

QUALITÉ ORGANOLEPTIQUE DES VIANDES FRAICHES ET DU JAMBON DE PORCS MÂLES ENTIERS OU CASTRÉS : relations avec les teneurs en androsténone ou en scatol des graisses

M. BONNEAU (1), M. LE DENMAT (2), J.C. VAUDELET (2), J.R. VELOSO-NUNES (1,*)

(1) INRA - Station de Recherches Porcines - 35590 Saint Gilles.

(2) ITP - Pôle Techniques d'Élevage - 35650 Le Rheu.

Deux composés malodorants, l'androsténone et le scatol, sont tenus pour être les principaux responsables des odeurs sexuelles des viandes de porcs mâles entiers. Le présent essai avait pour but d'estimer les contributions respectives de l'androsténone et du scatol à la manifestation des odeurs sexuelles et d'évaluer les possibilités et limites de la méthode de dosage rapide du scatol pour un contrôle systématique des carcasses sur la chaîne d'abattage. Les teneurs en scatol des graisses sont plus élevées chez les porcs mâles entiers que chez les femelles ou les castrats, avec de fortes différences entre élevages. Les notes d'odeurs et d'arôme des graisses et des viandes fraîches sont reliées de façon plus étroite à la teneur en androsténone qu'à la teneur en scatol des graisses. Le tri des carcasses sur la teneur en androsténone et/ou en scatol n'est pas satisfaisant pour assurer que les qualités organoleptiques des viandes fraîches seront comparables à celles des castrats. Dans le cas des jambons cuits, il est difficile d'attribuer un rôle prépondérant à l'un ou l'autre des 2 composés malodorants. Le tri sur la teneur en scatol ou sur la concentration d'androsténone permet d'identifier les carcasses (99% de la population de porcs mâles entiers) qui permettront de fabriquer des jambons dont les qualités organoleptiques seront semblables à celles des jambons de castrats.

Organoleptic assessment of pork and cooked ham from entire male or castrated male pigs: relationships with fat androstenone and skatole levels.

Two malodorous compounds, androstenone and skatole, are thought to be the main responsible for boar taint. The aim of the present experiment was to assess the respective contributions of androstenone and skatole to boar taint and to investigate the possibilities and limitations of on-line measurement of skatole as a predictor of boar taint. Fat skatole levels were higher in entire males than in castrates or gilts, with large differences between herds. Sensory scores for odour and flavour of fat and cutlets were more closely related to fat androstenone than to fat skatole levels. Sorting of carcasses according to androstenone and/or skatole levels was not satisfactory to ensure that sensory quality of pork meat from entire males would be similar to that from castrates. For cooked hams, androstenone and skatole had similar contribution to off-flavors. Sorting according to androstenone or skatole levels led to the identification of those carcasses (99% of the entire male pig population) from which cooked ham can be prepared whose organoleptic quality will be similar to that of cooked ham prepared from castrate meat.

* Adresse actuelle: UNESP, Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia, Botucatu, Sao Paulo, Brésil

INTRODUCTION

La récente décision des Danois de mettre en place une production à grande échelle de porcs mâles non castrés a relancé l'intérêt porté au jeune mâle entier producteur de viande. L'intérêt économique de ne plus castrer les porcs mâles n'est plus à démontrer: il est essentiellement lié au fait que les entiers présentent une meilleure efficacité alimentaire et un taux de muscle plus élevé dans la carcasse (BONNEAU, 1988). Les avantages zootechniques liés à l'abandon de la castration sont de même nature que ceux résultant de l'administration de somatotropine porcine (BONNEAU, 1990). La principale limitation au développement de l'élevage de porcs mâles entiers tient à la présence d'odeurs désagréables, appelées «odeurs sexuelles», qui peuvent se manifester lors de la cuisson des viandes de certains animaux (MALMFORS et LUNDSTROM, 1983).

Deux composés malodorants, stockés dans les graisses de l'animal, sont tenus pour être les principaux responsables des odeurs sexuelles:

L'androsténone, mis en évidence par PATTERSON (1968) dans le tissu adipeux de verrat, est un stéroïde d'origine testiculaire présentant une odeur urinaire prononcée. La biologie de ce composé et son rôle dans la manifestation des odeurs sexuelles ont fait l'objet de revues bibliographiques (BONNEAU et DESMOULIN, 1982 ; BROOKS et PEARSON, 1986 ; BONNEAU, 1988). Une quinzaine de travaux de recherches ont établis la corrélation positive (de + 0.40 à + 0.80) entre teneur en androsténone et intensité des odeurs sexuelles. La valeur seuil de teneur en androsténone, au delà de laquelle les viandes peuvent être considérées comme défectueuses, n'est pas établie de façon certaine, mais on peut considérer qu'elle se situe entre 0.5 et 1 ppm (MALMFORS et LUNDSTROM, 1983).

Le scatol est un composé de dégradation du tryptophane, présentant une odeur fécale prononcée, dont la contribution aux odeurs sexuelles a été établie dans un certain nombre de travaux préliminaires (VOLD, 1970 ; WALSTRA et MAARSE, 1970 ; MAARSE et al., 1972 ; HANSSON et al., 1980). La mise au point, par l'Institut Danois de Recherches sur la Viande, d'une méthode rapide de dosage du scatol dans les graisses (MORTENSEN et SORENSEN, 1984) a permis de mettre en évidence de façon plus solide la contribution de ce composé à la manifestation des odeurs sexuelles des viandes de porc mâle entier (MORTENSEN et SORENSEN, 1984 ; MORTENSEN et al., 1986 ; WALSTRA et al., 1986 ; LUNDSTROM et al.,

1988). Une valeur seuil de 0.25 ppm a été proposée (MORTENSEN et al., 1986) pour différencier les viandes indemnes des viandes défectueuses.

La question de savoir lequel de ces 2 composés est le responsable majeur des odeurs sexuelles des viandes de porc mâle entier reste controversée, le scatol et l'androsténone ayant chacun leurs partisans inconditionnels. D'un point de vue pratique, il serait tentant de privilégier le rôle du scatol, puisque ce composé peut être dosé rapidement dans les graisses, à un rythme compatible avec les cadences usuelles d'abattage (MORTENSEN et SORENSEN, 1984). Par contre, il n'existe pas de dosage automatisé pour l'androsténone, la méthode la plus rapide, encore semi-manuelle, n'autorisant pas plus d'une cinquantaine de déterminations par jour (CLAUS et al., 1988).

La présente étude a été mise en place pour tenter d'estimer, dans les conditions de production et de consommation françaises, les contributions respectives de l'androsténone et du scatol à la manifestation des odeurs sexuelles. Elle vise aussi à évaluer les possibilités et limites de la méthode de dosage rapide du scatol pour un contrôle systématique des carcasses sur la chaîne d'abattage. Pour ce faire nous avons

- 1) mesuré les teneurs en scatol des graisses dans une population de porcs représentative des conditions de production françaises,
- 2) réalisé l'évaluation organoleptique de graisses, de côtelettes et de jambons cuits de porcs mâles entiers ou castrés,
- 3) déterminé les relations entre les teneurs en androsténone ou en scatol des graisses et les caractéristiques organoleptiques des graisses, viandes et jambons.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux

Les animaux impliqués dans cette expérience sont issus du croisement entre des truies Large White X Landrace et des verrats des trois génotypes suivants: Large White X Piétrain (LWP), Piétrain (PI) ou Pen Ar Lan (PAL). Deux mâles entiers, 2 mâles castrés et 2 femelles sont choisis dans 290 portées élevées dans 23 troupeaux de la région Bretagne. En règle générale, un seul génotype est représenté dans un troupeau donné. Les effectifs d'animaux ayant fait l'objet de tous les contrôles sont donnés au tableau 1 par type sexuel et par génotype. Tous les animaux sont abattus dans les mêmes

TABLEAU 1
NOMBRE DE TROUPEAUX, DE PÈRES, DE PORTÉES ET D'ANIMAUX PAR GÉNOTYPE ET PAR TYPE SEXUEL

Génotype (1)	Troupeaux	Pères	Portées	Nombre de Mâles entiers	Nombre de Mâles castrés	Nombre de Femelles
LWP	9	43	91	182	164	157
PAL	7	32	104	212	194	205
PI	7	27	95	169	164	162

(1) Génotype des pères : LWP = Large White X Piétrain ; PAL = Pen Ar Lan ; PI = Piétrain.
Les mères sont toutes croisées Large White X Landrace

conditions aux abattoirs GAD (Lampaul Guimillau, Finistère).

1.2. Mesures et échantillonnages à l'abattage

Le jour de l'abattage, les appareils génitaux sont systématiquement inspectés pour détecter la présence d'animaux cryptorchides ou intersexués, lesquels sont écartés de l'expérience. Les glandes de Cowper des mâles entiers sont individualisées pour mesure de leur poids et de leur longueur. Un échantillon de graisses dorsales (bardière au niveau du dos) est prélevé sur l'ensemble des animaux, en vue du dosage de la teneur en scatol des graisses. Dans le cas des mâles entiers et d'une partie des castrats (environ 1/5 de l'effectif), un deuxième échantillon de graisses est prélevé en vue de l'évaluation organoleptique de l'odeur. Dans le cas des mâles entiers, un troisième échantillon de graisses est prélevé pour le dosage de l'androsténone. Le lendemain de l'abattage, une demi carcasse de chacun des mâles entiers et des castrats ayant fait l'objet du deuxième prélèvement de graisses est découpée. On prélève alors le jambon et un train de 5 côtelettes qui sont immédiatement congelés.

1.3. Choix d'un sous ensemble d'animaux soumis aux tests de dégustation

Le choix des animaux soumis aux différents tests de dégustation (odeurs des graisses, côtelettes et jambon) est fait en fonction des résultats du dosage de la teneur en scatol des graisses. Soixante quinze mâles entiers sont retenus dont 30% présentent des teneurs en scatol supérieures à 0.25 ppm (groupe HS) et le reste des teneurs inférieures à cette valeur (groupe BS). A l'intérieur de chacun de ces deux groupes, les animaux sont choisis de manière à réaliser une répartition aussi uniforme que possible des teneurs en scatol. Pour chacun des 75 mâles entiers retenus, 1 mâle castré plein frère est également choisi, qui appartiendra à la même paire. Les castrats présentent tous des teneurs en scatol inférieures à 0.20 ppm. Dans un nombre restreint de cas, aucun castrat plein frère n'étant disponible, un demi frère a été retenu.

1.4. Dosage des composés responsables des odeurs sexuelles

La teneur en scatol des graisses a été mesurée sur l'ensemble des porcs des 3 types sexuels. Ce dosage a été effectué par l'Institut Danois de Recherches sur la Viande (Roskilde, Danemark), selon une procédure décrite par MORTENSEN et SORENSEN (1984). La mesure de la teneur en androsténone des graisses n'a été réalisée que pour les 75 mâles entiers soumis aux différents tests de dégustation, selon une méthode radioimmunologique précédemment décrite (UZU et BONNEAU, 1980).

1.5. Evaluations organoleptiques

Les analyses sensorielles ont été réalisées au Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des Conserves de Viandes de Maison Alfort, par un jury de 10 personnes entraînées à la dégustation des viandes et produits de charcuterie. Quatre types d'analyse sensorielle sont effectués:

Odeur des graisses : un échantillon de graisses est emballé en sac plastique sous vide et chauffé au four à micro-ondes jusqu'à liquéfaction complète. A l'ouverture du sac, les membres du jury notent le caractère hédonique de l'odeur (de 1 extrêmement désagréable à 10 extrêmement agréable) et

cherchent à caractériser la nature de l'odeur à partir d'une liste de termes préétablie. Les termes les plus fréquemment employés ont été «odeur d'urine», «odeur de sueur», «odeur fécale» et «odeur de verrat». La fréquence de chacun de ces 4 types d'odeur est la proportion de juges qualifiant l'odeur par le terme considéré. Lorsqu'un juge mentionne une nature particulière d'odeur, il en note l'intensité. Une variable «incidence de l'odeur» est alors calculée en multipliant sa fréquence (%) par son intensité moyenne (notée entre 1 et 10). L'incidence est donc comprise entre 0 (fréquence nulle) et un maximum théorique de 1000 qui serait obtenu dans le cas où 100% des juges donneraient une note d'intensité de 10.

Odeur de cuisson des viandes : L'odeur de cuisson des côtelettes est jugée au cours d'une cuisson rapide au grill. Les juges qualifient le caractère hédonique de l'odeur (désagréable, indifférente ou agréable) et cherchent à en déterminer la nature sur une liste de termes préétablie. Le seul terme employé de façon significative a été «odeur urinaire». Une note moyenne d'odeur est calculée à partir de la fréquence respective de chacun des 3 qualificatifs utilisés pour le caractère hédonique de l'odeur. Elle est comprise entre 0 (correspondant à 100% d'odeurs désagréables) et 10 (correspondant à 100% d'odeurs agréables).

Dégustation des viandes : Ces tests sont conduits par paires, incluant un mâle entier et un castrat. Après cuisson des côtelettes, les juges apprécient la saveur, la tendreté, la jutosité et l'arôme des viandes (de 1 très insatisfaisant à 10 très satisfaisant), avant d'indiquer leur préférence pour l'un ou l'autre des 2 échantillons. Les résultats relatifs à la préférence sont donnés en % de l'ensemble des juges préférant l'échantillon considéré à l'autre échantillon de la même paire.

Dégustation des jambons : Les jambons ont été fabriqués selon les procédures usuelles avec une exception notable: pour conserver l'identification individuelle de chacun des jambons au cours du processus de fabrication, il a fallu exclure l'opération de «barattage». Les tests de dégustation sont conduits par paires, incluant un mâle entier et un castrat. Les juges se prononcent sur l'odeur, le goût salé, la tendreté, la couleur rose, l'homogénéité de couleur, l'humidité de tranche, la tenue de tranche, la jutosité, la flaveur et l'impression générale, chacune de ces caractéristiques étant notée sur une échelle de 1 (très insatisfaisant) à 10 (très satisfaisant). Les juges cherchent en outre à déterminer la présence d'odeur ou de flaveur étrangère, dont on calcule l'incidence, variable comprise entre 0 et 1000 obtenue en multipliant leur fréquence par leur intensité moyenne. Dans le cas où une odeur ou flaveur étrangère est décelée, les juges cherchent à en préciser la nature, en se servant d'une liste de termes préétablie. On calcule alors la fréquence de chaque type d'odeur ou de flaveur étrangère, comme la proportion de juges les ayant décelées. De façon similaire on calcule la fréquence avec laquelle sont employés les qualificatifs «pâteux» ou «fibreuse» (jugement de la texture, réalisé en même temps que l'appréciation de la tendreté) ou «persillé» (appréciation portée au moment du jugement de la tenue de tranche).

1.6. Analyses statistiques

Les analyses de variance ont été conduites par la procédure GLM (General Linear Model) du logiciel SAS (SAS, 1988). Pour l'analyse des âges, poids et teneurs en scatol, le modèle inclut les effets du jour d'abattage, de l'élevage, du type sexuel et du type génétique. L'analyse des caractéristiques organo-

leptiques prend en compte les effets du type sexuel et de la paire. Dans le cas des comparaisons entre groupes de porcs différant par leur teneur en scatol ou en androsténone (tableaux 6, 7, 10 et 11), les comparaisons multiples de moyennes sont effectuées à l'aide du test de Tukey.

2. RÉSULTATS

2.1. Caractéristiques de la population étudiée

Les animaux des trois types génétiques ont été abattus à des poids moyens similaires (tableau 2), représentatifs de la moyenne française (poids net chaud: 82 à 85 kg). Les porcs PI sont plus âgés d'une semaine que les animaux LWP ou PAL. Les teneurs en scatol ne diffèrent pas entre castrats et femel-

les, alors qu'elles sont plus élevées chez les mâles entiers que chez les 2 autres types sexuels (0.16 contre 0.10-0.11 ppm ; $P < .001$). Les pourcentages d'animaux présentant des teneurs en scatol supérieures à 0.25 ppm sont de 10.3 ; 0.8 et 0.4 % chez les mâles entiers, les castrats et les femelles, respectivement.

Les concentrations en scatol ne diffèrent pas significativement entre types génétiques. Dans le cas des mâles entiers, elles tendent à être un peu plus faibles chez les PI que chez les LWP ou PAL ($P < 0.10$). Dans les trois types sexuels, les concentrations en scatol sont très variables selon les élevages ($P < 0.001$). A titre d'illustration, la proportion de mâles entiers présentant des teneurs supérieures à 0.25 ppm s'échelonne d'un minimum de 0% à un maximum de 31%.

TABLEAU 2
ÂGES, POIDS DE CARCASSE ET TENEURS EN SCATOL DES GRAISSES DES PORCS À L'ABATTAGE, PAR GÉNOTYPE ET PAR TYPE SEXUEL

Critère	Type sexuel (2)	Génotype (1)			Effets (3)	
		LWP	PAL	PI	Génotype	Elevage
Age (i)	ME	187	187	192	+	***
	MC	182	184	190	NS	***
	FE	186	186	194	NS	***
Poids net (kg)	ME	82,0	83,0	81,9	NS	**
	MC	83,1	83,6	83,0	NS	***
	FE	82,0	84,8	82,7	NS	***
Scatol (ppm)	ME	0,18	0,18	0,14	+	***
	MC	0,11	0,11	0,11	NS	***
	FE	0,11	0,10	0,10	NS	***

(1) Génotype des pères : LWP = Large White X Piétrain ; PAL = Pen Ar Lan ; PI = Piétrain

(2) Type sexuel : ME = mâles entiers ; MC = mâles castrés ; FE = femelles

(3) NS : $P > 0.10$; + : $P < 0.10$; *** : $P < 0.001$

La sous-population faisant l'objet des jugements organoleptiques sur les graisses, les viandes et les jambons comprend 148 porcs. La teneur en scatol des 74 porcs mâles castrés est de 0.11 ± 0.03 ppm (moyenne \pm écart type), les animaux présentant tous des teneurs inférieures à 0.25 ppm. Les 74 mâles entiers présentent des teneurs en androsténone et en scatol de 0.71 ± 0.67 et 0.29 ± 0.31 ppm, respectivement. Les concentrations en scatol supérieures à 0.25 ppm et les teneurs en androsténone supérieures à 0.50 ppm concernent 30 et 42% des entiers, respectivement.

Chez les mâles entiers, les teneurs en androsténone et en scatol sont fortement corrélées ($r = +0.73$; $P < 0.001$). Par ailleurs les teneurs en ces 2 composés sont corrélées positivement à la longueur ou au poids des glandes de Cowper (tableau 5).

2.2. Odeurs des graisses (tableau 3)

Les odeurs des graisses de mâles entiers sont jugées plus désagréables que celles des castrats. La fréquence et l'inci-

dence des odeurs d'urine, de sueur ou de verrat sont significativement plus élevées chez les entiers, alors que la fréquence et l'incidence des odeurs fécales, au demeurant très faibles, ne diffèrent pas entre les 2 types sexuels. Il est remarquable de constater que des odeurs urinaires sont décelées dans 28% des jugements portés sur les graisses des mâles entiers mais aussi dans 16 % de ceux portés sur les graisses des castrats.

2.3. Odeurs de cuisson et critères de dégustation des viandes (tableau 4)

La note moyenne d'odeur de cuisson des côtelettes est nettement plus faible pour les mâles entiers que pour les castrats ($P < 0.001$), en raison d'une fréquence 2 fois plus élevée d'odeurs désagréables et d'une fréquence 2 fois plus faible d'odeurs agréables. Des odeurs urinaires sont notées 2 fois plus fréquemment chez les entiers que chez les castrats. La saveur et l'arôme sont jugés légèrement, mais significativement, moins agréables chez les mâles entiers que chez les castrés. Au total, les castrats sont préférés dans une courte majorité des cas (56% ; $P < 0.01$).

TABLEAU 3
TENEURS EN ANDROSTÉNONE ET EN SCATOL ET JUGEMENT ORGANOLEPTIQUE DES ODEURS DES GRAISSES

Critères	Type sexuel		Signification des différences entre types sexuels (5)
	Mâle entier	Mâle castré	
Androsténone (ppm) Scatol (ppm)	0,71	ND(4) 0,29	ND(4) 0,11 ***
Note hédonique (1)		4,17	5,01 ***
Odeurs particulières :			
urine	Fréquence (2)	28	16 ***
	Incidence (3)	149	73 ***
sueur	Fréquence (2)	11	9 +
	Incidence (3)	57	36 ***
fécale	Fréquence (2)	1	1 NS
	Incidence (3)	7	5 NS
verrat	Fréquence (2)	2	1 *
	Incidence (3)	11	4 *

(1) Note entre 1 et 10

(2) Proportion de juges ayant décelé ce type d'odeur (%)

(3) Fréquence x intensité moyenne (entre 0 et 1000)

(4) ND : Non déterminé

(5) NS : P > 0.10 ; +: P < 0.10 ; *: P < 0.05 ; ***: P < 0.001

TABLEAU 4
JUGEMENT ORGANOLEPTIQUE DES ODEURS DE CUISSON ET DES CRITÈRES DE DÉGUSTATION DES VIANDES

Critères	Type sexuel		Signification des différences entre types sexuels (3)
	Mâle castré	Mâle entier	
Pertes de cuisson (%)	21,9	21,3	NS
Odeurs de cuisson			
Fréquence des odeurs (2)			
désagréables	19	41	***
indifférentes	53	47	NS
agréables	28	12	***
urinaire	14	33	**
Note moyenne (1)		5,43	3,52 ***
Critères de dégustation			
Saveur (1)	5,08	4,90	*
Tendreté (1)	5,45	5,25	NS
Jutosité (1)	4,77	4,77	NS
Arôme (1)	5,03	4,77	**
Préférence (%)	56	44	**

(1) Note entre 1 et 10

(2) Proportion de juges ayant décelé ce type d'odeur (%)

(3) NS: P > 0.10 ; *: P < 0.05 ; **: P < 0.01 ; ***: P < 0.001

2.4. Relations entre les teneurs en androsténone ou en scatol et les caractéristiques organoleptiques des graisses et des viandes

Dans le cas des mâles castrés, aucune corrélation significative n'est mise en évidence entre les caractéristiques organoleptiques des graisses ou des viandes et les teneurs en scatol des graisses (données non présentées). Dans le cas des mâles entiers, les notations d'odeur des graisses ou d'odeur de cuisson des viandes sont corrélées négativement avec les teneurs en androsténone ou en scatol (tableau 5). La fréquence et l'incidence des odeurs désagréables ou des odeurs d'urine sont corrélées positivement à ces concentrations. On remarque que les corrélations sont plus étroites avec la teneur en androsténone qu'avec la teneur en scatol. A l'exception de l'arôme, les critères de dégustation ne sont pas significativement corrélés avec les teneurs en androsténone ou en scatol des graisses.

Les représentations graphiques des relations entre teneurs en composés malodorants et caractéristiques organoleptiques (non présentées), nous ont amené à considérer les teneurs de 0.25 ppm de scatol et 0.50 ppm d'androsténone comme valeurs seuils pour distinguer, pour chacun des 2 composés, deux classes de porcs mâles entiers que l'on pourra comparer entre elles et au groupe des castrats. Les résultats des tableaux 6 et 7 montrent que les mâles entiers des groupes BS (scatol \leq 0.25 ppm) ou BA (androsténone \leq 0.50 ppm) sont dans l'ensemble jugés de façon nettement plus favorable que ceux des groupes HS (scatol $>$ 0.25 ppm) ou HA (androsténone $>$ 0.50 ppm), à l'exception toutefois du degré de préférence lors de la dégustation. Les mâles entiers des groupes BS et BA ne diffèrent pas significativement des castrats pour les critères de dégustation (saveur, tendreté, jutosité, arôme). Mais ils sont jugés de façon plus défavorable que les mâles castrés pour l'odeur des graisses, l'odeur de cuisson des viandes et pour le degré de préférence à l'issue de la dégustation.

La combinaison des mesures d'androsténone et de scatol permet de définir quatre groupes: BS-BA (scatol \leq 0.25 et androsténone \leq 0.50), BS-HA (scatol \leq 0.25 et androsténone $>$ 0.50), HS-BA (scatol $>$ 0.25 et androsténone \leq 0.50) et HS-HA (scatol $>$ 0.25 et androsténone $>$ 0.50). Deux animaux seulement (soit 5% du groupe BA) présentent à la fois une teneur en scatol élevée et une teneur en androsténone faible. Compte tenu de ce faible effectif, les résultats de ce groupe HS-BA ont une signification limitée. Onze animaux (soit 21% de l'effectif du groupe BS), présentant des teneurs en androsténone élevées, forment le groupe BS-HA.

Dans ce groupe BS-HA, l'ensemble des variables relatives aux notes d'odeurs des graisses, la fréquence des odeurs urinaires lors de la cuisson des viandes ainsi que l'arôme et la préférence lors de la dégustation des viandes sont plus proches des valeurs observées dans le groupe HS-HA que de celles du groupe BS-BA. La fréquence des odeurs désagréables lors de la cuisson des viandes est par contre semblable à celle du groupe BS-BA et significativement inférieure à celle du groupe HS-HA. La note moyenne d'odeur de cuisson du groupe BS-HA est intermédiaire entre celles des groupes BS-BA et HS-HA. La comparaison des données relatives aux groupes BA (tableau 7) et BS-BA (tableau 8) montre que le tri combiné sur les teneurs en scatol et en androsténone des graisses n'apporte aucune amélioration par rapport au tri sur la seule teneur en androsténone.

2.5. Caractéristiques organoleptiques des jambons (tableau 9)

Les jambons de mâles entiers reçoivent une note d'appréciation générale légèrement, mais significativement, inférieure à celle des castrés. Les mâles entiers sont jugés plus défavorablement que les castrats pour la fréquence de texture pâteuse ou de persillé ($P < 0.05$) et surtout pour la note de flaveur et la fréquence des flaveurs urinaires ($P < 0.01$). Ils sont par contre jugés plus favorablement que les mâles castrés pour l'intensité de la couleur rose et la fréquence de flaveur acide. Les autres caractéristiques organoleptiques ne diffèrent pas significativement entre les 2 types sexuels.

2.6. Relations entre les teneurs en androsténone ou en scatol et les caractéristiques organoleptiques des jambons

Dans le cas des mâles castrés, aucune corrélation significative n'est mise en évidence entre les caractéristiques organoleptiques des jambons et les teneurs en scatol des graisses (données non présentées). Dans le cas des mâles entiers les critères d'odeur et de flaveur (hormis la flaveur acide), ainsi que l'intensité de couleur rose, sont significativement corrélés aux teneurs en composés malodorants dans les graisses (tableau 10). Pour l'incidence des flaveurs étrangères, la fréquence de flaveur urinaire et l'intensité de couleur rose, les corrélations sont plus étroites avec la teneur en androsténone qu'avec celle de scatol. A l'inverse, les critères d'odeur, la note de flaveur et la note d'appréciation générale sont mieux corrélés avec la teneur en scatol qu'avec la concentration d'androsténone.

Les teneurs de 0.80 ppm de scatol et 1.50 ppm d'androsténone seront considérées comme valeurs seuils pour distinguer deux classes de porcs mâles entiers que l'on pourra comparer entre elles et au groupe des castrats. Les résultats des tableaux 11 et 12 montrent que les mâles entiers des groupes BS (scatol \leq 0.80 ppm) ou BA (androsténone \leq 1.50 ppm) sont jugés de façon nettement plus favorable que ceux des groupes HS (scatol $>$ 0.80 ppm) ou HA (androsténone $>$ 1.50 ppm). Les mâles entiers des groupes BS et BA ne diffèrent significativement des castrats pour aucune des caractéristiques organoleptiques des jambons.

3. DISCUSSION

3.1. Teneurs en scatol

La teneur en scatol des graisses a été mesurée sur un total de 1609 mâles entiers, mâles castrés et femelles, en provenance de 23 troupeaux et appartenant à 3 génotypes représentatifs de la production française actuelle. Les animaux ont été abattus au même poids moyen que l'ensemble de la production contrôlée par UNIPORC. Conformément aux résultats obtenus antérieurement dans d'autres pays européens (MORTENSEN et al., 1986 ; LUNDSTROM et al., 1988), les mâles castrés et les femelles présentent des teneurs en scatol inférieures à celles des mâles entiers. Le pourcentage de mâles castrés et de femelles présentant des teneurs supérieures à 0.25 ppm est inférieur à 1%. La teneur en scatol dépasse 0.25 ppm chez 10 % des mâles entiers (teneur maximum observée: 1.35 ppm). Cette proportion est plus élevée que celles rapportées dans des études antérieures: 4% d'un échantillon de 143 mâles (LUNDSTROM et al., 1988), 5% d'une population de 13 000 verrassons (MORTENSEN et al., 1986).

TABLEAU 5
COEFFICIENTS DE CORRÉLATION ENTRE LES TENEURS EN ANDROSTÉNONE OU EN SCATOL DES GRAISSES ET LES CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES GRAISSES ET DES VIANDES CHEZ LES MÂLES ENTIERS

Critères	Scatol		Androsténone	
Scatol	-	-	+0.73	***
Glandes de Cowper				
longueur	+0.38	***	+0.46	***
poids	+0.50	***	+0.57	***
Odeur des graisses				
Note hédonique	-0.38	***	-0.53	***
Odeur d'urine				
fréquence	+0.39	***	+0.50	***
incidence	+0.47	***	+0.61	***
Odeur de cuisson des viandes				
Fréquence des odeurs				
désagréables	+0.44	***	+0.44	***
urinaires	+0.23	*	+0.28	*
Note moyenne	-0.38	***	-0.45	***
Critères de dégustation des viandes				
Saveur	-	NS	-	NS
Tendreté	-	NS	-	NS
Jutosité	-	NS	-	NS
Arôme	-0.26	*	-0.27	*
Préférence	-	NS	-	NS

NS: P > 0.10 ; * : P < 0.05 ; ***: P < 0.001

Les coefficients de corrélations non significatifs ne sont pas rapportés

TABLEAU 6
CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES GRAISSES ET DES VIANDES
PAR TYPES SEXUELS ET PAR CLASSES DE TENEUR EN SCATOL DES GRAISSES

Type sexuel	Mâle castré	Mâle entier		Signification des différences entre groupes (2)
		BS	HS	
Groupe	c			
Classe scatol	≤ 0.25	≤ 0.25	> 0.25	
Effectif	74	52	22	
Androsténone (ppm)	ND(1)	0.44 b	1.34 c	***
Scatol (ppm)	0.11 a	0.13 a	0.68 b	***
Odeur des graisses				
Note hédonique	5.01 a	4.33 b	3.79 c	***
Odeur d'urine				
fréquence	16 a	25 b	36 c	***
incidence	73 a	127 b	202 c	***
Odeur de cuisson des viandes				
Fréquence des odeurs				
désagréables	19 a	33 b	61 c	***
urinaires	14 a	27 ab	45 b	**
Note moyenne	5.43 a	4.02 b	2.37 c	***
Critères de dégustation des viandes				
Saveur	5.08 a	4.96 ab	4.77 b	*
Tendreté	5.45	5.25	5.25	NS
Jutosité	4.77	4.77	4.76	NS
Arôme	5.03 a	4.86 ab	4.58 b	**
Préférence	56 a	44 b	42 b	***

(1) Non déterminé

(2) NS: P > 0.10 ; * : P < 0.05 ; ** : P < 0.01 ; ***: P < 0.001

Les moyennes d'une même ligne, affectées d'une même lettre, ne diffèrent pas significativement (P < 0.05)

TABEAU 7
CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES GRAISSES ET DES VIANDES PAR TYPES SEXUELS
ET PAR CLASSES DE TENEUR EN ANDROSTÉNONE DES GRAISSES

Type sexuel	Mâle castré	Mâle entier		Signification des différences entre groupes (2)
		BA	HA	
Groupe	c			
Classe androsténone	ND (1)	≤ 0.50	> 0.50	
Effectif	74	43	31	
Androsténone (ppm)	ND(1)	0.26 b	1.32 c	***
Scatol (ppm)	0.11 a	0.13 a	0.52 b	***
Odeur des graisses				
Note hédonique	5.01 a	4.42 b	3.81 c	***
<i>Odeur d'urine</i>				
fréquence	16 a	23 b	36 c	***
incidence	73 a	111 b	203 c	***
Odeur de cuisson des viandes				
<i>Fréquence des odeurs</i>				
désagréables	19 a	32 b	54 c	***
urinaires	14 a	24 ab	45 b	**
Note moyenne	5.43 a	4.26 b	2.52 c	***
Critères de dégustation des viandes				
Saveur	5.08 a	4.96 ab	4.83 b	*
Tendreté	5.45	5.26	5.24	NS
Jutosité	4.77	4.84	4.67	NS
Arôme	5.03 a	4.93 a	4.56 b	***
Préférence	56 a	45 b	41 b	***

(1) Non déterminé

(2) NS: P > 0.10 ; *: P < 0.05 ; **: P < 0.01 ; ***: P < 0.001

Les moyennes d'une même ligne, affectées d'une même lettre, ne diffèrent pas significativement (P < 0.05)

TABEAU 8
CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES GRAISSES ET DES VIANDES PAR TYPES SEXUELS
ET PAR CLASSES DE TENEUR EN SCATOL ET EN ANDROSTÉNONE DES GRAISSES

Type sexuel	Mâle castré		Mâle entier			Signification (2)
	c	BS-BA	BS-HA	HS-BA	HS-HA	
Groupe						
Classe scatol	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.25	> 0.25	> 0.25	
Classe androsténone	ND(1)	≤ 0.50	> 0.50	≤ 0.50	> 0.50	
Effectif	74	41	11	2	20	
Androsténone (ppm)	ND(1)	0.26 b	1.10 c	0.25 b	1.44 c	***
Scatol (ppm)	0.11 a	0.12 a	0.16 a	0.32 a	0.72 b	***
Odeur des graisses						
Note hédonique	5.01 a	4.43 b	3.95 bc	4.40 b	3.73 c	***
<i>Odeur d'urine</i>						
fréquence	16 a	22 a	36 b	40 b	36 b	***
incidence	73 a	108 a	197 b	165 ab	206 b	***
Odeur de cuisson des viandes						
<i>Fréquence des odeurs</i>						
désagréables	19 a	32 a	35 a	30 a	64 b	***
urinaires	14 a	23 a	45 b	50 b	45 b	**
Note moyenne	5.43 a	4.23 b	3.28 bc	5.00 ab	2.10 c	***
Critères de dégustation des viandes						
Saveur	5.08	4.96	4.97	5.00	4.75	NS
Tendreté	5.45	5.29	5.12	4.70	5.31	NS
Jutosité	4.77	4.86	4.46	4.50	4.79	NS
Arôme	5.03 a	4.91 ab	4.68 ab	5.35 a	4.50 b	**
Préférence	56 a	46 b	40 b	45 b	42 b	**

(1) Non déterminé

(2) Signification des différences entre groupes NS: P > 0.10 ; *: P < 0.05 ; **: P < 0.01 ; ***: P < 0.001

Les moyennes d'une même ligne, affectées d'une même lettre, ne diffèrent pas significativement (P < 0.05)

TABLEAU 9
JUGEMENT ORGANOLEPTIQUE DES CRITÈRES DE DÉGUSTATION DES JAMBONS

Critères	Type sexuel		Signification des différences entre types sexuels (4)
	Mâle castré	Mâle entier	
Odeur (1)	4.60	4.49	NS
Odeur étrangère (3)	104	110	NS
urine (2)	7.4	8.7	NS
vieux (2)	2.6	2.8	NS
rance (2)	2.3	2.5	NS
poisson (2)	0.5	0.3	NS
verrat (2)	0.8	0.6	NS
acide (2)	1.7	1.6	NS
Goût salé (1)	5.32	5.20	NS
Tendreté (1)	5.17	5.18	NS
Texture			
pâteuse (2)	14.0	18.8	*
fibreuse (2)	2.6	1.6	NS
Couleur rose (1)	5.19	5.49	*
Homogénéité couleur (1)	5.19	5.17	NS
Humidité de tranche (1)	4.32	4.32	NS
Tenue de tranche (1)	4.27	4.48	NS
Persillé (2)	40.5	32.2	**
Jutosité (1)	4.36	4.22	+
Flaveur (1)	4.47	4.19	**
Flaveur étrangère (3)	148	159	NS
urine (2)	8.2	15.2	**
oxydé (2)	0.5	0.9	NS
vieux (2)	3.7	4.2	NS
acide (2)	4.6	1.9	**
rance (2)	1.7	1.9	NS
Appréciation générale (1)	4.21	3.91	***

(1) Note entre 1 et 10

(2) Fréquence = % de juges ayant décelé ce type d'odeur ou de flaveur

(3) Incidence = fréquence x intensité moyenne (entre 0 et 1000)

(4) NS: P > 0.10 ; +: P < 0.10 ; *: P < 0.05 ; **: P < 0.01 ; ***: P < 0.001

TABLEAU 10

COEFFICIENTS DE CORRÉLATION ENTRE LES TENEURS EN ANDROSTÉNONE OU EN SCATOL DES GRAISSES ET LES CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES JAMBONS CHEZ LES PORCS MÂLES ENTIERS

Critères	Scatol		Androsténone	
Odeur (1)	-0.33	**	-0.22	+
Odeur étrangère (3)	+0.27	*	-	NS
urine (2)	+0.52	***	+0.35	**
Goût salé (1)	+0.23	+	-	NS
Tendreté (1)	-	NS	-	NS
Texture				
pâteuse (2)	-	NS	-	NS
fibreuse (2)	-	NS	-	NS
Couleur rose (1)	+0.25	*	+0.33	**
Homogénéité couleur (1)	-	NS	-	NS
Humidité de tranche (1)	-	NS	-	NS
Tenue de tranche (1)	-	NS	-	NS
Persillé (2)	-	NS	-	NS
Jutosité (1)	+0.26	*	-	NS
Flaveur (1)	-0.57	***	-0.41	***
Flaveur étrangère (3)	+0.63	***	+0.67	***
urine (2)	+0.60	***	+0.66	***
acide (2)	-	NS	-	NS
Appréciation générale (1)	-0.50	***	-0.42	***

NS: P > 0.10 ; +: P < 0.10 ; *: P < 0.05 ; **: P < 0.01 ; ***: P < 0.001. Les coefficients de corrélations non significatifs ne sont pas rapportés.

(1) Note entre 1 et 10

(2) Fréquence = % de juges ayant décelé ce type d'odeur ou de flaveur

(3) Incidence = fréquence x intensité moyenne

TABLEAU 11
CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES JAMBONS PAR TYPES SEXUELS
ET PAR CLASSES DE TENEUR EN SCATOL DES GRAISSES

Type sexuel	Mâle castré	Mâle entier		Signification des différences entre groupes (4)
Groupe	c	BS	HS	
Classe scatol	≤ 0.25	≤ 0.80	> 0.80	
Effectif	65	61	7	
Odeur (1)	4.60 a	4.54 a	4.03 b	*
Odeur étrangère (3)	104	103	170	+
urine (2)	7.4 a	6.6 a	27.1 b	***
Goût salé (1)	5.32	5.17	5.47	NS
Tendreté (1)	5.17	5.18	5.17	NS
Texture				
pâteuse (2)	14.0	19.0	17.1	NS
fibreuse (2)	2.6	1.6	1.4	NS
Couleur rose (1)	5.19 a	5.43 a	6.03 a	*
Homogénéité couleur (1)	5.19	5.18	5.09	NS
Humidité de tranche (1)	4.32	4.33	4.23	NS
Tenue de tranche (1)	4.27	4.43	4.90	NS
Persillé (2)	40.5 a	33.6 ab	20.0 b	*
Jutosité (1)	4.36 ab	4.14 a	4.87 b	*
Flaveur (1)	4.47 a	4.30 a	3.30 b	***
Flaveur étrangère (3)	148 a	143 a	293 b	***
urine (2)	8.2 a	13.0 a	34.3 b	***
acide (2)	4.6 a	2.0 a	1.4 a	*
Appréciation générale (1)	4.21 a	4.01 a	3.09 b	***

(1) Note entre 1 et 10

(2) Fréquence = % de juges ayant décelé ce type d'odeur ou de flaveur

(3) Incidence = fréquence x intensité moyenne (entre 0 et 1000) NS: P > 0.10 ; +: P < 0.10 ; *: P < 0.05 ; ***: P < 0.001

Les moyennes d'une même ligne, affectées d'une même lettre, ne diffèrent pas significativement (P < 0.05)

Tout comme nos collègues Danois, nous observons de fortes différences entre élevages, sans pouvoir les expliquer. Les faibles différences constatées entre types génétiques pour la teneur en scatol des graisses de porc mâle entier doivent être interprétées avec la plus extrême prudence. En effet, compte tenu de l'importance des différences entre élevages, la structure de la population étudiée, avec un seul type génétique représenté dans chaque élevage, est très mal adaptée à la mise en évidence d'un éventuel effet génétique.

L'existence d'une relation étroite ($r = +0.73$) entre les teneurs en androsténone et en scatol des graisses confirme les observations de LUNDSTROM et al. (1988 ; $r = +0.32$), WALSTRA (1985 ; $r = +0.40$) ou HANSSON et al., 1980 ($r = +0.40$). Par ailleurs, nous avons mis en évidence des relations positives significatives entre le développement des glandes de Cowper et la teneur en scatol (résultat inédit) ou la teneur en androsténone, comme précédemment observé par UZU et BONNEAU (1980), FORLAND et al. (1980) et BONNEAU et RUSSEIL (1984). L'ensemble de ces éléments amène à penser que le dépôt de scatol dans les graisses est, comme celui d'androsténone, dépendant du degré de maturité sexuelle des animaux. On comprend alors que les teneurs en scatol soient plus élevées dans la population de porcs mâles considérés dans cet essai que chez des porcs plus légers (MORTENSEN et al., 1986) ou sexuellement moins précoces (LUNDSTROM et al., 1988).

3.2. Caractéristiques organoleptiques des graisses, viandes et jambons cuits de porcs mâles entiers ou castrés

Les différences constatées entre mâles entiers et mâles castrés pour les caractéristiques organoleptiques des graisses, viandes ou jambons doivent être considérées avec prudence car l'échantillon de porcs mâles entiers testé n'est pas représentatif de la population totale. En effet, compte tenu de l'objectif principal de cette étude, qui est d'établir les relations entre les teneurs en composés malodorants et les résultats de l'appréciation sensorielle des produits, les animaux à forte teneur ont été introduits en surnombre dans l'échantillon testé (30% de porcs à teneur en scatol supérieure à 0.25 ppm, contre 10% seulement dans la population initiale). En conséquence, les différences constatées surestiment les différences réelles entre les 2 types sexuels. Les points suivants méritent cependant d'être commentés :

- la fréquence et l'incidence des odeurs fécales sont très faibles, ne diffèrent pas entre mâles entiers et castrats et ne sont pas corrélées significativement à la teneur en scatol. Ceci montre que, pour l'appareil olfactif humain, l'odeur due à la présence de scatol dans un échantillon de graisse chauffé est de nature différente de celle du scatol à l'état pur ou en solution aqueuse (fécale intense). Les corréla-

TABLEAU 12
CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES JAMBONS PAR TYPES SEXUELS
ET PAR CLASSES DE TENEUR EN ANDROSTÉNONE DES GRAISSES

Type sexuel	Mâle castré	Mâle entier		Signification des différences entre groupes (4)
Groupe	c	BA	HA	
Classe androsténone	ND (1)	≤ 1.50	> 1.50	
Effectif	65	62	6	
Odeur (1)	4.60 a	4.53 ab	4.02 b	*
Odeur étrangère (3)	104	104	173	+
urine (2)	7.4 a	7.3 a	23.3 b	***
Goût salé (1)	5.32	5.17	5.52	NS
Tendreté (1)	5.17	5.19	5.13	NS
Texture				
pâteuse (2)	14.0	18.9	18.3	NS
fibreuse (2)	2.6	1.5	3.3	NS
Couleur rose (1)	5.19 a	5.41 a	6.35 b	**
Homogénéité couleur (1)	5.19	5.20	4.80	NS
Humidité de tranche (1)	4.32	4.32	4.27	NS
Tenue de tranche (1)	4.27	4.44	4.85	NS
Persillé (2)	40.5	32.4	3.00	+
Jutosité (1)	4.36	4.19	4.50	NS
Flaveur (1)	4.47 a	4.28 a	3.32 b	***
Flaveur étrangère (3)	148 a	141 a	333 b	***
urine (2)	8.2 a	12.5 a	43.3 b	***
acide (2)	4.6 a	2.0 b	1.7 b	*
Appréciation générale (1)	4.21 a	4.02 a	2.87 b	***

(1) Note entre 1 et 10

(2) Fréquence = % de juges ayant décelé ce type d'odeur ou de flaveur

(3) Incidence = fréquence x intensité moyenne (entre 0 et 1000)

(4) NS: P > 0.10 ; +: P < 0.10 ; *: P < 0.05 ; **: P < 0.01 ; ***: P < 0.001

Les moyennes d'une même ligne, affectées d'une même lettre, ne diffèrent pas significativement (P < 0.05)

tions positives entre la fréquence ou l'incidence des odeurs d'urine et la teneur en scatol suggèrent que les mauvaises odeurs des graisses dues à la présence de scatol peuvent être perçues comme odeurs urinaires.

- les différences entre types sexuels sont beaucoup plus marquées pour les critères relatifs à l'odeur (odeurs des graisses, odeurs de cuisson des viandes) que pour ceux qui concernent la dégustation des viandes, en accord avec de nombreuses observations antérieures (MALMFORS et LUNDSTROM, 1983).
- les différences entre types sexuels sont beaucoup plus faibles lors de l'évaluation d'un produit consommé froid (jambon) que pour le jugement d'un produit en cours de cuisson, ce qui confirme nos précédents résultats (BONNEAU et al., 1979 ; DESMOULIN et al., 1982). Dans le cas des jambons cuits, les différences entre types sexuels portent essentiellement sur la flaveur. La couleur rose plus soutenue des jambons de mâles entiers est cohérente avec la couleur plus intense des viandes fraîches chez les entiers que chez les castrats (BARTON-GADE, 1987). Le moindre persillé des jambons de porcs entiers s'explique

par le dépôt de lipides corporels et intramusculaires plus faible chez les mâles entiers que chez les castrats (DESMOULIN et al., 1983 ; BARTON-GADE, 1987). La fréquence plus élevée de texture pâteuse et la fréquence plus faible de flaveur acide chez les entiers que chez les castrats restent par contre difficile à interpréter.

3.3. Teneurs en composés malodorants et appréciation sensorielle des graisses et des viandes

Les odeurs des graisses et les odeurs de cuisson des viandes sont plus fortement corrélées à la teneur en androsténone qu'à la teneur en scatol des graisses. Ce résultat est en contradiction avec ceux de WALSTRA et al. (1986) ou de LUNDSTROM et al. (1988) qui observent au contraire que l'intensité des odeurs sexuelles est reliée de façon plus étroite à la teneur en scatol qu'à la concentration en androsténone des graisses. Les résultats de WALSTRA et al. (1986) souffrent d'un biais méthodologique important qui en limite la signification. En effet, dans l'échantillon qu'ils ont étudié, aucun porc ne présente de teneur en androsténone inférieure à 0.50 ppm, alors que les teneurs en scatol sont normalement distribuées.

Les corrélations entre la note d'odeur des graisses et la teneur en androsténone étant identique dans les deux essais, la contradiction entre nos résultats et ceux de LUNDSTROM et al. (1988) tient au fait que l'intensité des odeurs est moins bien reliée à la teneur en scatol des graisses dans notre étude ($r = 0.38$ contre 0.68). La corrélation entre odeur et scatol dans le présent essai est également plus faible que celle rapportée par MORTENSEN et SORENSEN (1984 ; $r = 0.73$). Ce résultat peut être dû au fait que les juges utilisés par ces auteurs étaient sélectionnés sur leur sensibilité aux composés malodorants. On peut aussi envisager l'existence d'un biais statistique dans les études scandinaves, lié au fait que seule une faible proportion d'animaux présentent des teneurs en scatol > 0.25 ppm (4% dans l'étude de LUNDSTROM et al., 1988 ; 14% dans celle de MORTENSEN et SORENSEN, 1984). En surreprésentant les porcs à fortes teneurs (30% contre 10% dans la population initiale), nous nous sommes placés dans de meilleures conditions statistiques pour calculer le degré de liaison entre les caractéristiques organoleptiques et la teneur en scatol.

L'objectif du tri des animaux sur la teneur en scatol (ou en androsténone) est de définir une population de porcs qui, présentant une teneur en composé malodorant inférieure à la valeur seuil choisie, pourront être considérés comme « indemnes d'odeurs sexuelles ». Le tri sur la seule teneur en scatol des graisses (avec une valeur seuil fixée à 0.25 ppm) ne permet pas de répondre à cet objectif. Bien qu'il reste insuffisant pour répondre à l'objectif fixé, le tri sur la teneur en androsténone (avec une valeur seuil fixée à 0.50 ppm) est plus satisfaisant que celui opéré sur la teneur en scatol (comparer les tableaux 6 et 7). En effet, plus de 20% des porcs à teneur en scatol faible ont une teneur en androsténone élevée, et présentent en conséquence des caractéristiques organoleptiques défavorables.

Les résultats obtenus dans ce groupe d'animaux BS-HA démontrent que l'androsténone, indépendamment du scatol, a une contribution spécifique à la manifestation d'odeurs désagréables, en particulier à celles des odeurs dites urinaires. Par ailleurs, le fait que la fréquence des odeurs de cuisson désagréables soit similaire dans les 3 groupes BS-BA, BS-HA et HS-BA et deux fois plus faible que dans le groupe HS-HA suggère l'existence d'une synergie entre les deux composés qui renforcerait le caractère désagréable des odeurs perçues. Le tri combiné sur les teneurs en scatol et en androsténone n'apporte aucune amélioration par rapport au tri sur la seule teneur en androsténone.

3.4. Teneurs en composés malodorants et appréciation sensorielle des jambons

Les variables relatives à l'odeur des jambons sont mieux corrélées à la teneur en scatol qu'à celle d'androsténone. Cette observation n'a probablement que peu d'importance pratique dans la mesure où, pour ces critères, les jambons de mâles entiers ne sont pas considérés comme inférieurs à ceux des castrats.

Les notes de flaveur et d'appréciation générale sont reliées de façon plus étroite au scatol qu'à l'androsténone, mais le contraire est observé pour l'incidence des saveurs étrangères et la fréquence des saveurs urinaires. Dans ces conditions, il est difficile de conclure à la prépondérance d'un composé sur l'autre pour la contribution aux défauts de flaveur des jambons. Des résultats équivalents sont obtenus lorsque l'on réalise un tri des animaux sur la teneur en scatol ou sur la teneur en

androsténone. Dans les deux cas, les caractéristiques organoleptiques des jambons des groupes à faibles teneurs (BS ou BA) sont significativement meilleures que celles des jambons des groupes à fortes teneurs (HS ou HA) et ne diffèrent pas de celles des jambons de castrat.

Aussi bien pour le scatol que pour l'androsténone, les valeurs seuils retenues pour les jambons sont très supérieures à celles considérées pour les graisses et les viandes (scatol: 0.80 contre 0.25 ppm ; androsténone 1.50 contre 0.50 ppm). En conséquence, la proportion d'animaux indemnes est beaucoup plus élevée. Dans la population initiale de 563 porcs mâles entiers, seuls 7 animaux présentent des teneurs en scatol supérieures à 0.80 ppm. Les raisons pour lesquelles les valeurs seuils sont plus élevées pour le jambon que pour les viandes sont doubles :

- une partie importante de l'androsténone disparaît au cours du processus de fabrication des jambons (BONNEAU et al., 1980),
- les seuils de perception de l'androsténone sont plus élevés pour un produit consommé froid (DESMOULIN et al., 1982).

CONCLUSION

Dans les conditions de production françaises, les teneurs en scatol des graisses semblent être plus élevées que dans les pays d'Europe du Nord. Cette situation tient sans doute au fait que les animaux produits en France sont sexuellement plus matures au moment de l'abattage, en raison du poids d'abattage plus élevé et des types génétiques employés.

Dans le cas des viandes fraîches, l'androsténone semble contribuer davantage que le scatol à la manifestation des odeurs sexuelles. Le tri des carcasses sur la teneur en scatol, sur la teneur en androsténone ou même sur les 2 critères combinés, ne semble pas suffisant pour assurer des caractéristiques organoleptiques identiques à celles des castrats.

Dans le cas des jambons, il est difficile d'attribuer un rôle prépondérant à l'un ou l'autre des 2 composés malodorants. Le tri des carcasses sur la teneur en scatol, ou sur la teneur en androsténone, permet un contrôle efficace des qualités organoleptiques des produits. Seuls 1% des mâles entiers sont identifiés comme défectueux, les caractéristiques organoleptiques des 99 % restants étant similaires à celles des castrats.

Ainsi, dans les conditions de production actuelles, il semble difficile de préconiser la généralisation de l'élevage de porcs mâles entiers, puisque le contrôle basé sur la mesure de la teneur en scatol n'est pas suffisant pour assurer que la qualité organoleptique des viandes fraîches sera identique à celle des castrats. De nombreuses inconnues subsistent qu'il conviendrait de lever par des études complémentaires, en particulier:

- existe-t-il des différences entre types génétiques pour la concentration en scatol des graisses ?
- qu'elle est la signification des différences entre élevages ? Reflètent-elles des différences de statut sanitaire, de nature des matières premières utilisées dans l'aliment ?
- les différences d'acceptabilité mises en évidence dans cet essai, par un jury entraîné, entre les viandes fraîches des mâles entiers à faibles teneurs en composé malodorants et

celles des castrats, ont-elles un impact réel sur l'acceptabilité des viandes par les consommateurs ?

- qu'elles sont les possibilités offertes par une production de jeunes porcs mâles entiers abattus à un stade plus léger que le stade usuel ? Ces animaux moins matures sur le plan de leur développement sexuel pourraient être globalement plus acceptables. Qu'elle serait alors l'efficacité d'un tri basé sur la mesure de la teneur en scatol et/ou en androsténone des graisses.

L'impact économique d'un arrêt de la castration systématique des porcs mâles nous semble être suffisamment important pour justifier la poursuite d'un programme d'études sur les odeurs sexuelles des viandes de porcs mâles entiers.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier vivement les personnes suivantes qui ont apporté un concours efficace à ce travail :

- MM. PENN (abattoirs Louis GAD) et AUTRET (Société

Bretonne de Salaisons) qui ont mis à notre disposition leurs installations,

- Mme Françoise SIRET (CTSCCV) qui a organisé les tests organoleptiques,
- Mme Françoise GIOVANNI et Mr. Jacques PORTANGUEN (Station de Recherches Porcines, INRA) qui ont assuré la réalisation des dosages d'androsténone,
- Mme Anna Birthe MORTENSEN et Mr. Hans Peder MORTENSEN qui ont pris en charge les dosages de scatol.

Les auteurs ont également apprécié le concours efficace des éleveurs et techniciens des groupements de producteurs suivants :

SEVEL, Groupement des Producteurs de Plouvorn, Coopérative de l'Arrée, CAV de Landivisiau.

Ils tiennent enfin, à exprimer leur gratitude envers l'OFIVAL et l'ANDA pour leur soutien financier, sans lequel ce travail n'aurait pu être mené à bien.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARTON-GADE P.A., 1987. *Livest. Prod. Sci.*, 16;187-196.
- BONNEAU M., 1988. *INRA Prod. Anim.*, 1;133-140.
- BONNEAU M., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22;51-68.
- 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., DESMOULIN B., DUMONT B.L., 1979. *Ann. Zootech.*, 28;53-72.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., FROUIN A., 1980. *Ann. Technol. Agric.*, 29;69-73.
- BROOKS R.I., PEARSON A.M., 1986. *J. Anim. Sci.*, 62;632-645.
- CLAU R., MAHLER G., MUENSTER E., 1988. *Archiv. Lebensmittelhyg.*, 39;87-90.
- 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*, 15;177-192.
- FORLAND D.M., LUNDSTROM K., ANDRESEN O., 1980. *Nord. Veterinaarmed.*, 32;201-206.
- HANSSON K.E., LUNDSTROM K., FJELKNER-MODIGS., PERS-SON J., 1980. *Swed. J. Agric. Res.*, 10;167-173.
- LUNDSTROM K., MALMFORS B., MALMFORS G., STERN S., PETERSSON H., MORTENSEN A.B., SORENSEN S.E., 1988. *Livest. Prod. Sci.*, 18;55-67.
- MAARSEH., MOERMAN P.C., WALSTRAP., 1972. I.V.O. Rapport C-180 et Rapport N° 3 Researchgroep Vlees en Vleeswaren T.N.O., Zeist, 33 pp.
- MALMFORS B., LUNDSTROM K., 1983. *Livest. Prod. Sci.*, 10;187-196.
- MORTENSEN A.B., SORENSEN S.E., 1984. *Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol*, pp. 394-396.
- MORTENSEN A.B., BEJERHOLM C., PEDERSEN J.K., 1986. 32ème Réunion Européenne des Chercheurs en Viande, Gand, pp. 23-26.
- PATTERSON R.L.S., 1968. *J. Sci. Food Agric.*, 19;31-38.
- SAS, 1988. *SAS/STAT™ User's Guide, Release 6.03 Edition*, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1028 pp.
- UZU G., BONNEAU M., 1980. *Ann. Zootech.*, 29;23-30.
- VOLD E., 1970. Rapport N° 238, Institute of Animal Genetics and Breeding, NLH, Vollebekk, Norvège, 25 pp.
- WALSTRA P., 1985. Séminaire de la CCE «Consumer's perception of quality versus laboratory panel and instrument assesment», Bruxelles, 7 pp.
- WALSTRA P., MAARSE H., 1970. I.V.O. Rapport C-147 et Rapport N° 2 Researchgroep Vlees en Vleeswaren T.N.O., Zeist, 30 pp.
- WALSTRA P., ENGEL B., MATEMAN G., 1986. 32ème Réunion Européenne des Chercheurs en Viande, Gand, pp. 27-29.