

QUALITÉS DES VIANDES DE PORC MÂLE ENTIER : VOIES DE RECHERCHES ET PERSPECTIVES

M. BONNEAU

Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches Porcines, Saint-Gilles, 35590 L'HERMITAGE

INTRODUCTION

La production de viandes de porc mâle entier présente un intérêt économique bien établi. Outre la réduction de travail lié à l'absence de castration, les principaux avantages se situent au niveau du coût alimentaire (économie de l'ordre de 30 Kg d'aliment par porc produit) et de la qualité des carcasses (pourcentage de muscles amélioré d'environ 7 points), compensant largement la perte de rendement (de l'ordre de 2%). La présence d'odeurs désagréables, qualifiées d'odeurs sexuelles, qui se manifestent lors de la cuisson des viandes de certains verrats, justifie que l'on continue le plus souvent à castrer systématiquement les jeunes mâles, se privant ainsi du potentiel élevé du porc mâle entier pour la production de viandes.

Dans une précédente communication (BONNEAU et DESMOULIN, 1982), nous avons fait le point des connaissances sur les défauts d'odeur sexuelle et les possibilités d'emploi des viandes de porc mâle entier. Depuis cette date, des voies de recherches nouvelles ont été et sont encore explorées. Après avoir exposé les principales caractéristiques qualitatives des viandes de porc mâle entier, nous ferons le point sur les enseignements apportés par les travaux de recherches les plus récents avant de dégager les perspectives d'avenir à court et moyen terme.

1. CARACTÉRISTIQUES QUALITATIVES DES VIANDES DE PORC MÂLE ENTIER

Nous avons rapporté à titre d'illustration les résultats d'une étude de BARTON-GADE (1987) sur les caractéristiques du muscle (tableau 1) et du gras (tableau 2).

1.1. Caractéristiques du tissu musculaire

Le tissu musculaire des viandes de verrat est plus riche en eau et contient moins de protéines (tableau 1) et de matière sèche délipidée (WOOD et ENSER, 1982). Le pourcentage de lipides intramusculaires est légèrement, mais significativement, plus faible chez les verrats que chez les castrats (ANASTASIJEVIC *et al.*, 1978 ; MALMFORS *et al.*, 1978 ; PROST, 1980 ; DESMOULIN *et al.*, 1983 ; BARTON-GADE, 1987), cette différence n'étant observée, selon WOOD et

ENSER (1982), que dans le cas d'un niveau d'alimentation bas.

TABLEAU 1
QUALITÉ DES VIANDES DE VERRAT, DE CASTRAT
ET DE FEMELLES :

caractéristiques du tissu musculaire (d'après BARTON-GADE, 1987)

	Verrats	Castrats	Femelles	Signification des différences entre sexes
Composition chimique (%) du semi-membranosus				
- Eau	75.7 a	75.3 b	75.2 b	***
- Protéines	21.5 c	21.8 b	22.1 a	***
- Lipides	1.94 b	2.13 a	1.89 b	***
Teneur en pigments du biceps femoris	43.0	43.2	43.9	NS
Force de cisaillement du longissimus dorsi	92.5 b	79.1 a	82.1 a	***

NS : Non significatif, *** : $P < 0.001$

Les valeurs d'une même ligne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil 5%.

Selon BARTON-GADE (1987), le sexe n'a que peu d'effet sur l'incidence des viandes exsudatives (PSE) ou sombres (DFD). Cependant, dans les cas où le temps d'attente avant abattage est long, la proportion de viandes DFD peut être plus élevée chez les verrats que chez les castrats ou les femelles, cet effet résultant d'une plus grande activité des mâles entiers (MOSS et ROBB, 1978 ; ELLIS *et al.*, 1983). Selon BARTON-GADE (1987) la force de cisaillement des tissus musculaires est plus élevée chez les verrats que dans les 2 autres types sexuels, ce qui est conforme aux observations de MARTIN *et al.* (1968) et de BONNEAU *et al.* (1979) selon lesquelles les viandes de verrat sont moins tendres que celles de castrat.

Hormis dans le cas de la teneur en lipides intramusculaires, les différences entre verrat et castrat pour les caractéristiques du tissu musculaire apparaissent faibles et sont souvent considérées comme non significatives (CASTEELS *et al.*, 1974 ; MALMFORS ET NILSSON, 1978 ; OCKERMAN *et al.*, 1981 ; DESMOULIN *et al.*, 1983).

1.2. Caractéristiques du tissu gras

Le tissu gras des verrats est plus riche en eau et en protéines que celui des femelles et des mâles castrés, alors qu'il est moins riche en lipides (tableau 2). La teneur plus élevée en matière sèche délipidée dans le tissu gras dorsal est indicative d'une plus grande richesse en conjonctif (WOOD et ENSER, 1982). Chez le verrat âgé, une partie du tissu gras dorsal de la région scapulaire s'est enrichi en conjonctif (>20%) et considérablement appauvri en lipides (<10%), jusqu'à présenter les caractéristiques du derme. Aux stades usuels d'abattage, les animaux à croissance normale ne sont cependant pas concernés par ce problème (WOOD *et al.*, 1985 a).

Les graisses de verrat sont significativement plus insaturées que celles de femelle et surtout de castrat, essentiellement du fait d'une plus grande teneur en acides linoléique (C18:2) et linoléique (C18:3) (MALMFORS *et al.*, 1978 ; BONNEAU *et al.*, 1979 ; SMITHARD *et al.*, 1980 ; YEN *et al.*, 1982 ; DESMOULIN *et al.*, 1983 ; BARTON-GADE, 1987). Ces graisses plus insaturées sont plus molles (WOOD et ENSER, 1982) et plus sensibles à l'oxydation. Par ailleurs le gras de couverture tend à se séparer plus facilement des tissus maigres sous-jacents (WOOD *et al.*, 1983). Ces défauts liés à l'insaturation des graisses de verrat s'expliquent pour l'essentiel par le fait que ces animaux sont plus maigres alors que la plus grande richesse en eau et en protéines et la moindre teneur en lipides semblent être la conséquence d'un "effet verrat" au sens strict (WOOD et ENSER, 1982 ; WOOD *et al.*, 1983, 1985b).

TABLEAU 2
QUALITÉ DES VIANDES DE VERRAT, DE CASTRAT
ET DE FEMELLES :

caractéristiques du tissu gras (d'après BARTON-GADE, 1987)

	Verrats	Castrats	Femelles	Signification des différences entre sexes
Composition chimique (%)				
- Eau	17.0 a	13.1 c	14.7 b	***
- Protéines	4.7 a	3.6 c	4.0 b	***
- Lipides	78.1 c	83.4 a	81.5 b	***
Composition en acides gras (%)				
C16	24.9 c	26.1 a	25.1 b	***
C18	13.5	13.6	13.3	NS
C18:1	41.8 b	43.3 a	43.5 a	***
C18:2	11.8 a	9.3 c	10.2 b	***
% acides gras insaturés	58.6 a	57.3 c	58.3 b	***
Indice d'iode	66.6 a	63.3 c	64.8 b	***
Teneur en scatol (ppm)	0.07 a	0.05 b	0.04 c	***

NS : Non significatif, *** : P < 0.001

Les valeurs d'une même ligne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil 5%.

En conclusion, les différences entre les caractéristiques des viandes de verrat et de castrat touchent essentiellement la composition chimique des tissus et le degré d'insaturation des graisses. Les différences de teneurs en eau, protéines et lipides sont assez faibles mais peuvent affecter le rendement de certaines fabrications comme le bacon (McEVOY, 1983 ; ELLIS *et al.*, 1983). La plus grande insaturation des graisses résulte du fait que les verrats sont plus maigres et il ne s'agit donc pas à proprement parler d'un caractère intrinsèque des viandes de mâle entier. L'ensemble des caractéristiques évoquées ci-dessus constituent des défauts qualitatifs relativement mineurs en comparaison des problèmes posés par la présence des défauts d'odeur sexuelles.

2. SITUATION DU PROBLÈME POSÉ PAR LES DÉFAUTS D'ODEUR SEXUELLE DES VIANDES DE PORC MALE ENTIER

2.1. Les composés responsables des odeurs sexuelles

Deux composés, le scatol et l'androsténone, sont considérés comme les principaux déterminants des défauts d'odeur sexuelle.

Le scatol est un produit de la dégradation du tryptophane par la flore intestinale. La mise en évidence de son rôle dans la manifestation des odeurs sexuelles est difficile car les méthodes de dosage de ce composé dans les graisses sont peu précises (HANSSON *et al.*, 1980) ou peu spécifiques (MORTENSEN et SORENSEN, 1984) alors que les concentrations observées sont assez faibles (tableau 2). Il semble bien cependant que ce composé soit un déterminant important des odeurs sexuelles (LUNDSTROM *et al.*, 1987). On constate que les verrats présentent des teneurs en scatol du tissu gras significativement supérieures à celles observées chez les castrats et les femelles (HANSSON *et al.*, 1980 ; LUNDSTROM *et al.*, 1987 ; tableau 2). Comme l'indiquent LUNDSTROM *et al.* (1987), le stockage de scatol dans les graisses est vraisemblablement dépendant de la production des stéroïdes testiculaires, sans que l'on puisse fournir à l'heure actuelle d'explication satisfaisante à ce phénomène. Les teneurs en scatol des graisses de verrat diffèrent significativement entre élevages (PEDERSEN *et al.*, 1986) et entre loges d'un même bâtiment (HANSSON *et al.*, 1980), ce qui indique une importante influence de l'environnement et/ou du statut pathologique des animaux.

L'androsténone est un stéroïde d'origine testiculaire, à odeur urinaire prononcée, qui se stocke dans les graisses à des concentrations de l'ordre du ppm (partie par million). Dans un précédent article (BONNEAU et DESMOULIN, 1982) nous avons fait état du rôle déterminant de ce composé dans la manifestation des odeurs sexuelles et exposé les principaux facteurs de variation de la teneur en androsténone des graisses chez le verrat.

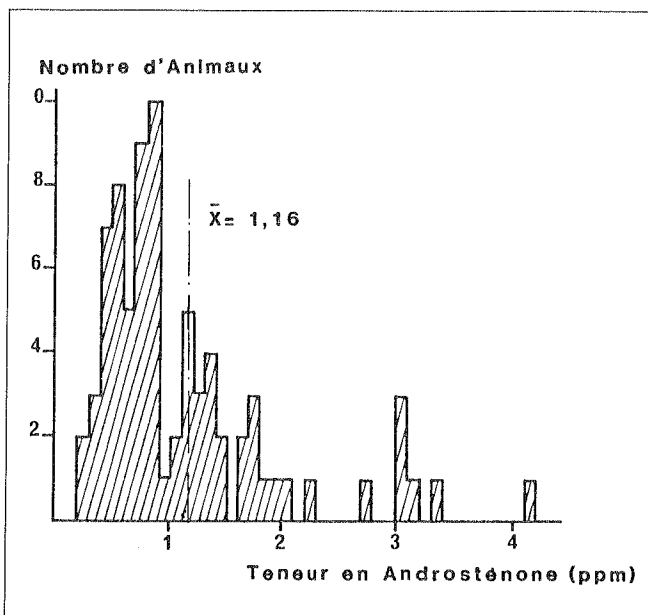
Dans l'état actuel des connaissances on ne sait pas lequel des 2 composés est le plus important. Les études ayant tenté de faire la part des rôles respectifs de l'androsténone et du scatol (WALSTRA *et al.*, 1986 ; LUNDSTROM *et al.*, 1987) souffrent de faiblesse méthodologiques importantes qui empêchent d'accepter sans réserve les conclusions des auteurs selon lesquelles la détermination du scatol dans les graisses permettrait d'expliquer l'essentiel des défauts d'odeur sexuelle. L'hypothèse la plus vraisemblable est que, selon le type de production considéré, l'un ou l'autre des composés a un rôle prédominant. Dans le cas d'animaux abattus jeunes, avant leur maturité sexuelle, les teneurs en androsténone sont faibles et on peut raisonnablement penser que le scatol jouerait alors un rôle déterminant. Par contre, lorsque les animaux sont abattus à des stades plus tardifs, l'androsténone pourrait devenir le responsable majeur des odeurs sexuelles. Les teneurs en androsténone moyennes du tissu adipeux, et donc l'importance de la contribution de ce composé à la manifestation des odeurs sexuelles, varient aussi beaucoup en fonction du type génétique des animaux. Seule une étude comparative à grande échelle, intégrant la diversité des systèmes de production et des habitudes alimentaires des différents pays européens, permettra d'apporter une réponse concluante à cette question.

2.2. Facteurs gouvernant l'intensité de la production d'androsténone chez le jeune verrat

Compte tenu du caractère récent de la mise en évidence du rôle du scatol, et des problèmes méthodologiques évoqués plus haut (manque de spécificité du dosage) on sait peu de choses sur la régulation de la synthèse et du stockage de ce composé chez le porc. C'est pourquoi la suite de cet article sera consacrée au seul composé androsténone. Nous ne ferons que rappeler brièvement les points les plus importants ; un exposé plus détaillé de cette question peut être trouvé dans les articles de synthèse bibliographique les plus récents (BONNEAU, 1982 ; BROOKS et PEARSON, 1986).

L'intensité de la synthèse d'androsténone est d'abord faible chez le jeune animal, puis augmente brutalement au moment de l'établissement de la puberté, en même temps que s'élève la production des autres stéroïdes d'origine testiculaire (androgènes et oestrogènes) qui sont eux responsables des bonnes performances zootechniques de l'animal entier. Ainsi, le testicule de verrat produit à la fois des composés "utiles" (androgènes et oestrogènes) et un composé "génant" (androsténone). Or ce sont les mêmes systèmes de régulation qui gouvernent l'intensité de la synthèse de ces deux familles de stéroïdes. Il est donc difficile de se débarrasser des uns tout en préservant les autres.

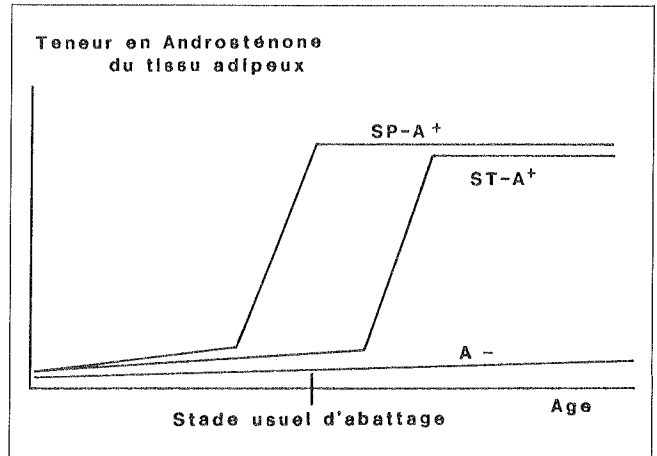
FIGURE 1
UN EXEMPLE DE DISTRIBUTION DES TENEURS
EN ANDROSTÉNONE DU TISSU ADIPEUX



Aux stades usuels d'abattage, la teneur en androsténone des graisses est très variable selon les animaux (figure 1). Pour comprendre l'origine de ce phénomène il faut considérer les profils individuels d'évolution avec l'âge (ou le poids) de la teneur en androsténone du tissu adipeux (figure 2). Les différences de précocité sexuelle entre animaux fournissent une première explication à la variabilité des teneurs : les animaux sexuellement précoces (SP) ont pu exprimer pleinement leur potentiel de production d'androsténone avant l'abattage alors que les porcs sexuellement tardifs (ST) présentent des teneurs en androsténone encore faibles. Une deuxième explication importante tient aux différences entre individus pour le poten-

tiel de production d'androsténone. Il existe en effet des individus (A-) qui présentent des teneurs en androsténone constamment faibles, même après la puberté. Chez ces animaux, l'élévation peripubertaire de la teneur en androsténone a bien lieu mais reste limitée à des niveaux de concentration faibles, inférieurs à 0.5 ppm (BONNEAU *et al.*, 1987).

FIGURE 2
TROIS TYPES D'ÉVOLUTION AVEC L'ÂGE DE LA TENEUR
EN ANDROSTÉNONE DU TISSU ADIPEUX
(Bonneau, 1987)



Plusieurs approches sont possibles pour tenter d'apporter une solution au problème posé par les défauts d'odeur sexuelle des viandes de verrat. On peut d'abord explorer les possibilités d'emploi des viandes défectueuses ou encore s'efforcer de prévenir l'apparition des odeurs sexuelles chez l'animal pendant la phase d'engraissement. Ces deux voies de recherches seront évoquées successivement.

3. PEUT-ON UTILISER LES VIANDES PORTEUSES DE DÉFAUTS D'ODEUR SEXUELLE ?

3.1. Transformation en produits de charcuterie

Un certain nombre de travaux ont établi l'influence bénéfique de la transformation en produits de charcuterie sur l'acceptabilité des viandes porteuses de défauts d'odeur sexuelle (WILLIAMS *et al.*, 1963 ; PEARSON *et al.*, 1971 ; WALSTRA, 1974 ; PLIMPTON *et al.*, 1976 ; BONNEAU *et al.*, 1979). Une partie de l'androsténone stockée dans le tissu gras disparaît au cours de la transformation, dans une proportion qui dépend du processus technologique employé (BONNEAU *et al.*, 1980). Par ailleurs les seuils d'innacceptabilité sont plus élevés pour les produits de charcuterie que pour les produits frais (DESMOULIN *et al.*, 1982). A ces deux influences favorables s'ajoute, dans le cas des produits de mélange (saucisses, saucissons, pâtés, etc...) la possibilité de diluer les viandes défectueuses par des viandes indemnes de défaut. Il apparaît ainsi que la transformation en produits de charcuterie permet d'utiliser les viandes présentant des défauts d'odeur sexuelle, dans des conditions qu'il faudrait encore préciser par une étude plus systématique de l'influence des divers processus technologiques sur le devenir de l'androsténone stockée et l'acceptabilité des produits.

3.2. Détection des carcasses défectueuses sur la chaîne d'abattage

En France, une part importante des viandes porcines est consommée à l'état frais. Aussi, dans l'hypothèse d'une généralisation de l'élevage de porcs mâles non castrés, il ne serait pas possible d'affecter l'ensemble des viandes mâles à la transformation en produits de charcuterie. Par ailleurs, on sait que, aux stades usuels d'abattage, une partie seulement des verrats présentent des défauts d'odeurs sexuels marqués. Il serait donc nécessaire de pouvoir reconnaître, directement sur la chaîne d'abattage, les carcasses défectueuses des carcasses indemnes de défaut. Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode entièrement satisfaisante permettant de répondre à cet objectif. Les méthodes "olfactives" consistant à chauffer du tissu gras pour essayer de déceler l'odeur de ver rat ne sont pas utilisables dans les conditions pratiques de l'abattoir (BONNEAU et DESMOULIN, 1975). Les méthodes de mesure de l'androsténone dans le tissu adipeux sont longues et onéreuses. Après plus de 10 ans d'efforts visant à automatiser le dosage de l'androsténone dans les graisses, les chercheurs hollandais ont arrêté leurs travaux. Le dosage automatisé du scatol mis au point par MORTENSEN et SORENSEN (1984) permettrait, selon les auteurs, de suivre les cadences usuelles d'abattage ; il reste cependant à démontrer que cette méthode assurerait une protection efficace des consommateurs (cf. paragraphe 2.1.).

L'observation du développement des glandes annexes de l'appareil génital permet de différencier les animaux impubères (qui sont à coup sûr indemnes de défaut lié à l'androsténone et probablement aussi de défaut lié au scatol) des animaux pubères (BONNEAU et RUSSEIL, 1984). Ces derniers présentent à des degrés variables des odeurs sexuelles mais une proportion non négligeable d'entre eux est, en fait, également indemne de défaut. En pratique, la seule mesure de la longueur des glandes bulbo-uréthrales (encore appelées glandes de Cowper), permet de trier une population de porcs d'abattage en 2 sous-populations d'effectif sensiblement égal. La moitié environ des animaux, qui ont les plus petites glandes, peuvent être classés "indemnes de défaut" et utilisés pour la consommation en frais. Les 50% restant sont douteux et, en l'absence d'autre méthode de détection plus précise, doivent être dirigés vers la transformation en produits de charcuterie.

4. PEUT-ON PRÉVENIR L'APPARITION DES ODEURS SEXUELLES ?

4.1. La voie génétique

La teneur en androsténone des graisses est un caractère fortement héréditaire (JONSSON et ANDRESEN, 1979 ; WILLEKE et PIRCHNER, 1982 ; BONNEAU et SELLIER, 1986). Cependant, une sélection aveugle basée sur le seul critère "teneur en androsténone des graisses" risque d'entraîner une diminution de la production des hormones stéroïdes androgènes et oestrogènes et, en conséquence, une détérioration des performances et une maturation sexuelle plus tardive. WILLEKE et PIRCHNER (1982) ont effectivement observé un retard à la puberté chez les femelles apparentées aux mâles d'une "lignée basse" pour la teneur en androsténone du tissu gras.

Il existe des animaux qui présentent à la fois de faibles potentialités de production d'androsténone et une synthèse normale des hormones "utiles" androgènes et oestrogènes (BONNEAU *et al.*, 1987). Dans une expérience préliminaire,

il a été établi que la sélection de tels animaux était possible, permettant de réduire très efficacement les niveaux de teneur en androsténone des graisses tout en sauvegardant le développement sexuel du ver rat (SELLIER *et al.*, 1987 ; tableau 3). Il reste à vérifier qu'une telle sélection permettrait de préserver les performances de croissance et de composition corporelle et qu'elle n'aurait pas, par ailleurs, de conséquence défavorable sur les performances de reproduction des femelles apparentées.

TABLEAU 3
RÉPONSES DES VERRATS A UNE SÉLECTION COMBINÉE POUR UNE FAIBLE TENEUR EN ANDROSTÉNONE DES GRAISSES ET UN FAIBLE OU FORT DÉVELOPPEMENT TESTICULAIRE (SELLIER *et al.*, 1987)

Caractères mesurés sur les descendants	Critères de sélection des pères			
	Teneur en androsténone	Faible	NS*	Fort
	Développement testiculaire	Faible	NS*	Fort
Teneur en androsténone des graisses (ppm)				
à 104 Kg		0.32 b	0.46 a	0.25 b
à 124 Kg		0.55 b	0.91 a	0.59 b
Développement de l'appareil génital				
à 104 Kg -- Développement testiculaire		89.1 b	96.0 a	93.2 a
à 124 Kg -- Poids des testicules (g)		496 b	574 a	572 a
-- Poids des glandes de Cowper (g)		158 a	167 a	168 a
-- Longueur des glandes de Cowper (mm)		124 b	130 a	132 a

* NS = non sélectionnés (animaux témoins)

Les valeurs d'une même ligne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil 5%.

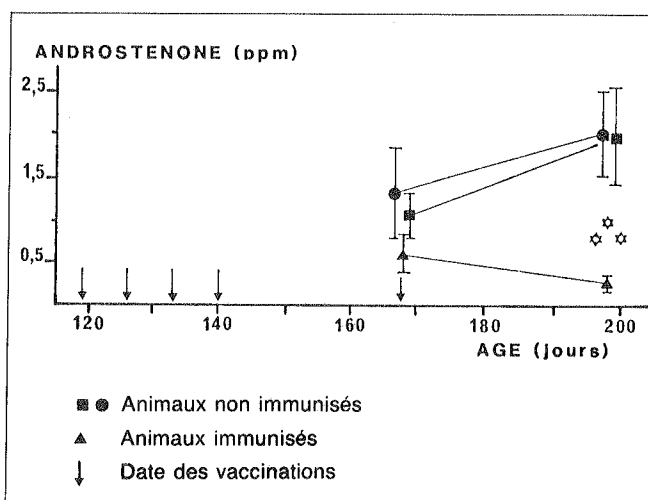
4.2. La voie immunologique

Plusieurs équipes de recherches se sont efforcées de "vacciner" des verrats contre l'androsténone (CLAUS, 1975 ; SHENOY *et al.*, 1982 ; WILLIAMSON et PATTERSON, 1982 ; DANIEL *et al.*, 1984 ; WILLIAMSON *et al.*, 1985) ou contre des précurseurs immédiats de ce stéroïde (BROOKS *et al.*, 1986). Cette procédure est *a priori* très séduisante car elle permettrait d'éliminer l'androsténone tout en préservant les sécrétions des hormones "utiles", androgènes et oestrogènes. Les résultats obtenus ont été très variables, certains constatant une réduction significative des teneurs en androsténone alors que d'autres n'observent aucune diminution. Même dans les cas les plus favorables, la réduction des teneurs n'est pas suffisante pour garantir une protection suffisante du consommateur vis à vis des défauts d'odeur sexuelle. Les recherches continuent pour essayer de trouver des méthodes de vaccination plus efficaces permettant d'obtenir un résultat plus complet.

La castration tardive des verrats, en fin de période d'engraissement, permettrait de profiter de l'effet bénéfique des hormones androgènes et oestrogènes pendant la plus grande partie de la vie productive de l'animal tout en évitant les odeurs sexuelles. Des expériences utilisant la castration chirurgicale des verrats ont montré qu'il suffit d'intervenir deux à trois semaines avant la date prévue pour l'abattage (CLAUS, 1976 ; BONNEAU *et al.*, 1982), mais cette méthode n'est pas utilisable dans la pratique de l'élevage. L'auto-immunisation des animaux contre la LHRH (une hormone de l'hypothalamus qui contrôle la sécrétion de l'hormone hypophysaire LH,

qui régule elle-même la synthèse des stéroïdes testiculaires) permet de réduire les concentrations en androsténone des graisses à des niveaux très faibles, semblables à ceux mesurés chez les mâles castrés précocément ou chez les femelles (CARATY et BONNEAU, 1986 ; figure 3). Cependant, l'adjuvant d'immunisation mis en oeuvre dans cette expérience n'est pas utilisable dans la pratique de l'élevage industriel. Il faut donc mettre au point une méthode de vaccination anti-LHRH plus simple. Une fois cet objectif atteint, il restera à évaluer les conséquences de l'"immuno-castration" ainsi réalisée sur les performances zootechniques des animaux.

FIGURE 3
ÉVOLUTION DES TENEURS EN ANDROSTÉNONE
DU TISSU ADIPEUX APRÈS IMMUNISATION
ACTIVE CONTRE LE LH-RH



En résumé, la sélection et l'immunocastration sont des méthodes séduisantes car, en cas de réussite, elles permettraient d'apporter une solution radicale aux problèmes posés par les défauts d'odeur sexuelle des viandes de verrat. L'efficacité de ces méthodes étant maintenant démontrée, il reste à faire la preuve de leur faisabilité "zootechnique" et "économique". En ce qui concerne l'immunocastration (neutralisation de la LHRH par la production d'anticorps spécifiques), nous travaillons actuellement, en collaboration avec l'industrie, à développer des adjuvants d'immunisation utilisables dans la pratique de l'élevage. En ce qui concerne la voie génétique, il reste à entreprendre une expérience de sélection sur plusieurs générations, visant à créer une souche de porcs indemnes de défaut d'odeur sexuelle : pour être pleinement efficace, un tel travail devrait être réalisé en coopération avec un (ou des) schéma(s) de croisement, producteur(s) de lignées mâles spécialisées.

CONCLUSION

La production de viandes de porc mâle entier présenterait des avantages économiques considérables qui ne sont pas à l'heure actuelle exploités. Pour certaines fabrications, les viandes de verrat peuvent présenter un rendement technologique légèrement inférieur en raison des différences de composition chimique des tissus maigres et gras entre les divers types sexuels. Les verrats étant plus maigres, leurs graisses sont plus insaturées et donc moins fermes. Ces

défauts apparaissent cependant relativement mineurs en comparaison des problèmes posés par la manifestation des odeurs sexuelles, dues à la présence dans les graisses de deux composés malodorants, le scatol et l'androsténone. Les importances respectives de chacun de ces 2 composés ne sont pas encore clairement établies.

La transformation en produits de charcuterie offre de nombreuses possibilités d'utilisation des viandes défectueuses. Le tri des viandes présentant des odeurs sexuelles n'est possible que de façon grossière et imparfaite. Cependant, même si l'on considère l'hypothèse maximaliste où plus un seul porc mâle ne serait castré, ce n'est qu'un quart de la production (la moitié des mâles) qu'il faudrait écarter des circuits de distribution en frais. Dans les situations où il est supportable de diriger une partie des longes vers la transformation, le tri des carcasses mâles basé sur la longueur des glandes de Cowper pourrait permettre de développer davantage qu'à l'heure actuelle l'élevage de porcs mâles non castrés.

Il n'existe pour l'instant aucun moyen de produire des verrats que l'on puisse garantir indemnes de défaut d'odeurs sexuelles. Les voies génétique et immunologique offrent des possibilités intéressantes qu'il faut explorer plus avant pour en démontrer la faisabilité sur les plans zootechnique et économique. A ce stade de la recherche, il est naturel et nécessaire que le travail de l'INRA soit appuyé par une coopération avec le secteur privé. Cette collaboration est acquise pour le développement des recherches sur l'immunocastration ; il serait souhaitable que des partenaires se déclarent pour pousser plus avant les travaux en matière de sélection.

BIBLIOGRAPHIE

- ANASTASIJEVIC V., JOSIPOVIC S., NIKOLIC A., KEBDZIJA D., MILEKIK M., 1978. *Stocarsivo*, **32**, 21-35.
- BARTON-GADE P.A., 1987. *Livest. Prod. Sci.*, **16**, 187-196.
- BONNEAU M., 1982. *Livest. Prod. Sci.*, **9**, 687-705.
- BONNEAU M., 1984. Thèse ENSA de Rennes et Université de Rennes I, 74 pp.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1975. *Journées Rech. Porcine en France*, **7**, 215-224.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1979. *Ann. Zootech.*, **28**, 185-190.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 11-32.
- BONNEAU M., RUSSEIL P., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, **16**, 81-90.
- BONNEAU M., SELLIER P., 1986. *World Rev. Anim. Prod.*, **22**, 27-30.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., DUMONT B.L., 1979. *Ann. Zootech.*, **28**, 53-72.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., FROUIN A., 1980. *Ann. Technol. Agric.*, **29**, 69-73.
- BONNEAU M., MEUSY-DESSOLLE N., LEGLISE P.C., CLAUS R., 1982. *Acta Endocrinol.*, **101**, 129-133.
- BONNEAU M., CARRIE-LEMOINE J., PRUNIER A., GARNIER D.H., TERQUI M., 1987. *Anim. Reprod. Sci.* (sous presse).
- BROOKS R.I., PEARSON A.M., 1986. *J. Anim. Sci.*, **62**, 632-645.
- BROOKS R.I., PEARSON A.M., HOGBERG M.G., PESTKA J.J., GRAY J.I., 1986. *J. Anim. Sci.*, **62**, 1279-1289.
- CARATY A., BONNEAU M., 1986. *C. R. Acad. Sc. Paris, Série III*, **303**, 673-676.
- CASTEELS M., EECKHOUT W., BEKAERT H., BUYSSE F., 1974. *Rev. Agric.*, **7**, 169-183.
- CLAUS R., 1975. In *Immunization with Hormones in Reproduction Research*, p. 189-197, Nieschlag ed., Amsterdam.
- CLAUS R., 1976. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, **93**, 38-47.
- DANIEL M.J., SHENOY E.V.B., BOX P.G., 1984. *J. Comp. Path.*, **94**, 319-321.

- DESMOULIN B., BONNEAU M., FROUIN A., BIDARD J.P., 1982. *Livest. Prod. Sci.*, **9**, 707-715.
- DESMOULIN B., GIRARD J.P., BONNEAU M., FROUIN A., 1983. *Journées Rech. Porcine en France*, **8**, 89-98.
- ELLIS M., SMITH W.C., CLARK J.B.K., INNES N., 1983. *Anim. Prod.*, **37**, 1-9.
- HANSSON K.E., LUNDSTROM K., FJELKNER-MODIG S., PERS-SON J., 1980. *Swedish J. Agric. Res.*, **10**, 167-173.
- JONSSON P., ANDRESEN O., 1979. *Ann. Génét. Sélect. Anim.*, **11**, 241-250.
- LUNDSTROM K., MALMFORS B., MALMFORS G., STERN S., PETERSSON H., MORTENSEN A.B., SORENSEN S.E., 1987. *Livest. Prod. Sci.*, **17**, (sous presse).
- MALMFORS B., NILSSON R., 1978. *Swed. J. Agric. Sci.*, **8**, 209-217.
- MALMFORS B., LUNDSTROM K., HANSSON I., 1978. *Swed. J. Agric. Sci.*, **8**, 25-38.
- MARTIN A.H., FREDEEN H.T., STOHART J.G., 1968. *Can. J. Anim. Sci.*, **48**, 171-179.
- McEVOY M.W., 1983. in Annual report on research and technical work of the Department of Agriculture for Northern Ireland, 1982. Belfast.
- MORTENSEN A.B., SORENSEN S.E., 1984. 30ème Réunion annuelle des Chercheurs en Viandes, Bristol.
- MOSS B.W., ROBB J.D., 1978. *J. Sci. Food Agric.*, **29**, 689-696.
- OCKERMAN H.W., PLIMPTON R.F., PATTERSON R.L.S., 1981. *J. Food Sci.*, **46**, 1144-1146.
- PEARSON A.M., NGODDY S., PRICE J.F., LARZELERE H.E., 1971. *J. Anim. Sci.*, **33**, 26-29.
- PEDERSEN J.K., MORTENSEN A.B., MADSEN A., MORTENSEN H.P., HYLGAARD-JENSEN J., 1986. *Statens Husdybrugsforsog*, Rapport n° 638.
- PLIMPTON, R.F., OCKERMAN, H.W., CAHILL, V.R., HILT E., 1976. 22ème Réunion Annuelle des Chercheurs en Viandes, Malmö, A7, 1-6.
- PROST E.K., 1980. 26ème Réunion Annuelle des Chercheurs en Viandes, Colorado Springs
- SELLIER P., BONNEAU M., GRUAND J., 1987. *Journées Rech. Porcine en France*, **19**, 33-40.
- SHENOY E.V.B., DANIEL M.J., BOX P.G., 1982. *Acta Endocrinol.*, **100**, 131-136.
- SMITHARD R.R., SMITH W.C., ELLIS M., 1980. *Anim. Prod.*, **31**, 217-219.
- WALSTRA P., 1974. *Livest. Prod. Sci.*, **1**, 187-196.
- WALSTRA P., ENGEL B., MATEMAN G., 1986. 32ème Réunion annuelle des Chercheurs en Viandes, Gand.
- WILLEKE H., PIRCHNER F., 1982. In 2nd World Congress on Genetics applied to Livestock Production, **8**, 493-497. Editorial Garsi, Madrid.
- WILLIAMS L.D., PEARSON A.M., WEBB N.B., 1963. *J. Anim. Sci.*, **22**, 166-168.
- WILLIAMSON E.D., PATTERSON R.L.S., 1982. *Anim. Prod.*, **35**, 353-360.
- WILLIAMSON E.D., PATTERSON R.L.S., BUXTON E.R., MITCHELL K.G., PARTRIDGE I.G., WALKER N., 1985. *Livest. Prod. Sci.*, **12**, 251-264.
- WOOD J.D., ENSER M., 1982. *Anim. Prod.*, **35**, 65-74.
- WOOD J.D., ENSER M., FISHER A.V., 1983. 29ème Réunion Annuelle des Chercheurs en Viandes, Parme.
- WOOD J.D., BUXTON P.J., PATTERSON R.L.S., 1985a. *Meat Science*, **12**, 131-143.
- WOOD J.D., JONES R.C.D., BAYNTUN J.A., DRANSFIELD E., 1985b. *Anim. Prod.*, **40**, 481-487.
- YEN H., LU J., KUO C.C., 1982. *J. Agric. Assoc. China*, **119**, 51-63.