

NOTE SUR LES VARIATIONS ANATOMIQUES DES CARACTÉRISTIQUES QUALITATIVES DES VIANDES DE PORC.

B.L. DUMONT

Institut National de la Recherche Agronomique.
Laboratoire de Recherches sur la viande - 78350 JOUY-EN-JOSAS.

I - INTRODUCTION

La caractérisation de la production porcine doit prendre en compte à la fois des critères déterminant l'importance pondérale de la production et son efficacité et ceux qui concernent la nature même du produit et dont dépendent les possibilités d'utilisation par l'industrie de la viande. Les premiers critères que l'on peut, pour schématiser, qualifier de zootechniques, se traduisent, finalement, par quelques indices simples (comme le taux de fertilité des truies, la vitesse de croissance des porcelets, leur indice de consommation...) qui ont été largement utilisés jusqu'ici — et avec le succès que l'on sait — pour modifier le faciès de production et en améliorer la productivité.

Les possibilités d'utilisation des produits sont, de beaucoup, plus difficiles à définir et considérablement plus délicates à évaluer, spécialement quand on envisage, dans la composante d'utilisation, les caractéristiques qualitatives de la musculature. Leur estimation pose de nombreux problèmes qui jusqu'ici, ne paraissent pas avoir été suffisamment explorés. La focalisation des Journées de la Recherche Porcine 88 sur le thème de la qualité des produits offre une occasion d'aborder cette question en profondeur. La présente note veut à cet égard attirer l'attention sur les problèmes posés par la variation anatomique des caractéristiques qualitatives des viandes.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les résultats envisagés ici proviennent de trois essais (a,b,c). Les deux premiers (a et b) concernent des muscles provenant de porc femelles de trois races Landrace belge (LB), Landrace français (LF) et Piétrain (P), produits dans le cadre de l'action concertée sur la comparaison des races menées par SELLIER *et al* (1974). Leurs caractéristiques générales ont été rappelées dans un travail antérieur (DUMONT, 1974).

Le troisième essai (c) concerne des muscles provenant de porcs mâles de race Piétrain utilisés dans une étude sur l'influence de la sensibilité à l'halothane (BOUSSET et DUMONT, 1985).

Dans l'essai (a) impliquant 47 animaux de trois races (15, LB, 16 LF et 16 P) on a considéré le pH à 13 niveaux musculaires différents, le pouvoir de rétention d'eau à 9 niveaux et la force de cisaillement à 3 niveaux.

L'essai (b) a porté sur un sous-ensemble (N = 22) de la population considérée dans l'essai (a) (8 LB, 9 LF, 5 P) et a pris en compte la variabilité de la couleur de neuf muscles en envisageant pour chacun différents niveaux d'examen.

Les échantillons musculaires nécessaires à l'étude étaient obtenus après coupe des carcasses et dissection selon le protocole déjà décrit et les caractéristiques qualitatives mesurées selon les méthodes déjà définies (DUMONT 1974, DUMONT et ROY 1975) sur des tranches de muscles de 12 mm d'épaisseur obtenues aux différents niveaux musculaires suivants :

★ Essai a

1) Muscle *adductor* (AD), par section perpendiculaire à l'axe principal proximo-distal du muscle, la première coupe affectant la portion proximale du muscle à l'aplomb de sa surface médiale de contact avec celle du muscle *adductor* de l'autre côté.

2) Muscle *gluteobiceps* ou *biceps femoris* (BF), sur le muscle reposant sur sa face médiale, par coupe selon deux sections parallèles, la première étant réalisée transversalement dans le plan médian proximo-distal du muscle.

3) Muscle *psaos major* (PM) et muscle *rectus femoris* (RF) par section perpendiculaire à l'axe principal du muscle, dans sa partie médiane.

4) Muscle *semimembranosus* (STA, STB et STC) par section du muscle dans sa partie médiane, perpendiculairement à son axe proximo-distal pour SMA et par section, selon la même orientation, dans la partie proximale du muscle pour SMB.

5) Muscle *semitendinosus* (STA, STB et STC) par section, perpendiculairement à l'axe principal proximo-distal, dans la partie médiane (STA) et dans les parties proximale (STB) et distale (STC) du corps cylindrique du muscle.

★ Essai b

Pour la mesure de la couleur on a été amené à considérer dans chaque tranche la face proximale (face 1) et la face distale (face 2) et intraface différents niveaux :

— trois (a, b, c) pour les muscles BF, RF, SMA et SMB ; le niveau (b) correspond au centre de la tranche et les ni-

TABLEAU 1
MOYENNE ET ÉCART-TYPE DES CARACTÉRISTIQUES DES MUSCLES (ESSAI a)

Muscle	pH		Rétention d'eau (pertes par pression en % du poids initial)		Force de cisaillement (kg)		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
<i>Adductor</i>	6,00	0,35	15,64	4,14			
<i>Biceps femoris</i>	5,87	0,32	17,87	3,74	2,60	0,86	
<i>Psoas major</i>	5,82	0,22	16,33	3,94			
<i>Rectus femoris</i>	6,10	0,27	14,13	4,09			
<i>Semimembranosus</i>	A	5,75	0,26	21,20	3,71	1,89	0,58
	B	5,79	0,30	20,90	3,57		
<i>Semitendinosus</i>	A	6,16	0,35	15,98	4,56		
	B	6,14	0,36	17,63	4,75		
	C	6,18	0,36	15,28	4,05	3,08	0,98

veaux (a) et (c) sont localisés de part et d'autre de (b), le long du grand axe, allant de (c) vers (a), de la section crânio caudale ;

— deux (a et b) pour les niveaux STA, STB et STC, le niveau (a) correspond, dans la surface de section, au centre de la portion médiale, et le niveau (b) au centre de la portion latérale.

★ Essai c

Les niveaux ont été décrits par BOUSSET *et al* (1981).

Le traitement statistique a comporté le calcul des moyennes et des coefficients de variation des variables individuelles, du coefficient de corrélation entre variables de même nature et pour l'essai (c) le calcul du seuil de signification des différences pour chaque muscle des valeurs moyennes des mesures réalisées aux différents endroits (selon la face et le niveau).

On a calculé d'autre par les variables supplémentaires suivantes :

— pour chacun des caractères C_i (pH, rétention d'eau...) et pour chaque animal A_j et chaque muscle M_k , la somme $S_{C_iA_jM_k}$ des valeurs des variables C_i des autres muscles que M_k ; par animal on définit donc une série de n sommes S (S_1 à S_n) correspondant au nombre des muscles considérés dans l'essai, pour le caractère considéré ;

— la corrélation interanimaux entre la valeur, pour le muscle M_k , de la variable C_i et de la somme S_k ;

— la valeur du coefficient de variation (H) des valeurs des variables C_i pour chaque animal.

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux 1 à 3 indiquent les valeurs des moyennes et des écarts type des variables considérées dans les 3 essais ; les tableaux 5 à 7 présentent les valeurs des coefficients de corrélation entre variables et les tableaux 8 à 10 celles des coefficients de corrélation entre valeurs des variables du muscle M_k et celles des sommes S_k .

Les valeurs des tableaux 1 à 3 permettent de situer l'importance et la nature de la variabilité observée, dans les caractéristiques qualitatives des viandes.

Cette variabilité se situe à trois niveaux :

1) Pour un **caractère donné** et un **muscle donné** on observe une variabilité qui, compte-tenu des conditions comparables d'abattage (identiques au facteur date d'abattage près), peut être considérée comme très largement liée à l'aptitude des individus à extérioriser leur potentiel génétique, d'une part en matière d'expression des caractéristiques qualitatives musculaires et, d'autre part, dans leur capacité à subir l'épreuve de la mort (plus ou moins grande sensibilité métabolique ou physiologique à subir le stress de l'abattage, par exemple). Cette variabilité est plus ou moins marquée selon les caractères : assez faible pour le pH, elle est plus importante pour la couleur, la rétention d'eau et surtout pour la force de cisaillement.

La part qui revient, dans cette variabilité différentielle à la précision des méthodes de mesure de chaque caractère ne devrait pas être négligée : la détermination de son importance exacte ne peut toutefois pas être effectuée compte-tenu du caractère destructif des méthodes utilisées qui exclut toute possibilité de répétition des mesures (pour la rétention d'eau, la force de cisaillement).

L'amplitude de la variation s'explique, dans l'essai (a), par le choix de la population étudiée où coexistent des races de développement musculaire très différent et entre lesquelles les différences qualitatives qui en résultent sur la composition des viandes sont déjà bien connues. Dans l'essai (c) l'existence, intrarace, de deux types d'individus de sensibilité différentes à l'halothane introduit aussi une grande variabilité dans les caractéristiques qualitatives des viandes.

2) **Entre muscles** on observe des niveaux différents de qualité. Au niveau des moyennes, les écarts de variation relative entre maximum et minimum sont, dans l'essai (a), de 7,5, 50 et 63 pour 100 respectivement pour le pH, la rétention d'eau et la force de cisaillement ; dans l'essai (c) les écarts entre muscles sont très marqués pour la couleur (245,4 pour 100).

Par suite des écarts observés entre muscles, la viande se présente donc comme un produit très hétérogène.

3) **Intra muscle** on observe aussi de légères différences selon les niveaux observés. La mesure de la couleur par réflexion (essai b) se prête bien à l'analyse topographique de la varia-

TABLEAU 2
MOYENNE ET ÉCART-TYPE DES CARACTÉRISTIQUES
DES MUSCLES (essai b)

Muscle		Couleur	
		\bar{x}	s
<i>Adductor</i>			
face 1	Niveau a	645	80
	b	649	84
	c	675	95
face 2	Niveau a	641	86
	b	638	89
	c	686	87
<i>Biceps femoris</i>			
face 1	Niveau a	740	74
	b	725	74
	c	719	66
face 2	Niveau a	739	78
	b	722	75
	c	719	60
<i>Rectus femoris</i>			
face 1	Niveau a	616	66
	b	659	79
	c	748	66
face 2	Niveau a	581	85
	b	648	80
	c	746	63
<i>Semimembranosus</i>			
A) face 1	Niveau a	812	53
	b	776	64
	c	754	73
face 2	Niveau a	815	54
	b	783	61
	c	758	76
B) face 1	Niveau a	793	66
	b	756	75
	c	741	79
face 2	Niveau a	791	68
	b	756	76
	c	744	84
<i>Semitendinosus</i>			
A) face 1	Niveau a	616	66
	b	784	53
face 2	Niveau a	612	55
	b	769	51
B) face 1	Niveau a	631	65
	b	757	60
face 2	Niveau a	612	58
	b	770	63
C) face 1	Niveau a	624	63
	b	733	63
face 2	Niveau a	607	64
	b	723	66

tion de cette caractéristique. Les valeurs du tableau 2 permettent de situer, pour quelques muscles, l'amplitude de la variation constatée et de montrer les niveaux d'hétérogénéité. Le tableau 4 indique les différences significatives observées. A un même niveau les différences entre faces d'une même section ne sont pratiquement pas significatives mais entre niveaux d'une même face les différences sont la plupart du temps hautement significatives. L'exemple du muscle *Semitendinosus* considéré sur la longueur en 3 positions différentes met aussi en évidence un effet de la position (A, B, C) qui n'est pas le même selon le niveau d'examen dans la surface de section à chacune des positions.

TABLEAU 4
DIFFÉRENCES DE COULEUR SELON LES FACES,
LES NIVEAUX ET LES SECTIONS (essai b)

Muscles	• Comparaisons des sites					
	Face proximale			Face distale		
	a/b	b/c	a/c	a/b	b/c	a/c
AD	—	**	**	—	***	***
BF	**	—	***	*	—	—
RF	***	***	***	***	***	***
SMB	***	**	***	**	—	***
SMA	***	**	***	***	**	***
STA	***			***		
STB	***			***		
STC	***			***		

	• Comparaisons des sections (muscle <i>Semitendinosus</i>)	
	Niveau a	Niveau b
	STA/STB	—
STB/STC	—	*
STA/STC	—	***

— Différences non significatives (—).

— Différences significatives (* 5 % ; ** 1 % ; *** 1 %).

L'origine de la variabilité des caractères qualitatifs considérés dans cette étude a, pour une part, une base commune intra-animal. C'est l'hypothèse qu'on est conduit à formuler en examinant les valeurs des coefficients de corrélation entre variables des différents muscles (tableaux 5 à 7) et entre variables d'un muscle M_k et la somme des variables de même nature des autres muscles S_k (tableaux 8 à 10).

TABLEAU 3
MOYENNE ET ÉCART-TYPE
DES CARACTÉRISTIQUES DES MUSCLES (essai c)

	pH		Rétention d'eau (pertes par pression) % du poids initial		Fer héminique en $\mu\text{g/g}$	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
<i>Adductor</i>	5,78	0,10	17,24	2,86	6,43	1,91
<i>Biceps femoris</i>	5,67	0,05	19,56	2,83	6,26	1,63
<i>Longissimus dorsi</i> <i>p. thoracis</i>	5,49	0,08	18,36	2,68	2,62	0,97
<i>Longissimus dorsi</i> <i>p. lumborum</i>	5,51	0,08	18,22	2,41	3,21	0,97
<i>Semimembranosus</i>	5,56	0,07	17,58	2,07	4,49	1,59

TABLEAU 5
CORRÉLATIONS ($\times 100$) ENTRE MUSCLES POUR LE pH
ET LA RÉTENTION D'EAU (essai a)

AD	BF	PM	RF	SMA	SMB	STA	STB	STC
AD	92 74	64 40	76 44	91 66	94 79	89 70	85 70	86 71
	BF	68 39	77 45	91 76	94 77	84 54	82 57	84 49
		PM	67 51	58 30	68 23	54 25	46 19	52 29
			RF	69 44	77 40	62 33	55 29	59 27
				SMA	97 80	85 65	84 60	84 51
					SMB	84 72	81 69	83 66
						STA	98 83	98 80
							STB	98 89
								STC

Note - Dans chaque case figure la valeur du coefficient de corrélation entre muscles pour le pH (en haut et à gauche) et le pouvoir de rétention d'eau (en bas et à droite).

TABLEAU 6
VALEUR DES CORRÉLATIONS ($\times 100$) ENTRE MUSCLES
POUR LA COULEUR (essai b)

AD	BF	PM	RF	SMA	SMB	STA	STB	STC
AD	86	50	50	75	83	70	79	66
	BF			85	91	84	91	82
		PM	58		45			
			RF					
				SMA	93	69	81	80
					SMB	77	81	75
						STA	75	74
							STB	89
								STC

Note - Les coefficients de corrélation non significatifs (au seuil 5 %) ne sont pas mentionnés.

TABLEAU 7
VALEUR DES CORRÉLATIONS ($\times 100$)
ENTRE MUSCLES DE L'ESSAI c

AD	BF	LDD	LDL	SM
AD	— 73 88	— — 78	— — 77	83 72 95
	BF	— — —	— 62 —	— 81 79
		LDD	— 74 85	— 80 80
			LDL	— 78 76

Dans chaque case figurent les seules valeurs significatives (seuil 5 %) des corrélations concernant pour un couple de muscles respectivement, de haut en bas, le pH, la rétention d'eau et la couleur.

TABLEAU 8
CORRÉLATIONS ($\times 100$) ENTRE LES VALEURS DES VARIABLES
D'UN MUSCLE (K) ET CELLE DES SOMMES S_K (essai a)

	AD	BF	PM	RF	SMA	SMB	STA	STB	STC
Rétention d'eau	84	76	39	48	76	83	79	77	75
pH	95	94	64	73	92	94	93	89	91

TABLEAU 9
COEFFICIENT DE CORRÉLATION ($\times 100$) ENTRE LES VALEURS
DE LA COULEUR
D'UN MUSCLE K ET CELLE DES SOMMES S_K (essai b)

AD	BF	PS	RF	SMA	SMB	STA	STB	STC
87	92	48	42	83	90	78	86	80

TABLEAU 10
COEFFICIENT DE CORRÉLATION ($\times 100$) ENTRE LES
VALEURS DES VARIABLES D'UN MUSCLE (K)
ET CELLES DES SOMMES S_K (essai c).

	Muscles				
	AD	BF	LDD	LDL	SM
pH	27 ns	25 ns	11 ns	01 ns	55 ns
Rétention d'eau	70 ★	79 ★★	73 ★	76 ★★	92 ★★★
Couleur	98 ★★★	76 ★★	78 ★★	76 ★★	94 ★★★

★ Significatif seuil 5 pour 100
★★ Significatif seuil 1 pour 100
★★★ Significatif seuil 1 pour 100

AD : Adductor
BF : Biceps femoris
LDD : Longissimus dorsi, à la 14^e vertèbre dorsale
LDL : Longissimus dorsi, à la 3^e vertèbre lombaire
SM : Semimembranosus

Dans l'essai (a) par exemple, on voit ainsi qu'une part importante de la variation du pH d'un niveau musculaire donné est expliquée par la variation de celle des autres niveaux. Dans le cas de sites de prise localisés dans le même muscle (ex SMA et SMB ; STA, STB et STC) la variation est même presque strictement dépendante.

Pour un caractère donné, l'intensité de la liaison entre muscles est variable et pour certains muscles la part d'explication statistique corrélative est, même si elle est significative, limitée (cas du muscle PM ou RF dans les essais (b) et (c)).

L'intensité de liaison entre muscles varie aussi notablement selon les caractères.

La variabilité enregistrée pour les caractéristiques qualitatives entre muscles d'un même animal que nous illustrons ici est un fait d'expérience, bien connu, que l'on retrouve dans toutes les espèces et qui s'explique par les différences de composition et de structure accompagnant les différences de fonction et de fonctionnement des divers muscles. La fonctionnalité diverse des muscles repose en effet sur des différences dans les activités enzymatiques et contractiles qui, dans les différentes espèces, ont jusqu'ici encore été peu étudiées de façon systématique. Dans le cas du porc LABORDE *et al* (1985) ont toutefois déjà pu montrer — sur un ensemble de 30 muscles — des différences entre muscles dans l'activité glycolytique, ATPasique myofibrillaire et oxydative mitochondriales. Les différences de type métabolique des muscles permettent ainsi de les classer en grands groupes et

d'introduire entre eux une sorte de hiérarchie anatomique de fonctionnalité.

On peut supposer que le niveau atteint dans chacun des muscles d'un animal pour l'expression d'une variable qualitative donnée est en rapport avec cette hiérarchie qui représente un premier facteur — et probablement le facteur majeur — d'organisation de la variation de la qualité des muscles.

Au vu des résultats présentés ici on peut avancer que cette hiérarchie est, aussi, dépendante de facteurs spécifiques à chaque animal comme le suggèrent les valeurs des coefficients de corrélation entre variables ou entre variable et S_k , qui laissent place à une variabilité résiduelle notable entre individus.

Le même type de conclusion résulte de l'analyse de la variation des coefficients H traduisant la variation intra individu des caractères de chaque muscle (tableau 11). On voit nettement que pour chacun des trois caractères considérés la variation de H — variable selon les critères — présente pour chacun des caractères une forte amplitude de variation. Plus H est élevé pour un caractère donné et plus les muscles sont différents les uns des autres. L'analyse que l'on peut faire de ces différences entre individus dans l'essai (a) conduit à penser que dans chaque race la variabilité individuelle n'est pas semblable et que, tant pour le pH que pour la rétention d'eau, les sujets du lot de race P sont plus homogènes que les autres.

TABLEAU 11
VALEUR DES COEFFICIENTS DE VARIATION (H)
DES VARIABLES INTRANIMAL

		Essai a		Essai b		
		Rétention d'eau	pH	Couleur	Rétention d'eau	pH
Ensemble des animaux	x	21,10	3,55	8,23	19,69	4,05
	Min.	11,03	1,53	4,69	11,03	1,79
	Max.	42,00	5,89	14,93	28,15	5,89
Intrarace	LB x	23,05	3,76	8,30	21,41	4,33
	LF x	20,47	3,71	7,62	19,45	4,55
	P x	19,91	3,18	9,19	17,35	2,70

L'hétérogénéité — intraanimal — des caractéristiques des différents muscles est à certains égards un aspect gênant pour la technologie dans la mesure où elle entraîne des variations des niveaux de qualité des produits livrés au public sous des formes où la structure anatomique originale est conservée (cas des viandes fraîches, ou du jambon).

La réduction de l'hétérogénéité peut dès lors apparaître comme souhaitable et dans ce but il est donc nécessaire de développer les études sur la variation anatomique de la qualité dont les travaux présentés dans cette note ne sont qu'une simple — et mince — illustration.

La variation anatomique de la qualité doit prendre en compte la variation existant au sein de la musculature des caractéristiques qualitatives. L'approche de ce problème doit être envisagée par les techniques de l'anatomie topographique et permettre par des coupes transversales sériées des muscles d'en établir la structure et l'organisation spatiale.

En dehors de l'intérêt de ce genre d'étude sur le plan de la myologie fondamentale, les études de la variation anatomique des facteurs de qualité intramuscle et intermuscles doivent permettre, pratiquement, de définir les sites (décrits en terme de localisation anatomique précise par rapport à la morphologie du muscle, à ses rapports avec les autres muscles, ou par rapport à ses insertions) les plus représentatifs du niveau moyen de qualité d'un muscle donné et, par extension, de l'ensemble de la musculature d'une région donnée.

L'établissement d'index approprié devrait suivre la détection de ces sites. L'appréciation objective sérieuse de la composante « qualité de la musculature » dans l'estimation de la production porcine suppose que l'on puisse disposer — le plus rapidement possible — des définitions des sites à retenir pour envisager cette prise en compte. Ces sites devraient, à l'avenir, se substituer à "la" mesure de la qualité de viande effectuée au niveau de la carcasse le plus facilement accessible ou le moins coûteux d'accès.

CONCLUSION

L'hétérogénéité de la musculature est une donnée structurale que la production doit envisager de pouvoir contrôler, dans ses conséquences sur la variation de la qualité des viandes, de manière :

— d'une part à intervenir sur le niveau qualitatif moyen (et si possible l'améliorer),

— et d'autre part à réduire la variation individuelle intermuscles.

A cet effet, la recherche de base dans le domaine de l'anatomie musculaire fonctionnelle doit être considérablement développée pour permettre non seulement d'élucider l'importance des facteurs de production (sexe, type génétique...) sur l'hétérogénéité anatomique mais aussi de définir les sites anatomiques profonds les plus révélateurs du niveau qualitatif moyen de l'ensemble de la musculature.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUSSET J., DUMONT B.L., OLLIVIER L., SELLIER P., 1981. 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. (Ed). Agric. Food Res. Society. Norway.
- BOUSSET J., DUMONT B.L., 1985. Journées Rech. porcine en France, **17**, 47-54.
- DUMONT B.L., 1974. Journées Rech. porcine en France, **6**, 233-239.
- DUMONT B.L., ROY G., 1975. Journées Rech. porcine en France, **7**, 195-202.
- LABORDE D., TALMANT A., MONIN G., 1985. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 1985, **25** (4A), 619-628.
- SELLIER P., HOUIX Y., DESMOULIN B., HENRY Y., 1974. *Journ. Rech. porcine en France, Paris* **6**, 209-219.