

Cv 8204

## DÉFAUTS D'ODEUR SEXUELLE ET POSSIBILITÉS D'EMPLOI DES VIANDES DE PORC MÂLE ENTIER

M. BONNEAU, B. DESMOULIN

I.N.R.A. — Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs — Centre de Rennes - Saint-Gilles — 35590 L'HERMITAGE

### INTRODUCTION

De nombreux travaux ont démontré les avantages zootechniques offerts par l'élevage de porcs mâles non castrés. Selon DESMOULIN et BONNEAU (1978) la castration précoce entraîne une consommation supplémentaire d'environ 30 kg d'aliment par porc produit et une réduction moyenne de 7 % de la teneur en muscle des carcasses (soit plus d'une classe C.E.E.). Pourtant, en France comme dans la plupart des pays, la législation impose l'apposition du tampon V, qui entraîne une forte dépréciation des carcasses, à tout animal, quel que soit son âge, porteur de testicules à son entrée à l'abattoir. Dans la pratique une telle réglementation conduit les éleveurs à castrer systématiquement les jeunes mâles écartés de la reproduction. Cette législation de caractère répressif a pour objet de prévenir les risques de défauts d'odeur sexuelle qui pourtant n'affectent qu'une certaine proportion des viandes de porc mâle entier.

Dans cette revue nous nous intéresserons dans une première partie aux composés responsables de ces défauts. Après avoir indiqué les différents composés malodorants identifiés dans les graisses de verrat et précisé leur contribution à la manifestation des odeurs sexuelles, nous exposerons le métabolisme des stéroïdes  $C_{19}\Delta 16$  chez le porc mâle puis l'état des connaissances sur les facteurs de variation de la concentration en androsténone des graisses. Dans une deuxième partie nous soulignerons les difficultés liées à la mise en place d'une appréciation sensorielle des odeurs par un jury de laboratoire. Nous tenterons ensuite de tirer les enseignements des enquêtes de consommation de viandes mâles réalisées auprès du grand public dans différents pays d'Europe.

### I - LES COMPOSÉS RESPONSABLES DES DÉFAUTS D'ODEUR SEXUELLE

#### A) Identification des composés malodorants dans les graisses de verrat

Les travaux de CRAIG et PEARSON (1959) et CRAIG et al. (1962), constituent les premières tentatives pour mettre en évidence le (ou les) composé(s) responsable(s) des défauts d'odeur sexuelle des viandes de verrat. Ils ont montré que ces odeurs désagréables sont associées au tissu gras et, plus précisément à la fraction insaponifiable des graisses. Dans un article théorique, SINK (1967) suggérait qu'elles pourraient être dues à des composés stéroïdes à odeur musquée  $5\alpha$ -androst-16-ene- $3\alpha$ -ol ( $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol) et  $5\alpha$ -androst-16-ene- $3\beta$ -ol ( $5\alpha$ - $3\beta$ -ol) identifiés dans le testicule de verrat par PRELOG et RUZICKA (1944). Enfin PATTERSON (1968 a) a isolé des graisses de verrat le composé  $5\alpha$ -androst-16-ene-3-one ( $5\alpha$ -one) à odeur urinaire prononcée. Par la suite les études de CLAUS et HOFFMANN (1971), BEERY et SINK (1971), BEERY et al. (1971) et THOMPSON et al. (1972) ont confirmé ce résultat et mis en évidence en outre la présence des composés  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol,  $5\alpha$ - $3\beta$ -ol et  $5\beta$ -androst-16-ene-3-one ( $5\beta$ -one) dans les graisses de verrat.  $5\alpha$ -one,  $5\beta$ -one,  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol et  $3\beta$ -ol sont des stéroïdes à 19 atomes de carbone possédant une double liaison en position 16 (famille des stéroïdes  $C_{19}\Delta 16$ ).

Par ailleurs VOLD (1970) a établi la présence de scatol, composé à odeur fécale prononcée, dans les graisses de verrat. La figure 1 rappelle la liste des composés malodorants

rapidement captée par les compartiments tissulaires de stockage, le reste étant catabolisé, probablement au niveau hépatique. Le stockage dans le tissu gras est un phénomène réversible puisque la teneur en androsténone des graisses diminue après castration (CLAUS, 1976) ; il semble bien que le relargage de l'androsténone stockée vers le plasma soit plus lent que le phénomène inverse de captage de l'androsténone plasmatique (BONNEAU et al., 1982). L'androsténone captée par les glandes salivaires peut être réduite en partie en  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol et, à un moindre degré en  $5\alpha$ - $3\beta$ -ol (KATKOV et al., 1972 ; CLAUS, 1979). Des concentrations élevées d'androsténone et de  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol sont en effet mesurées dans les glandes salivaires (PATTERSON, 1968 c ; CLAUS, 1970 ; BOOTH, 1970 et 1975) d'où ces composés peuvent être éliminés dans la salive (PATTERSON, 1968 c ; CLAUS, 1979 ; BOOTH et BALDWIN, 1980). Depuis les travaux de SIGNORET (1970 et 1974), on sait que l'olfaction joue un grand rôle dans le comportement sexuel des porcs. Avant l'accouplement le verrat salive à profusion et une odeur caractéristique est alors nettement perceptible, due à l'androsténone et à  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol. Les deux stéroïdes ont une action de phéromone puisqu'ils permettent d'induire chez la truie en chaleur la réaction d'immobilisation qui précède l'accouplement. (MELROSE et al. 1971 ; REED et al. 1974). PERRY et al. (1980) ont montré que la présence de salive contenant ces stéroïdes odorants est nécessaire au déroulement normal des différentes phases du comportement sexuel. GENNINGS et al. (1974-1977) ont mis en évidence des récepteurs à l'androsténone et à  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol sur la muqueuse olfactive de truie et par ailleurs, MAC LEOD et al. (1979) et MINOR et al. (1980) ont établi que certains neurones du bulbe olfactif de la truie répondent à une stimulation de la muqueuse olfactive par l'androsténone. Signalons en dernier lieu la présence de  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol et de faibles concentrations d'androsténone dans les glandes sudoripares du verrat (STINSON et PATTERSON, 1972).

Les voies et formes d'élimination de l'androsténone sont très mal connues. L'androsténone et les autres  $C_{19}\Delta^{16}$  sont probablement catabolisés au niveau hépatique (FISH et al., 1980). BONNEAU et TERQUI (1981) ont montré que, chez le jeune verrat, l'androsténone est éliminée essentiellement dans les urines sous forme de  $5\alpha$ - $3\beta$ -ol (à l'état de traces) et surtout sous la forme d'au moins 3 composés encore inconnus. Chez le verrat adulte,  $5\alpha$ - $3\alpha$ -ol à l'état de traces et surtout  $5\alpha$ - $3\beta$ -ol sont les seules formes d'élimination urinaire mises en évidence par GOWER et al. (1970 a et b et 1972) et par SAAT et al. (1974).

Le tableau 2 résume de façon très simplifiée la répartition des principaux stéroïdes  $C_{19}\Delta^{16}$  dans les différents compartiments corporels du verrat.

**TABLEAU 2**  
RÉSUMÉ SIMPLIFIÉ DE LA RÉPARTITION DES PRINCIPAUX STÉROÏDES  $C_{19}\Delta^{16}$   
DANS LES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS CORPORELS DU VERRAT

COMPARTIMENTS CORPORELS	ORDRE DE GRANDEUR DES CONCENTRATIONS	$5\alpha$ -one	$5\alpha$ - $3\alpha$ -ol	$5\alpha$ - $3\beta$ -ol
Testicules .....	$\mu\text{g/g}$	+	++	+++
Plasma sanguin veine spermatique .....	ng/ml	+	++	+++
Plasma sanguin périphérique .....	ng/ml	++	+++	+
Tissu gras .....	$\mu\text{g/g}$	+++	+	+
Glandes salivaires .....	$\mu\text{g/g}$	++	+++	+
Salive .....	ng/ml	++	+++	? *
Urines .....	?	absence	+	+++

\* Concentration inconnue mais probablement faible.

#### D) Facteurs de variation de la teneur en androsténone des graisses chez le verrat

D'après le schéma de la figure 2, il apparaît clairement que la concentration en androsténone des graisses dépend des 4 facteurs suivants :

- 1) intensité de la synthèse testiculaire d'androsténone,
- 2) équilibre captage - libération de l'androsténone entre le plasma sanguin et le tissu adipeux,
- 3) importance du captage de l'androsténone plasmatique par les glandes salivaires,
- 4) vitesse du catabolisme de l'androsténone plasmatique.

## D-1) FACTEURS DE VARIATION DES VITESSES DE STOCKAGE ET D'ÉLIMINATION

On ne sait que peu de choses sur l'équilibre captage – libération de l'androsténone entre le plasma sanguin et le tissu adipeux (point 2) mais il semble bien qu'il n'ait guère d'influence sur la teneur en androsténone des graisses (BONNEAU et al., 1982). L'importance quantitative réelle du captage d'androsténone par les glandes salivaires (point 3) reste par ailleurs largement méconnue. Comme les concentrations en androsténone rencontrées dans les glandes salivaires sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans le tissu adipeux (CLAUS et al., 1971 ; BOOTH, 1975) et compte tenu des poids respectifs de ces deux tissus, la quantité d'androsténone stockée est beaucoup plus faible dans le premier compartiment que dans le second. Cependant, les concentrations élevées en  $5\alpha-3\alpha\text{-ol}$  mesurées dans les glandes salivaires indiquent qu'elles transforment en  $5\alpha-3\alpha\text{-ol}$  des quantités non négligeables d'androsténone. BONNEAU et al. (1981) ont montré que la vitesse de catabolisme de l'androsténone plasmatique (point 4) est très variable selon les individus ce qui entraîne des variations importantes de la demi-vie apparente de l'androsténone stockée dans le tissu adipeux. Cependant les facteurs de variation de la vitesse du catabolisme de l'androsténone plasmatique restent à l'heure actuelle inconnus.

## D-2) FACTEURS DE VARIATION DE L'INTENSITÉ DE SYNTHÈSE

L'intensité de la production testiculaire d'androsténone (point 1) dépend des 3 facteurs suivants :

- a) l'intensité globale des synthèses de stéroïdes, en liaison avec le degré de maturité sexuelle des animaux,
- b) la part des stéroïdes  $C_{19}\Delta 16$  dans ces sécrétions (les autres stéroïdes produits étant surtout des androgènes et des oestrogènes),
- c) la part de l'androsténone dans les  $C_{19}\Delta 16$  produits (les autres composés  $C_{19}\Delta 16$  étant essentiellement  $5\alpha-3\alpha\text{-ol}$ ,  $5\alpha-3\beta\text{-ol}$  et  $5\beta\text{-one}$ ).

Chez le verrat adulte la production testiculaire de  $C_{19}\Delta 16$  est largement supérieure à celle des oestrogènes (CLAUS et HOFFMANN, 1980) et à celle des androgènes (BOOTH, 1975) et en particulier de la testostérone (CLAUS, 1970 ; CLAUS et al., 1971). Chez le jeune, la production d'androsténone ne semble pas prédominer sur celle de testostérone (BOOTH, 1975) et il semble bien que le rapport des productions d'androsténone et de testostérone augmente avec l'âge (BOOTH, 1975 ; ANDRESEN, 1976 a). On ne sait rien d'autre sur les facteurs de variation de la part des stéroïdes  $C_{19}\Delta 16$  dans les sécrétions testiculaires (point b) et de la part de l'androsténone dans les  $C_{19}\Delta 16$  produits (point c). Compte tenu des voies de biosynthèse divergentes des androgènes et des  $C_{19}\Delta 16$  on peut penser qu'il existe une variabilité individuelle du rapport des productions d'androsténone et de testostérone, comme le suggèrent les résultats de GROTH et CLAUS (1977). A la limite il existe peut être des animaux chez lesquels l'andien- $\beta$  synthétase est inactive à la suite d'une mutation ; ces verrats ne produiraient pas de  $C_{19}\Delta 16$  tout en sécrétant des quantités normales d'androgènes et d'oestrogènes.

Les facteurs de variation de l'intensité globale des synthèses de stéroïdes testiculaires en liaison avec le degré de maturité sexuelle des animaux (point a) ont été davantage étudiés. Nous allons envisager les facteurs de variation de la concentration en androsténone mesurée dans le plasma sanguin et/ou dans les graisses en distinguant ceux qui sont liés à l'animal (âge, poids, type génétique) de ceux qui sont liés à l'environnement.

### D-2.1) Influence de l'âge ou du poids

Un exemple de l'évolution de la concentration en stéroïdes **plasmatiques** en fonction de l'âge est donné par CLAUS et HOFFMANN (1980) (figure 4a) : dans le cas de l'animal étudié les teneurs en stéroïdes sont très faibles jusqu'à 160 jours d'âge ; par la suite l'androsténone augmente lentement entre 160 et 200 jours alors que la concentration en testostérone reste

FIGURE 4

CONCENTRATIONS EN ANDROSTÉNONE ET EN TESTOSTÉRONE PLASMATIQUE CHEZ UN VERRAT (FIGURE 4a)  
 ET CONCENTRATIONS EN ANDROSTÉNONE DU TISSUS GRAS DE 3 VERRATS (FIGURE 4 b)  
 EN FONCTION DE L'ÂGE (d'après CLAUS, 1975 et CLAUS et HOFFMAN, 1980)

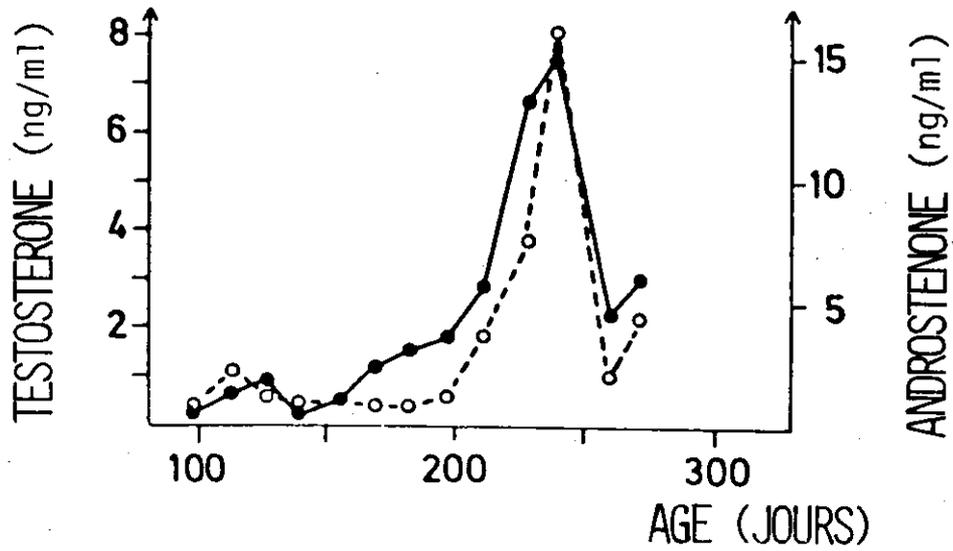


FIGURE 4 a

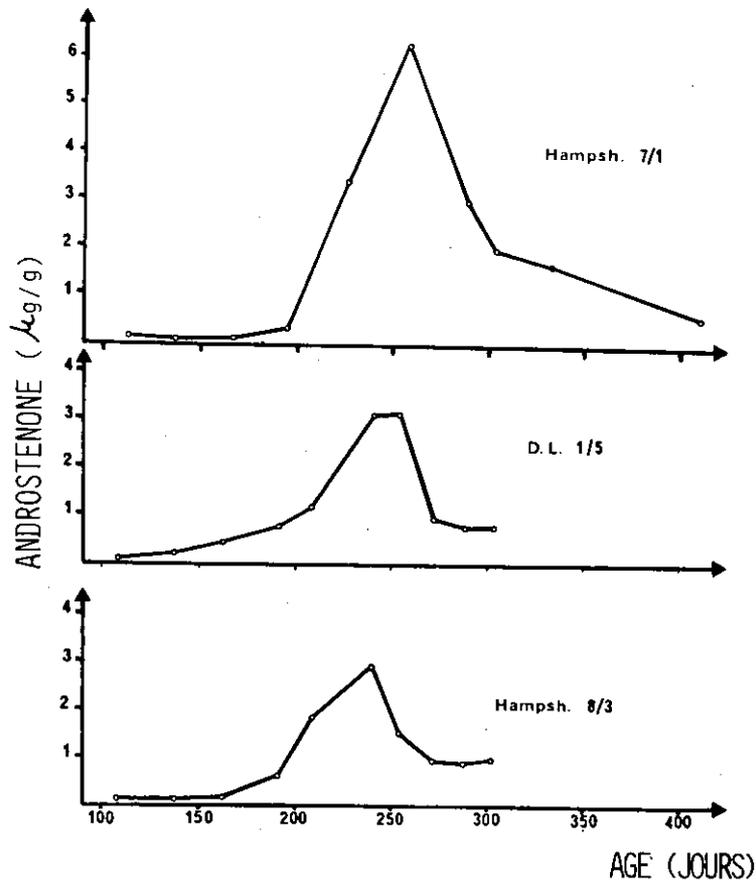


FIGURE 4 b

faible. Après 200 jours d'âge les deux stéroïdes augmentent brutalement puis déclinent au-delà de 250 jours. BONNEAU et al. (1982) montrent de même que chez des animaux prépubères (entre 70 et 170 jours) la teneur en androsténone augmente lentement avec l'âge alors que la concentration en testostérone reste stable. GOWAN et al. (1980) ont établi par ailleurs que la teneur en androsténone plasmatique augmente lentement entre 90 et 180 jours d'âge. Les travaux d'ANDRESEN (1976 a) montrent enfin que l'augmentation brutale de la concentration en androsténone plasmatique est observée à un âge très variable selon les individus (entre 100 jours et plus de 240 jours).

CLAUS (1975) a établi la cinétique du dépôt de l'androsténone dans le **tissu adipeux** de 3 verrats (figure 4 b) : il observe une augmentation brutale de la teneur en androsténone des graisses à partir de 200 jours d'âge suivi d'une décroissance au-delà de 250 jours. ANDRESEN (1976 a) et BONNEAU et DESMOULIN (1980) montrent que l'âge (ou le poids) auquel la teneur en androsténone des graisses commence à croître sont extrêmement variables selon les individus. Ceci explique qu'à un âge ou à un poids donné, la concentration en androsténone des graisses fasse l'objet d'une variabilité individuelle considérable (des coefficients de variation de 50 à 100 % sont couramment observés). D'une façon générale la teneur moyenne en androsténone des graisses et, corrélativement, la proportion d'animaux présentant des teneurs élevées, s'accroît avec l'âge ou le poids (ANDRESEN, 1976 a ; MALMFORS et al., 1978 ; BONNEAU et DESMOULIN, 1980 ; WILLEKE et al., 1980). Dans l'état actuel des connaissances il est difficile de dire lequel des deux critères âge ou poids est déterminant pour la synthèse et le dépôt d'androsténone. ANDRESEN (1976 a) n'observe pas de différence significative à âge égal entre deux lignées d'animaux sélectionnées l'une pour une croissance rapide et l'autre pour une croissance lente. De même, selon BONNEAU (résultats non publiés), il n'y a pas de différence significative entre un lot de verrats témoins et deux lots d'animaux à croissance plus lente abattus au même âge ou au même poids que les témoins. En tout état de cause des niveaux élevés d'androsténone ont été mesurés chez des animaux abattus très jeunes (150 jours) aux poids usuels d'abattage (100-110 kg) après une croissance très rapide (BONNEAU et DESMOULIN, 1979).

#### D-2.2) Effets génétiques

RHODES et PATTERSON (1971) et MALMFORS et al. (1978) observent que des animaux de type Landrace présentent des teneurs en androsténone supérieures aux verrats de type Large White ou Yorkshire. De même BONNEAU et al. (1979) mesurent des teneurs plus élevées chez des porcs mâles Piétrain que chez des Landrace Belge. JONSSON et ANDRESEN (1979) montrent que la teneur en androsténone des graisses est un caractère héritable ( $h^2 = 0,25$  et  $\pm 0,13$ ). Enfin WILLEKE et al. (1980) parviennent à sélectionner deux lignées présentant des teneurs basses ou élevées en androsténone. La sélection d'animaux présentant des teneurs en androsténone faibles semble donc une voie prometteuse. Les liens étroits entre les métabolismes des  $C_{19}\Delta_{16}$  (en particulier de l'androsténone) et des hormones androgènes (en particulier de la testostérone) amènent cependant à émettre un certain nombre de réserves. En effet une sélection basée uniquement sur la teneur en androsténone des graisses pourrait conduire à sélectionner :

α) soit les animaux à maturité sexuelle tardive, avec risques d'effets défavorables sur les performances de reproduction,

β) soit des animaux ayant de faibles potentialités de synthèse de stéroïdes, avec des risques d'effets défavorables sur les performances de croissance et de composition corporelle. On sait en effet que les hormones androgènes et oestrogènes ont une action anabolisante sur la croissance musculaire (GRIGSBY et al., 1976 ; FOWLER, 1976),

γ) soit des animaux ayant un faible potentiel de synthèse de  $C_{19}\Delta_{16}$  tout en produisant des quantités normales d'androgènes et d'oestrogènes. Ce dernier cas serait bien entendu le plus favorable.

Les coefficients de corrélation calculés entre la teneur en androsténone des graines et le poids des testicules (point α) sont toujours faibles et non significatifs (BONNEAU et DESMOULIN 1979 et 1980 ; UZU et BONNEAU, 1980). Or on sait que la production spermatique est fortement liée au poids des testicules (COUROT et LEGAULT, 1977). Quelques résultats préliminaires

obtenus par UZU et BONNEAU (1980) semblent indiquer qu'il n'y aurait pas de liaison significative entre la teneur en androsténone des graisses et le nombre de spermatozoïdes récoltés. Ces résultats mériteraient cependant d'être confirmés sur un plus grand nombre d'individus et il conviendrait en outre d'examiner les répercussions éventuelles d'une sélection contre la production d'androsténone chez le verrat sur la précocité sexuelle et les performances de reproduction des truies apparentées. En effet, selon PROUD et al. (1976) et ZIMMERMANN et al. (1981) il existe une liaison génétique entre les performances de reproduction des deux sexes.

Les liaisons entre la teneur en androsténone des graisses et les performances de croissance ou de composition corporelle (point  $\beta$ ) sont en général faibles et non significatives, que l'on considère les corrélations phénotypiques (BONNEAU et DESMOULIN 1979, 1980) ou génétiques (JONSSON et ANDRESEN, 1979) entre ces critères. Par ailleurs, ANDRESEN et BAKKE (1975) et ANDRESEN (1976 a) ne trouvent pas de différence significative entre les teneurs en androsténone des graisses de deux lignées de verrats sélectionnés pour une croissance musculaire rapide ou lente. Cependant, des liaisons phénotypiques peu étroites, mais significatives, sont parfois observées (BONNEAU et al., 1979 ; BONNEAU et DESMOULIN, 1980). Il reste donc à démontrer qu'il est possible de sélectionner des animaux avant des teneurs en androsténone faibles tout en préservant leur potentiel de croissance et de reproduction. Dans cette optique, une sélection basée sur la teneur en androsténone des graisses et sur le rapport androsténone/testostérone plasmatique pourrait permettre d'atteindre cet objectif. Compte tenu du caractère pulsatile des sécrétions hormonales testiculaires (CLAUS et GIMENEZ, 1977 ; CLAUS et HOFFMANN, 1980), les conditions de mesure de ce rapport restent à définir.

### **D-2.3) Influence du milieu social**

L'effet du milieu social sur les niveaux de production d'androsténone avait été pressenti par ANDRESEN (1975 a) et par CLAUS et ALSING (1976) qui observent une chute spectaculaire des teneurs en androsténone plasmatique lorsque des verrats sont isolés dans des cages individuelles. A l'inverse, CLAUS et ALSING (1976) mesurent une augmentation transitoire des concentrations en androsténone du plasma et des graisses chez un verrat passant d'une loge individuelle étroite à une loge en semi plein air. Selon BONNEAU et DESMOULIN (1980) la teneur en androsténone des graisses tend à être plus importante chez des animaux élevés en groupe ou en présence de femelles que chez des verrats élevés en loge individuelle ou en l'absence de femelle. Dans le cas d'animaux élevés en groupes, les résultats de NARENDRAN et al. (1980) semblent infirmer l'hypothèse émise par ANDRESEN (1976 a) selon laquelle les verrats dominants produirait de l'androsténone en quantité supérieure aux individus dominés. Rappelons enfin qu'à la suite d'une excitation sexuelle, la teneur en androsténone du plasma et du tissu adipeux augmente de façon sensible (ANDRESEN 1976 a et b, CLAUS et ALSING, 1976 ; LUNDSTRÖM et al., 1978). A cet égard il convient de signaler qu'une excitation d'origine non sexuelle (bagarres par exemple) dans les jours précédant l'abattage, pourrait entraîner une élévation de la teneur en androsténone des graisses. LIPTRAP et RAESIDE (1978) ont en effet clairement établi que la manifestation d'un comportement agressif vis-à-vis d'un verrat étranger est suivie d'une augmentation notable de la production de testostérone.

## **II - APPRÉCIATION SENSORIELLE DES DÉFAUTS D'ODEUR SEXUELLE ET ACCEPTABILITÉ DES VIANDES MÂLES PAR LES CONSOMMATEURS.**

L'examen des propriétés organoleptiques des viandes de porc mâle entier par les organes des sens concerne essentiellement les critères d'odeur de cuisson et de goût à la dégustation qui peuvent être altérés par la présence dans les graisses des composés malodorants précédemment décrits. L'appréciation sensorielle des odeurs par un jury de laboratoire est une méthode d'étude analytique qui permet de mesurer l'intensité des odeurs et d'en définir la qualité (odeur sexuelle, odeur urinaire, odeur fécale ...). Les individus constituant les jurys de laboratoire ne sauraient cependant donner un avis représentatif de l'ensemble des consommateurs. Seules les enquêtes d'acceptabilité auprès du grand public permettent d'apprécier dans quelles conditions il est envisageable de commercialiser des viandes de porc mâle non castré.

## A) Appréciation sensorielle des odeurs par des jurys de laboratoire

En l'absence de références à des composés identifiés, les odeurs sexuelles des viandes de verrat ont été qualifiées d'odeurs urinaires (HORST et BADER, 1969) ou encore d'odeurs piquantes apparentées à celle d'oignon ou de sueur (LERCHE, 1936). Rappelons que plusieurs composés malodorants ont été identifiés dans les graisses de verrat. L'androsténone, à odeur urinaire prononcée, est présent à des concentrations variant en général de 0,2-0,3 à 6-7  $\mu\text{g/g}$  de lipides. Les autres composés malodorants, dont la contribution aux odeurs sexuelles reste à démontrer, présentent une odeur urinaire faible ( $5\beta$ -one), musquée forte ( $5\alpha$ -3 $\alpha$ -ol) ou faible ( $5\alpha$ -3 $\beta$ -ol) ou encore une odeur fécale (scatol).

La qualité et l'intensité des odeurs appréciées par un jury de laboratoire lors du chauffage des graisses ou au cours de la cuisson des viandes a fait l'objet de nombreuses recherches. Ces travaux ont d'abord eu pour objet d'évaluer la fréquence et l'intensité des odeurs sexuelles dans des populations de porcs mâles entiers en fonction des paramètres zootechniques étudiés. Par la suite, l'étude de la correspondance entre les résultats de l'appréciation olfactive et les quantités d'androsténone mesurées dans les graisses ont permis de préciser l'importance de la contribution de ce composé aux odeurs sexuelles (cf. tableau 1).

### A-1) CONSTITUTION DES JURYS DE LABORATOIRE ET ÉTABLISSEMENT D'ÉCHELLES DE NOTATIONS

Les membres d'un jury de laboratoire doivent établir la correspondance entre la teneur en androsténone et la notation des odeurs sexuelles. La sélection des juges est basée sur les caractéristiques suivantes : – la sensibilité à l'odeur du composé à l'état pur,  
– l'aptitude à distinguer des doses différentes dans le produit testé,  
– la répétabilité des jugements lors d'épreuves tests.

Selon GRIFFITHS et PATTERSON (1970), 44,3 % des hommes et 7,6 % des femmes sont anosmiques pour l'androsténone puisqu'ils sont incapables de percevoir l'odeur de 0,8  $\mu\text{g}$  de ce composé à l'état pur. Pour les individus sensibles, les seuils de détection se situent entre  $10^{-4}$  et  $10^{-1}$   $\mu\text{g}$ . L'appréciation olfactive de graisses neutres surchargées par des doses d'androsténone correspondant à 0,2 – 0,5 – 1,5 et 4,5  $\mu\text{g}$  stéroïde par g de graisses montre que, chez des juges sensibles pré-sélectionnés, la répétabilité des jugements est voisine de 68 % (PATTERSON et STINSON, 1971). En utilisant la même procédure, JOSEPH et Mc LOUGHLIN (1977) montrent qu'il faut éliminer un quart des individus sensibles en raison de leur inaptitude à différencier des doses croissantes ; pour les autres juges, la répétabilité est voisine de 80 %. Les phénomènes de saturation de l'appareil olfactif à l'occasion de tests répétitifs peuvent ainsi limiter la fiabilité des jugements portés sur l'odeur de chauffage des graisses.

ELSLEY (1968) observe pour des juges sensibles à l'odeur de verrat, que le caractère est jugé désagréable, indifférent et agréable pour respectivement 70, 21 et 9 % des avis. Or pour l'ensemble des échelles de notation des défauts d'odeur sexuelle utilisées en Grande-Bretagne, Hollande, Suède, Finlande et Danemark, la présence de défaut sexuel et le caractère désagréable de l'odeur ont été le plus souvent confondus (DESMOULIN et RHODES, 1975) de même que l'absence de défaut sexuel et le caractère agréable. Pourtant la notation de désagréments olfactifs non attribués aux odeurs sexuelles peut représenter 20 à 30 % des réponses lors du chauffage des graisses (DUMONT et DESMOULIN, 1972 ; BONNEAU et al., 1975). Il s'est donc avéré nécessaire de distinguer clairement dans une double échelle, d'une part le caractère hédonique (de «très agréable» à «très désagréable») et d'autre part le caractère sexuel ou non de l'odeur (de «absente» à «très prononcée»). Les résultats des tableaux 3 et 4 montrent que, dans plus de la moitié des cas, les odeurs notées «sexuelles légères» sont considérées comme acceptable. La double notation des caractères hédonique et sexuel de l'odeur est un outil de recherche qui pourrait contribuer à l'identification des défauts d'odeur non dus à l'androsténone.

### A-2) MODALITÉS DE RÉALISATION DES TESTS OLFACTIFS

Les épreuves olfactives peuvent être réalisées au cours du chauffage des graisses ou lors de la cuisson des viandes. Elles comportent différentes modalités opératoires relatives au choix des tissus gras ou des viandes testées, aux procédés de chauffage ou de cuisson, selon le lieu où s'effectuent les tests (en abattoir ou en laboratoire).

Pour ce qui concerne le chauffage des graisses, le test du fer à souder, proposé par JARMOLUCK et al. (1970) et adapté par PATTERSON et STINSON (1971), consiste à appliquer pendant 1 seconde sur le tissu gras choisi l'extrémité d'un «fer à souder» portée à 150 °C. L'appréciation olfactive est pratiquée sur l'extrémité du fer après son application. Une seconde méthode consiste à introduire du tissu gras haché dans un flacon hermétiquement clos et porté en étuve à 150°C pendant 30 minutes. L'odeur est jugée à l'ouverture des tubes. Les résultats des épreuves effectuées sur diverses catégories de tissus gras (DESMOULIN et DUMONT, 1971, 1973 ; DUMONT et DESMOULIN, 1972) ont d'abord montré que les désagréments olfactifs étaient beaucoup plus fréquents sur des graisses mésentériques et périrénales (panne) que sur des graisses dorsales (bardière) ou inguinales. La complémentarité des tests sur divers tissus permet aux juges de confirmer leurs notations. En définitive, les résultats des tests olfactifs réalisés sur les tissus gras de bardière apparaissent les plus concordants avec les notations d'odeur portées lors de la cuisson des viandes (BONNEAU et DESMOULIN, 1975). C'est pourquoi la notation des odeurs des graisses de bardière après chauffage au fer à souder est généralement préconisée dans les divers laboratoires. Toutefois en raison de la faible fiabilité des notations, plusieurs juges sont nécessaires pour caractériser un même produit. A cet égard, les résultats de WALSTRA et al. (1977) soulignent les difficultés de la caractérisation des carcasses sur la chaîne d'abattage : en utilisant 4 juges, 68 % des carcasses seulement sont jugées indemnes de défaut de façon unanime. Pour 20 % des carcasses les divergences entre les juges exigent une confirmation ultérieure des notations. Pour ces carcasses suspectes, la fréquence des avis d'odeur sexuelle est abaissée de 40 à 60 % après une nuit de réfrigération. Ces résultats montrent que le test au fer à souder est plus un test d'élimination des carcasses à défauts prononcés qu'un test permettant de quantifier les risques d'odeurs sexuelles plus modérées, diversement appréciées selon les individus.

Ainsi, les appréciations des odeurs des graisses peuvent être très différentes selon les tissus gras utilisés, selon les modalités de chauffage et selon les conditions de réalisation des tests sur la carcasse chaude ou froide. Pourtant la teneur en androsténone des graisses ne diffère pas (ou peu) selon la localisation anatomique des tissus gras (CLAUS, 1975 ; ANDRESEN et BAKKE, 1975 ; WALSTRA, communication personnelle, 1980) et il est exclu d'envisager une disparition, même partielle, de l'androsténone stockée après une nuit de réfrigération. Les différences entre tissus gras sont probablement dues à l'intervention d'autres composés malodorants déposés préférentiellement dans certaines régions anatomiques : par exemple la fréquence d'odeurs désagréables, dites non sexuelles, est plus élevée dans la panne que dans la bardière (BONNEAU et DESMOULIN, 1975). La variabilité des appréciations sensorielles en fonction des conditions de réalisation des tests (mode de chauffage, ambiance) peuvent correspondre à une dérive de l'instrument de mesure (juges) susceptible d'introduire des biais systématiques. Un contrôle olfactif systématique des carcasses de porcs mâles entiers sur la chaîne d'abattage devrait donc être réalisé dans des conditions parfaitement standardisées, dans un local spécialisé prévu à cet effet.

Pour ce qui concerne l'odeur de cuisson des viandes, la cuisson prolongée de rôtis au four ou la cuisson rapide de côtelettes au grill sont utilisées en France pour caractériser les viandes en porc frais. Les odeurs sont jugées au laboratoire, en fin de cuisson, par 4 à 5 juges. Le tableau 4 rapporte le jugement olfactif des rôtis de porcs mâles entiers, mâles castrés et femelles. Ces résultats concernent le même matériel animal que pour les odeurs des graisses rapportées au tableau 3. Pour les viandes de mâles entiers les odeurs sont jugées non sexuelles pour 65 % des avis. Les défauts d'odeur sexuelle légère concernent 25 % des avis parmi lesquels la moitié des juges émettent par ailleurs une opinion «acceptable». Enfin 10 % des avis indiquent des odeurs sexuelles prononcées, jugées (très) désagréables. Les odeurs désagréables non sexuelles concernent 4 % des avis chez les mâles et 5 % des avis chez les mâles castrés et femelles. Lorsque l'odeur de cuisson des viandes est rapportée aux classes de teneur en androsténone des graisses, le pourcentage d'avis d'odeur agréable ou acceptable chute de 81 à 53 % entre la classe  $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$  et la classe  $> 1 \mu\text{g/g}$ . Dans cette dernière classe, les défauts d'odeur sexuelle (très) prononcée sont nettement plus fréquents que dans les classes de teneurs  $\leq 1 \mu\text{g/g}$  (27 % des avis contre 4 à 7 %).

Les tests réalisés lors du chauffage des graisses sont rapides et ne déprécient pas la carcasse en l'absence de prélèvement d'échantillon. Ils peuvent donc être considérés comme tests

**TABLEAU 3**  
**JUGEMENT OLFACTIF DES GRAISSES DE PORCS MÂLES ENTIERS,**  
**MÂLES CASTRÉS OU FEMELLES, LORS DU CHAUFFAGE A L'AIDE D'UN FER A SOUDER**  
 (DESMOULIN et al., non publié)

**TABLEAU 3a : MÂLES ENTIERS**

ODEUR	(TRÈS) AGRÉABLE	PEU PRONONCÉE ACCEPTABLE	ASSEZ PRONONCÉE ACCEPTABLE	(TRÈS) DÉSAGRÉABLE	TOTAL
Non sexuelle .....	7	10	8	1	26
Sexuelle légère .....	0	7	26	21	54
Sexuelle (très) prononcée ...	0	0	1	19	20
<b>TOTAL .....</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

**TABLEAU 3b : MÂLES CASTRÉS ET FEMELLES**

ODEUR	(TRÈS) AGRÉABLE	PEU PRONONCÉE ACCEPTABLE	ASSEZ PRONONCÉE ACCEPTABLE	(TRÈS) DÉSAGRÉABLE	TOTAL
Non sexuelle .....	43	30	19	5	97
Sexuelle légère .....	0	0	1	2	3
Sexuelle (très) prononcée ...	0	0	0	0	0
<b>TOTAL .....</b>	<b>43</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Résultats exprimés en % du nombre (N) d'avis.  
 (N = 238 pour les mâles entiers et N = 306 pour les mâles castrés et les femelles).

**TABLEAU 4**  
**JUGEMENT DE L'ODEUR DE CUISSON DES RÔTIS DE PORCS MÂLES ENTIERS,**  
**MÂLES CASTRÉS OU FEMELLES**  
 (DESMOULIN et al., non publié)

**TABLEAU 4a : MÂLES ENTIERS**

ODEUR	(TRÈS) AGRÉABLE	PEU PRONONCÉE ACCEPTABLE	ASSEZ PRONONCÉE ACCEPTABLE	(TRÈS) DÉSAGRÉABLE	TOTAL
Non sexuelle .....	16	17	28	4	65
Sexuelle légère .....	0	1	12	12	25
Sexuelle (très) prononcée ...	0	0	1	9	10
<b>TOTAL .....</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>41</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

**TABLEAU 4b : MÂLES CASTRÉS ET FEMELLES**

ODEUR	(TRÈS) AGRÉABLE	PEU PRONONCÉE ACCEPTABLE	ASSEZ PRONONCÉE ACCEPTABLE	(TRÈS) DÉSAGRÉABLE	TOTAL
Non sexuelle .....	13	37	37	5	92
Sexuelle légère .....	0	0	5	3	8
Sexuelle (très) prononcée ...	0	0	0	0	0
<b>TOTAL .....</b>	<b>13</b>	<b>37</b>	<b>42</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

Résultats exprimés en % du nombre (N) d'avis.  
 (N = 228 pour les mâles entiers et N = 239 pour les mâles castrés et les femelles).

prévisionnels des notations de référence portées lors de la cuisson des rôtis ou des côtelettes qui prennent en compte l'ensemble des qualités organoleptiques des viandes. Lorsque plusieurs juges sont utilisés, les résultats obtenus lors du chauffage des graisses de bardière avec un fer à souder sont assez concordants avec ceux obtenus lors de la cuisson des viandes, bien qu'ils conduisent à une certaine surestimation des défauts (cf. tableaux 3 et 4). Les résultats de BONNEAU et DESMOULIN (1975) et de WALSTRA et al. (1977) montrent cependant que ce test n'est pas suffisamment fiable lorsqu'un seul notateur est utilisé pour le contrôle systématique des viandes de porcs mâles entiers sur la chaîne d'abattage. L'appréciation des odeurs par un jury restreint composé d'individus entraînés permet de caractériser les produits de façon précise mais ne permet pas de juger de l'acceptabilité des viandes par les consommateurs. Pour atteindre cet objectif il est nécessaire de procéder à des enquêtes de consommation auprès du grand public.

## **B) Acceptabilité des viandes par les consommateurs.**

Les enquêtes sont effectuées auprès de familles de consommateurs pour connaître l'opinion du grand public sur des produits nouveaux (les viandes de porcs mâles entiers) par comparaison aux produits conventionnels (viandes «témoins» de mâles castrés ou de femelles).

### **B-1) MODALITÉS DE RÉALISATION DES ENQUÊTES**

Les viandes distribuées aux consommateurs sont préalablement ou parallèlement étudiées par un jury de laboratoire qui détermine la fréquence et l'intensité des odeurs sexuelles. Dans certaines enquêtes (RHODES, 1972 ; WALSTRA, 1974 ; DESMOULIN et al., 1981), les viandes sont en outre caractérisées par la teneur en androsténone des graisses.

Pour les produits nécessitant une préparation culinaire au domicile du consommateur (Bacon ou poitrine de porc, saucisses fumées, rôtis et côtelettes), les viandes sont le plus souvent distribuées à raison d'une fois par semaine en alternant les produits nouveaux et conventionnels. Les consommateurs doivent se prononcer sur l'odeur de cuisson, qui est testée par la ménagère effectuant la préparation des viandes puis sur l'arôme et le goût jugés par l'ensemble de la famille au cours de la dégustation des viandes. Les notations sont portées selon une échelle hédonique simplifiée à 3 niveaux : caractéristique supérieure, comparable ou inférieure à celle des produits habituellement consommés.

Pour les produits ne nécessitant aucune préparation (jambons, saucissons...) la distribution simultanée de 3 produits permet de proposer l'identification éventuelle du produit préféré après une comparaison des viandes des divers types sexuels.

Pour ces diverses enquêtes, les préoccupations communes sont les suivantes :

- les viandes de porc mâle entier sont-elles ou non moins bien acceptées que celles des mâles castrés ou des femelles. Autrement dit quel serait le risque consécutif à une commercialisation sans contrôle des viandes mâles ?
- dans quelle mesure les contrôles préalablement effectués sur les viandes (appréciation sensorielle par un jury de laboratoire, dosage d'androsténone...) permettent-ils de déceler les viandes qui seront jugées inacceptables par les consommateurs ?

### **B-2) RÉSULTATS DES ENQUÊTES DE CONSOMMATION**

Nous examinerons successivement les principales conclusions des enquêtes réalisées dans différents pays d'Europe.

RHODES (1972) a distribué à 419 familles anglaises des viandes à rôtir de porcs mâles entiers et femelles abattus au stade «Porker» (160 à 175 jours d'âge). Les viandes des deux types sexuels ont été peu distinguées. Pour l'odeur de cuisson les avis favorables aux viandes femelles (23,5 % des avis) l'emportent très peu sur ceux favorables aux viandes mâles (21,0 %). Lors de la dégustation le goût est jugé moins agréable que la normale pour 12 à 17 % des mâles contre 9 à 11 % des femelles. L'auteur conclut à la possibilité de commercialiser du Porker provenant de jeunes mâles entiers sans craindre de réaction «catastrophique» du consommateur.

Dans le cas du bacon fabriqué à partir de porcs abattus aux environs de 200 jours d'âge, les consommateurs anglais distinguent nettement l'odeur de cuisson des viandes mâles, jugée inacceptable pour 6 à 9 % des avis (RHODES, 1971). Au niveau de la dégustation, les critiques sur le goût du bacon concernent 12 à 15 % des avis sur les mâles contre 9 à 10 % chez les femelles. Ainsi, pour le bacon comme pour le porker, les critiques sur le goût sont plus accentuées que sur l'odeur. Une enquête plus récente de LESSER et al. (1977) auprès de consommateurs anglais conclue de même à une distinction nette de l'odeur de cuisson du bacon des mâles jugée plus forte pour 13 % des avis. Cette différenciation n'entraîne cependant pas en général un jugement défavorable sur l'acceptabilité globale du produit. En l'absence de référence aux quantités d'androsténone contenues dans les produits testés, les auteurs considèrent qu'environ 1 % des verrats sont inacceptables. Selon COWAN et al. (1980), les consommateurs irlandais préfèrent l'odeur de cuisson plus marquée du bacon de verrat. L'arôme et le goût ne sont pas différenciés en fonction du type sexuel. Le bacon mâle ayant été bien accepté par les consommateurs alors qu'il avait été préalablement assez sévèrement critiqué par un jury de laboratoire, les auteurs concluent à la faible signification des contrôles en laboratoire pour prévoir la réaction des consommateurs. Ces mêmes auteurs, observent que la rétention de saumure par le tissu gras est plus importante chez les castrats, ce qui confirme les résultats de ELLIS et al. (1979) selon lesquels le rendement technologique de fabrication du bacon est plus faible chez les mâles entiers.

Selon RHODES et KRYLOW (1976), les consommateurs anglais ne distinguent pas l'odeur de cuisson des saucisses fraîches préparées à partir de viandes de verrats ou de témoins (mâles castrés et femelles). En ce qui concerne le goût, les saucisses des mâles sont préférées à celle des témoins jugées trop grasses. Selon RHODES, les consommateurs sensibles aux défauts critiquent également les viandes des divers types sexuels. En fonction d'une telle interprétation des résultats des enquêtes de consommation réalisées au Royaume-Uni et en Irlande, la législation a été modifiée dans ces pays dans le sens de la libre commercialisation des viandes de porc mâle entier. Compte-tenu de leurs habitudes culinaires, les consommateurs anglais sont susceptibles de différencier les viandes mâles, d'odeur plus forte, sans que cette distinction n'entraîne de conséquence défavorable sur l'acceptabilité globale des produits.

WALSTRA (1974) a réalisé une enquête auprès de consommateurs hollandais concernant des côtelettes et de la poitrine de porcs mâles entiers préalablement caractérisées par des experts. 7 % seulement des viandes étaient jugées porteuses de défauts d'odeur sexuelle lors de notations effectuées sur des graisses chauffées à l'aide d'un fer à souder. Les consommateurs hollandais ont été beaucoup plus critiques que les experts puisqu'ils émettent 15 à 29 % d'avis défavorables sur l'odeur de cuisson des viandes mâles contre 3 à 4 % pour les femelles. Les critiques sur le goût sont moins importantes mais restent plus fréquentes pour les mâles (13 à 17 %) que pour les femelles (4 à 5 %).

Dans une enquête auprès de consommateurs suédois, MALFORS et al. (1981) ont distribué des côtelettes et de la poitrine saumurée provenant soit de porcs femelles, soit de mâles entiers préalablement jugés indemnes de défauts d'odeurs sexuels, soit enfin de mâles entiers jugés défectueux par un jury de laboratoire. Les viandes mâles indemnes de défauts ne sont pas distinguées des femelles (tableau 5).

**TABLEAU 5**  
JUGEMENT DE L'ODEUR DE CUISSON ET DE L'ARÔME A LA DÉGUSTATION  
DE VIANDES DE PORCS MALES ENTIERS OU FEMELLES PAR LES CONSOMMATEURS SUÉDOIS  
(MALFORS et al., 1981)

CONSUMMATEURS	INFORMÉS			NON INFORMÉS		
	Femelles	Mâles entiers		Femelles	Mâles entiers	
TYPE SEXUEL						
DÉTECTION PRÉALABLE DES ODEURS SEXUELLES	-	Sans	Avec	-	Sans	Avec
Poitrine fumée : Odeur de cuisson	3,4	3,6	4,0	3,8	4,1	4,8
	Arôme	3,3	3,6	3,8	3,3	3,9
Côtelettes : Odeur de cuisson	3,5	3,4	4,0	4,3	4,2	4,5
	Arôme	3,5	3,4	3,9	3,9	3,9

Moyenne des notes attribuées selon une échelle en 7 points (de 1 = bien meilleur à 7 : bien plus mauvais qu'à la normale).

Par contre les viandes mâles préalablement classées « avec défauts sexuels » sont différenciées, négativement, des deux autres catégories de produits. MALMFORS et al. (1981) ont également montré que les consommateurs informés du fait qu'ils testaient des viandes mâles sont beaucoup plus sévères que les consommateurs non informés, aussi bien sur les viandes femelles que sur les viandes de verrat.

DESMOULIN et al. (1981), ont distribué à des consommateurs français des rôtis, des côtelettes, des jambons et des saucissons provenant de porcs mâles entiers ou de porcs témoins (castrats et femelles). Dans le cas des produits frais, l'odeur de cuisson des viandes mâles (37 à 39 % d'avis défavorables) est très nettement différenciée de celle des femelles (3 à 9 %). Les critiques sur le goût sont moins importantes mais restent plus élevées chez les mâles (22 à 25 % des avis) que chez les témoins (11 à 14 %). Si l'on considère l'acceptabilité globale des rôtis et côtelettes, les viandes de porcs présentant des teneurs en androsténone inférieures à 0,5 µg/g ne sont pas différenciées de celles des témoins. Les verrats présentant des teneurs supérieures à cette valeur sont jugés d'autant plus défavorablement que leurs teneurs sont plus élevées. Dans le cas des produits transformés, les différences entre viandes mâles et témoins sont très fortement atténuées (tableau 6). Seuls les produits présentant, après transformation, des teneurs résiduelles en androsténone supérieures à 1 µg/g sont distingués des produits préparés à partir de viandes témoins. La transformation des viandes mâles en produits de charcuterie a donc deux effets favorables qui s'ajoutent : les seuils de détection des défauts d'odeur ou de goût dus à l'androsténone sont plus élevés (1 µg/g contre 0,5 µg/g pour les produits frais) et par ailleurs une partie de l'androsténone stockée disparaît au cours du processus technologique de transformation des viandes (BONNEAU et al., 1980). Il conviendrait à cet égard d'étudier l'influence des différents procédés technologiques de transformation sur le devenir des composés malodorants stockés dans les graisses et sur leurs seuils de détection dans les produits de charcuterie.

**TABLEAU 6**  
JUGEMENT PAR DES CONSOMMATEURS FRANÇAIS DE VIANDES FRAICHES  
ET DE PRODUITS TRANSFORMÉS PRÉPARÉS À PARTIR DE VIANDES DE MÂLES ENTIERS  
OU DE TÉMOINS (CASTRATS ET FEMELLES)  
(DESMOULIN et al., 1981)

VIANDES	TÉMOINS	MÂLES ENTIERS		
		≤ 0,5	0,5-1,0	> 1,0
Teneur en androsténone (µg/g)	-	≤ 0,5	0,5-1,0	> 1,0
<b>Rôtis et côtelettes</b>				
Odeur de cuisson .....	6	34	33	58
Goût .....	12	15	28	36
<b>Jambon de Paris</b>				
Goût .....	25	26	27	44
Acceptabilité globale .....	23	26	30	54
<b>Saucisson sec</b>				
Goût .....	20	22	27	44
Acceptabilité globale .....	18	23	22	41

Proportion d'opinions défavorables (en % du nombre d'avis).

## CONCLUSION

L'androsténone, composé stéroïde à odeur urinaire prononcée, est le seul corps dont la contribution aux odeurs sexuelles est bien établie, l'importance des autres composés malodorants identifiés dans les graisses de verrat restant à démontrer. Les voies de la biosynthèse testiculaire de l'androsténone, et des autres stéroïdes C<sub>19</sub>Δ<sup>16</sup>, sont maintenant bien connues chez l'adulte mais moins bien établies chez le jeune porc mâle entier. Les mécanismes de stockage de l'androsténone dans le tissu gras ainsi que les voies et formes d'élimination de ce composé sont en outre largement méconnues.

L'intensité de la synthèse d'androsténone dépend principalement du degré de maturité sexuelle des animaux. Or les variations individuelles de l'âge du poids à la puberté sont à l'heure actuelle assez mal comprises. L'importance des facteurs génétiques et des conditions d'élevage étant démontrée, il est possible d'influer sur la teneur en androsténone des graisses obtenues aux stades usuels d'abattage. L'élevage d'animaux sélectionnés, en l'absence de femelles et dans un environnement peu stressant, pourrait permettre de minimiser les risques d'obtention de teneurs élevées. L'immunisation active des jeunes mâles contre l'androsténone semble être efficace (E.D. WILLIAMSON, communication personnelle, 1980). Ce procédé, qui reste à l'étude, est probablement onéreux. Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, il est possible de réduire le niveau moyen des teneurs en androsténone des graisses mais on ne sait pas maîtriser la très grande variabilité individuelle de ce critère. En conséquence on ne peut pas à l'heure actuelle éviter qu'une certaine proportion de l'effectif des jeunes mâles présentent aux stades usuels d'abattage des concentrations en stéroïdes entraînant des défauts d'odeur sexuelle marqués.

Les études sensorielles réalisées avec un jury de laboratoire permettent de caractériser l'intensité et la qualité des odeurs. Elles ont permis de quantifier la contribution de l'androsténone aux odeurs sexuelles. L'utilisation d'une double échelle de notation distinguant le caractère hédonique de l'odeur de sa nature (sexuelle ou non) devrait contribuer à établir le rôle exact des autres composés malodorants présents dans les graisses de verrat. Les enquêtes d'acceptabilité des viandes mâles auprès du grand public fournissent des résultats différents en fonction du matériel animal étudié, notamment selon le stade d'abattage des animaux, et en fonction des habitudes alimentaires des consommateurs, fort variables selon les pays. Les études hollandaises, suédoises et françaises montrent bien qu'il n'est pas envisageable de commercialiser **sans contrôle** l'ensemble des viandes de porc mâle non castré.

Le besoin se fait donc sentir d'une méthode permettant de contrôler systématiquement les carcasses de mâle entier sur la chaîne d'abattage. Elle aurait pour but de distinguer trois catégories de viandes : odeur sexuelle absente, modérée ou prononcée. Cette méthode devrait être fiable, assez rapide pour suivre les cadences usuelles d'abattage, avoir un délai de réponse assez court pour éviter l'immobilisation des carcasses et enfin être suffisamment peu onéreuse pour ne pas gréver les viandes mâles d'un coût de contrôle excessif. Le contrôle olfactif des graisses à l'aide d'un fer à souder n'est pas suffisamment fiable dans les conditions où il est actuellement réalisé. La généralisation du dosage radioimmunologique de l'androsténone, même simplifié, n'est guère envisageable car la complexité des opérations rend la méthode lente et coûteuse et nécessite un délai de réponse incompatible avec les exigences commerciales. La technique de dosage immunoenzymatique actuellement testée aux Pays-Bas, et dont la fiabilité reste à l'étude, permettrait d'éviter l'emploi d'isotopes radioactifs mais souffrira sans doute des mêmes inconvénients en matière de rapidité, de coût et de délai de réponse. Des travaux récents ont mis en évidence l'existence de liaisons élevées entre la longueur (ou le poids) des glandes de Cowper et la teneur en androsténone des graisses (FØRLAND et al., 1980 ; UZU et BONNEAU, 1980) ou l'intensité des odeurs sexuelles (BONNEAU et DESMOULIN, 1981). Il conviendrait d'étudier dans quelles conditions la mesure de ce critère, assurément rapide et peu coûteuse, est suffisamment fiable pour répondre à l'objectif de contrôle précédemment défini.

**Après contrôle**, les viandes des diverses catégories devraient être orientées différemment. Les viandes indemnes de défaut d'odeur sexuelle pourraient être dirigées sans restriction vers les circuits de commercialisation en frais. Celles présentant des défauts modérés seraient utilisables comme matière première pour la charcuterie. Un certain nombre de travaux (WILLIAMS et al., 1962 ; PEARSON et al., 1971 ; BONNEAU et al., 1979 ; DESMOULIN et al., 1981) montrent en effet que les différences entre viandes mâles et viandes témoins sont considérablement réduites après transformation. Des travaux complémentaires restent nécessaires pour quantifier l'influence des différents procédés technologiques utilisés en charcuterie sur le devenir des composés malodorants et pour préciser dans quelle mesure les épices et autres adjuvants de fabrication peuvent contribuer à masquer les défauts d'odeur et de goût. Pour ce qui concerne les viandes très défectueuses, elles devraient être utilisées exclusivement dans des fabrications où elles pourront être diluées par des viandes indemnes de défauts (MAARSE et al., 1972 ; PLIMPTON et al., 1977).

Dans l'état actuel des connaissances il semble donc prématuré de préconiser la généralisation de l'élevage de porcs mâles non castrés pour la production de viande. Un important travail de recherche reste à accomplir, visant à définir les conditions de production, de contrôle et d'utilisation des viandes de porc mâle entier.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRESEN Ø. 1974. Acta endocrinol. (Kbh) **76**, 377-387.
- ANDRESEN Ø. 1975a. Acta endocrinol. (Kbh) **78**, 385-391.
- ANDRESEN Ø. 1975b. Acta endocrinol. (Kbh) **79**, 619-624.
- ANDRESEN Ø. 1976a. J. Reprod. Fertil., **48**, 51-59.
- ANDRESEN Ø. 1976b. Acta vet. scand., **17**, 475-487.
- ANDRESEN Ø. 1979. Acta vet. scand., **20**, 343-350.
- ANDRESEN Ø., BAKKE H., 1975. Acta vet. scand., **16**, 492-502.
- BEERY K.E., SINK J.D., 1971. J. Endocrinol., **51**, 223-224.
- BEERY K.E., SINK J.D., PATTON S., ZIEGLER J.H., 1971. J. Food Sci., **36**, 1086-1090.
- BICKNELL D.C., GOWER D.B., 1976. J. Steroid Biochem., **7**, 451-455.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1975. Journées Rech. Porcine en France, **7**, 215-224.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1979. Ann. Zootechn., **28**, 185-190.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1980. Journées Rech. Porcine en France, **12**, 109-116.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 329-334.
- BONNEAU M., TERQUI M., 1982. Reprod. Nutr. Develop. (soumis pour publication).
- BONNEAU M., TASSENCOURT L., DESMOULIN B., 1975. Journées Rech. Porcine en France, **7**, 225-231.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., FROUIN A., BIDARD J.P., 1980. Ann. Technol. Agric., **29**, 69-73.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., DUMONT B.L., 1979. Ann. Zootech., **28**, 53-72.
- BONNEAU M., MEUSY-DESSOLLE N., LEGLISE P.C., CLAUS R., 1982. Acta Endocrinol. (Kbh) (soumis pour publication).
- BOOTH W.D., 1970. J. Reprod. Fertil., **23**, 533-534.
- BOOTH W.D., 1975. J. Reprod. Fertil., **42**, 459-472.
- BOOTH W.D., BALDWIN B.A. 1980. J. Reprod. Fertil., **58**, 173-182.
- BROPHY P.J., GOWER D.B., 1973. Biochem. Soc. Trans., **1**, 181-184.
- BROPHY P.J., GOWER D.B., 1974. Biochim. Biophys. Acta. **360**, 252-259.
- CARLSTRÖM K., MALMFORS B., LUNDSTRÖM K., EDQVIST L.E., GAHNE B., 1975. Swed. J. Agric. Res., **5**, 15-21.
- CLAUS R., 1970. Dissertation Fakultät Landwirtschaft Technische Universität München.
- CLAUS R., 1974. C.R. hebd. Séances Acad. Sci., Ser. D., **278**, 299-302.
- CLAUS R., 1975. Z. Tierz. Zuchtungsbiol., **92**, 118-126.
- CLAUS R., 1976. Z. Tierz. Zuchtungsbiol., **93**, 38-47.

- CLAUS R., 1979. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkd., **10**, 3-136.
- CLAUS R., HOFFMANN B., 1971. Acta endocrinol. (Kbh) suppl. **155**, 70.
- CLAUS R., ALSING W., 1976. Berliner Muenchener Tierärztl. Wochenschr. **89**, 354-358.
- CLAUS R., GIMENEZ T., 1977. Acta Endocrinol. (Kbh). **84**, 200-206.
- CLAUS R., HOFFMANN B., 1980. Acta Endocrinol. (Kbh), **94**, 404-411.
- CLAUS R., HOFFMANN B., KARG H., 1971. J. Anim. Sci., **33**, 1293-1297.
- COOKE G.M., GOWER D.B., 1977. Biochim. Biophys. Acta., **498**, 265-271.
- COOKE G.M., GOWER D.B., 1978. Biochem. Soc., Trans., **6**, 1159-1162.
- COUROT M., LEGAULT C., 1977. Journées Rech. Porcine en France, **9**, 75-78.
- COWAN C. et al., 1981. Irish J. Food Sci. Technol. (sous presse).
- CRAIG H.B., PEARSON A.M., 1959. J. Anim. Sci., **18**, 1557.
- CRAIG H.B., PEARSON A.M., WEBB N.R., 1962. J. Food Sci., **27**, 29-35.
- DESMOULIN B., RHODES D.N., 1975. Bull. Techn. Inform., **298**, 265-276.
- DESMOULIN B., BONNEAU M., 1978. XIII<sup>e</sup> Symposium International de Zootechnie, Milan 15-17 avril.
- DESMOULIN B., DUMONT B.L., JACQUET B., 1971. Journées Rech. Porcine en France, **3**, 187-196.
- DESMOULIN B., DUMONT B.L., PASCAL G., 1973. Journées Rech. Porcine en France, **5**, 201-210.
- DESMOULIN B., BONNEAU M., FROUIN A., BIDARD J.P., 1981. 27<sup>e</sup> réunion annuelle des chercheurs en viandes, Vienne, 24-28 août.
- DUMONT B.L., DESMOULIN B., 1972. Journées Rech. Porcine en France, **4**, 231-236.
- DUTT R.H., SIMPSON E.C., CHRISTIAN J.C., BARNHART C.E., 1959. J. Anim. Sci., **18**, 1557.
- ELLIS M., SMITH W.C., CLARK J.B.K., INNES N., 1979. Anim. Prod., **30**, 465.
- ELSLEY F.W.H., 1968. 19<sup>e</sup> Réunion annuelle de la F.E.Z., Dublin.
- FISH D.E., COOKE G.M., GOWER D.B., 1980. FEBS Lett., **117**, 28-32.
- FØRLAND D.M., LUNDSTRØM K., ANDRESEN Ø., 1980. Nord. Veterinaarmed. **32**, 201-206.
- FOWLER V.R., 1976. In anabolic agents in animal production. Gerog Thieme ed., Stuttgart, p. 109.
- FUCHS G., 1972. Swed. J. Agric. Res. **1**, 233-237.
- GASPARINI F.J., HOCHBERG R.B., LIEBERMAN S., 1976. Biochemistry **15**, 3969-3975.
- GENNINGS J.N., GOWER D.B., BANNISTER L.H., 1974. Biochim. biophys. Acta, **369**, 294-303.
- GENNINGS J.N., GOWER D.B., BANNISTER L.H., 1977. Biochim. Biophys. Acta, **496**, 547-556.
- GOWAN V.R., NARENDRAN R., ETCHES E., 1980. Can J. Anim. Sci., **60**, 1019-1022.
- GOWER D.B., 1972. J. Steroid Biochem., **3**, 45-103.
- GOWER D.B., HARRISON F.A., HEAP R.B., PATTERSON R.L.S. (1970a). J. Endocrinol. **46**, 18-19.
- GOWER D.B., HARRISON F.A., HEAP R.B., PATTERSON R.L.S., 1970b. J. Endocrinol., **47**, 357-368.
- GOWER D.B., HARRISON F.A., HEAP R.B., SAAT Y.A., 1972. J. Endocrinol., **52**, iii, iv.
- GRIFFITHS N.M., PATTERSON R.L.S. 1970. J. Sci. Food. Agric., **21**, 4-6.
- GRIGSBY J.S., BERGEN W.G., MERKEL R.A., 1976. Growth, **40**, 303-316.

- GROTH W., CLAUS R., 1977. Zentralbl. Veterinaermed., R.A., **24**, 103-121.
- HANSSON K.E., LUNDSTRØM K., FJELKNER-MÖDIG S., PERSSON J., 1980. Swed. J. Agric. Res., **10**, 167-173.
- HORST P., BADER J., 1969. Zuchtungskunde, **41**, 227-261.
- HURDEN E.L., GOWER D.B., HARRISON F.A., 1979. J. Endocrinol., **81**, 161 P-162 P.
- JARMOLUCK L., MARTIN A.H., FREDEEN H.T., 1970. Canad. J. Anim. Sci., **50**, 750-752.
- JONSSON P., ANDRESEN Ø., 1979. Ann. Genet. Sel. Anim., **11**, 241-250.
- JOSEPH R.L., Mc GLOUGHLIN P.M., 1977. 23<sup>e</sup> réunion annuelle des chercheurs en viandes, Moscou, F-9.
- KATKOV T., BOOTH W.D., GOWER D.B., 1972. Biochim. biophys. Acta., **270**, 546-556.
- KAUFMANN G., RITTER F., SCHUBERT K., 1976. J. Steroid biochem., **7**, 593-597.
- LERCHE Z., 1936. Z. Fleisch. Milchhygiene, **46**, 417-420.
- LESSER D., BARON P.J., ROBB J.D., 1977. J. Sci. Food Agric., **28**, 1120-1131.
- LIPTRAP R.M., RAESIDE J.I., 1978. J. Endocrinol., **76**, 75-85.
- LOKE K.H., GOWER D.B., 1971. Biochem. J., **122**, 27 p.
- LUNDSTRØM K., MALFORMS B., HANSSON I., EDQVIST L.E., GAHNE B., 1978. Swed. J. Agric. Res., **8**, 171-180.
- MAARSE H., MOERMAN P.C., WALSTRA P., 1972. I.V.O. Rapport C 180 et rapport n° 3. Research groep vlees en vleeswaren T.N.O., 30 p.
- MAC LEOD N., REINHARDT W., ELLENDORFF F., 1979. Brain Res. **164**, 323-327.
- MALMFORS B., ANDRESEN Ø., 1975. Acta Agric. Scand., **25**, 92-96.
- MALMFORS B., LUNDSTRØM K., HANSSON I., 1978. Swed. J. Agric. Res. **8**, 161-169.
- MALMFORS B., LUNDSTRØM K., FJELKNER-MÖDIG S., SZATEK A., 1982. (en préparation).
- MASON J.I., PARK R.J., BOYD G.S. 1979. Biochem. Soc. Trans. **7**, 641-643.
- MELROSE D.R., REED H.C.B., PATTERSON R.L.S. 1971. Br. Vet. J., **127**, 497.
- MINOR A.B., VASILIEVA V.S., ZINKEVICH E.P. 1980. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, **254**, 1 494-1 497.
- NARENDRAN R., ETCHES R.J., HURNIK J.F., BOWMAN G.H. 1980. Canad. J. Anim. Sci. **60**, 1 061.
- NEWELL J.A., TUCKER L.H., STINSON G.C., BOWLAND J.P. 1973. Can. J. Anim. Sci. **53**, 205-210.
- OTTO E., BEHM R. 1979. Mh. Vet. Med., **34**, 541.
- OTTO E., BEHM R. 1981. Mh. Vet. Med., **36**, 466-468.
- PATTERSON R.L.S. 1967. J. Sci. Food. Agric. **18**, 8-10.
- PATTERSON R.L.S. 1968a. J. Sci. Food. Agric. **19**, 31-38.
- PATTERSON R.L.S. 1968b. J. Sci. Food. Agric. **19**, 38-40.
- PATTERSON R.L.S. 1968c. J. Sci. Food. Agric. **19**, 434-438.
- PATTERSON R.L.S., STINSON G.C. 1971. 17<sup>e</sup> réunion annuelle des chercheurs en viandes, Bristol, pp. 148-153.
- PEARSON A.M., NGODDY S., PRICE J.F., LARZELERE H.E. 1971. J. Anim. Sci., **33**, 26-29.
- PERRY G.C., PATTERSON R.L.S., MAC FIE H.J.H., STINSON G.C. 1980. Anim. Prod., **31**, 191-199.
- PLIMPTON R.F., OCKERMANN H.W., CAHILL V.R., HILT. E. 1977. 23<sup>e</sup> réunion annuelle des chercheurs en viandes, Moscou, **A7**, 1-6.
- PRELOG V., RUZICKA L. 1944. Helv. Chim. Acta, **27**, 61-66.

- PROUD C., DONOVAN D., KINSEY R., CUNNINGHAM P.J., ZIMMERMAN D.R. 1976. J. Anim. Sci. **48**, 1 361-1 362.
- REED H.C.B., MELROSE D.R., PATTERSON R.L.S. 1974. Br. Vet. J., **130**, 61-66.
- RHODES D.N., 1971. J. Sci. Food Agric., **22**, 485-490.
- RHODES D.N., 1972. J. Sci. Food Agric., **23**, 1 483-1 491.
- RHODES D.N., PATTERSON R.L.S., 1971. J. Sci. Food Agric., **22**, 320-324.
- RHODES D.N., KRYLOW A.M. 1976. A.R.C. Meat Research Institute Memoir N° 752.
- RUOKONEN A. 1978. J. Steroid Biochem. **9**, 939-946.
- RUOKONEN A., VIHKO R. 1974. J. Steroid Biochem., **5**, 33-38.
- SAAT Y.A., GOWER D.B., HARRISON F.A., HEAP R.B. 1972. Biochem. J., **129**, 657-663.
- SAAT Y.A., GOWER D.B., HARRISON F.A., HEAP R.B. 1974. Biochem. J., **144**, 347-352.
- SHIMIZU K. 1979. Biochim. Biophys. Acta, **575**, 37-45.
- SHIMIZU K., NAKADA F., 1976. Biochim. Biophys. Acta, **450**, 441-449.
- SIGNORET J.P., 1970, J. Reprod. Fertil., Suppl. **11**, 105-117.
- SIGNORET J.P., 1974, Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys., **14**, 747-755.
- SINK J.D., 1967. J. Theor. Biol., **17**, 174-180.
- STINSON G.C., PATTERSON R.L.S. 1972. Br. Vet. J. **128**, xli.
- THOMPSON R.H., PEARSON A.M., BANKS K.A. 1972. J. Agric. Food Chem., **20**, 185-189.
- THOMPSON R.H., PEARSON A.M. 1977. J. Agric. Food Chem. **25**, 1 241-1 245.
- UZU G., BONNEAU M., 1980. Ann. Zootech **29**, 23-30.
- VOLD E., 1970. Meld. Nor. Landbrukshoegsk. **49**, 1-25.
- WALSTRA P., 1974. Livest. Prod. Sci. **1**, 187-196.
- WALSTRA P., MATEMAN G., MOERMANN P.C. 1977. Tijdschr. Diergeneesk. **102**, 913-926.
- WILLEKÉ H., CLAUS R., PIRCHNER F., ALSING W. 1980. Z. Tierz. Zuchtungsbiol. **97**, 86-94.
- WILLIAMS L.D., PEARSON A.M., WEBB N.B. 1963. J. Anim. Sci. **22**, 166-168.
- ZIMMERMANN D.R., WISE M., JONES A.P.K., ALLRICH R.D., JOHNSON R.K. 1981. J. Anim. Sci. **51**, suppl. 1, 340.