Interrelations entre quelques caractères physico-chimiques de muscles de carcasses de bovins de poids, de conformation et d'âge différents.

BOUSSET J., DUMONT B.L.

Laboratoire de Recherches sur la Viande de l'INRA
C.N.R.Z. F 78350 Jouy en Josas

La viande est un produit très hétérogène en raison notamment de la variation de sa composition chimique qui est influencée par les facteurs biologiques de production comme l'espèce ou l'âge (cf. Lawrie, 1979). La nature anatomique du muscle est connue aussi comme facteur de variation de la composition, par exemple pour la teneur en collagène (Dumont, 1982) ou la teneur en azote (Bousset et Dumont, 1984).

La variation individuelle propre à chaque type de composant rend difficile l'analyse des interrelations entre constituants dont dépend , en définitive, le niveau de qualité de chaque type de viande, tant du point de vue nutritionnel que du point de vue organoleptique. Pour cette raison nos connaissances dans ce domaine sont encore actuellement très limitées, si l'on excepte celles qui concernent les relations deux à deux entre composants chimiques majeurs - eau et lipides par exemple - cf e.g. Pusztai et al, 1983)

Dans le cas du porc, nous avons montré grâce à l'emploi d'analyses multidimensionnelles qu'au travers des variations de chaque composant il existait intra muscle, entre ces composants, des interrelations systématiques qui paraissent régler l'organisation biochimique des muscles - au plan des grands équilibres de composition - et qui sont eux-mêmes influencés par les variations de conformation des animaux (Bousset et Dumont, 1983).

Le présent travail rapporte ici les résultats d'une étude de même nature effectuée sur les mêmes muscles dans le cas de carcasses de bovins de différents types commerciaux.

Matériel et méthodes

1) Animaux et échantillons considérés. Techniques analytiques.

On a considéré cinq niveaux musculaires différents. Pour les muscles *Adductor* (AD), *Biceps femoris* (BF) et *Semimembranosus* (SM) les échantillons nécessaires aux analyses ont été prélevés sur une tranche correspondant à la partie médiane du muscle. Pour le muscle *Longissimus dorsi* on a prélevé les échantillons au niveau de la troisième vertèbre lombaire (LDL) et au niveau thoracique, entre la dixième et la onzième vertèbre thoracique (LDT).

Les animaux nécessaires à cette étude ont été abattus au CRZV de Theix, dans l'abattoir de la Station de recherche sur la viande de l'INRA et refroidis de manière à éviter tout phénomène de cryochoc (cold shortening). Le lendemain de l'abattage les carcasses étaient disséquées et les muscles nécessaires prélevés et maintenus, à partir de là,au froid (0°C) jusqu'à prélèvement des échantillons qui eurent lieu, selon les muscles, 3 à 4 jours *post-mortem*. Chaque tranche de muscle, de 5 cm d'épaisseur environ, était complètement débarrassée par parage manuel de l'épimysium et des graisses périmusculaires, puis coupée en cubes de 2 X 2 X 2 cm environ qui furent broyés , dans des conditions standard, dans un cutter de laboratoire (Robot coupe) pour obtenir une pâte fine et homogène, à partir de laquelle les quantités nécessaires aux différentes déterminations chimiques étaient prélevées pour analyse ultérieure, sur produit frais ou congelé à - 30°C. On a déterminé sur frais la teneur en fer héminique (Fer) selon HORNSEY (1956) et sur congelé et après décongélation le pH, la teneur en azote total (Nt) selon KJELDAHL, l'azote soluble (Ns) et l'azote sarcoplasmique (Nps) selon la méthode décrite par BOUSSET (1980), le pourcentage des 5 isoenzymes de la lacticodeshydrogénase déterminé après séparation par électrophorèse sur gel d'acrylamide d'un extrait aqueux de muscle au 1/10ème.

Les échantillons provenaient de dix carcasses de bovins, choisies pour représenter un échantillon de la variabilité rencontrée, sur le marché français, en matière de sexe, d'âge, de poids d'abattage et de conformation. Le poids de carcasse était de 316,2 ± 66,9 Kg, l'âge estimé par les caractéristiques dentaires, selon BRAZAL et al (1971) de 51,2 ± 23,7 mois et la note de conformation (appréciée selon la méthode de la F.E.Z. -DUMONT et al (1975) de 9,1 ± 3,3.

2) Critères retenus dans l'étude

Les critères retenus dans cette étude sont les suivants :

- la fréquence de l'isoenzyme 5 de la lacticodeshydrogénase (ISO 5)
- la teneur en fer héminique (Fer) en µg/g
- l'azote protéique sarcoplasmique (Nps) en g/100 g de produit frais
- le rapport Azote protéique sarcoplasmique/Azote total (Nps/Nt)
- le rapport Azote protéique sarcoplasmique/Azote soluble (Nps/Ns)
- le rapport Azote total-Azote soluble/Azote total (1 - Ns/Nt)
- le pH
- le poids de carcasse, l'âge et la note de conformation

3) Analyse des données

Les données obtenues ont été analysées par analyses statistiques simples et par analyses multidimensionnelles, en utilisant la méthode des données centrées (LEFEBVRE, 1976). (Pour chaque muscle,trois analyses multidimensionnelles (A, B, C) ont été réalisées (A = 7 variables de composition ; B = 7 variables de composition + note de conformation ; C = ensemble des variables de composition + poids, conformation et âge).

Résultats

Le tableau 1 indique, pour chaque site musculaire, la valeur moyenne et le coefficient de variation des valeurs des différents caractères. Selon les muscles, ceux-ci n'ont pas le même niveau et l'on peut, en tenant compte de l'ensemble des septs critères biochimiques retenus, définir chaque site musculaire par un profil spécifique. Il apparait ainsi que les deux sites du *M. Longissimus dorsi* LDL et LDT) sont proches l'un de l'autre et nettement différents des trois autres, qui se distinguent cependant entre eux par plusieurs des caractères envisagés (ISO 5, Fer, Nps).

TABLEAU 1

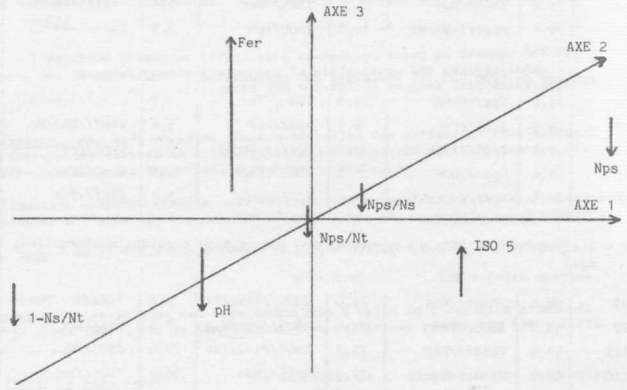
Moyennes et coefficients de variation des caractères de composition

Muscles	AD		BF		LDL		LDT		SM	
Caractères	X	CV	X	CV	X	CV	X	CV	X	CV
pH	5,84	1,9	5,83	1,3	5,79	1,3	5,83	1,3	5,80	1,4
Iso5	0,565	9,2	0,493	15,0	0,551	11,0	0,568	10,7	0,629	10,5
Fer	20,2	18,7	19,3	19,8	16,3	21,2	15,9	22,9	18,1	19,4
Nps	0,404	10,8	0,455	6,1	0,536	9,7	0,531	11,4	0,458	26,3
Nps/Nt	0,112	10,4	0,134	7,9	0,152	10,7	0,149	11,7	0,128	26,2
1 - Ns/Nt	0,776	2,6	0,747	1,7	0,732	2,6	0,734	2,9	0,754	4,4
Nps/Ns	0,500	3,2	0,528	4,4	0,565	4,4	0,559	16,1	0,509	3,2

Les coefficients de variation entre animaux sont d'importance différente selon les caractères, mais ils diffèrent aussi notablement d'un muscle à l'autre pour la plupart des caractères et notamment pour Nps (et les rapports qui lui sont associés Nps/Nt et Nps/Ns). La figure 1 donne un exemple des analyses multidimensionnelles du type A et montre dans le cas du muscle (LDL) la localisation des sept variables biochimiques dans l'espace de projection défini par les trois premiers axes, qui expliquent dans leur ensemble 98,3 pour 100 de la variation enregistrée. On voit que sur l'axe 1 (51,3 pour 100 d'explication) les variables ISO 5 et 1 - Ns/Nt sont opposées alors que sur l'axe 2 (35,3 pour 100 d'explication), les variables les plus discriminantes sont ISO 5 et Nps et sur l'axe 3 (11,7 pour 100 d'explication) Fer et pH.

Pour les cinq sites musculaires étudiés le pourcentage de variation expliqué est du même ordre de grandeur, comme l'indique le tableau 2A qui précise, pour chaque muscle et chaque axe les variables les plus discriminantes et le pourcentage d'explication apporté par chaque axe.

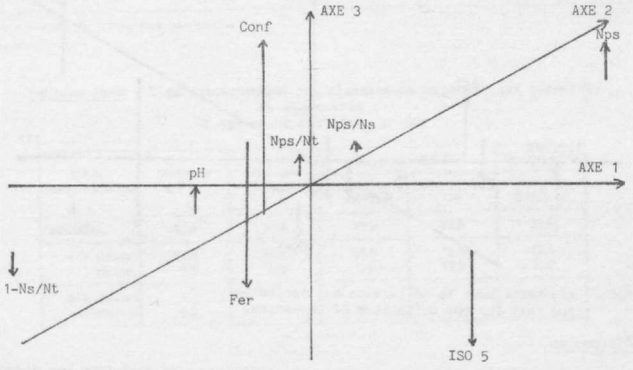
Figure 1
Projection des 7 variables de *Longissimus dorsi* (LDL)
Projection on 3 axes of the 7 variables of *Longissimus dorsi* (LDL)



Note : cf. texte pour la définition des variables
see text for the definition of variables

La figure 2 montre pour le muscle LDL un exemple des analyses multidimensionnelles du type B et précise la localisation des 7 variables de composition et de la note de conformation dans l'espace défini par les trois premiers axes. Sur l'axe 1 (44,6 pour 100 de la variation) les variables les plus discriminantes sont ISO 5 et 1 - Ns/Nt et sur l'axe 2 (31,1 pour 100 d'explication) Nps et 1 - Ns/Nt et sur l'axe 3 (20,2 pour 100 d'explication) conformation et Fer. Le tableau 2B indique pour chaque muscle et chaque axe les variables les plus discriminantes et le pourcentage d'explication apporté par chaque axe.

Figure 2
Projection des 8 variables du *Longissimus dorsi* LDL)
Projection on 3 axes of 8 variables of *Longissimus dorsi* (LDL)



Note : cf. texte pour la définition des variables
see text for the definition of variables

La figure 3 montre pour le muscle LDL un exemple des analyses multidimensionnelles du type C et précise la localisation des 7 variables biochimiques et des 3 variables de carcasses (poids, conformation, âge) dans l'espace de projection défini par les trois premiers axes, qui expliquent, dans leur ensemble, 93 pour 100 de la variation enregistrée. Sur l'axe 1 (50,8 pour 100 d'explication) les variables Poids et Fer sont opposées, alors que les variables les plus discriminantes sont sur l'axe 2 (25,9 pour 100 d'explication) ISO 5 et Nps et sur l'axe 3 (16,3 pour 100 d'explication) ISO 5 et poids.

Le tableau 2C indique pour chaque muscle et chaque axe les variables les plus discriminantes et le pourcentage d'explication apporté par chaque axe. Il faut ajouter que dans chacun des muscles on a noté une proximité relative des projections de l'âge et de la teneur en Fer, plus ou moins marquée quand on passe de SM à AD et BF,à LDT et enfin à LDL.

TABLEAU 2

Paramètres des projections des analyses multidimensionnelles

Muscles	Axes de Projection					
	Axe 1 de projection		Axe 2 de projection		Axe 3 de projection	
	%	var - dis	%	var - dis	%	var - dis
A - Analyse de type "A" (7 variables de composition)						
AD	52,2	ISO5//1-Ns/Nt	37,4	ISO5//Fer	7,3	Fer//Nps
BF	75,3	ISO5//Fer	16,7	Nps//Fer	4,9	Fer//1-Ns/Nt
LDL	51,3	ISO5//1-Ns/Nt	35,3	ISO5//Nps	11,7	Fer//pH
LDT	54,5	ISO5//Nps	35,0	ISO5//Fer	9,4	Fer//1-Ns/Nt
SM	79,6	Nps//1-Ns/Nt	16,0	ISO5//pH	3,9	Fer//1-Ns/Nt
B - Analyse de type "B" (7 variables de composition + conformation)						
AD	49,6	Nps//Conf	33,3	ISO5//Fer	9,9	Conf//1-Ns/Nt
BF	69,8	ISO5//Fer	18,7	Nps//Fer	5,6	Conf//Nps/Ns
LDL	44,6	ISO5//1-Ns/Nt	31,1	Nps//1-Ns/Nt	20,2	Conf//Fer
LDT	51,6	Nps//ISO5	31,9	ISO5//Fer	12,3	Conf//Fer
SM	78,5	Nps//1-Ns/Nt	14,4	ISO5//pH	5,1	Conf//Fer
C - Analyse de type "C" (7 variables de composition + poids, conformation, âge)						
AD	58,7	Poids//Nps	24,0	ISO5//1-Ns/Nt	9,2	1-Ns/Nt//Poids
BF	53,7	ISO5//Fer	32,7	ISO5//Poids	7,5	Nps//Age
LDL	51,5	Poids//Fer	23,2	ISO5//1-Ns/Nt	20,0	ISO5//Nps
LDT	50,8	Poids//Fer	25,9	ISO5//Nps	16,3	ISO5//Poids
SM	75,6	Poids//Nps	12,3	ISO5//Poids	9,0	Fer//Poids

% = pour cent d'explication de la variabilité

var - dis = Variables les plus discriminantes

TABLEAU 3

Amplitude de la variation enregistrée sur l'ensemble de la population étudiée. (5 sites musculaires X 10 animaux).

	ISO 5	Fer	Nps	Nps/Ns	Nps/Nt	1-Ns/Nt	pH
mini.	0,375	9,9	0,201	0,317	0,057	0,699	5,69
maxi.	0,728	25,2	0,609	0,598	0,173	0,830	6,04

On a déjà trouvé une situation du même ordre chez le porc, avec ces mêmes muscles (BOUSSET et DUMONT, 1983). L'équilibre entre les trois variables Fer, Nps et ISO 5 parait donc être une règle d'organisation de la composition biochimique musculaire générale puisqu'on la retrouve dans différents muscles de différents types d'animaux, quelle que soit, par ailleurs, l'orientation métabolique particulière de chaque muscle reflétée par le niveau de ses composants de base. L'association de chacun des composants à une voie métabolique particulière (Nps et ISO 5 au métabolisme anaérobie et Fer au métabolisme oxydatif) identifie une partie de l'équilibre mis ici en évidence (et peut expliquer spécialement les oppositions Fer // ISO 5 et Fer // Nps). L'opposition entre ISO 5 et Nps nous est, pour l'instant, plus difficile à comprendre.

L'influence de la conformation sur la variabilité de la composition est plus ou moins marquée selon les muscles et n'apparait, en fait, comme déterminante que pour AD où elle est totalement sur l'axe 1 opposée à Nps et aussi pour SM où l'opposition avec Nps est également nette. L'opposition entre la conformation et le fer est très différemment marquée selon les muscles. Elle apparaît sur l'axe 1 et surtout l'axe 3 pour LDT, sur l'axe 2 pour AD et BF et l'axe 3 pour LDL et SM. L'effet dépressif de la conformation sur la teneur en fer est donc beaucoup moins net dans le matériel animal étudié ici qu'avec les porcins de différentes conformations (étudiés par BOUSSET et DUMONT ,1983) qui étaient un matériel très homogène en ce qui concerne la race, le sexe, le poids de carcasse, ce qui n'est pas le cas ici avec l'échantillon volontairement hétérogène retenu pour l'étude.

La prise en compte des autres caractères des animaux pour expliquer la variabilité révèle que le poids et l'âge influence plus la composition que ne le fait la conformation.

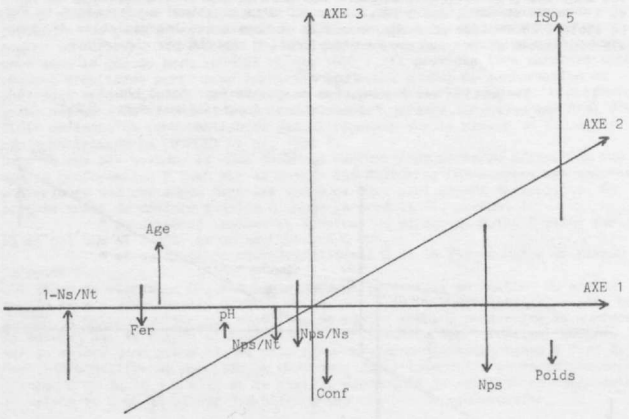
En ce qui concerne l'âge, mise à part la proximité régulière avec Fer, il ne paraît pas possible de lui assigner d'autre effet de position systèmatique. On notera toutefois que la variable poids est régulièrement très opposée à la variable âge dans toutes les projections sauf celle de SM. Ceci rend difficile l'explication de l'opposition Poids//Fer qui apparait nettement pour LDL, LDT, BF et AD et qui, du point de vue de ses conséquences au plan des orientations métaboliques des muscles, ne permet pas d'envisager exactement les mêmes conclusions que celles que suggèrent en faveur d'une tendance à l'orientation métabolique oxydative l'opposition Poids//Nps qui est très nette pour AD et SM et moindre pour LDT et BF où elle ne se manifeste essentiellement qu'au niveau de l'axe 3, ou l'opposition Poids// ISO 5 qui se révèle sur l'axe 2 pour LDL, BF et SM et sur l'axe 3 pour LDT et AD.

Quoi qu'il en soit il apparait nettement que la composition des muscles étudiés ici est donc très inégalement affectée par les effets probables des caractères de définition des carcasses que sont le poids de carcasse, le niveau de sa conformation et l'âge des animaux.

Figure 3

Projection des 10 variables du *Longissimus dorsi* (LDL)

Projection on 3 axes of the 10 variables of *Longissimus dorsi* (LDL)



Note : cf. texte pour la définition des variables
see text for the definition of variables.

Discussion

La variabilité selon les muscles, des coefficients de variation des divers caractères amène à conclure que la composition des différents muscles est très inégalement influencée par les facteurs généraux qui définissent les animaux, comme l'âge, le poids de carcasse et la conformation.

Les différences de niveau, d'un muscle à l'autre, et la variation constatée entre animaux, pour un muscle et un caractère donnés conduisent à trouver une très grande hétérogénéité dans la population que l'on peut définir en regroupant l'ensemble des échantillons. Cet ensemble (cf tableau 3) est un exemple de l'amplitude de variation détectable dans la "viande" livrée au public même en ne considérant qu'un nombre limité de muscles et d'animaux. L'importance relative de chacun des caractères de composition dans l'explication de la variabilité de la composition de chaque type de muscles des différentes carcasses est différente, d'un muscle à l'autre. ISO 5 est déterminant pour AD, BF, LDL et LDT alors que pour SM c'est Nps qui discrimine le mieux les animaux. Quels que soient les muscles on a retrouvé une opposition marquée dans la variation de certains caractères et en particulier entre ISO 5 et Nps et entre Nps et 1 - Ns/Nt. Dans l'espace de projection des trois premiers axes on a noté, pour tous les muscles, des oppositions réciproques entre chacun des éléments du triplet ISO 5, Fer et Nps et aussi entre chacun des éléments du triplet Nps, ISO 5 et 1 - Ns/Nt.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'ATP INRA n° 4148. Il a été réalisé avec la coopération d'Eléonore HUDZIK, Marie-Thérèse MERA et Olivier SCHMITT.

Bibliographie

BOUSSET J.,
1980 - Protéolyse durant la conservation à 22°C, après irradiation gamma, de muscles d'animaux axéniques (Ratus Ratus) avec ou sans addition de nitrites et de nitrates.
Ann. Technol. agric., 29 (3), 437-446.

BOUSSET J., DUMONT B.L.,
1983 - Interaction entre quelques caractères physico-chimiques de muscles de porcs Piétrain de conformation différente.
Journées Recherche porcine en France. 15, 225-232.

BOUSSET J., DUMONT B.L.
1984 - Teneur en azote des muscles du boeuf.
30th European Meeting of Meat Research Workers Bristol. 9-14 sept.

BRAZAL-GARCIA T., ROY G., DUMONT B.L.
1971 - Evolution des incisives chez les bovins.
Rev. Elev. Méd. Vet. Pays tropicaux . 24 (1) 53-68.

DUMONT B.L., LE GUELTE P., SORNAY J.
1975 - Le jugement de la conformation des carcasses de bovins.
Technipel édit. Paris, 26 pp.

DUMONT B.L.,
1982 - Variation de la teneur en collagène des muscles de bovins et conséquences sur la qualité des produits qui en résultent.
28th Eur. meet. meat res. Workers Madrid . Sept 5-10,9.05,(2) 402-405.

HORNSEY H.C.
1956 - The colour of the cooked cured pork I - Estimation of the nitric oxide haem pigments.
J. Sci. Food Agric. 7, 534-540.

LAWRIE R.A.
1979 - Meat science. 3rd ed. (Pergamon international library) p. p. 451.

LEFEBVRE J.
1976 - Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles.
Masson ed.

PUSZTAI K., CSIBA A., KORMENDY L.
1983 - Zusamenhang zwischen dem Wasser,Fett- und Eiweissgehalt des Rindfleisches aufgrund von Massenuntersuchungen.
29th European congress of meat researcher workers . Parma 29 Aug. - 2 sept. 1, 83-94.