

Alternatives à la castration des porcelets

Progrès accomplis depuis la dernière évaluation



Evaluation scientifique

CONSEIL DU BIEN-ETRE ANIMAL DE BELGIQUE

Février 2007

Alternatives à la castration des porcelets

Progrès accomplis depuis la dernière évaluation

**Evaluation scientifique
de Diane Lefebvre* (PhD) sur demande du
CONSEIL DU BIEN-ETRE ANIMAL DE BELGIQUE**

Février 2007

*** lefebvre.diane@laposte.net**

Alternatives à la castration des porcelets

Progrès accomplis depuis la dernière

évaluation

CONTEXTE	3
HISTORIQUE	3
BELGIQUE	3
PAYS EUROPÉENS	5
EUROPE.....	5
PRÉ REQUIS BIOLOGIQUES ET RAPPELS DES MÉTHODES ALTERNATIVES POTENTIELLES	9
GESTION DE LA DOULEUR	12
CASTRATION SANS ANESTHÉSIE	12
CASTRATION SOUS ANESTHÉSIE LOCALE.....	12
CASTRATION SOUS ANESTHÉSIE GÉNÉRALE.....	14
CASTRATION NON CHIRURGICALE : L'IMMUNO-CASTRATION.....	16
ARRÊT DE LA CASTRATION	21
MÂLES ENTIERS, BIEN-ÊTRE ET QUALITÉ DE LA VIANDE	21
AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE LA VIANDE PAR SÉLECTION GÉNÉTIQUE	24
<i>Réduction du taux d'androstérone</i>	24
<i>Réduction du taux de scatol</i>	26
AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE LA VIANDE PAR MAÎTRISE DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES	27
<i>Hygiène</i>	27
<i>Thermorégulation</i>	27
<i>Alimentation</i>	27
<i>Enrichissement de l'environnement</i>	28
SEXAGE DU SPERME.....	29
DÉTECTION DE L'ODEUR DE VERRAT	30
QUESTIONS LÉGISLATIVES ET SOCIOLOGIQUES.....	32
POIDS À L'ABATTAGE	32
ANESTHÉSIAENTS	32
ACCEPTABILITÉ PAR LE CONSOMMATEUR	33
DISCUSSION, CONCLUSIONS	34
REFERENCES	36

Alternatives à la castration des porcelets

Progrès accomplis depuis la dernière évaluation

Contexte

Historique

Les porcs étaient initialement castrés pour améliorer leur manipulation (du fait que les mâles entiers sont généralement plus agressifs). Pourtant, les mâles entiers présentent un meilleur taux de conversion alimentaire et une croissance plus rapide que les mâles castrés. De plus, les mâles entiers génèrent des carcasses moins grasses. Cette propriété (viande maigre) est actuellement privilégiée par le consommateur européen (cette tendance est récente puisque, anciennement, la production de graisse était favorisée).

Par conséquent, l'élevage de mâles entiers (plus productifs) semble actuellement préférable à l'élevage de mâles castrés pour la production de viande. La limitation la plus importante à l'usage de verrats est que certains d'entre eux ont une odeur forte qui persiste dans la viande. A noter cependant que la qualité de la viande produite par les porcs en fonction de leur statut hormonal a considérablement évolué en raison des progrès en agronomie. En particulier, la différence de quantité et de qualité de graisse entre mâles entiers et mâles castrés est maintenant minimisée par diverses méthodes de gestion des élevages, comme la maîtrise de l'alimentation des porcs ou la sélection de races présentant les caractéristiques souhaitées par l'industrie (du producteur au consommateur) (EFSA, 2004).

Belgique

En décembre 2002, le Groupe de travail désigné par le Conseil du Bien-Etre Animal publiait une « Déclaration de principe » (désignée dans le reste de ce document par « la Déclaration ») concernant la castration des porcs. Le groupe de travail était « composé de représentants du

secteur porcin (VEVA, BB, FWA, FPW, ABS), d'associations de défense du bien-être des animaux (GAIA et Eurogroup for Animal Welfare), ainsi que de scientifiques de la RUGent, du CLO, de la KULeuven spécialisés en médecine vétérinaire, en économie rurale, en éthologie et en éthique. » A noter que BB et UGent n'ont pas signé le document final.

La Déclaration sus-citée stipule que « la castration, telle qu'elle est pratiquée actuellement dans notre pays (chirurgicale et sans anesthésie), est indiscutablement douloureuse pour les porcs. Tous les membres sont d'accord pour dire qu'il est souhaitable de trouver des alternatives crédibles à la castration des porcelets. Ils s'accordent également à dire que cela doit se faire sans nuire à la position concurrentielle de l'élevage porcin belge, principalement sur le marché de l'exportation. Plusieurs alternatives ont été étudiées en vue de réduire et de finalement rendre superfétatoire la castration chirurgicale. » (article 2) Ces alternatives sont décrites dans la suite de ce document.

La Déclaration propose « dès lors unanimement au Ministre de tendre vers une interdiction de la castration chirurgicale sans anesthésie. Un objectif réaliste semble être le 1^{er} janvier 2006. L'immuno-neutralisation par vaccination ou la castration chirurgicale combinée à une anesthésie générale seraient autorisées. » (article 4)

Les auteurs de la Déclaration ajoutent (article 4) que cet objectif « ne sera possible que si les conditions suivantes sont remplies :

- au moins un vaccin est agréé et applicable pour l'immuno-neutralisation chez les porcs ;
- au moins un produit d'anesthésie générale pour les porcelets est agréé et applicable ;
- [...] la directive sur la viande fraîche doit être adaptée au niveau européen de telle manière que la viande d'un porc de boucherie mâle qui a été traité par un vaccin d'immuno-neutralisation ne soit pas considérée comme de la viande de verrat. »

La Déclaration conclut que « si la date du 1^{er} janvier 2006 est respectée, il est faisable d'interdire la castration chirurgicale des porcelets dans son ensemble à partir du 1^{er} janvier 2009. » (article 5)

En 2005, « en conclusion [préliminaire] des réunions [du Conseil du Bien Etre des Animaux] qui ont eu lieu depuis la signature de la dite Déclaration, il semble [...] qu'aucune alternative à la castration chirurgicale ne puisse être mise en œuvre rapidement ou ne soit dénuée de répercussions économiques importantes. »

Le travail présenté ici se place dans le cadre de cette Déclaration, et plus précisément de

l'article 6 de cette Déclaration de principe, article selon lequel « le groupe de travail propose au Ministre de créer, dans le cadre du Conseil du Bien-Etre, une commission qui contrôle les possibilités d'application de cette mesure. La commission [...] émettra au minimum une fois par an un avis motivé à l'attention du Ministre, concernant les progrès accomplis et la nécessité éventuelle d'apporter des corrections et de prendre de nouvelles initiatives. »

De plus, du fait de la date du 1^{er} janvier 2006, proposée dans l'article 4, est révolue, une attention particulière sera portée à la réalisation potentielle des conditions pouvant mener à la proposition exposée dans ce même article 4, à savoir « tendre vers une interdiction de la castration chirurgicale sans anesthésie ».

Pays européens

Les informations présentées dans le **Tableau 1** sont issues du tour de table ayant eu lieu lors de la réunion du 29 janvier 2007 à la Commission des Communautés Européenne concernant la castration des porcelets. Aucun des pays présents n'interdit la castration des porcelets. La plupart ont intégré les lois européennes sur le sujet. A noter que le Danemark a voté en 2002 une loi selon laquelle la castration chirurgicale sera interdite en 2009 ; entre-temps, l'anesthésie est requise (dans Fredriksen et Nafstad, 2006). Dans le même sens, la castration sans anesthésie des porcelets sera interdite en Suisse en 2009 (dans Ampuero et Bee, 2006).

Europe

La Directive 91/630/EEC, émanant du Conseil, stipule que « lorsqu'elle est pratiquée, la castration des porcelets âgés de plus de 4 semaines ne doit être réalisée que sous anesthésie par un vétérinaire ou une personne qualifiée en accord avec la législation nationale. »

La Directive 2001/93/EC, émanant de la Commission, précise que le déchirement des tissus est interdit et réduit le délai de castration sans anesthésie à 1 semaine de vie (au lieu de 4).

Enfin, la Directive 2001/88/EC, émanant du Conseil, requiert que la Commission fournisse un rapport au Conseil. Ce rapport sera basé sur un avis scientifique, et considèrera le développement des techniques et des systèmes de production, ainsi que les processus de traitement de la viande, qui pourraient mener à une réduction du recours à la castration.

De ce fait, l'EFSA a rédigé un rapport en 2004, intitulé « la castration des porcelets du point de vue du bien-être animal », qui sera la base de la synthèse bibliographique présentée ici.

Tableau 1. Synthèse de la situation législative dans les Etats membres (hors Belgique) présents à la réunion sur la castration des porcelets (Commission des Communautés Européennes, 29 janvier 2007) ; opinion de ces Etats sur les méthodes alternatives.

Pays	Situation	Commentaires ; méthodes alternatives
Allemagne	Castration chirurgicale sans anesthésie réalisée par l'éleveur lui-même.	Le consommateur est très sensible à l'odeur. Immunocastration : des discussions ont récemment été engagées avec Pfizer. Il ne semble pas y avoir de solution définitive. Il est nécessaire d'aborder cette thématique au niveau européen.
Autriche	Castration chirurgicale sans anesthésie avant 7 jours. Après 7 jours : anesthésie + analgésique	Le consommateur autrichien n'aime pas l'odeur de verrat. Immunocastration : discussions engagées avec Pfizer depuis ce mois de janvier. Il est décidé de mener une campagne d'information auprès du consommateur pour faciliter l'acceptabilité de cette méthode (confusion avec hormone), ainsi qu'auprès des fermiers. Les élevages biologiques ont un problème avec l'arrêt de la castration : leur viande est plus chère. Si on les oblige à arrêter la castration, alors cette viande risque d'avoir une odeur, ce qui n'est pas acceptable, vu le prix.
Bulgarie	Castration chirurgicale. Opération réalisée par un vétérinaire ou un technicien supervisé par un vétérinaire.	
Chypre	Beaucoup d'exploitants castrant avant 7 jours sans anesthésie. Opération réalisée par un vétérinaire ou un technicien. L'abattage se fait avant 80 kg. Cette opération n'est pas systématique	
Espagne		Il est utile de discuter des aspects techniques avant d'aborder les questions politiques. L'opinion du consommateur concernant le bien-être animal dépend des Etats. De plus, il exige également une qualité irréprochable pour un prix bas.
Finlande	Méthode chirurgicale.	Les troupeaux sont unisexués, ce qui favorise la croissance.

France	La majorité des éleveurs castrant eux-même leurs porcelets, en général avant 7 jours.	La production de porcs est très importante en France. Il est alors difficile d'imposer une interdiction totale sans proposer une alternative bien évaluée. Immunocastration : alternative séduisante. Cependant, des éclaircissements sont nécessaires ainsi qu'une prudence face aux risques : persistance de la réaction immunitaire dans la viande, risques pour le consommateur, etc.
Grande-Bretagne	La castration n'est pas interdite. Les éleveurs ont dans leur grande majorité choisi de ne pas castrer. Seuls les porcs destinés à quelques bouchers spécialisés ainsi que les porcs destinés à être des animaux de compagnie sont encore castrés.	Alimentation et hygiène doivent encore être perfectionnés. Mâles entiers : en accord avec l'élevage en plein air majoritairement réalisé en Grande-Bretagne. Rappel : la castration se fait non seulement pour réduire l'odeur de verrat mais aussi pour atténuer l'agressivité des mâles.
Grèce	Castration chirurgicale le 4 ^{ème} jour sans anesthésie. La législation européenne existante a été mise en œuvre.	
Irlande	La castration est autorisée avant 7 jours sans anesthésie. Anesthésie et analgésie prolongées sont obligatoires après 7 jours (opération alors réalisée par un vétérinaire). L'abattage se fait avant 80 kg. En pratique, pas de castration.	Pas de problème d'odeur : très peu de plaintes de la part des consommateurs.
Lettonie	Castration chirurgicale sans anesthésie avant 7 jours. Anesthésie et analgésie : après 7 jours.	Immunocastration : sera un problème d'un point de vue économique. Cette méthode requiert des investissements complémentaires. Cela risque de provoquer un effondrement du marché, du fait d'un accroissement considérable du prix du porc en raison du coût de ce médicament, qui sera probablement assez lourd.
Norvège	Depuis 2002, la castration doit être réalisée avec anesthésie par un vétérinaire. En 2009, il est prévu d'interdire complètement la castration.	Un programme de recherche est en cours depuis 2004 pour supprimer l'odeur de verrat. Les résultats actuels suggèrent que ce problème sera difficile à résoudre d'ici 2009.

Pays-Bas	Castration chirurgicale sans anesthésie, sauf pour des marchés particuliers comme la Grande-Bretagne (porcs plus légers). Envisage de mettre fin à cette pratique.	Ce sujet est important. Cette année, des essais vont avoir lieu pour évaluer l'efficacité de la castration sous anesthésie générale (CO2 ; effets sur le bien-être). Cependant cette solution ne peut être qu'intermédiaire. La solution envisagée à terme est une sélection génétique en association avec une analyse sur la ligne d'abattage.
Pologne	Tous les verrats doivent être castrés. Castration chirurgicale sans arrachage de tissus. Sans anesthésie : avant 7 jours.	
Portugal	La castration est réalisée sans anesthésie.	
République Tchèque	Castration chirurgicale réalisée par un vétérinaire. Abattage à 100kg. Application de la législation européenne.	Le porc est une viande très prisée. Immunocastration : non utilisée. Un programme scientifique est en cours. Toute modification de la législation doit tenir compte de la demande des consommateurs.
Roumanie	La loi européenne est transposée. Opération habituellement réalisée avant 7 jours. Les inspections ont lieu avant la castration.	
Suède	Presque tous les mâles sont castrés, ce sans anesthésie. Cette méthode devrait être interdite à long terme mais difficulté pour trouver des solutions alternatives. L'anesthésie devrait au moins être discutée.	Elevage de mâles entiers : résistance de la part des éleveurs en raison des incidences sur l'économie (odeur) et le bien-être animal. La différence de croissance entre mâles entiers et castrés n'est pas significative grâce aux techniques d'élevage. Immunocastration : à réaliser plutôt au début de la croissance. Sexage : perspective intéressante.

Pré requis biologiques et rappels des méthodes alternatives potentielles

EFSA. Chez les mâles, le contrôle hormonal de l'activité des gonades implique notamment l'hypothalamus (produisant de la GnRH¹), la glande pituitaire (qui répond à cette production par la synthèse de FSH² et de LH³), et les gonades (testicules). Ces dernières produisent des stéroïdes (principalement les androgènes) impliqués dans les caractéristiques sexuelles secondaires, dont le comportement reproducteur. Ces stéroïdes influencent également la qualité de la viande, notamment *via* le métabolisme des graisses et le métabolisme du foie. En particulier, elles ont une action indirecte sur la dégradation des scatoles (3-méthyl-indole), molécules résultant de la dégradation du tryptophane par la flore intestinale (gros intestin).

L'odeur de verrat est générée principalement par une accumulation de molécules d'androstérone et de scatole dans les tissus adipeux (seuils respectifs communément autorisés dans les carcasses : 1.0 ppm⁴ et 0.25 ppm). Les autres molécules impliquées dans ce phénomène sont d'importance moindre et font l'objet de peu d'études.

Du fait que les castrats et les femelles métabolisent également le tryptophane, les carcasses de ces animaux sont également susceptibles de présenter un problème d'odeur. Cependant, du fait de l'influence des hormones sur mâles sur le métabolisme du tryptophane (Zamaratskaia, 2004), la proportion de carcasses présentant un tel problème est plus importante parmi les verrats que parmi les femelles et les castrats. A titre indicatif, alors que 11.4% des carcasses (GB, tous genres confondus) présentent un taux de scatole > 0.25ppm (MLC 1998 dans EFSA 2004), 6.4% des mâles castrés et 0.008% des femelles génèrent des carcasses dont le taux de scatole est supérieur à 0.19 ppm (All., Gibis 1994 dans EFSA 2004).

La prévention de l'odeur de verrat peut se faire au niveau de l'animal vivant, au niveau de la gestion des carcasses et au niveau de l'utilisation de la viande par l'industrie et le consommateur. Ces alternatives sont résumées dans la Figure 1. La plupart de ces alternatives sont abordées dans la Déclaration ; elle ne mentionne pas l'arrêt de la castration, ni l'amélioration de la qualité de la viande par modifications des conditions de vie des porcs.

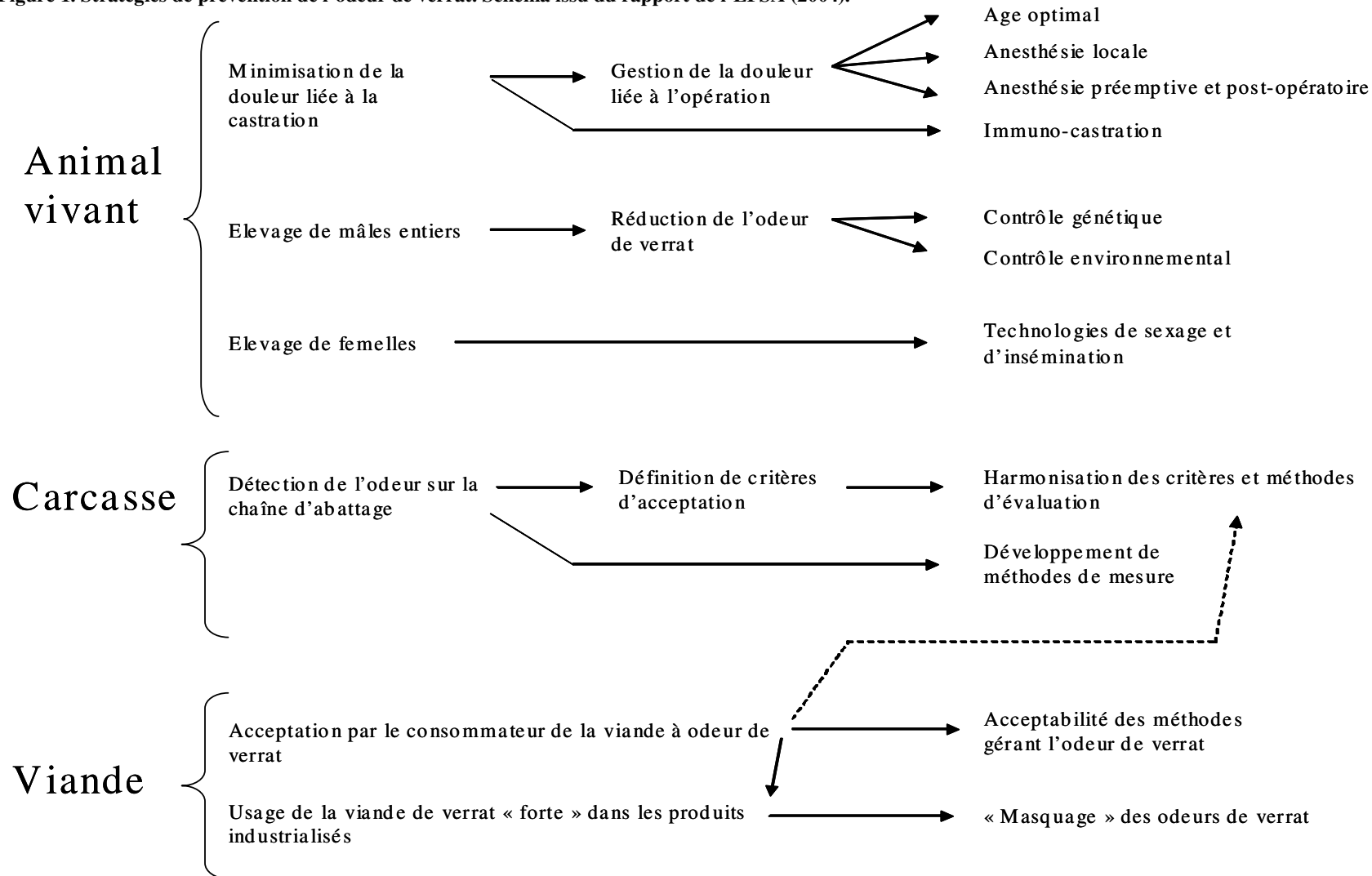
¹ Gonadotrophin Releasing Hormone (voir Figure 4)

² Follicule Stimulating Hormone

³ Luteinizing Hormone

⁴ (1ppm = 1µg/g). Le seuil de sensibilité se situe pour l'Homme à 500 ng/g (Bonneau et al., 1992 dans EFSA, 2004).

Figure 1. Stratégies de prévention de l'odeur de verrat. Schéma issu du rapport de l'EFSA (2004).



Gestion de la douleur

Castration sans anesthésie

EFSA. Les expériences menées sur les porcelets castrés montrent clairement que la castration chirurgicale induit des réponses endocrines et comportementales marquées. Ces réponses sont observées, au moment de l'opération mais aussi dans les heures, les jours et les mois qui suivent l'opération⁵. Par la suite, le système immunitaire des porcs ayant subi une amputation pourrait être fragilisé, du fait des modifications hormonales induites par la castration et d'un stress social accru (passivité comportementale).

Castration sous anesthésie locale

La Déclaration affirme que « l'injection dans le cordon spermatique est très douloureuse. Le niveau de stress avant et pendant l'intervention est élevé. La douleur postopératoire est très difficilement soulagée. »

En 2005, le Conseil concluait provisoirement que « peu de données scientifiques sont disponibles sur le bilan total du bien-être animal lors de l'utilisation d'anesthésiques locaux, qui tient compte de la douleur provoquée par l'injection du produit et du stress et manipulations nécessaires. »

EFSA. La manipulation associée à la procédure de castration est susceptible d'être stressante en elle-même pour les porcelets. Cependant, la comparaison entre individus non manipulés et individus manipulés mais non castrés est minime, que ce soit d'un point de vue physiologique ou comportemental. De plus, la plupart des expériences ayant évalué la douleur liée à la castration chirurgicale comparent les réactions des porcelets castrés à des porcelets seulement manipulés et pas à des individus ne subissant aucune procédure. Ces expériences mettant en évidence des différences significatives, elles montrent que le stress subi par la castration s'ajoute à celui induit par la manipulation en elle-même et qu'il est nettement supérieur à celle-ci.

⁵ Ces résultats sont en accord avec ceux observés sur les jeunes d'autres espèces, comme les veaux (e.g. Robertson et al., 1994) ou les agneaux (e.g. Thornton et Waterman-Pearson, 2002 ; revue dans Mellor et Diesch, 2006).

Bien que l'anesthésie locale soit susceptible d'induire des réactions endocrinales et comportementales, l'amplitude de ces réactions est significativement inférieure à l'amplitude des réactions induites par une castration sans anesthésie locale. De plus, les comportements observés suite à l'administration d'anesthésiants locaux ont été associés au faible pH des solutions concernées. En conséquence, il est recommandé de moduler le pH des anesthésiants afin d'éviter toute peine additionnelle.

Biblio complémentaire. Des études récentes (Haga et Ranheim, 2005 ; Zols et al., 2006a) confirment qu'une anesthésie locale (lidocaine ; meloxicam) réduit significativement la douleur induite par l'opération. L'usage de la procaine réduit également les indices de douleur observés lors de la castration chez le cheval (Haga et al., 2006) ; des études plus précises, en termes d'intervalles de prélèvements, sont nécessaires chez le porc (Zols et al., 2006b).

Le recours à l'anesthésie n'est pas seulement lié à l'efficacité des produits employés. Il repose également sur des facteurs humains (ex : Heleski et al., 2004 ; Bennett et Perini, 2003 ; Rollin, 1985) susceptibles d'influencer la perception de l'utilité/l'efficacité de l'anesthésie.

Cette perception a été évaluée en Norvège (enquête : Fredriksen et Nafstad, 2006), où la castration des porcelets est réalisée par des vétérinaires après administration d'une anesthésie locale depuis août 2002. Cette enquête, réalisée en 2004 auprès de vétérinaires et d'éleveurs norvégiens, montre que :

- (i) les vétérinaires sont globalement favorables à cette mesure (resp. 30% ; 68%) ; les éleveurs, initialement opposés à cette mesure (85% d'opinion négative à mitigée ; 9% d'opinion positive à très positive), y sont actuellement moins opposés (res. : 60% et 30%) ;
- (ii) l'anesthésie est réalisée dans le cadre des autres procédures vétérinaires des fermes ; le produit principalement employé est la lidocaine (2%) associée à de l'adrénaline (Lidokel-Adrenalin vet. ®, Kela) ;
- (iii) ni les vétérinaires, ni les éleveurs n'observent de complications particulières suite à l'anesthésie.

Suivent quelques illustrations de modifications comportementales induites par la castration avec ou sans anesthésie (source : White et al., 1995).

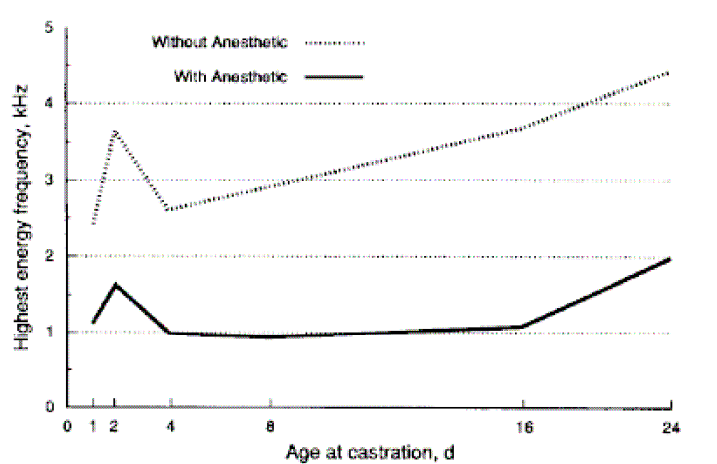


Figure 2. Vocalisations haute fréquence (kHz) émises par des porcelets castrés à des âges variés avec ou sans anesthésie locale.

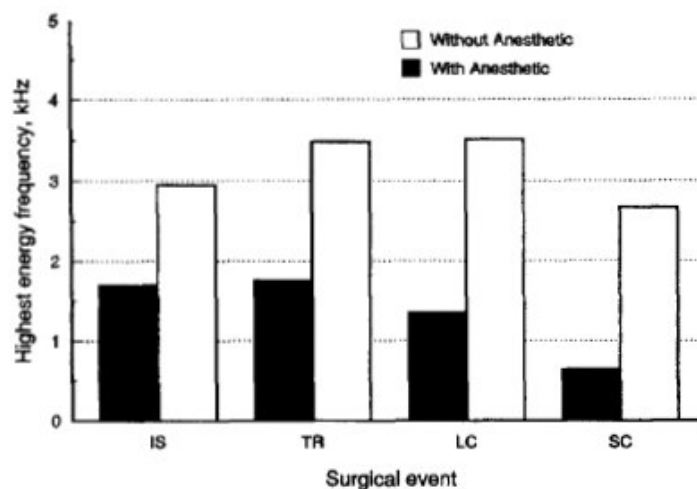


Figure 3. Vocalisations haute fréquence (kHz) émises par des porcelets castrés avec ou sans anesthésie locale en fonction de l'étape chirurgicale : incision du Scrotum (IS), retrait du testicule hors du scrotum (TR), ligature des cordes spermatiques (LC), rupture des cordes spermatiques (SC).

Castration sous anesthésie générale

EFSA. Globalement, l'anesthésie générale est difficilement applicable dans les élevages. En effet, cette technique requière du temps, elle présente un risque pour la santé des porcelets (notamment les nouveau-nés) et des humains (l'effet sur la santé du consommateur reste à déterminer) et son usage est restreint aux vétérinaires (comme l'anesthésie locale) ce qui implique des coûts supplémentaires. Enfin, le ou les produit(s) à utiliser restent à déterminer.

Déclaration : « L'anesthésie générale par injection n'est pas douloureuse en ce qui concerne l'intervention elle-même. Il y a cependant un stress préopératoire et des douleurs postopératoires, ainsi qu'un risque accru de mortalité. »

EFSA. La sédation pose un problème lorsqu'elle est associée à l'analgésie. En effet, l'effet post-opératoire de ces drogues augmente les risques d'écrasement par la mère et réduit les comportements d'allaitement.

Déclaration : « L'anesthésie générale par inhalation est techniquement possible. Elle n'est pas douloureuse et réduit les pertes éventuelles. Le stress préopératoire est toujours présent. Pour l'instant, aucun anesthésique général ni analgésique post-opératoire n'est enregistré. »

En 2005, le Conseil concluait : « Cette méthode ne semble pas être une option en raison des effets du stress [induit par l'anesthésie elle-même] insuffisamment connus [et] des risques de décès [et] de pollution dus à l'anesthésique. »

A noter que :

(i) Le méloxicam (Metacam ®) et la flunixin (Fynadine ®) sont enregistrés pour l'analgésie post-opératoire. Par ailleurs, certains produits peuvent être utilisés exceptionnellement, dans le cadre du système en cascade (ex : thiopentale, kétamine ; Liste II).

(ii) Si la sédation facilite la manipulation des porcelets (plus calmes), elle ne soulage pas la douleur et doit donc être accompagnée d'une anesthésie. Dans ce contexte, il ne semble pas que l'administration d'une sédation en plus d'une anesthésie ait un effet significatif (Prunier et al., 2006).

Synthèse concernant la gestion de la douleur

- L'anesthésie locale soulève peu de problèmes : le stress induit par la manipulation supplémentaire et l'injection est mineur en comparaison du stress induit par la castration sans aucun mode de soulagement de la douleur. De plus, la douleur liée à l'anesthésie locale peut être réduite par (i) neutralisation du pH des solutions injectées, (ii) l'usage d'autres modes d'application (e.g. seringue à haute pression). La douleur post-opératoire reste à évaluer et à prendre en compte (en charge).

- L'anesthésie générale soulève encore de nombreux problèmes vétérinaires (choix des produits notamment) et pratiques (comme le mode d'injection à préconiser) et ne peut être recommandée à grande échelle pour le moment.

Castration non chirurgicale : l'immuno-castration

Selon la Déclaration, « les résultats expérimentaux obtenus avec l'immuno-castration de l'axe de fertilité sont prometteurs. Le coût final semble économiquement abordable. Il n'y a aujourd'hui pas encore de vaccin enregistré. Les conséquences pour la santé et le comportement social du porc sont très peu connues. »

Questions en suspens : effet sur la santé et le comportement social des porcs ; effet sur la santé du consommateur.

EFSA. L'objectif de l'immuno-castration est d'inhiber le développement et le fonctionnement testiculaires via la neutralisation des hormones de l'hypothalamus, de la glande pituitaire ou des gonades par des anticorps spécifiques⁶.

Du fait que l'immunisation contre la LH est moins efficace que l'immunisation contre la GnRH, les études ont essentiellement porté sur ce second mode d'immunisation. Un maximum de 2 injections est souhaitable afin de limiter le nombre de manipulation des porcelets (stress) et le coût d'administration du produit. A noter que le traitement peut suivre 2 procédures :

- (i) Traitement de jeunes individus (10-18 semaines), conduisant à de vrais castrats ou assimilés (les carcasses des individus immuno-castrés sont alors nettement distinguables des carcasses des individus non traités, par la taille de leurs testicules) ;
- (ii) Traitement quelques semaines avant l'abattage (10 à 8 et 5 à 4 semaines avant abattage), afin de conserver les avantages zootechniques des individus entiers (pour inconvénients des individus entiers, voir p.21). La difficulté est alors double : (iia) déterminer le délai avant abattage afin de réduire le risque pour le consommateur et (iib) mettre en place un moyen de distinguer les carcasses immuno-castrées des carcasses non modifiées (détection sur la chaîne d'abattage).

Les conclusions de l'EFSA sont similaires à celles de la Déclaration. L'EFSA ajoute que :

- (i) Cette méthode est susceptible d'être douloureuse, du fait de la destruction possible de tissus non cible, comme l'hypothalamus.
- (ii) La proportion d'individus qui ne seraient pas castrés suite au traitement reste à déterminer à grande échelle sur l'ensemble des races concernées en Europe. A noter que (iia) ceci n'a d'importance qu'au sein de la population d'individus produisant une odeur. Par conséquent,

⁶ Description du fonctionnement global de ces vaccins dans Delves (2004) et Thompson (2000). Illustration des systèmes impliqués : Figure 4 et Figure 5.

l'immuno-castration réduit tout de même la proportion de viande indésirable produite ; (iib) tous les mâles castrés chirurgicalement ne sont pas exempts de produire une odeur⁷. La proportion de tels individus reste à déterminer. Un objectif réaliste serait alors de parvenir par immuno-castration à un résultat similaire à celui obtenu par castration chirurgicale. Actuellement, selon les études, de 10 à 75% des carcasses du marché européen présentent un problème d'odeur (EFSA, p. 45).

(iii) L'effet de ce mode de castration peut être transitoire ou définitif. Cela a son importance en fonction de la procédure de castration suivie (jeunes individus ou avant l'abattage).

Biblio complémentaire. Actuellement, quelques vaccins contre la GnRH sont commercialisés pour usage vétérinaire, par exemple le Vaxstrate ® pour les bovins et les ovins. Chez les porcs, Improvac ® a été testé avec succès. Il est utilisé depuis plusieurs années en Australie et vient d'être autorisé en Suisse. Bien que son usage ne soit pas autorisé dans l'Union Européenne, ce vaccin est en cours d'enregistrement pour le marché espagnol. D'autres vaccins sont encore à l'étude (Delves, 2004 ; Thompson, 2000).

Une étude récente (Jaros et al., 2005) confirme que l'immunisation contre la GnRH (Improvac ®) castré efficacement les porcs et présente divers avantages en termes de production : les individus immunisés (2 mois avant la date d'abattage) ont donné des carcasses dont la production d'androsténone était supprimée et dont la concentration d'androsténone dans les graisses était similaire à celle observée pour des individus castrés chirurgicalement (à 2 semaines de vie). Par ailleurs, le poids des testicules des animaux immuno-castrés était significativement inférieur à celui d'animaux non castrés du même âge. Enfin, la production de viande maigre était significativement supérieure chez les porcs immuno-castrés que chez les porcs castrés chirurgicalement (bien que les taux de croissance étaient similaires pour les deux catégories).

Cette étude montre également que le comportement agressif des porcs immuno-castrés est significativement diminué par rapport aux individus entiers et qu'il est similaire à celui des individus castrés chirurgicalement, en accord avec une étude précédente (Cronin et al., 2003, dans EFSA, 2004). Cette étude suggérait que les porcs castrés chirurgicalement ou par immunisation présentent des comportements sociaux et alimentaires similaires et que ces comportements diffèrent significativement de ceux des porcs entiers. A la connaissance de

⁷ Notamment du fait que la castration peut être incomplète sur les très jeunes individus, en raison de la petite taille de leurs testicules (Prunier et al., 2006).

l'auteur, il n'a pas été fait de nouvelle étude concernant l'effet de ce traitement sur le comportement des porcs depuis la publication du rapport de l'EFSA.

L'usage de ce vaccin pose cependant la question d'éventuels effets secondaires suite à la 2^{ème} vaccination, ce à plus ou moins long terme. En effet, les différents systèmes hormonaux (reproduction, stress ou métabolisme osseux, par exemple) interagissent entre eux par des mécanismes complexes, qui font encore souvent l'objet d'études.

Exemple 1 : actuellement l'hypogonadisme est induit par immuno-castration (contre la GnRH) chez les hommes âgés atteints de cancer de la prostate. Il est montré que ce traitement augmente les risques de fractures (comme chez les femmes présentant de telles déficiences des hormones sexuelles) et que ce risque est lié à une vitesse de renouvellement du tissu osseux accrue, menant à une réduction de celui-ci. Le mécanisme impliquerait notamment la sensibilité du squelette à la parathormone (PTH). Cette hormone, synthétisée dans les glandes parathyroïdes, est impliquée dans le métabolisme du calcium (Leder et al., 2001).

Exemple 2 : Certaines espèces présentent des variations saisonnières de la taille des testicules (Young et Nelson, 2001). Cette variation, modulée par les conditions environnementales (durée d'ensoleillement, disponibilité en nourriture), souligne la relation existant entre stress et reproduction, avec ici une influence du stress sur la reproduction. L'hypothèse inverse peut alors être envisagée : l'existence d'une influence des hormones de la reproduction sur le système de gestion du stress. Dans ce sens, il est montré (Wagner et Claus, 2004) que l'immunocastration (contre la GnRH) des porcs induit un accroissement de la production de récepteur de glucocorticoïdes (CGB) dans les testicules, en relation avec une réduction de la mitose et un accroissement de l'apoptose des cellules reproductrices en formation. Dans cette étude, le taux de cortisol n'est pas influencé (tendance observée : taux de cortisol inférieur chez les mâles immuno-castrés) mais l'échantillon étudié est petit.

Ces effets secondaires potentiels sont à mettre en perspective par rapport à la durée de vie des animaux (moins d'un an) et l'âge où la production des hormones sexuelles est initiée (adolescence). Ils suggèrent cependant qu'une immuno-castration plus sélective contre l'hormone cible (androsténone) est susceptible de limiter les risques éventuellement liés aux interactions entre systèmes hormonaux. Si une telle immunisation est réalisable, elle permettrait notamment le maintien de la synthèse des stéroïdes anabolisants.

Par ailleurs, il n'a pu être trouvé d'étude démontrant l'innocuité de ce traitement sur la santé du consommateur à long terme.

Synthèse concernant l'immuno-castration

Des méthodes de vaccinations permettant une castration efficace et utilisable en conditions de production sont actuellement commercialisées (hors Union Européenne).

Cependant, les conséquences de ce mode de castration sur le bien-être des porcs, en termes de modifications comportementales et physiologiques (interaction des différents systèmes hormonaux), n'ont pas été évaluées, de même que les conséquences pour les consommateurs.

A noter que, comme la castration chirurgicale, l'immuno-castration n'induit pas la castration complète de tous les individus traités. De plus, la réduction de taille des testicules n'est pas systématiquement détectable visuellement. Cette méthode pourrait alors être associées aux techniques de détection de l'odeur de verrat sur les chaînes d'abattage.

Figure 4. Structures anatomiques impliquées dans la production des hormones sexuelles (Sisk et Foster, 2004)

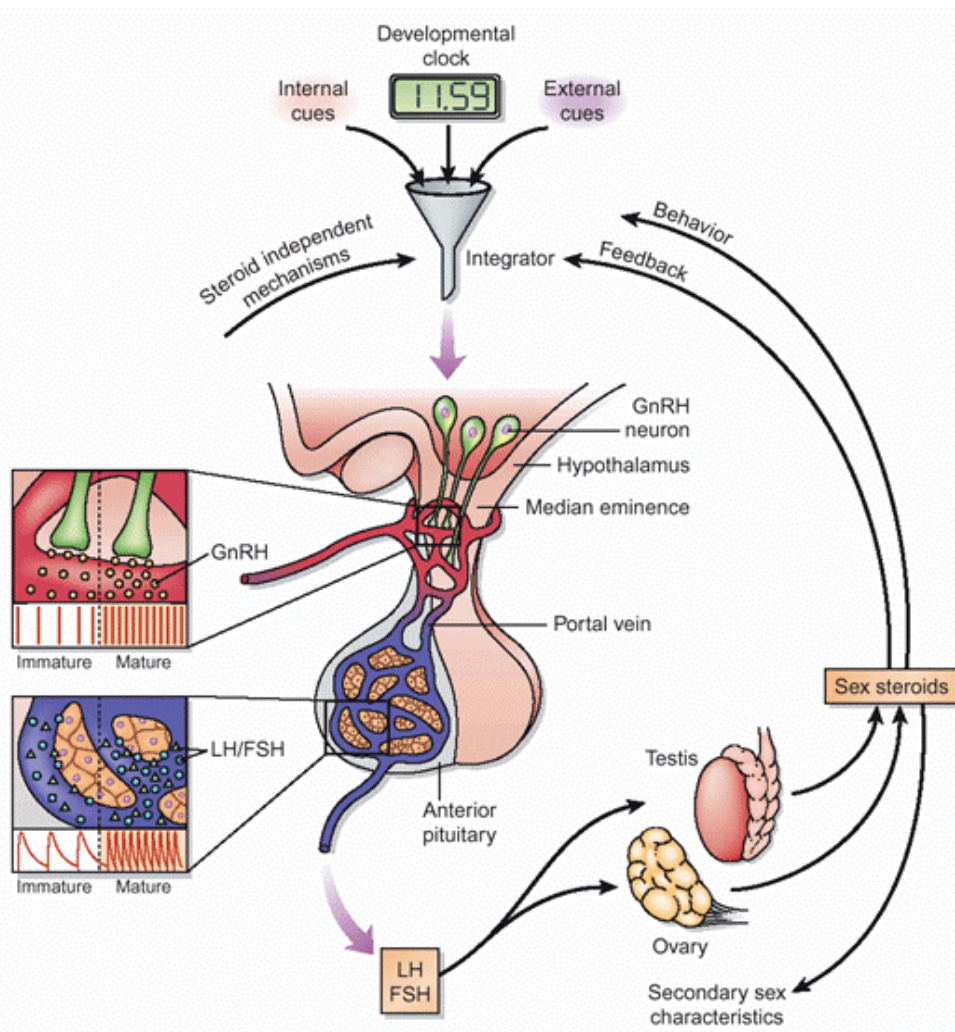
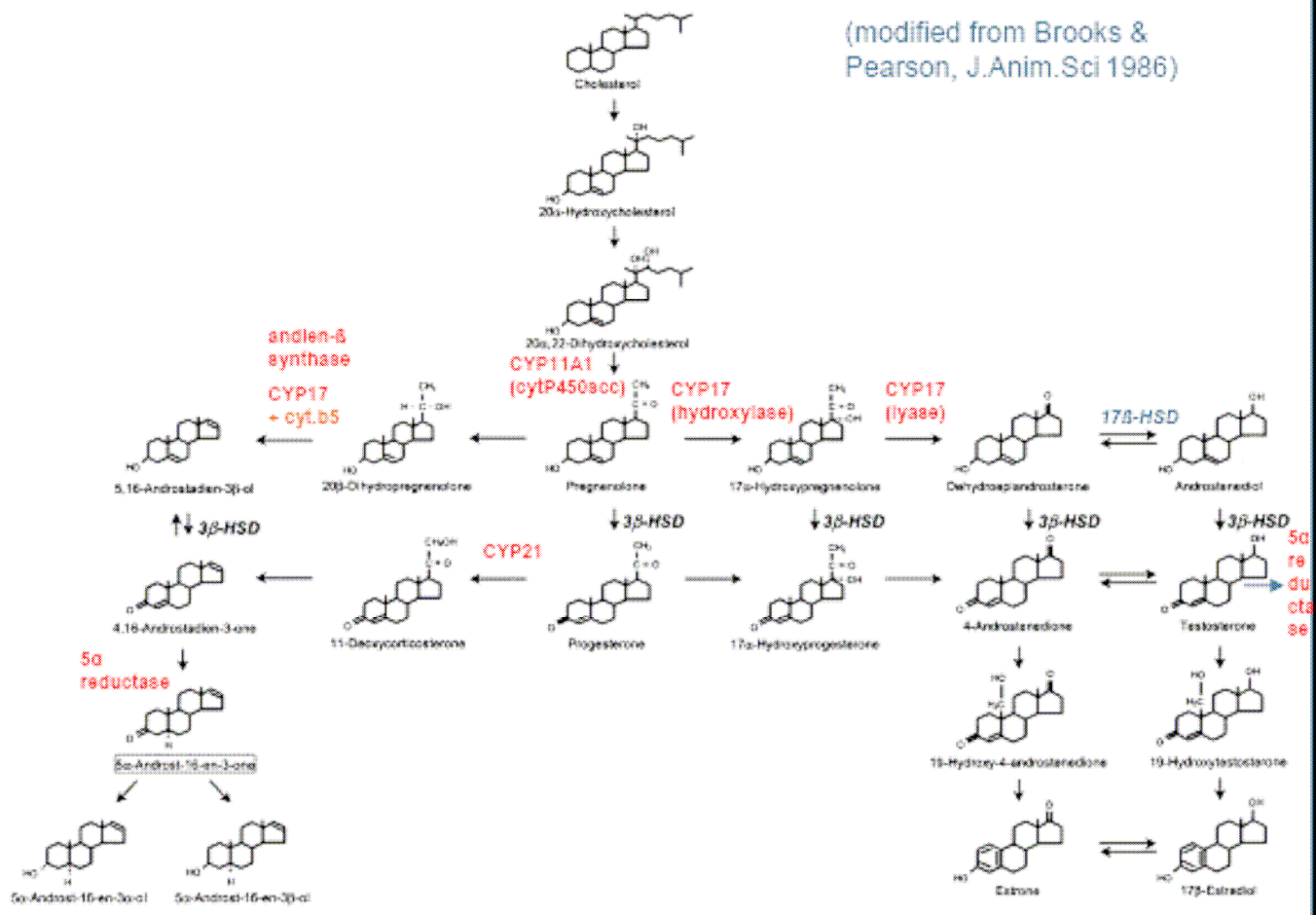


Figure 5. Anabolisme des 3 familles principales d'hormones stéroïdiennes (hormones sexuelles). A noter que le cortisol est un dérivé de la progestérone (métabolisme non indiqué ici) (Van de Wiel et al., 2007).



Arrêt de la castration

EFSA. Cette solution a été adoptée dans certains pays de l'UE. Ainsi, respectivement 5%, 58% et 58% des porcs mâles produits au Danemark, en Espagne et au Portugal sont entiers. Par ailleurs, l'Irlande et le Royaume-Uni ont totalement arrêté de castrer les porcs. Dans ces pays, l'odeur de la viande ne pose pas de problème sérieux, ce qui peut avoir pour raisons (i) les méthodes de production, comme l'abattage à un poids moindre (bien avant la maturité sexuelle), ou (ii) le consommateur, qui ne semble pas gêné par l'odeur de la viande.

L'arrêt de la castration des mâles peut alors être envisagé mais avec un ensemble d'éléments complémentaires : (a) Quelle est l'influence du maintien de mâles entiers sur le bien-être des populations porcines en élevage ? (b) Quelles sont les méthodes alternatives disponibles permettant de réduire l'odeur de verrat (sélection génétique, maîtrise des conditions environnementales, élevages de femelles *via* sexage du sperme) ? (c) En cas d'odeur, comment la détecter sur la chaîne d'abattage ?

Mâles entiers, bien-être et qualité de la viande

L'influence du maintien de mâles entiers sur le bien-être des porcs d'élevage est une question restant en suspens dans la Déclaration. Celle-ci souligne de plus la nécessité d'une évaluation comportementale des groupes unisexes (verrats ou truies).

EFSA. L'activité sexuelle et agressive des porcs augmente avec l'âge et semble être un phénomène auto-entretenu, c'est-à-dire favorisé lors de rixes ou suite à des accouplements. Elle est significativement réduite après castration (chirurgicale ou immunitaire).

Cette activité, souvent exacerbée chez les verrats, est génératrice de blessures sur tout le corps et est susceptible de réduire le taux de croissance de l'ensemble des individus. De plus, des problèmes des membres (notamment des boiteries) liés aux montes sont observés sur les victimes. Celles-ci présentent également des troubles du comportement (agitation, agressivité), du fait qu'elles ne peuvent éviter leur agresseur.

Alors que les combats se font essentiellement entre individus du même sexe, les problèmes de santé générés par le comportement reproducteur des verrats sont observés aussi bien chez les mâles que chez les femelles dans les groupes mixtes, du fait que les verrats montent indifféremment les femelles, les mâles entiers, les mâles castrés ou les mannequins utilisés pour collecter du sperme. Les mâles entiers passent moins de temps à se nourrir que les mâles

castrés. De ce fait, leur taux de croissance est inférieur à celui des individus castrés en fin de période d'engraissement. Par contre, les mâles entiers semblent moins perturber les comportements alimentaires de leurs compagnons d'enclos que les individus castrés.

Le fait que les groupes soient remaniés, afin de faciliter leur gestion (groupes homogènes en poids) accroît les risques de combats liés à l'établissement de la hiérarchie, du fait (i) que les individus ne se connaissent pas et doivent donc s'évaluer et (ii) qu'ils ont des poids similaires. Dans ce contexte, il est montré que les systèmes maintenant les groupes familiaux de la naissance à l'abattage conduisent à moins de conflits, et donc moins de blessures sur le corps, ainsi qu'à des niveaux d'androstérone réduits⁸ et à un retard de la puberté. Il est souhaitable que les problèmes induits par la formation des groupes soient pris en considération non seulement au niveau des élevages mais aussi lors des procédures d'abattage (incluant le transport et l'attente dans l'abattoir).

La taille et la composition sociale des groupes influencent donc le niveau de stress subi par les porcs d'élevage mais aussi la rentabilité de la filière. D'une part, le fait d'être élevés en groupe, quelle que soit la composition en termes de sexe, pourrait avoir un effet stimulant sur le métabolisme lié à l'odeur du verrot. D'autre part, un fort niveau de stress et de réactivité des porcs (à une situation nouvelle) diminuent la vitesse de croissance et la qualité de la viande *post mortem*⁹. Les résultats synthétisés dans le rapport de l'EFSA suggèrent également un lien entre le comportement agressif des mâles et la production d'androstérone, dont le mécanisme sous-jacent reste à déterminer. Le stress (lié à l'agressivité des verrats) aurait alors également une influence négative sur la qualité de la viande en termes d'odeur.

Biblio complémentaire. Que les groupes soient unisexes ou mixtes, les mâles sont plus fréquemment sujets aux morsures que les femelles (Penny et Hill, 1974 ; Hunter et al., 2001 ; Kritas et Morrison, 2004 ; Lundström, 2004). Cette différence est accrue par les remaniements de groupes intervenant notamment lors du transport et de l'abattage (Andersson et al., 2005).

Dans les groupes mixtes, le taux de morsure des mâles est positivement corrélé au pourcentage de femelles présentes dans l'enclos (Kritas et Morrison, 2004). Selon Hunter et al. (2001), les groupes mixtes comptabilisent moins de morsures que les groupes unisexués. Björklund et Boyle (2006) n'observent pas une telle influence de la composition des groupes (unisexués mâles ou femelles, mixtes). Par contre, ils observent que, pour les mâles de plus de 100kg, le retrait de quelques individus (les plus gros) peu avant l'abattage du reste du groupe

⁸ Dans ce sens, voir également : Fredriksen et al., 2006.

⁹ Mormède et al., 2004.

induit un accroissement du nombre de morsures. Ils attribuent cet accroissement au rétablissement d'une hiérarchie. Ces auteurs montrent également que le nombre de montes observé dans les groupes unisexués mâles est significativement supérieur à celui observé dans les groupes unisexués femelles ; le nombre de montes dans les groupes mixtes est intermédiaire. Par conséquent, ces auteurs recommandent d'élever les porcs en groupes unisexués et d'abattre les mâles plus tôt que les femelles ; l'abattage doit alors concerner l'ensemble du groupe.

Les groupes mixtes ne diffèrent pas des groupes unisexes, en termes de croissance ou de poids à l'abattage (Lundström, 2004), du moins jusqu'à 90kg (à noter que pour cette catégorie de poids, le taux d'androsténone dans le plasma et dans les tissus adipeux est plus important pour les mâles placés en groupe mixte que pour les mâles en groupe unisexe ; cela n'est pas observé pour les individus plus gros ; l'influence de la composition des groupes sur les taux de scatole reste à déterminer : Zamaratskaia, 2004). Par la suite, les groupes mixtes pourraient présenter un meilleur rendement (Andersson et al., 2005).

Le rapport de l'EFSA souligne l'influence du remaniement des groupes sur le taux d'agressions. Le remaniement des groupes influence également le taux de croissance des individus. Ainsi, les porcelets maintenus dans leurs groupes familiaux présentent un taux de croissance plus important que les porcelets placés dans des groupes reconstitués (Hayne et Gonyou, 2006). A noter que le remaniement des groupes est actuellement reconnue comme un facteur de stress et est utilisée à ce titre pour étudier l'influence du stress sur différents paramètres (e.g. Sutherland et al., 2006).

Une forte densité d'individus par m² est associée à une augmentation des comportements agonistiques (Meunier-Salaün et al., 1987). Pour une même densité d'individus, un accroissement de la cage des enclos pourrait enrichir l'environnement et permettre aux porcs agressés d'échapper à leur agresseur (Lundström, 2004). A noter que le rôle de la densité semble moins déterminant que l'enrichissement global de l'environnement (Beattie et al., 1992 dans Beattie et al., 1995 ; Beattie et al., 1996), comme cela a également été suggéré pour les visons vivant en captivité (Nimon et Broom, 1999 ; point abordé ultérieurement : p.27).

Il peut être noté que l'abattage à un âge plus précoce ne résout pas la question de l'odeur de verrat (voir aussi p. 32), du fait que la maturité sexuelle (adolescence) survient à des âges/poids variables, en fonction des individus.

Synthèse sur l'arrêt de la castration

La castration est un événement douloureux. Cependant, dans les conditions d'élevage actuelles, l'arrêt de la castration induit des comportements nuisibles de la part des verrats envers l'ensemble des individus présents dans l'enclos, ce de manière plus durable (plusieurs mois) que la peine générée par la castration (probablement jusqu'à plusieurs semaines). La comparaison de ces deux sources de stress est fortement compliquée par la pondération à effectuer entre durée et intensité des stress subis.

Le problème lié au comportement des verrats peut être minimisé par une meilleure gestion des groupes de porcs (relations sociales). Celle-ci permet déjà une maîtrise de la qualité de la viande en termes de pH *post mortem*. Si un lien entre agressivité et synthèse d'androsténone est démontré, une optimisation de la gestion des relations sociales entre porcs pourrait également influencer la qualité de la viande en termes d'odeur.

Amélioration de la qualité de la viande : sélection génétique

La connaissance du génome porcin et de son métabolisme s'accroît régulièrement (e.g. <http://www.genome.iastate.edu/pig> ou Gerrits et al., 2005) permettant une amélioration à long terme de la qualité de la viande (facilité de transformation, goût). Concernant le métabolisme de l'androsténone/scatole, les études se poursuivent (e.g. Nicolau-Solano et al., 2006).

Réduction du taux d'androsténone

« La sélection en vue d'un plus faible niveau d'androsténone [...] demande du temps. La relation entre un faible niveau d'androsténone et la vitesse de croissance des porcelets mâles doit être approfondie. » Cette question est donc en suspens.

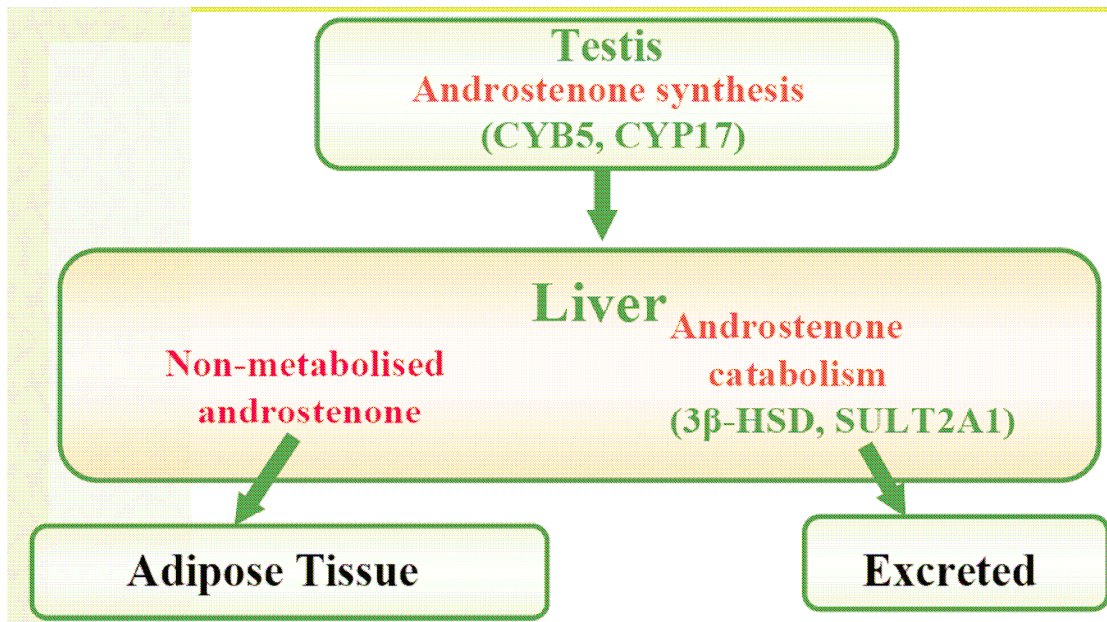
EFSA. La synthèse d'androsténone augmente dans les testicules à la puberté. Le stockage de cette hormone dans les graisses a une forte composante génétique, ce qui explique les différences observées entre certaines races. Dans ce sens, des expériences ont permis de réduire la production d'androsténone, avec ou sans modification des aptitudes reproductrices des porcs (retard de la maturation sexuelle des femelles et des mâles). Ces dernières manipulations nécessitent des expériences complémentaires.

Biblio complémentaire. L'héritabilité du taux d'androsténone dans les carcasses est importante ($0.25 < h^2 < 0.87$; tissus adipeux : $h^2 = 0.55$), ce qui suggère des possibilités d'améliorations par sélection génétique. Il faut cependant tenir compte de la corrélation génétique unissant ce caractère et la taille des glandes Cowper régulant la maturité sexuelle des verrats (Fouilloux et al., 1997 ; Squires, 1999).

Comme pour les études sur le scatole, deux voies de recherche ont été explorées, celle des gènes candidats (basées sur une connaissance du métabolisme impliqué) et celle des marqueurs anonymes (sans implication directe avec le métabolisme mais indiquant l'emplacement des gènes d'intérêt dans le génome) (revue dans Squires, 1999, 2006) :

- Des marqueurs associés à des gènes influents ont été localisés à différents endroits du génome (chromosomes 3, 6, 7 et 14 notamment) suggérant une action polygénique.
- Trois voies métaboliques permettent une réduction de l'androsténone (Figure 6) : (i) la synthèse d'androsténone nécessite un haut niveau de cytochrome B5 ; (ii) la sulfo-conjugaison des molécules libres d'androsténone (par l'enzyme SULT2A1) réduit le taux de ces molécules en libre circulation et limite alors leur aptitude à se stocker dans les graisses. A noter toutefois que le niveau de corrélation entre le taux d'androsténone plasmatique et le taux d'androsténone dans les tissus adipeux varie selon les auteurs (corrélation significative : Giersing et al., 2000 ; corrélation non significative : Zamaratskaia, 2004). Cette variabilité pourrait résulter d'une relation non linéaire entre ces deux taux, en liaison avec des mécanismes de transfert compartiments complexes et restant en grande partie à identifier (Andresen, 2006) ; (iii) le 3 β -androsténol (enzyme : 3 β -hydroxystéroïde deshydrogénase) est une forme inactive.

Figure 6. Métabolisme de l'androsténone (Doran, 2007).



Réduction du taux de scatol

EFSA. Le métabolisme du scatole implique un certain nombre d'enzymes, dont il faut encore déterminer la fréquence génétique des différentes formes alléliques. La mise en place de marqueurs génétiques est encore à l'étude.

Biblio complémentaire. Contrairement à l'androsténone, le taux de scatole est fortement influencé par les conditions environnementales (voir ci-dessous). Des améliorations génétiques sont cependant envisageables (Squires, 1999, 2006 ; Zamaratskaia, 2004). En effet, une variabilité sexuelle et raciale du taux de stockage dans les tissus adipeux est observée, en relation avec l'efficacité du métabolisme du foie. L'héritabilité de ce phénomène varie entre 0.19 et 0.27. Le processus métabolique comprend deux phases. La première phase (dégradation) implique deux cytochromes (P4502E1, gène : CYP2E1 ; P4502A6, gène : CYP2A6) et une aldéhyde oxydase. La seconde phase (excrétion) implique notamment l'enzyme située sur le gène SULT1A1.

Un effet de l'âge (en relation avec les cytochromes P4502) et du taux d'hormones mâles (à partir de la puberté ; corrélation positive) est également observé (Zamaratskaia, 2004).

Synthèse sur la sélection génétique

La sélection génétique a déjà permis d'optimiser un certain nombre de points relatifs à la qualité de la viande de porcs. Les études concernant l'odeur de verrat donnent des résultats

prometteurs mais qui demandent encore des approfondissements, notamment en termes d'application dans des conditions de production.

Amélioration de la qualité de la viande : conduite des élevages

Déclaration: « Des mesures visant le logement, l'alimentation et la sélection peuvent réduire de manière importante, mais non résoudre définitivement, la problématique de l'odeur de verrat. [Cette question est en suspens]. »

Hygiène

EFSA. L'odeur de verrat est fortement accentuée chez les femelles et les castrats lorsque les conditions d'hygiène, insuffisantes, permettent aux animaux de s'allonger dans leurs déjections. Cette relation peut générer des résultats à court terme, jusqu'à quelques jours avant l'abattage.

Thermorégulation

EFSA. Le comportement « se vautrer » (dans ses déjections ou non) étant lié à la température (davantage observé pour des températures supérieures à 20°C), il est suggéré de fournir des modes de thermorégulation appropriés aux porcs. Ainsi, la loi danoise stipule que les porcs de plus de 20kg doivent avoir accès à une douche, ou autre mode de thermorégulation. A noter que, plus les individus sont lourds et actifs, plus ils auront besoin de ces éléments.

Alimentation

EFSA. Le taux de dégradation de tryptophane par le gros intestin n'est pas directement lié à l'ingestion de tryptophane. En effet, celui est digéré au niveau de l'intestin grêle et ne parvient jusqu'au caecum et au colon qu'en quantité négligeable. De ce fait, le tryptophane proviendrait de la dégradation des cellules ayant subi une apoptose.

Diverses modifications du régime alimentaire ont été proposées pour maîtriser le métabolisme de dégradation du tryptophane du gros intestin¹⁰. Les régimes alimentaires les plus

¹⁰ Par exemple, l'addition de chicorée séchée semble être une solution efficace et applicable à la production (Hansen et al., 2006). Revue dans Zamaratskaia (2004, p.18-19).

prometteurs semblent ceux permettant une réduction de l'apoptose cellulaire dans cette partie du tractus digestif.

Biblio complémentaire. Une étude récente (Loesel et al., 2006) confirme ce pronostic (voir aussi Andersson et al., 2005), puisqu'elle montre que l'ajout d'amidon non traité de pomme de terre (qui réduit l'apoptose cellulaire) dans l'alimentation des porcs (mâles et femelles) induit une réduction significative de la concentration de scatole dans le colon, le plasma et les graisses des animaux ainsi traités. Les scores attribués à l'odeur de la viande cuite issue de ces animaux sont également significativement améliorés.

Une autre étude suggère cependant que le rôle des débris cellulaires dans le tractus digestifs est moindre que le rôle de l'alimentation. Plus précisément, l'adaptation de la flore intestinale aux changements brusques de régime alimentaire consécutif au sevrage serait un élément fondamental du métabolisme du tryptophane (Lanthier et al., 2006).

En conclusion, bien que les résultats des études concernant l'alimentation des porcs ne soient pas encore convergents concernant les causes de la présence de tryptophane dans le tractus digestif (débris cellulaires ou causes alimentaires), des modifications du régime alimentaires (ajout d'amidon ou de chicorée dans l'alimentation) sont déjà applicables, ayant montré leur efficacité à réduire la présence de tryptophane et ainsi améliorer la qualité de la viande.

Enrichissement de l'environnement

EFSA. Divers facteurs environnementaux influencent l'accumulation de scatole et d'androsténone dans les tissus adipeux. Une influence du métabolisme du stress (environnemental, social) peut être envisagée, notamment concernant la scatole (notamment en raison du lien entre le stress et les fonctions digestives)¹¹.

Biblio complémentaire. Un modèle prenant en compte un certain nombre de paramètres de gestion (et génétiques : sexe, race) est disponible (Bracke et al., 2004). Il permet d'optimiser la gestion des élevages de manière à réduire, voire supprimer, le comportement de morsures des queues, indice d'un bien-être réduit chez le porc (revue dans le dossier sur la caudotomie des porcs : Lefebvre, 2007). Un modèle similaire ou complémentaire intégrant la qualité de la viande (odeur) serait un outil d'aide à la décision utile.

¹¹ Voir aussi Zamaratskaia (2004).

Synthèse sur conduite des élevages

Les paramètres environnementaux modifient le niveau de stress subi par les porcs et leur réactivité aux situations nouvelles. Il est montré qu'une optimisation de la conduite des élevages des porcs permet une amélioration de la productivité (exemple : influence de la température, de la composition sociale des groupes ou de la surface disponible par individu sur la vitesse de croissance) et de la qualité de la viande (exemple : influence du stress sur le pH *post mortem*, influence de l'alimentation sur l'odeur de verrat).

Il est cependant difficile actuellement de proposer des recommandations précises du fait du grand nombre de facteurs impliqués et de l'influence de leurs interactions.

Elevage de femelles : sexage du sperme

L'arrêt de la castration peut également se faire par une évolution de l'élevage de porcs essentiellement basé sur les truies. A ce sujet, la Déclaration stipule que « la détermination du sexe du sperme, permettant de réduire le pourcentage de mâles au profit des femelles, pourrait en grande partie offrir une solution. La technique existe et fonctionne bien. Son application se heurte toutefois pour l'instant à des problèmes pratiques : la quantité de sperme obtenue est provisoirement insuffisante pour inséminer toutes les truies. Et l'insémination ne peut pas se faire selon les techniques réalisables actuellement dans la pratique. »

EFSA. la seule méthode actuellement disponible de manière commerciale est la cytométrie de flux, qui trie les spermatozoïdes en fonction de leur quantité d'ADN. Cependant sa vitesse de fonctionnement est insuffisante et le nombre de machines est faible.

De plus, les conditions de stockage (également lors du transport) demandent des améliorations. Les méthodes actuellement disponibles (cryoconservation, injection intracytoplasmique et fertilisation *in vitro*) sont encore à l'essai pour applications de routines.

Enfin, des pertes sont observées lors de l'insémination. Les essais visent actuellement à déposer le sperme plus près des ovules (cathéters plus longs), avec une attention particulière aux instruments utilisés (cathéters flexibles ; appel aux fibres optiques) afin de ne pas blesser la femelle. Cela permet de réduire la dose nécessaire à la reproduction (diminuant notamment la perte liée à la glaire cervicale).

Biblio complémentaire. L'amélioration de la qualité des liquides de conservation (solutions tampons) a permis d'accroître la durée de conservation du sperme liquide (jusqu'à 5-7 jours). Cette durée est suffisante puisque, généralement, les éleveurs inséminent leurs truies quelques jours après la collecte du sperme. La cryoconservation est une solution qui n'est pas applicable à la production, notamment du fait que cette méthode induit une réduction de la taille des portées arrivant à l'âge adulte. Les méthodes de sexage du sperme sont encore à l'étude chez le porc (contrairement à d'autres espèces, comme les bovins pour lesquelles elles sont disponibles commercialement). Les recherches s'orientent vers l'insémination « profonde » de faibles doses de sperme (revues dans Gerrits et al., 2005 ; Vazquez et al., 2005 ; Johnson et al., 2005).

Détection de l'odeur de verrat

Selon la Déclaration, « il existe diverses techniques permettant de détecter dans la viande¹², les principales substances responsables de l'odeur de verrat (androstérone et scatole). Des recherches doivent être poursuivies pour appliquer le système de détection sur la chaîne d'abattage. La corrélation entre ces substances et l'intensité » d'odeur et / ou de goût n'a pas encore été suffisamment documentée. »

En 2005, le Conseil notait que « le thème de recherche 'détection de l'odeur de verrat à la ligne d'abattage et recherche de marqueurs' a été retenu par la division recherche contractuelle du SPF dont une offre est retenue. »

EFSA. Les tests actuels se basent sur un opérateur humain¹³, ce qui inclut des différences de perception inter-individuelles et une baisse rapide des performances liées à la fatigue sensorielle (UK). Une méthode d'analyse spectrophotométrique a été développée au Danemark, qui pallie ces inconvénients mais ne mesure que le taux de scatole et est trop lente. Le développement des nez électroniques est prometteur avec des applications sur le porc déjà mises en place¹⁴. Pour une application sur les chaînes d'abattage, des améliorations sont cependant encore nécessaires, notamment dans la définition de l'odeur de verrat, par exemple : <0.5ppm androsténone + <0.2ppm scatole + <0.1ppm indole (Merks, 2007).

¹² Revue dans Zamaratskaia, 2004 (p. 13).

¹³ Tests utilisés : boiling test (viande cuite) et soldering iron (viande marquée au fer rouge).

¹⁴ Dans ce sens, voir également: Vestergaard et al, 2006.

Synthèse sur le sexage et la détection de l'odeur de verrat

Ces méthodes alternatives sont en cours de développement pour une application en conditions de production.

Questions législatives et sociologiques

Poids à l'abattage

Selon la Déclaration, « la directive européenne sur la viande fraîche permet la commercialisation de viande de verrat jusqu'à 80kg (64/433/EG). Au-delà de ce poids, les carcasses sont estampillées 'verrat' et ne sont plus commercialisables que de façon limitée. En abattant les jeunes verrats à un poids inférieur on pourrait réduire la problématique de la commercialisation. Cependant l'abattage à un âge plus jeune se limite pour l'instant à un certain créneau du marché, peu développé, et ne constitue donc pas une solution crédible du point de vue économique. »

Biblio complémentaire. La Directive 64/433/EG n'est plus valable actuellement.

Allant dans ce sens, une étude (Jaturasitha et al., 2006) portant sur des porcs abattus à 90, 100, 110 et 120 kg (poids des carcasses : de 63 à 89kg) montre que la qualité de la viande, en terme de pourcentage de viande maigre ou de finesse de la couche de gras, augmente avec le poids à l'abattage. Au contraire, la qualité de la viande, en termes de taux de scatole et de goût (scores attribués à la viande par des goûteurs), diminue. La pondération de ces deux éléments fait conclure les auteurs de cette étude que le seuil de 80kg (poids des carcasses) fixé par dans cette Directive est encore trop élevé pour permettre d'éviter les effets néfastes de la croissance des porcs sur la qualité de leur viande.

Anesthésiants

EFSA. Les anesthésiants peuvent rester un certain temps dans les tissus des animaux concernés. Ils risquent alors d'être ingérés par le consommateur. De ce fait, les produits anesthésiants sont répartis entre trois catégories (Régulation du Conseil N°2377/90) :

- Liste I : substances pharmacologiques actives pour lesquelles des doses résiduelles limites sont fixées, ce par espèce.
- Liste II : substances pour lesquelles il n'est pas fixé de dose résiduelle mais qui font l'objet de restrictions concernant les espèces auxquelles elles peuvent être administrées et les modes d'administration. Par exemple, la lidocaïne est réservée aux équidés, alors que la procaine est autorisée pour l'ensemble des espèces consommables.

- Liste III : substances pour lesquelles les limites résiduelles par espèce sont fixées de manière provisoire.

A ces différents éléments s'ajoute une question de délais avant abattage ; l'ensemble de ces produits est réservé à un usage vétérinaire.

A noter que, lorsque aucun produit n'est spécifié pour une espèce donnée (cas du porc), il est possible, dans certains cas, d'utiliser un produit agréé pour une autre espèce destinée à la consommation (système de cascade) ; cependant, au moins une dose résiduelle limite (Maximal Residual Limit, MRL) doit être définie au niveau européen. De plus, la dose efficace de produit anesthésique à administrer reste à préciser chez les jeunes porcs (différences de métabolisme avec les adultes) (Prunier et al., 2006).

Acceptabilité par le consommateur

Selon la Déclaration, cette question est en suspens, notamment du fait des incertitudes concernant l'influence des différentes méthodes alternatives à la castration (e.g. immunocastration) sur le comportement d'achat du consommateur.

Sur ce dernier point, le Conseil soulignait à nouveau en 2005 que « une concertation européenne est nécessaire sur [...] l'acceptation sociale et [...] les débouchés réservés exclusivement à la viande de verrat », notamment.

Biblio complémentaire. Différentes méthodes de réduction de l'odeur de verrat sont à l'étude mais il est nécessaire d'évaluer leur acceptabilité pour le consommateur. Par exemple, le maintien de la viande de verrat dans les produits transformés peut être envisagé en fonction de l'odeur résiduelle et de sa perception par le consommateur. Par ailleurs, une évaluation de la demande en produits finis (diversification de l'offre) peut également être réalisée comme cela a été fait sur la viande de volaille. Plus globalement, une évaluation de la perception de la filière par le consommateur peut être réalisée. On observe en effet une prise en compte récente de paramètres non directement liés au produit (coût, goût), comme les conséquences de la production sur l'environnement, le bien-être animal (e.g. Eurobaromètre) ou celui des éleveurs (évolution de la filière : nombre / taille des exploitations, nombre de personnes pouvant vivre de ce travail et qualité de celui-ci) (Lebret, 2004 ; Rieu, 2003). Une étude des variables sociologiques de la question (attitudes, pratiques) est prévue dans le cadre de l'union Européenne (étude PIGCAS : Bonneau, 2007).

Discussion, conclusions

La castration à vif des porcelets est reconnue comme étant une opération douloureuse, au moment de l'opération et au moins 4 jours après l'opération.

Les méthodes alternatives, multiples, font l'objet de nombreux travaux et les connaissances sur ces sujets évoluent (pour plus de détails, voir aussi les Proceedings de la Conférence Internationale de Nov. 2005 (Norvège) : <http://www.actavetscand.com/supplements/48/S1>). Cependant, la plupart des méthodes alternatives envisagées demandent encore des améliorations, au moins concernant leur application dans des conditions de production. Certaines alternatives, durables (déjà appliquées efficacement dans d'autres domaines), ne seront disponibles en conditions de production qu'à *moyen / long terme* (échéance : quelques années). C'est le cas de : la sélection génétique, l'élevage de mâles entiers en association avec des pratiques adéquates d'élevage, du sexage du sperme, ainsi que des nez artificiels (Tableau 2). D'autres méthodes, pour lesquelles les données disponibles sont importantes mais demandent des évaluations complémentaires, seront disponibles dans un *avenir proche*. C'est le cas de l'anesthésie générale et de l'immunocastration. A noter qu'aucune de ces méthodes ne garantissant une suppression totale de l'odeur pour le moment (par exemple, malgré la castration chirurgicale, certains porcelets gardent leurs testicules ou une partie de ceux-ci et dégagent une odeur de verrat), des combinaisons entre méthodes sont à envisager.

En attendant que ces travaux aboutissent, l'anesthésie locale, associée à une analgésie prolongée, est une solution alternative disponible et efficace. Du fait que la lidocaïne a une plus grande efficacité que la procaine (EMEA, 1999), il peut être suggéré : soit de développer des études concernant l'efficacité de la procaine, soit de modifier la classification de la lidocaïne (actuellement en Liste II ; 2377/90/CE ; question des résidus et de l'autorisation d'utilisation par l'éleveur). Il peut également être suggéré de mettre l'accent sur des produits au pH le plus neutre possible, en accord avec les propositions de l'EFSA, et dont les dosages sont « prêt à l'emploi » (taux de dilution adaptés à la taille de l'animal). L'usage de l'anesthésie locale pose la question du contrôle d'application, cette manipulation ne laissant pas de traces évidentes sur le corps de l'animal.

Tableau 2. Alternatives à la castration des porcelets : synthèse.

Disponibilité	Alternative	Bien-être	
		Aspects positifs	Aspects négatifs
Immédiate	1. Anesthésie locale	Maîtrise de la douleur - Lors de l'opération - Après l'opération (analgésie)	Stress lié aux manipulations supplémentaires : négligeable. Problèmes liés à la castration elle-même (intégrité physique de l'animal, infections, etc.)
A court terme	2. Anesthésie générale	Maîtrise de la douleur durant l'opération	Risques pour la personne qui réalise les anesthésies (gaz) Evaluation du bien-être animal
	3. Immunocastration	Intégrité physique	Risques (à long terme) pour la santé humaine : encore à évaluer Evaluation du bien-être animal
A moyen/long terme	4. Sélection génétique		En développement (p. 24)
	5. Elevage de mâles entiers		En développement (p. 27)
	6. Sexage du sperme		En développement (p. 29)
	7. Nez artificiels.		En développement (p. 30)

References

- Ampuero S, Bee G 2006 The potential to detect boar tainted carcasses by using an electronic nose based on mass spectrometry. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl. I):P1.
- Andersson, HK Andersson, K Zamaratskaia, G Rydhmer, L Chen, G Lundstrom, K 2005 Effect of single-sex or mixed rearing and live weight on performance, technological meat quality and sexual maturity in entire male and female pigs fed raw potato starch. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science* 55(2-3), 80-90. (abstract)
- Beattie VE, Walker N, Sneddon IA 1995 Effects of environmental enrichment on behaviour and productivity of growing pigs *Anim Welfare* 4(3) 207-220.
- Beattie VE, Walker N, Sneddon IA 1996 An investigation of the effect of environmental enrichment and space allowance on the behaviour and production of growing pigs. *Appl Anim Behav Sci* 48 151-158.
- Bennett, P., and Perini, E. 2003b. Tail docking in dogs: can attitude change be achieved? *Australian Veterinary Journal* 81(5):277-282.
- Björklund L, Boyle LA 2006 Effects of finishing boars on mixed and single sex groups and split marketing on pig welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl. I):P2.
- Bonneau M 2007 Working towards solutions. Workshop “Castration of piglets. Reflections towards alternatives: scientific and socio-economical aspects. 29 January, Brussel, Belgium.
(http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/seminars/ag_castration_piglets_en.pdf)
- Delves PJ 2004 How far from a hormone-based contraceptive vaccine? *J Reprod Immunol* 62, 69-78.
- Doran O 2007 Genetic selection to prevent boar taint. Workshop “Castration of piglets. Reflections towards alternatives: scientific and socio-economical aspects. 29 January, Brussel, Belgium.
- EMA (the European Agency for the Evaluation of Medical Products) 1999 Lidocaine, summary report. 4pp.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2004 Welfare aspects of the castration of piglets. *The EFSA Journal* 1,1-18.
- Fouilloux MN, Le Roy P, Gruand J, Sellier P, Bonneau M 1997 Mise en évidence de gènes à effet majeur contrôlant la teneur en androsténone du gras et la maturité sexuelle du porc mâle entier. *Journées Rech. Porcine en France* 29, 369-374.

- Fredriksen B, Nafstad O 2006 The Norwegian research programme for entire male pig production. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl. I):S.16.
- Fredriksen B, Nafstad O 2006 Surveyed attitudes, perceptions and practices in Norway regarding the use of local anesthesia in piglet castration. *Res. Vet. Sci.* 81, 293-295.
- Fredriksen, B Lium, BM Marka, CH Heier, BT Dahl, E Choinski, JU Nafstad, O 2006 Entire male pigs in a farrow-to-finish system. Effects on androstenone and scatole. *Livestock Science* 102(1-2), 146-154.
- Gerrits RJ, Lunney JK, Johnson LA, Pursel VG, Kraeling RR, Rohrer GA, Dobrinsky JR 2005 Perspectives for artificial insemination and genomics to improve global swine populations. *Theriogenology* 63, 283-299.
- Haga, HA Ranheim, B 2005 Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 32(1), 1-9.
- Haga HA, Lykkjen S, Revold T, Ranheim B 2006 Effect of intratesticular injection of lidocaine on cardiovascular responses to castration in isoflurane-anesthetized stallions. *American Journal of Veterinary Research* 67(3), 403-408.
- Hansen, LL Mejer, H Thamsborg, SM Byrne, DV Roepstorff, A Karlsson, AH Hansen-Moller, J Jensen, MT Tuomola, M 2006 Influence of chicory roots (*Cichorium intybus* L.) on boar taint in entire male and female pigs. *Animal Science* 82(3), 359-368.
- Hayne, SM Gonyou, HW 2006 Behavioural uniformity or diversity? - Effects on behaviour and performance following regrouping in pigs *Applied Animal Behaviour Science* 98(1-2), 28-44.
- Heleski, C. R., Mertig, A. G., and Zanella, A. J. 2004. Assessing attitudes toward farm animal welfare: a national survey of animal science faculty members. *Journal of Animal Science* 82:2806-2814.
- Hunter EJ, Jones TA, Guise HJ, Penny RHC, Hoste S 2001 The relationship between tail biting in pigs, docking procedure and other management practices, the *Veterinary Journal* 161, 72-79.
- Jaros P, Bürgi E, Stärk KDC, 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. *Livestock Prod. Sci.* 92, 31-38.
- Jaturasitha, S. Pichitpantapong, S. Leangwunta, V. Khiaosa-ard, R. Suppadit, T. Kreuzer, M. 2006 Increasing the slaughter weight of boars: Effects on performance and pork quality. *Journal of Applied Animal Research* 30(1), 19-24.

- Johnson LA, Rath D, Vazquez JM, Maxwell WMC, Dobrinsky JR 2005 Preselection of sex of offspring in swine for production: current status of the process and its application. *Theriogenology* 63(2), 615-624.
- Kritas SK, Morrison RB 2004 An observational study on tail biting in commercial grower-finisher barns, *Journal of Swine Health and Production*, 12(1), 17-22 (abstract).
- Lanthier, F Lou, Y Ternier, MA Squires, EJ 2006 Characterizing developmental changes in plasma and tissue scatole concentrations in the prepubescent intact male pig. *Journal of Animal Science* 84(7), 1699-1708.
- Lebret B 2004 Conséquences de la rationalisation de la production porcine sur les qualités des viandes. *INRA Prod. Anim.* 17(2), 79-91.
- Leder BZ, Smith MR, Fallon MA, Lee MLT, Finkelstein JS 2001 Effects of gonadal steroid suppression on skeletal sensitivity to parathyroid hormone in men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 86, 511-516.
- Lester SJ, Mellor DJ, Ward RN 1991b Effects of repeated handling on the cortisol responses of young lambs castrated and tailed surgically. *New Zealand Veterinary Journal* 39, 147-149.
- Loesel, D Lacorn, M Buettner, D Claus, R 2006 Flavor improvement in pork from barrows and gilts via inhibition of intestinal scatole formation with resistant potato starch *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(16), 5990-5995.
- Lundström 2004**
- Mellor DJ, Diesch TJ 2006 Onset of sentience : the potential for suffering in fetal and newborn farm animals. *Appl Anim Behav Sci* 100, 48-57.
- Merks J 2007 Detection of boar taint at the slaughterline. Workshop “Castration of piglets. Reflections towards alternatives: scientific and socio-economical aspects. 29 January, Brussel, Belgium.
- Meunier-Salaün MC, Vantrimpont MN, Raab A, Dantzer R 1987 Effect of floor area restriction upon performance behaviour and physiology of growing-finishing pigs. *J Anim Sci* 64, 1371-1377.
- Mormède P, Foury A, Geverink N, Gispert M, Hortos M, Font Furnols M, Carrion D, Cairns M, Davey G, Tilley R, Delday M, Maltin C, Klont R, Sosnicki A, Plastow G, Blott S 2004 Réponses neuroendocriniennes de stress et caractéristiques de carcasses, comparaison de cinq races de porcs. Données préliminaires obtenues dans le projet européen QualityporkGenes. *Journées Recherche Porcine* 36, 259-264.

- Nicolau-Solano, S. I. McGivan, J. D. Whittington, F. M. Nieuwhof, G. J. Wood, J. D. Doran, O. 2006 Relationship between the expression of hepatic but not testicular 3 beta-hydroxysteroid dehydrogenase with androstenedione deposition in pig adipose tissue. *Journal of Animal Science* 84(10), 2809-2817.
- Nimon AJ, Broom DM 1999 The welfare of farmed mink (*Mustela vison*) in relation to housing and management: a review. *Anim Welfare* 8 205-228.
- Penny RHC, Hill FWG 1974. Observations of some conditions in pigs at the abattoir with particular reference to tail biting, *Vet Rec* 94, 174-180.
- Prunier, A Bonneau, M von Borell, EH Cinotti, S Gunn, M Fredriksen, B Giersing, M Morton, DB Tuytens, FAM Velarde, A 2006 A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods *Animal Welfare* 15(3), 277-289.
- Rieu M 2003 Economie et avenir de la filière porcine. *INRA Prod. Anim.* 16(5), 341-348.
- Robinson, JAB Buhr, MM 2005 Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology* 63(2), 668-678.
- Rollin, B. E. 1985. Animal pain. In M. W. Fox, *Advances in animal welfare Science* (ed. L. D. Mickley), pp. 91-105. Martinus Dordrecht.
- Sisk CL, Foster DL 2004 The neural basis of puberty and adolescence. *Nature Neurosci.* 7(10), 1040-1047.
- Squires EJ 1999 Genetics of boar taint: implications for the future use of intact males. In proceedings: National Swine Improvement Federation Conference, Nov 16-17, Des Moines, Iowa.
- Squires EJ 2006 Possibilities for selection against boar taint. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(Suppl. I), S8-S12.
- Sutherland, MA Niekamp, SR Rodriguez-Zas, SL Salak-Johnson, JL 2006 Impacts of chronic stress and social status on various physiological and performance measures in pigs of different breeds. *Journal of Animal Science* 84(3), 588-596.
- Thompson Jr DL 2000 Immunization against GnRH in male species (comparative aspects). *Anim Reprod Sci* 60-61, 459-469.
- Thornton PD, Waterman-Pearson AE 2002 Behavioural responses to castration in lambs, *Anim Welfare* 11(2), 203-212.
- Van de Wiel D 2007 Reduction of boar taint by proteomics Workshop "Castration of piglets. Reflections towards alternatives: scientific and socio-economical aspects. 29 January, Brussel, Belgium.

- Vazquez JM, Martinez EA, Roca J, Gil MA, Parrilla I, Cuello C, Carvajal G, Lucas X, Vazquez JL 2005 Improving the efficiency of sperm technologies in pigs : the value of deep intrauterine insemination. *Theriology* 63(2), 536-547.
- Vestergaard, Jannie S. Haugen, John-Erik Byrne, Derek V. 2006 Application of an electronic nose for measurements of boar taint in entire male pigs. *Meat Science* 74(3), 564-577.
- Wagner A, Claus R 2004 Involvement of glucocorticoids in testicular involution after active immunization of boars against GnRH. *Reproduction* 127, 275-283.
- White RG, DeShazer JA, Tressler CJ, Borchert GM, Davey S, Waninge A, Parkhurst AM, Milanuk MJ, Clemens ET 1995 Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anaesthetic. *J Anim Sci* 73 381-386.
- Young KA, Nelson RJ 2001 Mediation of seasonal testicular regression by apoptosis. *Reproduction* 122, 677-685.
- Zamaratskaia G. 2004 Factors involved in the development of boar taint. Influence of breed, age, diet and raising conditions. Doctoral thesis, 51 pp. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden (<http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000532/>).
- Zols, S Ritzmann, M Heinritzi, K 2006a Effect of analgesics on castration of male piglets. *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift* 119(5-6), 193-196 (abstract).
- Zols, S Ritzmann, M Heinritzi, K 2006b Effect of a local anaesthesia in castration of piglets. *Tieraerztliche Praxis Ausgabe Grosstiere Nutztiere* 34(2), 103-106 (abstract).