

Cv 837

INTERRELATIONS ENTRE QUELQUES CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES DE MUSCLES DE PORCS PIÉTRAIN DE CONFORMATION DIFFÉRENTE

J. BOUSSET – B.L. DUMONT

I.N.R.A. – Laboratoire de Recherches sur la Viande – 78350 JOUY-EN-JOSAS

Le niveau des caractères physico-chimiques des muscles de porc détermine leur degré d'aptitude à l'emploi pour les divers types de fabrication pour lesquelles des spécifications particulières sont demandées en vue d'obtenir les produits les plus convenables en charcuterie-salaison (GIRARD, 1976).

A cet égard, la matière première que l'industrie trouve dans la production, présente une grande hétérogénéité, bien connue, qui a son origine dans la variation des caractères entre muscles (cf. e.g. MESLE et al, 1960) et pour un même type anatomique de muscle, dans la variation entre animaux, spécialement entre types génétiques différents (DUMONT, 1974).

En fait les causes profondes — au niveau des animaux — de cette hétérogénéité sont très mal établies, ce qui ne permet pas pour l'instant d'envisager de s'attaquer raisonnablement à sa réduction. L'étude des interrelations entre caractères devrait offrir une voie intéressante pour aborder ce problème. Des études sont actuellement menées dans ce sens dans notre laboratoire.

La présente note rapporte les résultats d'une étude effectuée sur ce thème en considérant les relations existant entre des caractères physico-chimiques liés à la composition et au métabolisme du muscle chez des porcs de même race (Piétrain) mais de conformation différente.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1) Animaux et échantillons considérés

On a considéré dix porcs mâles entiers de race Piétrain appartenant par moitié aux deux types de sensibilité au test de l'halothane. Ils étaient abattus en moyenne à l'âge de huit mois et demi et à un poids vif de 100 kg environ.

Le lendemain de l'abattage, sur carcasses refroidies, on a procédé à un ensemble de mesures de composition et de morphométrie décrites par ailleurs en détail (DUMONT, 1983). Sur une tranche de 4 cm d'épaisseur intéressant la totalité du membre postérieur dans sa partie la plus développée, on a prélevé des échantillons des muscles *Adductor* (AD), *Biceps femoris* (BF) et *Semimembranosus* (SM). Des échantillons du muscle *Longissimus dorsi* ont été aussi prélevés au niveau de la 14^{ème} vertèbre dorsale (LD_{D14}) et de la troisième vertèbre lombaire (LD_{L3}).

2) Techniques analytiques

Sur chaque échantillon de muscle on a mesuré :

- le pH (pH) ;
- le pouvoir de rétention d'eau (PRE) selon la méthode décrite par DUMONT (1974) ;
- la teneur en fer héminique (FER) selon HORNSEY (1956) ;
- la teneur en azote total (NT) selon KJELDAHL ;
- l'azote soluble (NS), l'azote protéique sarcoplasmique (Nps) selon la méthode décrite par BOUSSET (1980) ;
- le pourcentage des cinq isoenzymes de la lactico-déshydrogénase (LDH) déterminé après séparation par électrophorèse sur gel d'acrylamide d'un extrait aqueux du muscle au 1/10^{ème}.

3) Critères retenus dans l'analyse

Les critères retenus dans cette étude sont les suivants :

- la fréquence de l'isoenzyme 5 de la lactico-déshydrogénase (ISO 5) ;
- la teneur en fer héminique (FER) en $\mu\text{g/g}$;
- l'azote protéique sarcoplasmique (Nps) en g pour 100 g de produit frais ;
- le rapport Azote protéique sarcoplasmique/Azote total (Nps/NT) ;
- le rapport Azote total – Azote soluble/Azote total ($1 - \text{NS/NT}$) ;
- le pH ;
- la rétention d'eau (PRE) en pourcentage ;
- la masse, en g, de chacun des muscles AD, BF, SM ;
- le rapport de la masse de chaque muscle à la masse du fémur (F), (AD/F), (BF/F), (SM/F) ;
- la surface de section (cm^2) du muscle LD au niveau de la 14^{ème} vertèbre dorsale.

4) Analyse des données

Les données obtenues ont été analysées par analyses statistiques simples (moyenne, coefficient de variation, corrélation simple, test t) et par analyse multidimensionnelle en utilisant la méthode des données centrées (LEFEBVRE, 1976).

RÉSULTATS

a) Statistique simple

Le tableau 1 indique, pour chaque muscle la valeur moyenne et le coefficient de variation des valeurs des différents caractères biochimiques et biophysiques. A partir des valeurs moyennes, chaque muscle se caractérise par un profil biophysico-chimique spécifique. On voit ainsi que les deux échantillons du *Longissimus dorsi* sont très proches l'un de l'autre, et nettement différents de l'*Adductor* ou du *Biceps femoris* ; ces deux derniers muscles sont assez voisins, sauf pour le pouvoir de rétention d'eau, un peu plus faible dans le *Biceps femoris*. Le *Semimembranosus* occupe une position intermédiaire entre les 2 groupes AD et BF d'une part et LD₁₄ et LD₃ d'autre part ; il semble toutefois plus proche du LD.

Le tableau 2 qui indique la signification du niveau des différences entre muscles pour les divers caractères confirme la position relative de chacun d'eux.

TABEAU 1
VALEURS MOYENNES ET COEFFICIENTS DE VARIATION DES DIFFÉRENTES VARIABLES

Caractères	Adductor		Biceps femoris		Longissimus dorsi D 14		Longissimus dorsi L 3		Semimembranosus	
	\bar{X}	CV %	\bar{X}	CV %	\bar{X}	CV %	\bar{X}	CV %	\bar{X}	CV %
ISO 5 LDH	0,67	3,08	0,66	6,93	0,86	4,07	0,83	4,63	0,79	5,82
Teneur en fer héminique	6,43	29,72	6,26	26,02	2,62	37,09	3,21	30,10	4,49	35,44
Azote protéique sarcoplasmique (NpS)	0,86	12,83	0,79	13,88	0,96	16,70	0,90	18,36	0,92	19,30
<u>Azote protéique sarcoplasmique</u> Azote total (NpS/NT)	0,65	4,66	0,63	6,74	0,65	5,37	0,65	5,76	0,64	7,57
<u>Azote total – Azote soluble</u> Azote total (1 – NS/NT)	0,67	4,91	0,67	4,63	0,63	6,73	0,65	7,00	0,64	7,65
pH	5,68	1,78	5,67	0,86	5,49	1,45	5,51	1,53	5,56	1,22
Rétention d'eau	82,76	3,46	80,44	3,52	81,64	3,28	81,78	2,95	82,42	2,51

TABEAU 2
SEUIL DE SIGNIFICATION DES COMPARAISONS DE MOYENNES DES DIFFÉRENTS MUSCLES

Couple de muscles	Caractères						
	iso 5	Fer	Nps	Nps/NT	$1 - \frac{NS}{NT}$	pH	PRE
AD/BF							
AD/LDD14	***	***			*	***	
AD/LDL3	***	***				***	
AD/SM	*	***				**	
BF/LDD14	***	***	*		*	***	
BF/LDL3	***	***				***	
BF/SM	*	***	*			***	
LDD14/LDL3							
LDD14/SM	**	**				*	
LDL3/SM	*	*					

Seuil de signification : * : 5 % ** : 1 % *** : 1 %.

Le tableau 3 indique la valeur des coefficients de corrélation entre caractères intra-muscle.

TABLEAU 3
VALEUR DES COEFFICIENTS DE CORRÉLATIONS SIGNIFICATIFS

Muscles	Caractères	
BF	PRE/ISO 5	- 0,72 *
	PRE/Nps	+ 0,71 *
	PRE/(Nps/NT)	+ 0,75 *
AD	PRE/pH	+ 0,77 **
LDL3	pH/Nps	+ 0,68 *
	pH/(Nps/NT)	+ 0,71 *
	pH/(1 - NS/NT)	- 0,65 *
LD14	pH/Nps	+ 0,68 *

* : Seuil de signification : 5 %

** : Seuil de signification : 1 %.

b) Analyse multidimensionnelle

La figure 1 donne dans le cas du muscle SM un exemple de la localisation des variables physico-chimiques dans l'espace de projection défini par les trois premiers axes. L'axe 1 est déterminé par la teneur en fer héminique, l'axe 2 par les variables concernant la composition relative des protéines musculaires (protéines sarcoplasmiques/autres protéines) et l'axe 3 par l'importance de l'isoenzyme 5 de la LDH.

Le premier axe explique 71,1 % de la variation, le second axe, 26,1 et le troisième axe, 1,9. Dans ces conditions, l'étude de l'espace de projection des 3 premiers axes est suffisante pour procéder à une analyse pertinente des interrelations entre variables.

On peut voir qu'il existe ainsi des oppositions marquées entre la teneur en fer héminique et l'ensemble des autres variables, mais spécialement la variable 1 - NS/NT d'une part et l'importance de l'iso 5 de la LDH d'autre part.

Ces oppositions traduisent les relations existant dans l'orientation métabolique des fibres musculaires, où la teneur en fer héminique reflète le potentiel oxydatif du muscle, la variable 1 - NS/NT l'importance des protéines contractiles et l'iso 5 de la LDH le potentiel réducteur du muscle.

L'opposition sur l'axe 2 des variables 1 - NS/NT et Nps est une conséquence normale de la complémentarité de leur définition.

Les variables pH et PRE sont voisines et relativement proches du centre de projection.

Le même schéma général de projection se retrouve pour chacun des muscles pour lesquels les pourcentages de la variation expliquée par chaque axe sont voisins. Les trois premiers axes expliquent, selon les muscles, de 98,5 à 99,5 % de la variation. La similitude des schémas de projection amène à penser que quelle que soit l'orientation métabolique particulière à chacun des muscles, les interrelations entre variables sont les mêmes et traduisent donc, intramuscle, une règle de base de l'organisation musculaire au plan métabolique. Toutefois de légères différences existent d'un muscle à l'autre en ce qui concerne les positions relatives de l'iso 5 de la LDH et du pH et du pouvoir de rétention d'eau.

FIGURE 1
 REPRÉSENTATION SUIVANT 3 AXES DES VARIABLES PHYSICO-CHIMIQUES
 DU MUSCLE *SEMIMEMBRANOSUS*

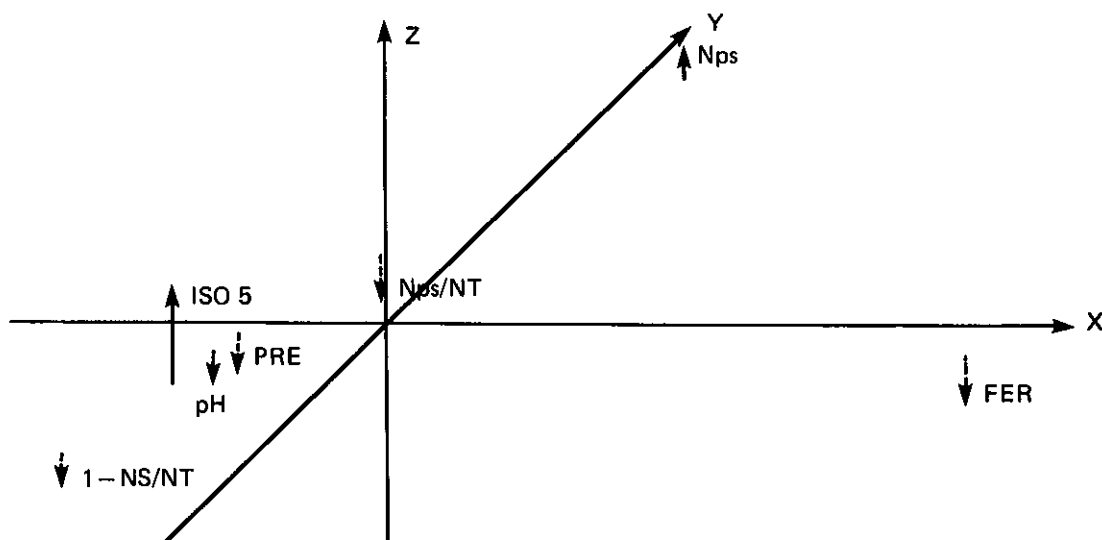
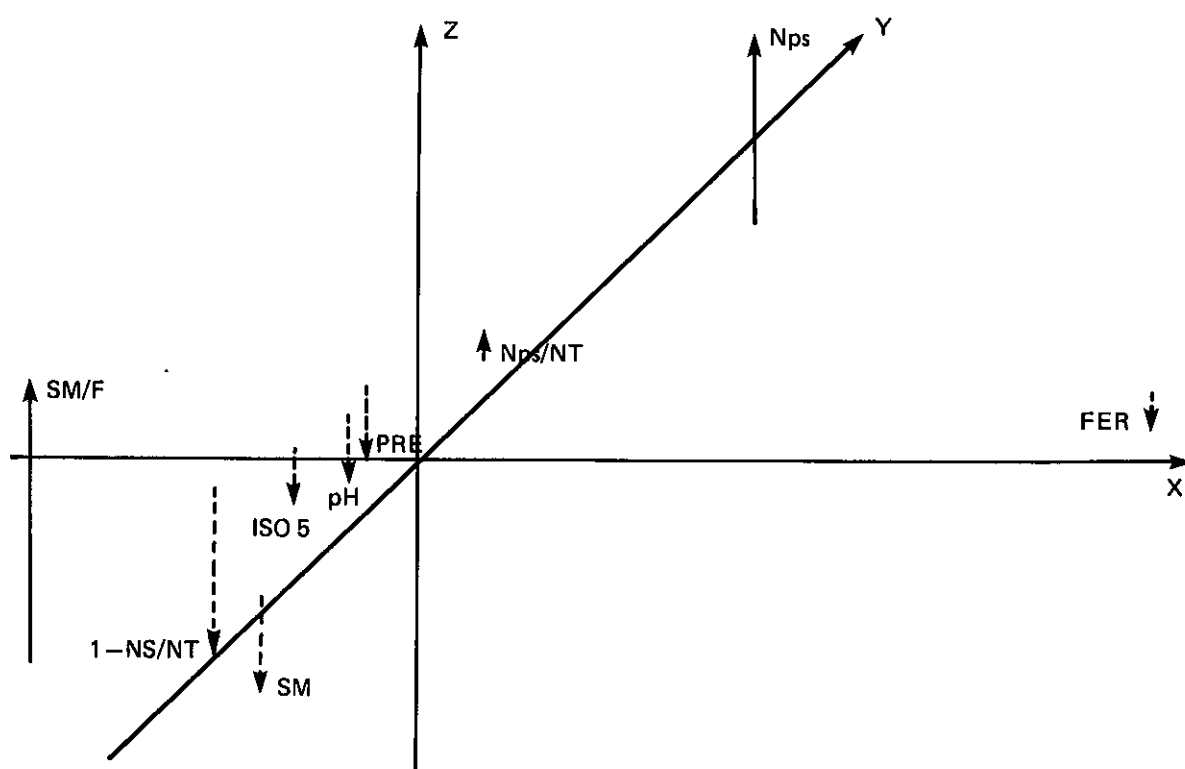


FIGURE 2
 REPRÉSENTATION SUIVANT 3 AXES DES VARIABLES PHYSICO-CHIMIQUES
 ET DE CONFORMATION DU MUSCLE *SEMIMEMBRANOSUS*



Si la situation observée pour le muscle SM se retrouve pour LDD14 et LDL3, les trois variables sont un peu plus éloignées chez BF et il n'y a pas chez AD d'opposition sur l'axe 3 entre l'iso 5 de la LDH et les 2 autres caractères.

L'introduction dans les projections de chacun des muscles des variables spécifiques de son développement (masse absolue, masse relative par rapport au fémur pour les muscles AD, BF et SM, surface de section au niveau de la quatorzième vertèbre dorsale pour LDD14) permet d'apprécier les conséquences des variations de développement – et par extension de la conformation – sur les interrelations décrites ci-dessus.

On distinguera bien dans les caractères de développement musculaire la masse absolue du muscle et sa masse relative par rapport au fémur. Cette dernière implique une notion de charnure, très liée à celle de conformation.

La figure 2 présente la localisation du nouvel ensemble de variables (caractères physico-chimiques + caractères de développement) dans le cas du muscle SM. On trouve la même disposition relative de la plupart des variables physico-chimiques. On voit aussi que les caractères de développement musculaire s'opposent au fer héminique et à la variable Nps.

Sur l'axe 3, masse absolue et masse relative s'opposent. La masse relative s'oppose à 1-NS/NT, à l'iso 5 de la LDH, au pH et au pouvoir de rétention d'eau. La situation est sensiblement la même pour les muscles BF et pour AD.

Dans le cas du LDD14, le caractère de conformation qu'est la surface de section s'oppose aussi au fer héminique sur l'axe 1, à l'iso 5 de la LDH et à 1-NS/NT et au pouvoir de rétention d'eau sur l'axe 3.

Globalement, les conséquences du développement musculaire relatif, caractéristique de la charnure et de la conformation, sont donc qualitativement les mêmes quels que soient les muscles et se traduisent par :

- une diminution de la teneur en fer héminique ;
- une diminution du pourcentage de l'iso 5 de la LDH ;
- une diminution du pH ;
- une diminution du pouvoir de rétention d'eau.

La relation inverse entre l'amélioration du développement relatif et 1-NS/NT est aussi bien établie.

Au plan biologique, les conséquences de ces oppositions peuvent s'interpréter comme étant la manifestation, lors de l'amélioration du développement musculaire relatif, d'une décroissance relative, dans l'ensemble des protéines, des protéines myofibrillaires et de structure et d'une orientation du muscle vers un métabolisme moins oxydatif.

Au plan technologique, les conséquences sont l'obtention de viandes plus pâles, à pH moins élevés et à pouvoir de rétention d'eau plus faible, caractères régulièrement rencontrés, en pratique, dans les viandes provenant de carcasses souvent bien conformées.

L'opposition existant entre masse absolue des muscles et charnure doit bien être soulignée. Elle pourrait indiquer qu'en terme d'amélioration de la qualité de viande via la composition des animaux, une nuance importante doit être faite entre la valeur de la masse absolue de la musculature et celle de sa masse relative, tenant compte de ses rapports avec les supports osseux.

A masse égale, le rapport de charnure (masse du muscle/masse du fémur) introduit en effet entre muscles l'important élément de différenciation qu'est la compacité propre et la conformation. Des études complémentaires devraient être faites sur des effectifs plus nombreux, dans les différentes races pour préciser l'influence propre de la variation réelle de développement musculaire sur les caractères physico-chimiques des viandes.

Intramuscle, les règles de variation de ceux-ci sont fixées, dans le cas de la race étudiée ici, de façon identique. On doit remarquer cependant que la règle d'organisation ne s'applique pas, absolument, entre muscles et que le niveau relatif des caractères peut donc y être légèrement différents pour chacun d'eux. Cette spécificité mérite d'être approfondie, en envisageant en particulier quel est sur elle l'effet des variations de développement musculaire.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec la collaboration technique de Mlle HUDZIK et de Mme MERA pour l'obtention des résultats analytiques et de MM. PEROT et SCHMITT pour l'obtention des données morphométriques.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUSSET J., 1980. Ann. Technol. agric., **29**, 437-446.
- DUMONT B.L., 1974. Journées Rech. porcine en France, **5**, 233-240.
- DUMONT B.L., 1983. Relations entre des caractères à signification de développement musculaire dans la carcasse de porc. Journées Rech. porcine en France, **15**, 233-238.
- GIRARD J.P., 1976. Qualités technologiques des matières premières viandes et gras entrant dans la constitution des produits charcutiers divisés : saucisson et pâte fine. In : « qualité des viandes de porc », p. 57, I.T.P. éd.
- HORNSEY H.C., 1956. J. Sci. Food Agric., **7**, 534-540.
- LEFEBVRE J., 1976. Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles. MASSON éd.
- MESLE L., CHARPENTIER J., GOUTEFONGEA R., DUMONT B.L., 1960. Note sur la variation des caractéristiques physico-chimiques de la musculature du membre postérieur du porc. VI meeting of Meat Research Institutes, UTRECHT August 29th - September 3th, 1960.