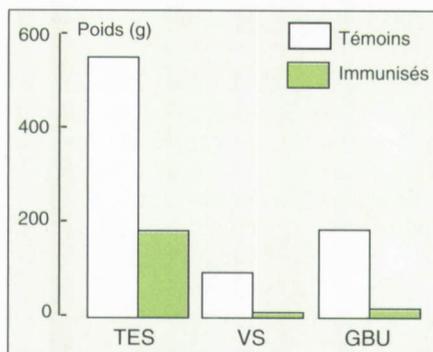


Figure 3. Développement de l'appareil génital chez des porcs mâles entiers témoins ou immunisés contre le LH-RH (d'après [5]). TES = testicules ; VS = vésicules séminales ; GBU = glandes bulbo-urétrales.

Figure 3. Genital tract development in control or LH-RH-immunized entire male pigs. TES = testes ; VS = seminal vesicles ; GBU = bulbo-urethral glands.

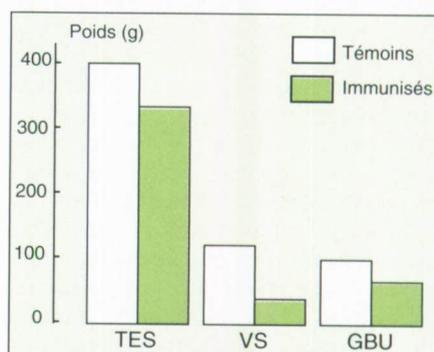


Figure 4. Développement de l'appareil génital chez des porcs mâles témoins ou immunisés contre le LH-RH (d'après [11]). TES = testicules ; VS = vésicules séminales ; GBU = glandes bulbo-urétrales.

Figure 4. Genital tract development in control or LH-RH-immunized entire male pigs. TES = testes ; VS = seminal vesicles ; GBU = bulbo-urethral glands.

Les niveaux de testostérone plasmatique ne diffèrent pas significativement entre les mâles entiers immunisés et les témoins à 89 kg de poids vif, au moment de la deuxième immunisation. En revanche, à 105 kg, la testostéronémie est, en moyenne, 7 fois plus faible chez les immunisés que chez les témoins (figure 5a). Les teneurs en androsténone des graisses sont fortement réduites, aussi bien en ce qui concerne leur moyenne que leur variabilité (figure 5b). Aucun des animaux immunisés ne présente de teneur en androsténone supérieure à 0,5 ppm, valeur-seuil pour la perception des odeurs sexuelles [12], alors que 63 % des mâles témoins présentent des teneurs supérieures à cette limite. Par rapport aux mâles entiers témoins, les performances de croissance des animaux ne sont pas affectées par l'immunisation anti-LH-RH alors que l'efficacité alimentaire est réduite de 10 % chez les animaux castrés précocement (tableau 1). Le pourcentage de muscle dans la carcasse est réduit de 0,9 point chez les immunisés et de 2,8 points chez les castrats. Le pour-

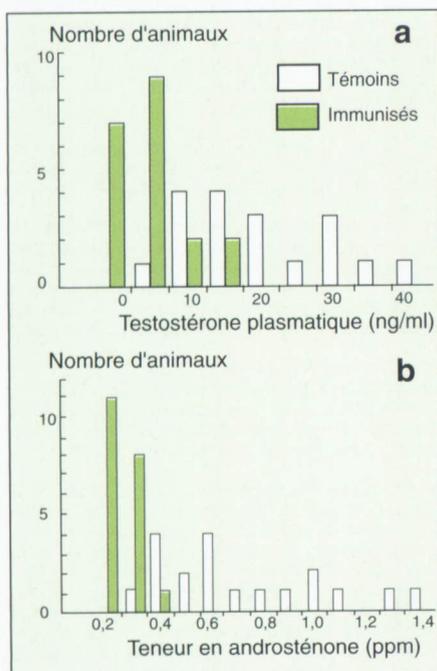


Figure 5. Concentrations plasmatiques de testostérone (a) et teneurs en androsténone des graisses (b) chez des porcs mâles témoins ou immunisés contre le LH-RH (d'après [11]).

Figure 5. Plasma testosterone concentrations (a) and fat androstenone levels (b) in control or LH-RH-immunized entire male pigs.

Summary

Castration of pigs by vaccination

M. Bonneau

Producing entire male pigs has a number of advantages. They include avoiding castration which is time consuming and may be painful to the animal, better feed efficiency, and a leaner carcass. Nevertheless, most male pigs are castrated at a young age, because the meat of some entire males produces unpleasant odors during cooking, the so-called boar taint. By castrating entire male pigs a few weeks before slaughter, they would still benefit from the favourable anabolic action of androgens and oestrogens during most of their productive life. However, they would not exhibit the boar taint, which is due to the storage in fat of androstenone and other 16-androstenes, a family of malodorous steroids of testicular origin. Anti-LH-RH immunization results in a decrease in plasma LH and testosterone concentrations and an inhibition of genital tract development. Fat androstenone levels are also dramatically reduced. A new and practical anti-LH-RH vaccine and immunization schedule has been developed for pig production. A first immunization is performed at a young age, and may be combined with other vaccinations against pathogens. A second vaccination is performed two or three weeks before slaughter, using a water soluble preparation. In a pilot experiment, it was shown that fat androstenone levels were dramatically reduced, with all immunized entire males exhibiting fat androstenone levels below the threshold limit of 0.5 ppm, and most of the advantages of entire males over castrates were still retained in immunized entire males. Growth performance and feed efficiency were the same in control and immunized entire males. Muscle and fat percentages in immunized males were intermediate between those observed in control entire males and in castrates. However, they were much closer to entire-male than to castrate figures.

Cahiers Agricultures 1993 ; 2 : 183-6.

Tableau 1

Performances de croissance entre 29 et 105 kg et composition de la carcasse à 105 kg chez des porcs mâles castrés, mâles entiers immunisés contre le LH-RH ou mâles entiers témoins

	Castrats	Mâles entiers		Signification des différences entre lots
		Immunisés	Témoins	
GMQ (kg/j)	0,92	0,95	0,91	NS
EFAL (kg/kg)	0,35 ^a	0,40 ^b	0,39 ^b	***
% de muscles	54,9 ^a	56,8 ^b	57,7 ^b	***
% de gras	23,6 ^a	19,7 ^b	18,8 ^b	***

(d'après [11])

NS : $p > 0,10$; *** : $p < 0,001$.

GMQ = gain de poids moyen quotidien

EFAL = efficacité alimentaire (kg de gain de poids par kg d'aliment ingéré)

Les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement ($p < 0,05$).

Growth performances from 29 to 105 kg and composition of carcass at 105 kg in male castrates, entire anti-LH-RH-immunized males, and entire-male controls

centage de graisses dans la carcasse est accru de 0,9 point chez les immunisés et de 4,8 points chez les animaux castrés précocement.

En définitive, le vaccin anti-LH-RH proposé permet de réduire à un niveau acceptable les teneurs en composés responsables des odeurs sexuelles des viandes, tout en préservant l'essentiel des avantages du porc mâle entier en matière de performances et de composition de la carcasse.

Ces résultats obtenus au cours d'une expérience pilote sont donc tout à fait encourageants. Il reste maintenant à les valider sur des effectifs beaucoup plus importants avant de pouvoir envisager la mise sur le marché du vaccin, accompagnée d'une diffusion technologique auprès des éleveurs.

Conclusion

La castration des porcs mâles par vaccination anti-LH-RH semble réalisable dans la pratique de l'élevage. L'intérêt principal de cette technique concerne la possibilité de bénéficier des avantages économiques du porc mâle entier tout en se préservant des inconvénients liés à la manifestation des odeurs sexuelles caractéristiques des viandes de certains verrats ■

Résumé

En dépit d'avantages économiques bien établis liés à la production de porcs mâles entiers, les porcs sont encore, pour la plupart, castrés précocement, par crainte des odeurs sexuelles qui se manifestent lors de la cuisson des viandes de certains verrats. Une castration tardive des animaux entiers permettrait de bénéficier des effets favorables des androgènes et des œstrogènes pendant la majeure partie de la vie productive de l'animal, tout en évitant les odeurs sexuelles liées à la présence des 16-androstènes et des stéroïdes malodorants d'origine testiculaire. L'immunisation anti-LH-RH permet de castrer les porcs mâles entiers de façon réversible. Les sécrétions hypophysaires de LH sont abaissées et, en conséquence, les sécrétions de stéroïdes testiculaires sont réduites et le développement de l'appareil génital est inhibé. Un procédé d'immunisation anti-LH-RH, utilisable dans la pratique de l'élevage, a été développé. Il permet d'annuler les risques d'odeur sexuelle tout en préservant l'essentiel des avantages du porc mâle entier en matière de performances et de composition tissulaire de la carcasse.

Références

- Walstra P. Fattening of young boars : quantification of negative and positive aspects. *Livest Prod Sci* 1974 ; 1 : 187-96.
- Gower DB. 16-unsaturated C₁₉ steroids : a review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role. *J Steroid Biochem* 1972 ; 3 : 45-103.
- Patterson RLS. 5 α -androst-16-en-3-one, compound responsible for taint in boar fat. *J Sci Food Agric* 1968 ; 19 : 31-8.
- Claus R. Messung der ebergeruchstoffes im fett von schweinen mittels eines radioimmuno-tests. 2. Mitteilung : Zeitlicher verlauf des geruchsdepotabbaues nach der kastration. *Z Tierz Züchtungsbiol* 1976 ; 93 : 38-47.
- Falvo RE, Chandrashekar V, Arthur RD, et al. Effect of active immunization against LH-RH or LH in boars : reproductive consequences and performance traits. *J Anim Sci* 1986 ; 63 : 986.
- Hagen G, Andresen Ø, Framstad T, Blichfield T, Berg KA. Effects of immunization of young boars against gonadotropin releasing hormone. *Dublin : Proc XIth Cong Anim Reprod A I*, 1988.
- Meloen RH, Schaaper WMM, Lankhoff H, et al. Vaccination against GnRH to prevent boar taint. In : *Proc 43rd Ann Mtg EAAP*, September 13-17 1992, Madrid, Spain, 1 : 584 (Abstr.).
- Awoniyi CA, Chandrashekar V, Arthur RD, Falvo RE. Spontaneous reversal of immunologically-induced sterility in adult boars actively immunized against LH-RH. *Neuroendocrinol Lett* 1990 ; 2 : 121-31.
- Van der Lende T, Kruijt L, Tieman M. Can passive immunization with anti-GnRH monoclonal antibodies, injected a few weeks before slaughter, prevent boar taint ? In : *Bonneau M, éd. Measurement and Prevention of Boar Taint*. Paris : INRA Éditions, 1993.
- Dufour R, Rouvet C, Chouvet C, Bonneau M. Immunocastration du porc mâle par un vaccin anti-LH-RH. Brevet n° 91 02513, 1991.
- Bonneau M, Dufour R, Chouvet C, Roulet C, Meadus W, Squires EJ. The effects of immunization against Luteinizing Hormone-Releasing Hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint related compounds in intact male pigs. (Soumis pour publication à *J Anim Sci*.)
- Bonneau M, Le Denmat M, Vaudelet JC, Veloso Nunes JR, Mortensen AB, Mortensen HP. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint. I. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livest Prod Sci* 1992 ; 32 : 63-80.
- Bonneau M, Meusy-Dessolle N, Légise PC, Claus R. Relationships between fat and plasma androstenone and plasma testosterone in fatty and lean young boars following castration. *Acta Endocrinol (Copenhagen)* 1982 ; 101 : 129-33.
- Caraty A, Bonneau M. Immunisation active du porc mâle contre la gonadolibérine : effets sur la sécrétion d'hormones gonadotropes et sur la teneur en 5 α -androst-16-ène-3-one du tissu adipeux. *CR Acad Sci Paris, Série D*, 1986 ; 303 : 673-6.

MINISTÈRE DE
L'ÉDUCATION
NATIONALE

CENTRE NATIONAL
D'ENSEIGNEMENT
À DISTANCE
DE RENNES

FORMATION A DISTANCE AUX BIOTECHNOLOGIES

Réalisée en collaboration avec l'ACCT et l'AUEPLF.

Objectif : Apporter les éléments scientifiques nécessaires aux développements humains en harmonie avec le milieu de vie.

Contenu : 6 modules de cours écrits, diapositives, vidéos, bibliographie.

"POSSIBILITÉ D'INSCRIPTION GRATUITE SUR DEMANDE, APRÈS
EXAMEN DE DOSSIER"

Demande de Renseignements à adresser à :

Laurence MOUSSET - CNED - 7, Rue du Clos Courtel - 35050 RENNES Cedex-FRANCE

NOM :

PRÉNOM :

ADRESSE :