

Cu 8503

## CARACTÉRISTIQUES DES CARCASSES, COMPOSITION DES MUSCLES ET QUALITÉ DE LA VIANDE DE PORCS MÂLES PIÉTRAIN, SENSIBLES OU NON A L'HALOTHANE

J. BOUSSET, B.L. DUMONT

I.N.R.A. – Laboratoire de recherches sur la viande – 78350 JOUY-EN-JOSAS

La sensibilité à l'halothane est vraisemblablement l'une des manifestations d'une condition générale des porcs qui se reflète à différents niveaux d'observation des animaux.

Diverses études ont été ainsi conduites pour caractériser les différences existant dans la qualité des carcasses et celle de la viande. En général il apparaît que les porcs sensibles à l'halothane (HP) se distinguent des non sensibles (HN) par une carcasse plus courte et plus musclée (MONIN *et al.*, 1981). En ce qui concerne la qualité de la viande les manifestations de la sensibilité à l'halothane paraissent dépendre des conditions de stress avant l'abattage (MONIN *et al.*, 1981). Dans l'ensemble des travaux réalisés, les porcs HP ont une moindre qualité de viande, allant de pair avec une glycolyse *post mortem* plus rapide et un taux plus élevé de Ca<sup>++</sup> sarcoplasmique (CHEAH *et al.*, 1984).

Dans une étude des caractéristiques comparées des carcasses de porcs Piétrain mâles HP et HN nous avons cherché à procéder à une analyse très détaillée des différences entre types sensibles ou non :

- d'une part en prenant en compte un ensemble des caractères ayant signification de développement musculaire dans la carcasse de porc (DUMONT, 1983),
- d'autre part en considérant les principaux caractères physico-chimiques définissant l'organisation biochimique des muscles (BOUSSET et DUMONT, 1983a) sur un échantillon de muscles de caractéristiques très différentes et considéré comme représentatif des différents types de viande rencontrés dans la carcasse.

Une partie des résultats de cette comparaison a déjà été partiellement publiée sous forme de résultats préliminaires (BOUSSET *et al.*, 1980, BOUSSET et DUMONT, 1983b). Le présent travail rapporte les résultats complets de cette comparaison.

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

On a étudié 10 verrats de race Piétrain répartis en 2 groupes (N = 5) selon leur sensibilité à l'halothane et abattus à des âges (8 mois) et des poids vifs (100 kg environ) comparables. Transportés au CNRZ le lundi, ils étaient abattus le mardi matin, après avoir subi des conditions minima de stress (comme peuvent l'indiquer les valeurs des pH, 24 heures *post mortem*). Après avoir été mesurées, les carcasses gauches étaient disséquées partiellement (membre postérieur et membre antérieur) et les demi-carcasses droites débitées en segments corporels. On a appliqué à ces carcasses l'ensemble des protocoles de mesure décrits par DUMONT (1983) pour les mesures morphoanatomiques et par BOUSSET et DUMONT (1983a) pour les mesures physico-chimiques qui ont été appliquées aux muscles *Adductor* (AD), *Biceps femoris* (BF), *Semimem-*

*branosus* (SM) et *Longissimus dorsi*, à la 14<sup>ème</sup> vertèbre dorsale (LDD) et à la troisième vertèbre lombaire (LDL).

On a considéré, en outre :

– au plan anatomique :

les valeurs des masses des muscles fessiers par rapport au bassin (FB), celles des masses des muscles *Gastrocnemius* et *Flexor digitorum superficialis* par rapport au tibia-péroné (JT), et celle des masses des muscles *T. brachii caput longum* et *caput laterale* et *Teres major* par rapport à l'humerus (EH) ;

– au plan physicochimique :

- les valeurs du rapport N de l'hydroxyproline/N total du cœur des muscles dans la tranche médiane (DUMONT et HUDZIK, 1983a) des muscles *Adductor* (HAD) et *Semimembranosus* (HSM),
- les pertes à la cuisson du muscle *Biceps femoris* dans 3 des conditions décrites par DUMONT et HUDZIK (1983b) : cuisson à 80°, 1 h en atmosphère sèche (PCU<sub>1</sub>), 100° pendant 30 minutes (PCU<sub>2</sub>) ou à 105 °C pendant 1 heure dans l'eau salée (PCU<sub>3</sub>).

Les données ont été analysées par analyse statistique simple (moyenne, test t) et par analyse multidimensionnelle en utilisant la méthode des données centrées et la fonction discriminante (LEFEBVRE, 1976).

## RÉSULTATS

### • Caractères anatomiques (morphologie et composition)

Le tableau 1 présente la valeur moyenne et le coefficient de variation de chacune des variables anatomiques dans les deux groupes de porcs et indique également le niveau de signification de leur différence d'un groupe à l'autre.

On voit que les animaux HP se distinguent par une meilleure compacité des carcasses, surtout en considérant cette compacité par le rapport de la racine cubique du poids à la longueur restreinte. Cette compacité va de pair avec une meilleure charnure au niveau de la cuisse (masse des principaux muscles, relativement au fémur (BFF, ADF, SMF, MOC), au niveau du bassin (FB), de la jambe (JT) et de l'épaule (EH). Les animaux HP présentent, en moyenne, une différence de charnure de 18,3 pour 100 pour EH, + 33,2 pour 100 pour JT, + 32,1 pour 100 pour FB et 30,5 pour 100 pour MOC. Si les masses des muscles sont un peu plus fortes chez les HP les différences ne sont pas statistiquement significatives. Les différences dans le poids des os des régions étudiées (bassin, fémur, tibia-péroné, humérus) entre les 2 groupes sont à la limite de la signification ( $0,10 < P < 0,05$ ). A un même niveau de la section transversale de la cuisse les surfaces des muscles BF, AD et SM sont plus élevées chez les HP mais la différence n'est pas significative. La surface du LD est équivalente dans les deux types.

La série des différences constatées, par caractères, entre les deux groupes explique pourquoi dans l'analyse multidimensionnelle portant sur 19 variables de morphologie et de composition anatomique les animaux HP et HN se dissocient aisément comme l'indique la figure 1 qui présente les résultats de l'analyse dans l'espace défini par les trois premiers axes qui expliquent successivement 45,1, 22,9 et 13,7 pour 100 (et donc au total 81,7 pour 100) de la variation.

On retrouve dans cette analyse les conclusions du précédent travail (DUMONT, 1983) concernant les positions relatives des différentes variables. Mais d'un intérêt particulier cette fois, pour la comparaison des deux groupes de porcs, est la localisation des animaux HP dans la partie de l'espace de projection regroupant les variables de charnure, ce qui tend à associer étroitement le groupe des porcs HP à une meilleure charnure de la carcasse. La variabilité existant parmi les animaux de chaque groupe déjà traduite par les coefficients de variation au tableau 1 se retrouve dans les projections.

**TABEAU 1**  
**VALEURS MOYENNES ET COEFFICIENTS DE VARIATION DES VARIABLES MORPHO-ANATOMIQUES**  
**DE DEUX GROUPES DE PORCS**

Variables			HP		HN		Différence HP/HN (1)
Symbole	Définition sommaire	Unités	Moyenne	CV %	Moyenne	CV %	
P	Poids 1/2 carcasse gauche	kg	35,8	6,6	37,2	9,2	ns
PL	P. 1/3 Longueur totale <sup>-1</sup>	%	373	13,7	357	1,3	*
PI	P. 1/3 Longueur restreinte <sup>-1</sup>	%	445	11,5	424	1,7	**
MBF	Masse BF	g	1 630,4	7,3	1 493,4	16,7	ns
MAD	Masse AD	g	345,8	9,8	347,8	16,8	ns
MSM	Masse SM	g	1 196,6	10,9	1 048,8	13,8	ns
BFF	BF/Fémur	%	809	15,5	589	5,8	**
ADF	AD/Fémur	%	171	32,2	138	9,5	*
SMF	SM/Fémur	%	593	17,9	416	9,6	**
MOC	Charnure de la cuisse	%	1 166	12,8	894	8,4	**
SLD	Surface section LDD	cm <sup>2</sup>	36,8	8,8	36,0	18,3	ns
SAD	Surface section AD	cm <sup>2</sup>	51,9	13,5	49,7	15,5	ns
SBF	Surface section BF	cm <sup>2</sup>	77,5	13,5	70,3	9,6	ns
SSM	Surface section SM	cm <sup>2</sup>	83,1	5,4	74,1	24,5	ns
J2	Masse tranche membre postérieur	g	1 482	18,0	1 488	8,5	ns
CPI	Importance en surface des muscles BF + SM + AD + Semitendinosus dans J2	%	67,7	2,0	73	4,7	*
LDI	SLD. Longueur restreinte <sup>-1</sup>	cm <sup>2</sup> .kg <sup>-1</sup>	49,5	8,6	45,1	15,5	ns
LDP	SLD. Poids 1/2 carcasse <sup>-1</sup>	cm <sup>2</sup> .kg <sup>-1</sup>	1,03	49,4	0,96	11,8	ns
FB	Charnure croupe	%	539	5,9	408	13,5	**
JT	Charnure jambe	%	261	13,0	196	9,2	*
EH	Charnure épaule	%	368	9,2	311	8,7	*

(1) ns : pas de différence significative      \* : significatif au seuil 5 %      \*\* : significatif au seuil 1 %.

Si les animaux peuvent être séparés en deux ensembles, le groupe HP notamment ne constitue pas pour autant un groupe parfaitement homogène. Par conséquent la condition HP supporte une certaine variation dans les caractères qui l'accompagnent au plan de la morphologie et de la composition. Il serait intéressant – dans des études ultérieures – de préciser à quel seuil minimum de charnure correspond l'apparition du caractère HP.

#### • Caractères physico-chimiques

Le tableau 2 indique les valeurs moyennes des différentes variables dans chacun des groupes et le seuil de signification de leur différence. Parmi tous les muscles étudiés et caractères considérés, seuls les caractères des muscles LDL et surtout LDD présentent des différences significatives entre groupes.

**TABLEAU 2**  
**VALEURS MOYENNES, COEFFICIENTS DE VARIATION ET SIGNIFICATION**  
**DES DIFFÉRENCES DES VARIABLES PHYSICO-CHIMIQUES DES PORCS HP et HN**

Muscle	Caractères (1)	HP		HN		Différence (2)
		$\bar{x}$	CV %	$\bar{x}$	CV %	
AD	ISO 5	0,66	76,0	0,68	0,8	—
	Fer	6,17	30,4	6,70	32,6	—
	Nps	0,84	60,0	0,88	16,9	—
	Nps/NT	0,65	77,4	0,65	6,4	—
	1-NS/NT	0,68	74,0	0,66	5,1	—
	pH	5,70	8,9	5,66	2,1	—
	PRE	82,04	3,0	83,48	4,0	—
	Hypro	2,10	18,1	2,11	10,4	—
BF	ISO 5	0,67	74,8	0,65	5,2	—
	Fer	5,56	29,5	6,96	21,8	—
	Nps	0,75	68,5	0,83	11,7	—
	Nps/NT	0,62	81,3	0,65	3,6	—
	1-NS/NT	0,68	73,4	0,66	5,5	—
	pH	5,68	8,8	5,65	1,0	—
	PRE	79,56	3,1	81,32	3,9	—
	PCU1	40,6	4,4	39,1	6,3	—
	PCU2	46,6	3,0	46,1	4,3	—
PCU3	43,3	4,5	42,4	7,2	—	
SM	ISO 5	0,82	61,1	0,77	4,1	—
	Fer	4,45	32,3	4,52	43,5	—
	Nps	0,86	59,8	0,99	22,0	—
	Nps/NT	0,62	80,9	0,66	5,0	—
	1-NS/NT	0,65	76,6	0,62	10,5	—
	pH	5,57	9,0	5,56	1,7	—
	PRE	81,56	1,5	83,28	3,1	—
	Hypro	2,12	13,1	1,93	14,3	—
LDL	ISO 5	0,85	59,0	0,81	3,6	—
	Fer	3,15	24,2	3,27	40,6	—
	Nps	0,78	64,4	1,02	15,0	**
	Nps/NT	0,62	81,0	0,67	4,7	**
	1-NS/NT	0,68	73,2	0,62	7,1	*
	pH	5,45	9,2	5,57	1,2	**
	PRE	80,84	2,9	82,72	2,8	—
LDD	ISO 5	0,87	57,3	0,84	4,4	—
	Fer	2,53	46,5	2,71	36,3	—
	Nps	0,83	60,8	1,09	9,6	***
	Nps/NT	0,62	80,1	0,68	2,9	***
	1-NS/NT	0,66	75,5	0,60	4,7	***
	pH	5,43	9,3	5,55	1,0	*
	PRE	79,64	1,4	83,64	2,7	**

(1): ISO 5, fréquence de l'isoenzyme 5 de la LDH ; Fer, teneur en fer héminique ( $\mu\text{g/g}$ ) ; Nps, azote protéique sarcoplasmique, en g pour 100 g de produit frais ; NS azote soluble, NT azote total ; PRE, pouvoir de rétention d'eau en % ; Hypro, rapport de l'azote de l'hydroxyproline à l'azote total  $\times 10^3$  ; PCU1, PCU2, PCU3, voir texte.

(2): Seuil de signification :

— pas de différence significative

\* seuil 5 %

\*\* seuil 1 %

\*\*\* seuil 1 ‰

Les analyses des données centrées ont été réalisées, muscle par muscle, en considérant d'une part les cinq variables de composition (ISO 5, Fer, Nps, 1-NS/NT, Nps/NT) et d'autre part en envisageant, en plus, les valeurs du pH et du pouvoir de rétention d'eau.

Dans ce premier cas on a observé, dans chacun des muscles, des localisations semblables des différentes variables, traduisant sur l'axe 1, l'opposition Fer et 1-NS/NT, et sur l'axe 2 celle entre 1-NS/NT et Nps.

Pour les muscles AD, DM et BF les 2 groupes d'animaux ne se distinguent pas ; chacun étant d'ailleurs relativement hétérogène.

La tendance qui se dégage des projections est cependant que les animaux du groupe HN sont localisés relativement plus près de Nps ou du Fer que les animaux HP.

Pour le muscle LDL la séparation des 2 groupes est possible dans le plan des axes 1 et 2 (99,2 pour 100 d'explication de la variation) et se fait sur l'axe 2 où l'opposition Nps et 1-NS/NT est nette. On note que les HP sont un peu plus homogènes.

La situation est semblable dans le cas du muscle LDD (figure 2).

En regroupant tous les muscles dans l'analyse, on constate que la séparation des 2 groupes n'est toujours pas possible, de façon absolue, mais l'on peut parler d'une tendance à la localisation des animaux HP vers les valeurs plus fortes (comparativement à HN) des variables 1-NS/NT ou ISO 5 et plus faibles pour Nps. Il n'apparaît pas que la teneur en fer puisse servir à séparer les deux groupes.

En tenant compte en plus des variables pH et pouvoir de rétention d'eau il n'est toujours pas possible de distinguer les deux groupes, dans le cas des muscles BF et DM. Pour AD la séparation s'amorce. La distinction entre les deux est possible pour LDL et LDD, sur l'axe 2 de la projection. Ceci laisse à penser que les variables qui déterminent l'axe 3 (ISO 5 et rétention d'eau) sont secondaires, dans la distinction des deux groupes, par rapport à celles, qui déterminent l'axe 2 (Nps et 1-NS/NT).

L'analyse multidimensionnelle considérant l'ensemble des muscles et prenant en compte les variables physico-chimiques et les pertes d'eau à la cuisson ne permet pas non plus de distinguer nettement les deux groupes mais l'on note toutefois que les animaux HP sont plus près des variables de pertes à la cuisson que les HN.

De même l'analyse qui en plus des caractères étudiés précédemment tient compte des teneurs en hydroxyproline ne permet pas, non plus, la séparation des deux groupes ; les variables d'hydroxyproline, en opposition avec le fer, se projettent au centre du groupe HP.

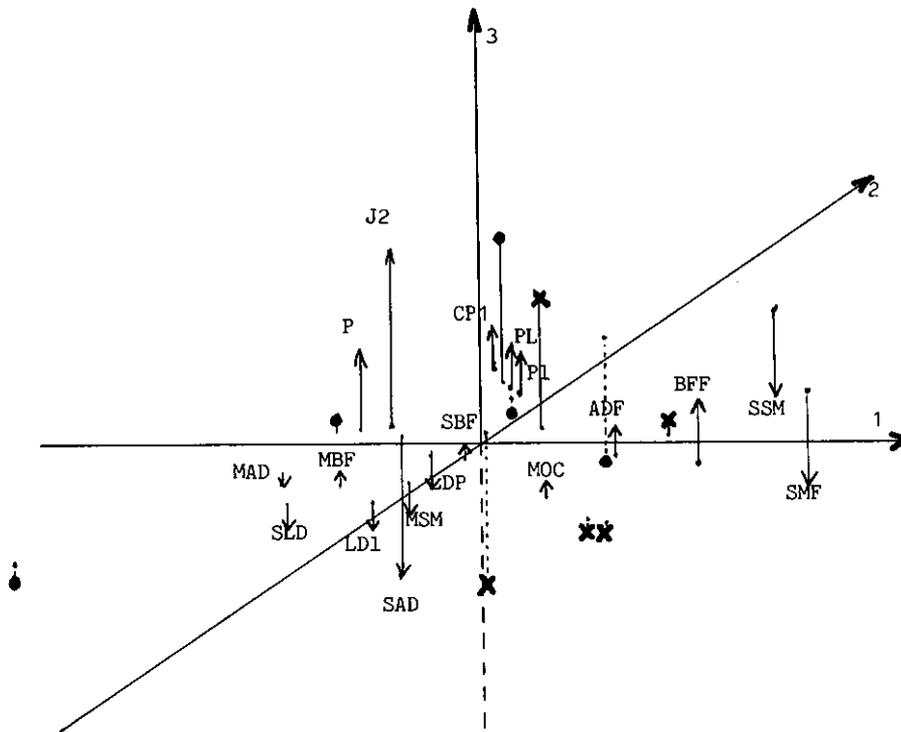
Lorsqu'on considère l'ensemble des variables physico-chimiques et certains caractères de composition et de conformation (rapports de charnure de la cuisse) on sépare facilement les deux groupes, ce qui confirme les résultats des analyses portant sur les seuls caractères morpho-anatomiques des deux groupes, et conduit à penser que les critères anatomiques et de conformation sont plus discriminants au niveau de l'ensemble des muscles que les seuls caractères physico-chimiques.

La séparation entre groupes est réalisée, pratiquement sur le seul axe 2, qui est déterminé par les oppositions existant entre Nps et les rapports de charnure.

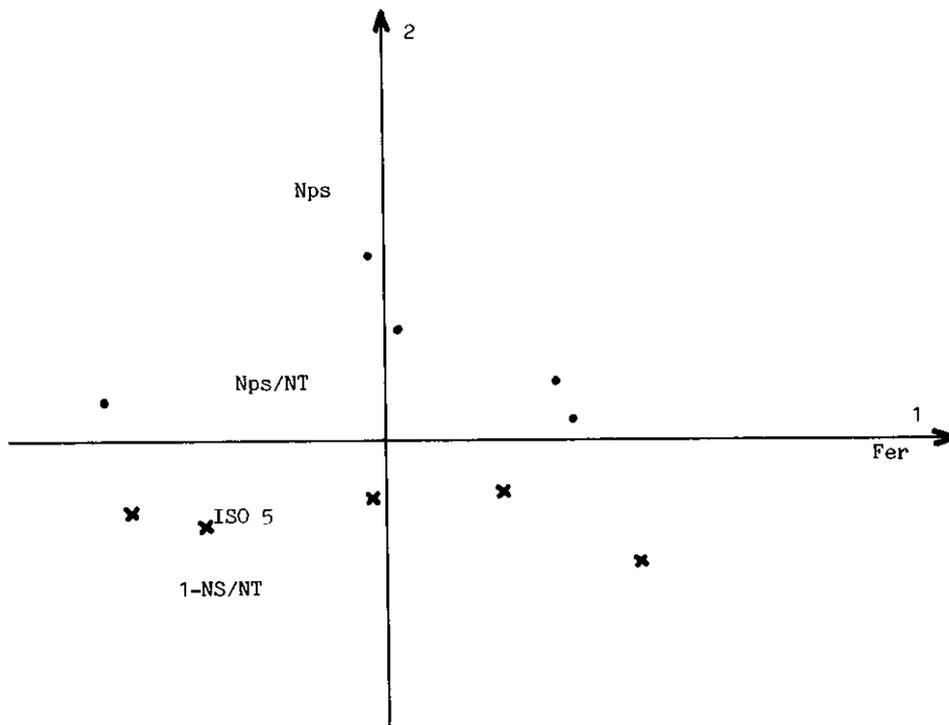
La séparation entre groupes est réalisée, pratiquement, sur le seul axe 2, qui est déterminé par les oppositions existant entre Nps et les rapports de charnure.

En ne considérant que les 5 variables de composition il n'est pas possible de discriminer les groupes dans le cas des muscles AD, BF et DM. Par contre la séparation entre groupes est faci-

**FIGURE 1**  
**REPRÉSENTATION SUIVANT TROIS AXES DES VARIABLES MORPHO-ANATOMIQUES**  
**ET DES INDIVIDUS DES DEUX GROUPES DE PORCS**  
**(ROND = HN, CROIX = HP)**



**FIGURE 2**  
**REPRÉSENTATION, SUIVANT LES DEUX PREMIERS AXES, DES CINQ VARIABLES**  
**DE COMPOSITION ET DES INDIVIDUS DES DEUX GROUPES DE PORCS (MUSCLE LDD)**  
**(ROND = HN, CROIX = HP)**



lement observé pour LDD et LDL avec un faible nombre de variables. Par exemple le couple ISO 5 et Nps assure la discrimination entre les deux groupes.

La prise en compte des variables pH et pouvoir de rétention d'eau en plus des variables précédentes permet la discrimination des 2 groupes au niveau de AD.

En considérant chacun des caractères physico-chimiques sur l'ensemble des muscles on peut, à partir de n'importe lequel de ces caractères, discriminer les deux groupes d'animaux.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

La séparation des deux groupes étudiés ici repose sur la sensibilité à l'halothane.

Il est clair d'après les résultats présentés qu'aussi bien en ce qui concerne la composition et la conformation des carcasses, qu'en ce qui concerne la composition des muscles et leurs caractères physico-chimiques, les porcs sensibles constituent un échantillon très hétérogène. Ceci implique que le caractère sensibilité qui est présenté comme un caractère de tout ou rien, pour ce qui est des réactions à l'halothane, s'exprime, par ailleurs, de manière très diversifiée selon le type propre de chaque individu. C'est la seule conclusion absolue qu'on puisse tirer de cette étude.

On doit noter aussi qu'il n'existe pas de différences significatives (par le test t de Student) entre les caractères physico-chimiques des muscles AD, BF et DM des deux groupes. Par conséquent il ne semble pas exister d'influence du caractère sensibilité à l'halothane sur la qualité de viande de ces trois muscles. La portée de la conclusion doit toutefois tenir compte de la faible taille de l'effectif sur lequel portent les comparaisons. Inversement les différences significatives entre groupes, pour LDL et LDD, doivent aussi être appréciées en considérant la faible importance des effectifs étudiés.

Quoiqu'il en soit il est intéressant de noter que les muscles LDL et LDD se distinguent des autres par l'effet marqué qu'y exerce la condition « sensibilité à l'halothane ».

Cette différence de composition entre groupes HP et HN se retrouve pour les divers caractères étudiés et sans qu'il existe, entre groupes, de différences morphoanatomiques à ce niveau musculaire. Pour les deux sites du muscle *Longissimus dorsi*, la surface de section absolue ou le rapport de la surface à la longueur de la carcasse sont les éléments objectifs de la variation de charnure existant d'un animal à l'autre. A cet égard les animaux des 2 groupes sont comparables entre eux pour les caractères anatomiques du *Longissimus dorsi* alors qu'ils sont totalement différents pour les caractères de charnure de la cuisse.

Dans ces conditions il n'est pas évident que la sensibilité à l'halothane affecte la qualité de la viande par le biais des effets de l'accroissement de la charnure sur les caractères physico-chimiques.

Il est net cependant que cette sensibilité musculaire paraît nettement déterminée dans le cas de LDD et de LDL par les variables ISO 5 et NpS.

Il est intéressant dès lors de considérer que les deux sites du LD se distinguent aussi, précisément, des autres muscles par des valeurs plus élevées d'ISO 5, qui traduisent une orientation vers des métabolismes glycolytiques.

On doit noter également comme très important le fait que la fonction discriminante permet la séparation des groupes à partir de l'ensemble des valeurs de chacune des variables physico-chimiques pour les 5 sites musculaires considérés. Même si, par muscle, les différences ne sont pas individuellement significatives, la sommation des effets entraîne un niveau d'écart significatif pour l'ensemble, ce qui, au vu des tendances révélées au tableau 2 pour chaque groupe

de variables conduit à supposer que la sensibilité à l'halothane oriente dans l'ensemble la composition des muscles vers une réduction du fer héminique, de l'azote protéique sarcoplasmique, et vers une augmentation de l'ISO 5 de la LDH et aussi vers un moindre pouvoir de rétention d'eau. L'effet de cette sensibilité peut être plus ou moins marqué intra animal selon le site musculaire et, pour un même site, selon les animaux.

## REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants à MM. OLLIVIER et SELIER de nous avoir fourni les animaux nécessaires à cette étude et communiqué les résultats des tests à l'halothane et à M. LEFEBVRE pour l'aide apportée dans le dépouillement des données.

Au niveau de notre laboratoire, cette étude a été réalisée avec la coopération de Melle HUDZIK et de Mme MERA pour l'obtention des résultats analytiques des caractères physico-chimiques et de MM. SCHMITT et PEROT pour l'obtention des données morpho-anatomiques.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOUSSET J., DUMONT B.L., OLLIVIER L., SELIER P., 1980. Comparative biochemical characteristics of muscles from halothane positive and halothane negative Pietrain boars. In "Porcine stress and meat quality", 236-242. Proceeding of the symposium held at Refsnes gods, Norway, Nov. 17-19, 1980. Froystein T., Slinde E., Standal N. (Éd). Agric. Food Res. Society. Norway.
- BOUSSET J., DUMONT B.L., 1983a. Journées Rech. Porcine en France, **15**, 225-232.
- BOUSSET J., DUMONT B.L., 1983b. Réun. Cherc. Viande. Paris 2-4 mars 1983. Viandes et Produits carnés N° spécial p. 71.
- CHEAH K.S., CHEAH A.M., CROSLAND A.R., CASEY J.C., WEBB A.J., 1984. Meat Sci., **10** (2), 117-130.
- DUMONT B.L., 1983. Journées Rech. Porcine en France, **15**, 233-238.
- DUMONT B.L., HUDZIK E., 1983a. Journées Rech. Porcine en France, **15**, 239-244.
- DUMONT B.L., HUDZIK E., 1983b. Journées Rech. Porcine en France, **15**, 219-224.
- LEFEBVRE J., 1976. Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles. 219 pp. Masson éd., Paris.
- MONIN G., SELIER P., OLLIVIER L., GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., 1981. Meat Sci., **5** (6), 413-423.