

Cv8407

ESTIMATION A L'ABATTOIR DES ODEURS SEXUELLES DES VIANDES DE PORCS MALES ENTIERS PAR EXAMEN DE L'APPAREIL GÉNITAL

M. BONNEAU et Pascale RUSSEIL

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

Avec la collaboration technique de Françoise GIOVANNI

INTRODUCTION

En dépit d'avantages économiques bien établis, la production de viandes de jeune porc mâle non castré reste très limitée du fait que les viandes des jeunes verrats présentent parfois des défauts d'odeurs sexuelles. Dans un souci de protection du consommateur, la législation impose un déclassement **systématique** des carcasses de jeunes verrats alors que les défauts incriminés ne se manifestent que chez certains d'entre eux. On sait par ailleurs que la transformation en produits de charcuterie permettrait de valoriser les viandes présentant des défauts d'odeurs sexuelles (BONNEAU *et al.* 1979 ; DESMOULIN *et al.* 1983).

La mise en place d'un contrôle systématique des carcasses sur la chaîne d'abattage permettrait de trier les viandes « indemnes », pouvant être dirigées vers les circuits de commercialisation en frais, des viandes « défectueuses », justiciables d'une transformation en produits de charcuterie. Une méthode de détection des odeurs sexuelles à l'abattoir doit :

- a) être simple à mettre en œuvre de façon à pouvoir suivre les cadences usuelles d'abattage,
- b) donner une réponse rapide pour ne pas entraîner de délai de stockage des carcasses,
- c) être peu coûteuse pour ne pas réduire à néant le gain financier obtenu du fait des meilleures performances de l'animal entier.
- d) être fiable.

Nous avons pu montrer que le contrôle olfactif des graisses à l'aide d'un fer à souder n'était pas suffisamment fiable dans les conditions habituelles d'abattage (BONNEAU et DESMOULIN, 1975). La teneur en androsténone des graisses constitue certes un critère objectif de quantification des défauts mais le dosage radioimmunologique de ce composé est long, coûteux et délicat. FORLAND *et al.* (1980) ainsi que UZU et BONNEAU (1980) ont pu montrer que la teneur

en androsténone des graisses est corrélée positivement aux critères de développement des glandes annexes de l'appareil génital, plus particulièrement au poids et à la longueur des glandes Bulbo-urétrales (ou glandes de Cowper).

L'androsténone n'ayant aucune influence directe sur le développement des glandes annexes (GOWER, 1972 ; CLAUS, 1979), cette relation résulte de l'action trophique des androgènes sur la croissance de ces glandes et de l'évolution parallèle des sécrétions d'androgènes et d'androsténone (CLAUS, 1979). Par la suite nous avons pu mettre en évidence une liaison significative entre le développement de ces glandes et l'intensité des odeurs sexuelles (BONNEAU et DESMOULIN, 1981). La détection des odeurs sexuelles par un simple examen des glandes annexes de l'appareil génital est une méthode qui répond aux exigences des points a), b), et c). Il reste à établir dans quelle mesure elle est suffisamment fiable pour assurer une protection efficace du consommateur dans l'hypothèse d'une production généralisée de viandes de porcs mâles non castrés.

L'essai rapporté dans cet article avait pour but :

- de préciser sur un grand nombre d'animaux de divers types génétiques le degré de liaison entre la concentration en androsténone des graisses et le développement de l'appareil génital.
- d'en déduire un estimateur permettant de classer les animaux dans l'une des catégories « indemne » ou « défectueux » en réduisant au minimum les erreurs de classement.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

• Animaux

L'étude porte sur 3 groupes d'animaux provenant des Stations de Sélection du Rheu et de Rouillé (Stations de l'I.N.R.A.) et de la S.C.A. Pen Ar Lan, éliminés de la reproduction et abattus à des âges et poids reportés au tableau 1. Dans la suite de cet article nous présenterons séparément les résultats de chacun de ces 3 groupes (appelés RHEU, ROUILLE et PEN AR LAN) et, de plus, ceux relatifs aux animaux de race Large-White (groupe LW = RHEU + ROUILLE) et à l'ensemble des verrats (groupe TOTAL).

TABLEAU 1
CARACTÉRISTIQUES DES ANIMAUX ÉTUDIÉS

Groupe	RHEU \bar{X} (C.V. %)	ROUILLE \bar{X} (C.V. %)	LW \bar{X} (C.V. %)	PEN AR LAN \bar{X} (C.V. %)	TOTAL \bar{X} (C.V. %)
Type génétique	Large White	Large White	Large White	Lignées synthétiques	Large White ou lignées synthétiques
Nombre d'animaux	120	183	303	148	451
Age (jours)	170 (5)	182 (5)	177 (6)	171 (4)	175 (6)
Poids (kg)	poids vif 100,6 (2)	poids vif 111,7 (10)	poids vif 107,3 (10)	poids net 83,9 (10)	—

• Prélèvements et mesures

Sur la chaîne d'abattage, l'appareil génital de chaque porc est recueilli au moment de l'éviscération et un échantillon de tissu adipeux dorsal est prélevé au niveau du cou après la fente des carcasses. Les appareils génitaux sont disséqués immédiatement. Les vésicules séminales et la prostate, les testicules, les épидидymes et les glandes de Cowper sont individualisés et pesés ; la longueur des glandes de Cowper est en outre enregistrée. Le dosage radioimmunologique de la teneur en androsténone des graisses est réalisé selon une procédure décrite antérieurement (UZU et BONNEAU, 1980).

- **Analyses statistiques**

Les analyses statistiques suivantes ont été effectuées :

- détermination des moyennes, écarts-types et coefficients de variation pour chaque variable utilisée,
- calcul des coefficients de corrélation multiple entre la teneur en androsténone des graisses (variable expliquée) et différentes combinaisons linéaires des autres variables (variables explicatives). Pour ce faire, nous avons utilisé un programme de régression multiple progressive.

La distribution des teneurs en androsténone étant fortement dissymétrique, nous avons été amenés à effectuer une transformation logarithmique sur cette variable de façon à se rapprocher d'une distribution normale.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

- **Développement de l'appareil génital et teneur en androsténone des graisses**

Le poids des glandes de l'appareil génital et la longueur des glandes de Cowper diffèrent peu entre les divers groupes de porcs, à l'exception toutefois du poids des vésicules séminales. Ces dernières sont plus développées dans le groupe PEN AR LAN que chez les LW et, parmi ces derniers, elles sont plus lourdes chez les verrats de ROUILLE que chez ceux du RHEU.

TABLEAU 2

DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL GÉNITAL ET TENEUR EN ANDROSTÉNONE DES GRAISSES

Groupe	RHEU		ROUILLE		LW		PEN AR LAN		TOTAL	
	\bar{X}	(C.V. %)	\bar{X}	(C.V. %)	\bar{X}	(C.V. %)	\bar{X}	(C.V. %)	\bar{X}	(C.V. %)
Testicules (g) T	434	(20)	522	(20)	487	(22)	442	(26)	473	(24)
Epididymes (g) E	83	(19)	98	(22)	92	(23)	98	(26)	94	(24)
Vésicules séminales (g) S	109	(57)	150	(53)	134	(56)	205	(54)	158	(60)
Glandes de Cowper										
– poids (g) CP	117	(36)	143	(30)	134	(33)	138	(35)	135	(34)
– longueur (mm) CL	109	(14)	117	(10)	114	(12)	117	(13)	115	(12)
Teneur en androsténone ($\mu\text{g/g}$) AND	0,6	(101)	0,6	(85)	0,6	(92)	2,4	(70)	1,2	(113)

Les animaux du RHEU et de ROUILLE ont des caractéristiques de teneur en androsténone très proches. Chez ces animaux de race LW, la concentration en androsténone des graisses s'élève en moyenne à 0,6 $\mu\text{g/g}$ avec une très forte variabilité (C.V. = 92 %). Les animaux de PEN AR LAN présentent une teneur moyenne de 2,4 $\mu\text{g/g}$ (C.V. = 70 %) qui est très élevée par rapport aux précédentes. Cette différence s'explique au moins en partie par le fait que ces animaux ont subi, pendant un temps variable avant l'abattage, un changement d'environnement de nature à hâter leur maturation sexuelle. La teneur en androsténone des graisses est en effet positivement reliée à la durée pendant laquelle les animaux ont été soumis à ce nouvel environnement ($r = + 0,30$; $P < 0,001$). L'importance de la variabilité des concentrations en stéroïde (C.V. de 70 à 113 %) est un phénomène tout à fait classique.

- **Relations entre la teneur en androsténone des graisses et le développement de l'appareil génital**

Les coefficients de corrélation entre la concentration en androsténone et le poids des testicules (T) ou des épидидymes (E) sont en général significatifs mais assez faibles (tableau 3), conformément à nos précédentes observations (BONNEAU et DESMOULIN, 1979, 1980 ; UZU et

BONNEAU, 1980). La teneur en stéroïde est par contre reliée plus étroitement au poids des vésicules séminales (S) et des glandes de Cowper (CP) ainsi qu'à leur longueur (CL). Les coefficients observés sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus par UZU et BONNEAU (1980) mais nettement inférieurs à ceux rapportés par FORLAND *et al.*, (1980), l'origine de ces différences restant difficile à expliquer.

Le calcul de régressions multiples de la teneur en androsténone (variable à expliquer) sur des combinaisons linéaires de plusieurs variables explicatives permet de gagner en précision sur la prévision des concentrations en stéroïde. Pour ces calculs, nous avons exclu l'âge des animaux qui est en général inconnu dans les conditions habituelles d'abattage. Les variables « poids corporel » et « poids des épидидymes » n'apportent pas, en général, d'amélioration significative à l'explication des teneurs en stéroïde. Le tableau 4, rapporte donc les coefficients de corrélation multiple entre la concentration en androsténone des graisses et diverses combinaisons linéaires de 2 ou 3 variables choisies parmi l'ensemble : CP, CL, S et T.

TABLEAU 3

COEFFICIENTS DE CORRÉLATION ENTRE LE LOGARITHME DE LA TENEUR EN ANDROSTÉNONE ET LES CRITÈRES DE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL GÉNITAL

Groupe		RHEU	ROUILLE	LW	PEN AR LAN	TOTAL
Poids des :						
- Testicules	T	0,39	0,44	0,39	0,34	0,15
- Epididymes	E	0,42	0,47	0,42	0,28	0,35
- Vésicules séminales	S	0,49	0,47	0,46	0,43	0,54
- Glandes de Cowper	CP	0,63	0,46	0,50	0,51	0,42
Longueur des glandes de Cowper	CL	0,59	0,46	0,50	0,56	0,46

(signification des coefficients de corrélation :

$r < 0,19$, NS ; $r > 0,19$, $P < 0,05$; $r > 0,25$, $P < 0,01$; $r > 0,32$; $P < 0,001$)

TABLEAU 4

COEFFICIENTS DE CORRÉLATION ENTRE LE LOGARITHME DE LA TENEUR EN ANDROSTÉNONE ET DIVERSES COMBINAISONS LINÉAIRES DES VARIABLES : CP, CL, S ET T.

Groupe	RHEU	ROUILLE	LW	PEN AR LAN	TOTAL	Somme des coefficients
S	0,49	0,47	0,46	0,43	0,54	2,39
CP	0,63	0,46	0,50	0,51	0,42	2,52
CL	0,59	0,46	0,50	0,56	0,46	2,57
CP-CL	0,63	0,49	0,53	0,55	0,46	2,66
CP-S	0,66	0,52	0,54	0,55	0,56	2,83
CL-S	0,65	0,55	0,56	0,58	0,58	2,92
CP-CL-T	0,64	0,56	0,54	0,56	0,47	2,77
CP-S-T	0,66	0,59	0,56	0,55	0,56	2,92
CP-CL-S	0,67	0,55	0,56	0,58	0,59	2,95
CL-S-T	0,65	0,61	0,58	0,59	0,59	3,02

CP Poids des glandes de Cowper
 CL Longueur des glandes de Cowper
 S Poids des vésicules séminales
 T Poids des testicules

Les meilleures liaisons sont obtenues avec les combinaisons de 3 variables : CL-S-T puis CP-CL-S et CP-S-T. Cependant les coefficients de corrélation obtenus avec la combinaison linéaire des 2 seules variables CL et S ne sont que très peu inférieurs aux précédents. Comme par ailleurs, il est préférable d'un point de vue pratique de mesurer un minimum de critères, nous nous sommes

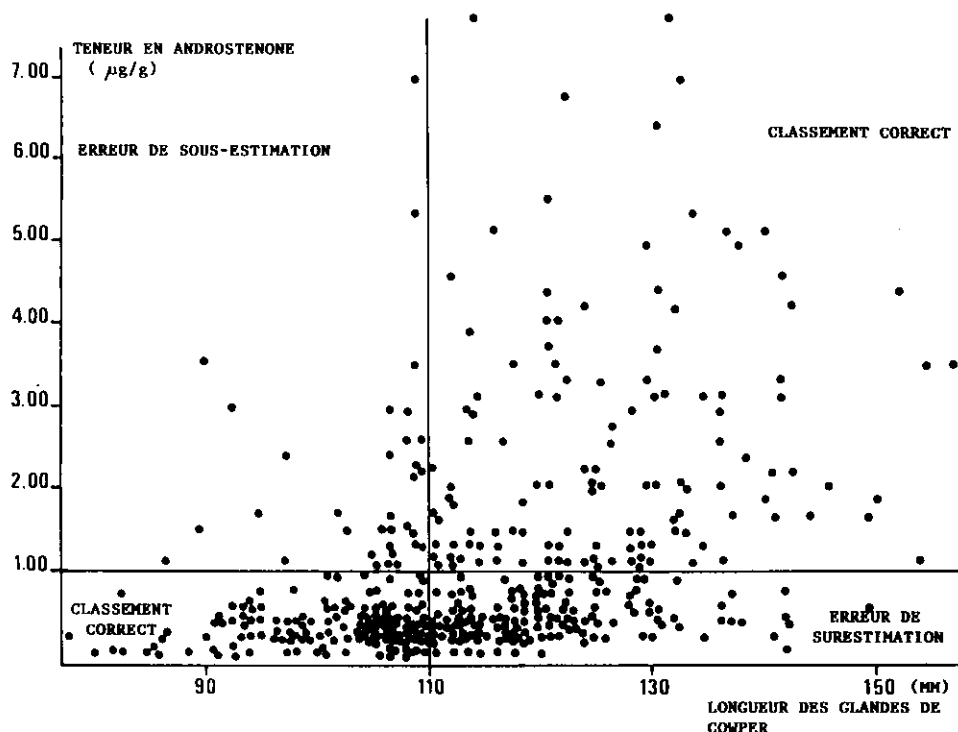
attachés par la suite à étudier plus en détail la valeur prévisionnelle des 3 estimateurs suivants : CP, CL et CL-S.

• **Valeur prévisionnelle des estimateurs de la teneur en androsténone des graisses**

Le seuil de teneur en androsténone au-delà duquel les viandes présentent des défauts d'odeur sexuelle marquée est généralement situé aux environs de $1 \mu\text{g/g}$ (DESMOULIN et RHODES, 1975). Les estimateurs précités seront utilisés pour classer les animaux dans l'une des 2 catégories « indemne » (viandes pouvant être utilisées en boucherie) ou « défectueux » (viandes à diriger vers les circuits de transformation en produits de charcuterie). Pour chacun des estimateurs, il faut donc trouver une valeur seuil optimale permettant de réaliser ce classement avec un minimum d'erreurs. Celles-ci sont de deux types :

- les erreurs de sous-estimation qui consistent à classer « indemnes » des carcasses présentant des teneurs supérieures à $1 \mu\text{g/g}$. Elles conduiraient à commercialiser en frais des viandes à odeur sexuelle marquée,
- les erreurs de sur-estimation qui consistent à classer « défectueux » des carcasses dont les teneurs sont inférieures à $1 \mu\text{g/g}$. Elles amèneraient à orienter vers les circuits de transformation des viandes qui auraient pu être commercialisées en frais.

FIGURE 1
GRAPHIQUE DE DISTRIBUTION DES TENEURS EN ANDROSTÉNONE
EN FONCTION DE LA LONGUEUR DES GLANDES DE COWPER



Sur la figure 1, nous avons reporté à titre d'exemple, le graphique de la distribution des teneurs en androsténone en fonction de la longueur des glandes de Cowper. Les valeurs 1 µg/g et 110 mm (par exemple) permettent de séparer les animaux en 4 catégories. Les individus des quadrants inférieur gauche et supérieur droit sont correctement classés. Par contre, ceux des quadrants supérieur gauche et inférieur droit font l'objet d'erreurs de sous-estimation et de sur-estimation respectivement. En déplaçant la valeur seuil de l'estimateur on peut ainsi, par tâtonnement, obtenir une valeur seuil optimale définie subjectivement en accordant un poids plus grand aux erreurs de sous-estimation. Ces dernières se font en effet au détriment du consommateur qu'il convient de protéger si l'on veut préserver l'image de marque des viandes porcines. En contre-partie, les erreurs de sur-estimation doivent rester dans des limites raisonnables sous peine de réduire à néant la valeur discriminante du contrôle.

Les valeurs seuils optimales que nous avons retenues pour les 3 estimateurs CP, CL et CL-S (CL-S = exponentielle (0,01982 CL + 0,004623 S - 3,368) sont 50, 107 et 0,47 respectivement. Au tableau 5, nous avons reporté, pour chacun des 5 groupes, les erreurs obtenues avec les 3 estimateurs. Il apparaît clairement que CP est un moins bon estimateur que CL ou CL-S qui fournissent par ailleurs des résultats équivalents. D'un point de vue pratique il convient d'imposer un nombre minimum de mesures pour pouvoir suivre les cadences usuelles d'abattage. Dans ces conditions, il semble bien que la longueur des glandes de Cowper soit le meilleur estimateur que l'on puisse proposer pour un contrôle systématique des carcasses de jeunes verrats sur la chaîne d'abattage.

TABLEAU 5

ERREURS DE CLASSEMENT OBTENUES EN UTILISANT LES ESTIMATEURS, CP, CL ET CL-S, AVEC LES VALEURS SEUILS 50, 107 ET 0,47

Groupe	Estimateur	Erreurs de surestimation		Erreurs de sous-estimation	
		% Total	% ≤ 1 µg/g	% Total	% > 1 µg/g
RHEU	CP	46,8	57,3	1,8	10,0
	CL	36,9	45,1	0,9	5,0
	CL-S	29,1	35,6	2,7	15,0
ROUILLE	CP	71,5	82,6	0,0	0,0
	CL	65,4	75,5	0,6	4,2
	CL-S	63,7	73,5	0,0	0,0
LW	CP	62,2	73,4	0,7	4,5
	CL	54,5	64,2	0,7	4,5
	CL-S	50,5	59,6	1,0	6,8
PEN AR LAN	CP	9,5	41,2	12,2	15,8
	CL	6,8	29,4	11,6	15,0
	CL-S	13,6	58,8	8,2	10,6
TOTAL	CP	44,3	69,4	4,6	12,7
	CL	38,2	59,6	4,3	12,1
	CL-S	37,6	59,6	3,9	10,6

% total : proportion exprimée en pourcent du nombre de porcs du groupe

% ≤ 1 µg/g : proportion exprimée en pourcent du nombre de porcs du groupe de teneur inférieure à 1 µg/g

% > 1 µg/g : proportion exprimée en pourcent du nombre de porcs du groupe de teneur supérieure à 1 µg/g

Cet estimateur permet de trier de l'ensemble de la population 22 à 46 %, selon les groupes, de porcs classés indemnes. Parmi ces derniers, le risque de défaut d'odeur sexuelle marquée est très fortement réduit par rapport à celui encouru dans la population non triée (figure 2a). Le groupe RHEU est le plus représentatif d'une population de porcs d'abattage puisqu'il concerne des verrats abattus au poids vif quasi constant de 100 kg aux environs de 170 jours d'âge. Dans ce groupe, l'estimateur CL permet de trier 46 % d'animaux classés indemnes pour lesquels le risque de défaut majeur n'est que de 2 % contre 18 % dans la population initiale. Dans les autres groupes, ROUILLE constitué d'animaux dépassant nettement les stades usuels d'abattage, et PEN AR LAN regroupant des verrats à teneurs exceptionnellement élevées, les performances de l'estimateur sont inférieures.

FIGURE 2 a
RÉPARTITION DES CARCASSES A TENEUR INFÉRIEURE
OU SUPÉRIEURE A $1\mu\text{G}$ AVANT ET APRÈS CLASSEMENT PAR CL (VALEUR SEUIL 107 MM)

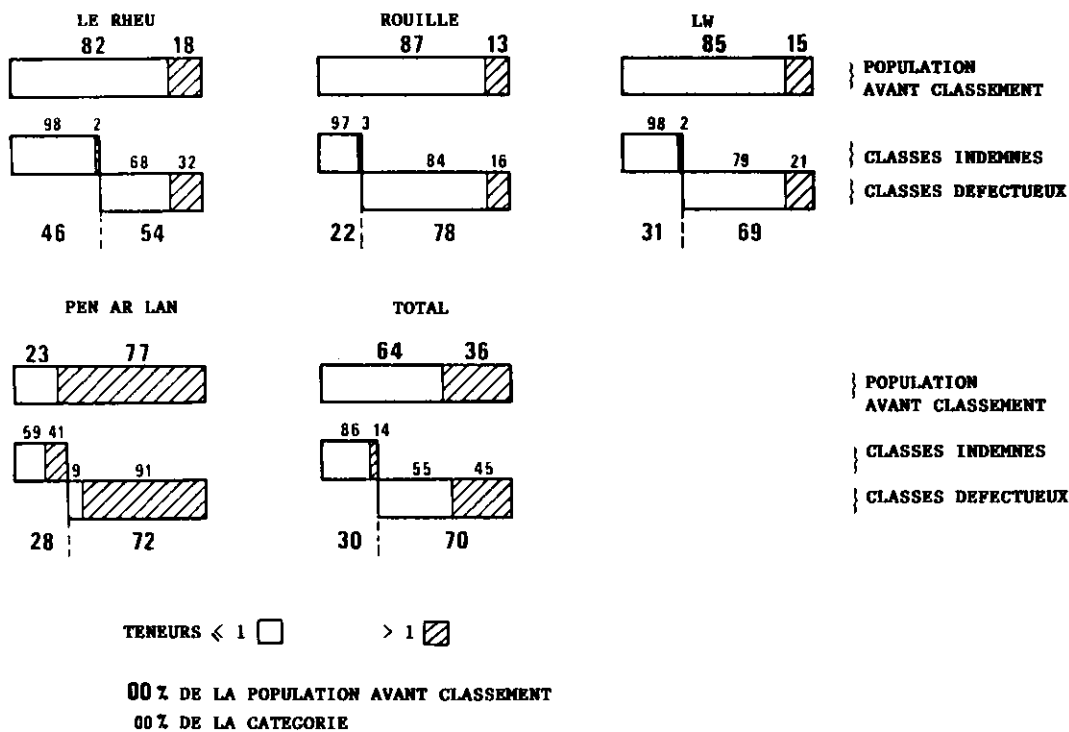
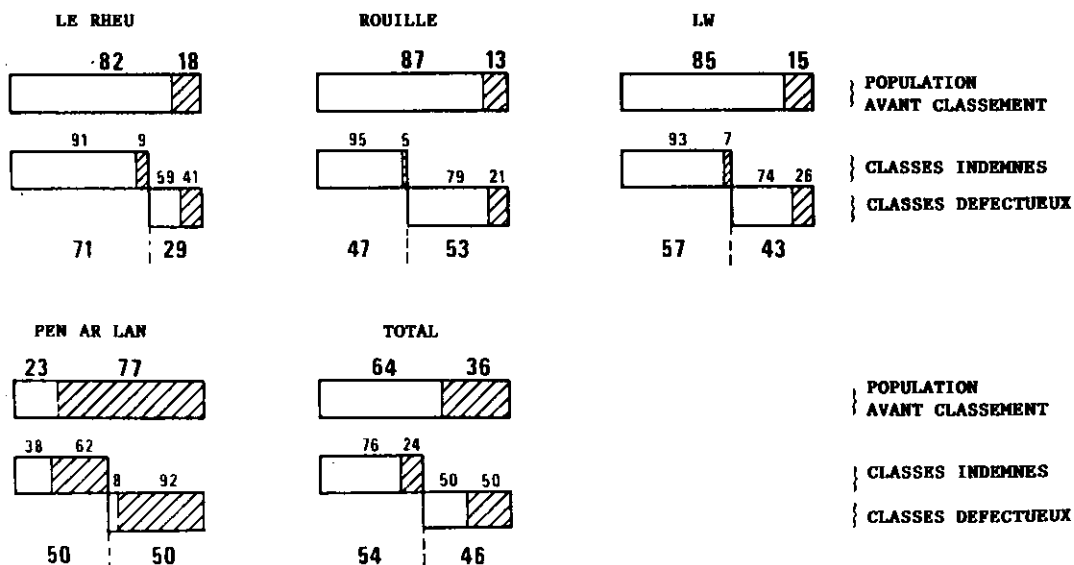


FIGURE 2 b
RÉPARTITION DES CARCASSES A TENEUR INFÉRIEURE OU SUPÉRIEURE
A $1\mu\text{G}/\text{G}$ AVANT ET APRÈS CLASSEMENT PAR CL (VALEUR SEUIL 115 MM)



Pour déterminer les valeurs seuil optimales des estimateurs, nous nous sommes jusqu'à présent attachés à obtenir une protection maximale du consommateur, ce qui conduit à une proportion élevée d'erreurs de sur-estimation. Dans l'hypothèse où l'on serait prêt à accepter un risque un peu plus élevé pour le consommateur, il est possible d'augmenter sensiblement la proportion de carcasses classées « indemnes » en élevant la valeur seuil de l'estimateur. La figure 2b illustre les résultats obtenus en prenant, à titre d'exemple, une valeur seuil de 115 mm pour l'estimateur CL. On peut alors trier 47 à 71 % selon les groupes, de porcs classés « indemnes » mais le risque de défauts marqués n'est réduit que de la moitié environ par rapport à la population initiale. Il serait bien sûr possible d'ajuster la valeur seuil de l'estimateur de façon à obtenir des résultats intermédiaires entre ceux illustrés par les figures 2a et 2b.

CONCLUSION

Les 451 animaux impliqués dans cet essai sont très diversifiés sur le plan du type génétique, des conditions d'élevage et des stades d'abattage. Ils présentent en outre une très grande variabilité des teneurs en androsténone (de 0,1 à 8,9 $\mu\text{g/g}$) recouvrant largement la plage de variation que l'on peut attendre dans une population de porcs d'abattage. Nous avons pu confirmer la liaison entre la teneur en androsténone des graisses et les critères de développement de l'appareil génital. Nous avons pu établir par ailleurs que la seule mesure de la longueur des glandes de Cowper constitue un assez bon estimateur des concentrations en stéroïde. La prise en compte d'autres variables n'apporte pas d'amélioration significative à la précision de l'estimation.

Compte tenu de la faible variabilité de la longueur des glandes de Cowper (C.V. de 10 à 14 %) en regard de la très grande variabilité des teneurs en androsténone (C.V. supérieurs à 70 %) il n'est guère envisageable de se contenter d'une estimation « au coup d'œil » et une mesure effective de ce critère s'impose. Cette mesure est simple, donne une réponse immédiate et ne suppose qu'un investissement très modeste (un pied à coulisse). Le coût du contrôle se réduirait donc aux charges salariales. Sur le plan de la fiabilité, la méthode est certes loin d'être parfaite car elle conduit à commettre un pourcentage assez important d'erreurs. La définition exacte de la valeur seuil à considérer pour trier les carcasses « indemnes » des « défectueuses » dépend de la stratégie adoptée pour le contrôle. Si l'on choisit d'assurer une protection maximale du consommateur, la proportion de carcasses classées « indemnes » risque d'être assez faible. A l'inverse, si l'on cherche à diminuer à tout prix la proportion de carcasses classées « défectueuses » par erreur, le contrôle deviendra beaucoup moins efficace pour réduire le risque de défauts d'odeur sexuelle marquée. Il faut donc trouver un compromis acceptable à la fois pour les consommateurs (risque de défauts majeurs restant dans des limites raisonnables) et pour les producteurs et abatteurs (proportion de porcs classés « indemnes » suffisamment élevée).

Par rapport à la situation actuelle où l'on s'interdit de profiter des avantages économiques liés à l'élevage de porcs mâles non castrés, la mise en place d'un tel contrôle systématique des carcasses de jeunes verrats représenterait un progrès certain, en dépit des imperfections que nous venons de souligner. En fixant, par exemple, une valeur seuil permettant de dégager 50 % de carcasses indemnes (ce qui semble compatible avec une bonne protection du consommateur) et en se plaçant dans l'hypothèse extrême où plus un seul mâle ne serait castré, la situation serait la suivante :

- la moitié des verrats devant être obligatoirement dirigés vers les circuits de transformation,
- l'autre moitié des verrats + l'ensemble des femelles (soit environ les trois quarts de la production) disponibles pour la commercialisation en frais.

Compte tenu du fait qu'un tiers seulement des viandes porcines sont commercialisées en frais, cette situation laisse une bonne marge de sécurité, ce qui devrait rendre supportable la contrainte que représentent les 25 % de carcasses à diriger obligatoirement vers les circuits de transformation.

Le travail qui vient d'être présenté mériterait d'être prolongé par une enquête d'acceptabilité à grande échelle auprès des consommateurs. Cette étude permettrait en effet de définir précisément les conditions de mise en oeuvre d'un contrôle des carcasses de jeunes verrats permettant d'assurer une protection efficace des consommateurs.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude à MM. D. BRAULT (I.N.R.A. Station de Sélection Porcine du RHEU), J. GRUAND (I.N.R.A. Centre Expérimental de Sélection Porcine de ROUILLE), J. NAVEAU et G. ROLLAND (S.C.A. PEN AR LAN) pour leur participation active et efficace à la réalisation de ce travail.

Cette étude a bénéficié du soutien financier de la D.G.R.S.T. (contrat n° 81 C 1331).

BIBLIOGRAPHIE

- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1975. Journées Rech. Porcine en France, **7**, 215-224.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1979. Ann. Zootech., **28**, 185-190.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1980. Journées Rech. Porcine en France, **12**, 109-116.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 329-334.
- 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.
- CLAUS R., 1979. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkd. **10**, 3-136.
- DESMOULIN B., RHODES D.N., 1975. Livest. Prod. Sci., **2**, 317-324.
- DESMOULIN B., BONNEAU M., FROUIN A., BIDARD J.P., 1982. Livest. Prod. Sci., **9**, 707-715.
- FORLAND D.M., LUNDSTROM K., ANDRESEN O., 1980. Nord. Veterinaermed. **32**, 201-206.
- GOWER D.B., 1972. J. Steroid Biochem. **3**, 45-103.
- UZU G., BONNEAU M., 1980. Ann. Zootech., **29**, 23-30.