

COMPOSITION BIOCHIMIQUE ET TENDRETE DE LA VIANDE DE BOEUF<sup>1</sup>

par

G. Masson<sup>2</sup> et J.R. Moreau<sup>3</sup>

- 1 Recherche poursuivie au Département des Vivres, Université Laval, supportée par le ministère de l'Agriculture du Canada.
- 2 Boursier du ministère de l'Agriculture du Québec.
- 3 Département de Génie chimique, Université Laval.

R E S U M E

L'on a comparé cinq muscles de viande provenant de vaches laitières au point de vue composition protéique et tendreté. Dans les muscles dorsaux, psoas major fut toujours plus tendre que l. dorsi. Ceci s'avère encore plus vrai si on le compare avec les muscles de la ronde (semimembranosus, semitendinosus et biceps femoris).

La teneur en protéines myofibrillaires sur une base de muscle frais semble être relativement constante dans tous les muscles étudiés. Toutefois, le rapport protéines myofibrillaires/protéines est plus élevé dans le psoas major que dans le l. dorsi.

La solubilité des protéines myofibrillaires dans le tampon Weber-Edsall (actomyosine) semble diminuer avec la dureté de la viande.

Le rapport collagène/protéines myofibrillaires semble augmenter avec la dureté de la viande et semble toujours être un bon indice de la tendreté dans différents muscles d'un même animal. Ce rapport ne semble pas avoir été utilisé jusqu'à maintenant.

Le rapport collagène/protéines totales est aussi en corrélation avec la tendreté.

### Introduction

La tendreté est une des principales qualités organoleptiques de la viande de boeuf. Plusieurs études ont démontré que la tendreté de la viande est en relation avec la nature des protéines des muscles constituant les différentes coupes de viande. McIntosh (1961), Hegarty et al. (1963), Ritchey et al. (1963), Herring et al. (1965), Aberle et al. (1966), Weindermann et al. (1967) ont surtout oeuvré dans ce domaine. Après l'abattage, la tendreté des différentes coupes de viande subit des fluctuations causées par différents processus qui agissent directement ou indirectement sur le comportement et la composition protéique des composants du muscle de boeuf (Herring et al., 1965; McIntosh, 1967; Davey et al., 1968).

Cependant, très peu de recherche a porté sur la tendreté de la viande provenant de vaches laitières; de plus, très peu d'études ont couvert les relations entre la tendreté de la viande et la proportion tissus conjonctifs/protéines myofibrillaires. Ces deux aspects constituent l'objectif principal de notre recherche.



### Matériel et méthode

On a choisi, pour les expériences, de la viande de catégorie brune, de classe 5, obtenue environ cinq jours après l'abattage.

On analysa les muscles dorsaux psoas major (P.M.), longissimus dorsi (L.D.) et les muscles de la ronde semitendinosus (S.T.), semimembranosus (S.M.) et biceps femoris (B.F.) (Tableau I).

Les muscles comparés provenaient de la même carcasse. Ces comparaisons furent effectuées principalement entre le psoas major donnant une viande presque toujours tendre et les autres muscles donnant normalement une viande coriace, aux grades sous étude.

Au laboratoire, les muscles furent divisés en portions et, dans chacune de ces portions, des échantillons voisins furent prélevés pour les différentes analyses.

La tendreté fut évaluée par un jury de cinq juges expérimentés sur des steaks de trois quarts de pouce d'épaisseur cuits à un degré medium, et ceci, dans les 36 heures après l'arrivée des échantillons. L'échelle de gradation employée fut de 1 (très tendre) à 7 (très dur). L'évaluation de la force de cisaillement fut effectuée sur des tiges d'un pouce de diamètre prélevées de façon perpendiculaire à même les steaks après cuisson, au moyen d'un appareil Warner-Bratzler.

Les portions pour l'analyse chimique furent congelées à l'azote liquide, broyées en poudre fine et conservées à  $-40^{\circ}$  F pour l'analyse, trois ou quatre jours plus tard.

L'analyse des différentes fractions protéiques fut inspirée des méthodes décrites par Hegarty et al. (1963). Plus spécifiquement pour l'élastine et le collagène, on a suivi les méthodes décrites par Hill (1966) et Vognaraná et al. (1968). La figure 1 donne le schéma des analyses chimiques et le tableau II représente les opérations mathématiques nécessaires à l'obtention des résultats.

Les données furent soumises à des analyses statistiques, principalement selon la méthode de comparaison multiple de Duncan (Duncan, 1955).

#### Données et résultats

Ce rapport couvre principalement les données obtenues avec les muscles dorsaux (psoas major et l. dorsi), mais on fait quelquefois référence aux muscles de la ronde (semimembranosus, semitendinosus et biceps femoris).

La tendreté de la viande obtenue par la méthode organoleptique et au moyen de l'appareil Warner-Bratzler montra une différence très significative ( $P < 0.01$ ) entre le muscle psoas major et le l. dorsi et les muscles de la ronde. Le psoas major fut toujours trouvé tendre.

Une comparaison approfondie entre les deux muscles dorsaux donna les résultats suivants. Des différences significatives furent trouvées au point de vue teneur en:

azote total	(P < 0.01)	l. dorsi plus riche que p. major
protéines	(P < 0.05)	" " " " " " "
azote sarcoplasmique	(P < 0.01)	" " " " " " "

Il n'y eut pas de différence significative au point de vue teneur en azote non protéique, en azote du stroma et en azote myofibrillaire sur la base du muscle frais (Tableau III). Lorsque les données furent rapportées sur une base d'azote total, il n'y eut pas de différence significative au point de vue proportion d'azote non protéique, azote du stroma ou azote sarcoplasmique. Il y eut toutefois une différence significative (P < 0.05) en azote myofibrillaire en faveur du psoas major.

On n'observa pas non plus de différence significative au point de vue teneur en azote myofibrillaire, sur une base fraîche, entre les muscles de la *ronde* et le psoas major.

Lorsque l'on compare, dans les deux muscles dorsaux, la proportion soluble des différentes fractions protéiques, on obtient les résultats suivants: avec l'azote myofibrillaire, la portion soluble (actomyosine) dans le tampon Weber-Edsall, fut plus faible dans le muscle le plus dur (l. dorsi), quoique de façon non significative.



Cette diminution fut toutefois significative ( $P < 0.05$ ) dans les muscles de la ronde. La portion de protéines myofibrillaires solubles dans le tampon Hasselbach-Schneider fut significativement ( $P < 0.05$ ) plus élevée dans le muscle l. dorsi que dans le psoas major.

La proportion des protéines principales du tissu conjonctif fut faible dans les deux muscles dorsaux et varia de la façon suivante. Il y eut plus de collagène dans le l. dorsi de façon significative ( $P < 0.01$ ). On trouva légèrement plus l'élastine dans le psoas major, différence qui s'avéra significative ( $P < 0.05$ ).

Le rapport collagène/protéines myofibrillaires varia de façon significative ( $P < 0.01$ ) entre les muscles dorsaux; étant plus élevé dans le l. dorsi (Tableau III). Avec les muscles de la ronde, ce rapport fut aussi plus élevé qu'avec le psoas major de façon significative ( $P < 0.01$ ) (Tableau IV).

Ce même rapport augmente avec la dureté de la viande pour l'ensemble des muscles étudiés donnant une corrélation fortement significative de 0.79. La proportion de collagène/protéines totales possède une corrélation très significative de 0.78 avec la tendreté de la viande (Tableau V).

#### Conclusion et discussion

L'on a comparé cinq muscles de viande provenant de vaches laitières au point de vue composition protéique et tendreté. Une corrél-

lation hautement significative (0.83) est trouvée entre les données organoleptiques de la tendreté et les lectures obtenues avec l'appareil de cisaillement Warner-Bratzler.

Dans les muscles dorsaux, psoas major apparaît comme toujours tendre et toujours plus tendre que l. dorsi de façon significative. La teneur en protéines est trouvée plus faible chez le psoas major. La teneur en protéines myofibrillaires semble être relativement constante dans tous les muscles étudiés. Toutefois, la proportion protéines myofibrillaires/protéines est plus élevée dans le muscle tendre psoas major que dans le l. dorsi.

La solubilité des protéines myofibrillaires dans le tampon Hasselbach-Schneider est supérieure dans le cas du muscle le plus dur (l. dorsi). La solubilité des protéines myofibrillaires dans le tampon Weber-Edsall (actomyosine) est plus faible avec le muscle le plus dur (l. dorsi), bien que de façon non significative. Cette diminution est toutefois significative avec les muscles de la ronde ( $P < 0.05$ ). La teneur en élastine est légèrement plus élevée dans le psoas major, tandis que celle du collagène l'est dans le muscle l. dorsi. Les niveaux d'élastine et de collagène sont faibles et à peu près les mêmes que ceux obtenus par d'autres chercheurs (Bendall, 1967).



Le rapport collagène/protéines myofibrillaires est définitivement plus faible avec le muscle plus tendre (psoas major) qu'avec le l. dorsi et augmente avec la dureté de la viande dans les autres muscles étudiés (ronde). Ce rapport semble prometteur comme indice de tendreté dans différents muscles d'un même animal. Nous n'avons pas rencontré d'auteurs l'utilisant comme tel.

Le rapport collagène/protéines totales est en corrélation avec la tendreté de la viande.

BIBLIOGRAPHIE

- Aberle, E.D. and R.A. Merkel. 1966. Solubility and electrophoretic behavior of some proteins of post-mortem aged bovine muscle. J. Food Sci., 31, 151.
- Bendall, J.P. 1967. The elastin of various muscles of beef animals. J. Sci. Fd. Agric., 18, 553.
- Davey, C.L. and K.W. Gilbert. 1968. Studies in meat tenderness. IV. Changes in the extractibility of myofibrillar proteins during meat aging. J. Food Sci., 33, 2.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics, 11, 1.
- Hegarty, G.R., J.L. Bratzler and H.M. Pearson. 1963. The relationship of some intercellular proteins characteristics to beef tenderness. J. Food Sci., 25, 525.
- Herring, H.K., R.C. Cassens and E.J. Briskey. 1965. Sarcomere length of free and restrained bovine muscle at low temperature as related to tenderness. J. Sci. Food Agric., 16, 379.

- Hill, F. 1966. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *J. Food Sci.*, 31, 161.
- McIntosh, E.N. 1961. Determination of mucoprotein in skeletal muscle. *J. Agr. Food Chem.*, 9, 421.
- McIntosh, E.N. 1967. Effect of post-mortem aging and enzyme tenderizers on mucoprotein of bovine skeletal muscle. *J. Food Sci.*, 22, 210.
- Ritchey, S.J., S. Cover and E.L. Hosteller. 1963. Collagen content and its relation to tenderness of connective tissue in two beef muscles. *Food Technol.*, 17, 76.
- Voganrona, I., Z. Dvorak and R. Böhm. 1968. Collagen and elastin in different cuts of veal and beef. *J. Food Sci.*, 33, 339.
- Weindemann, J.F., G. Kaess and L.D. Conuther. 1967. The histology of pre-rigor and post-rigor of muscle before and after cooking and its relation to tenderness. *J. Food Sci.*, 32, 7.

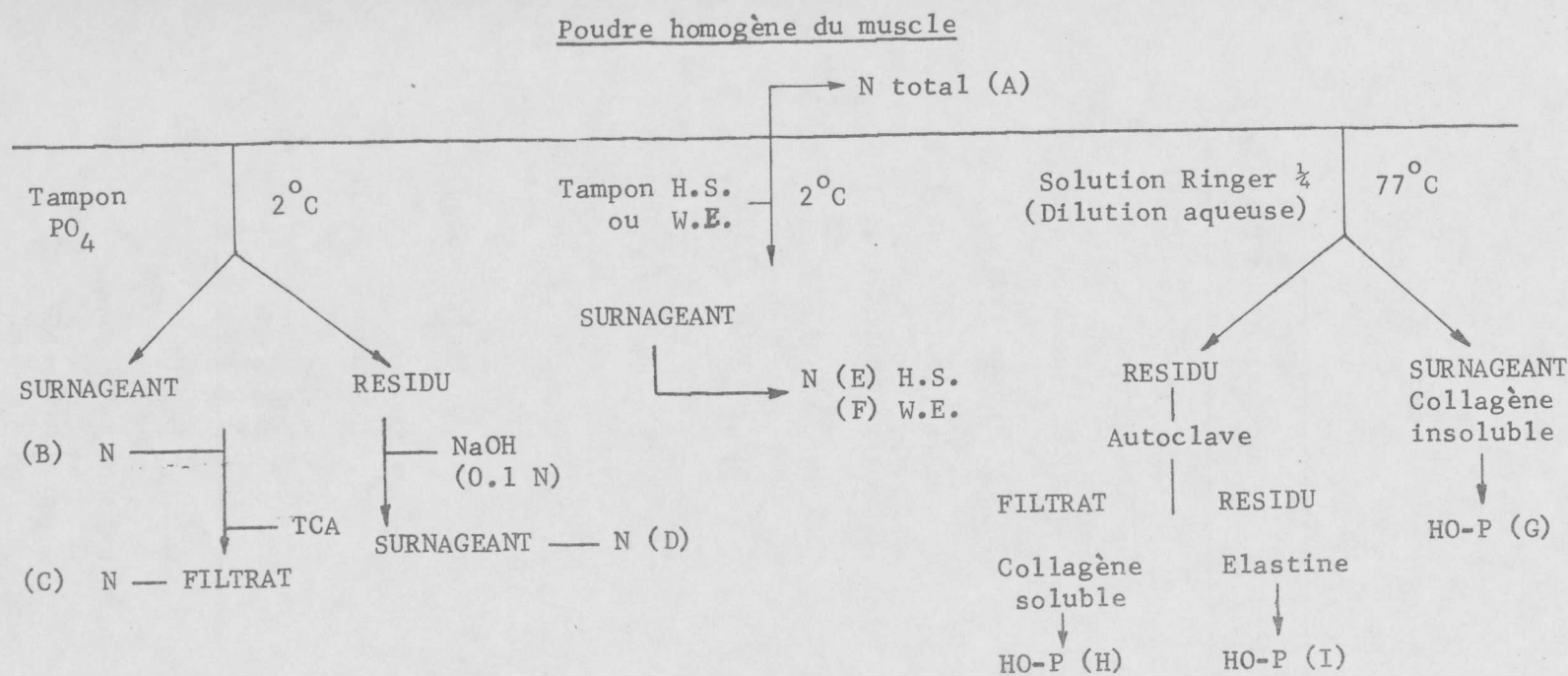


TABLEAU I. SCHEMA DE L'ECHANTILLONNAGE DES MUSCLES  
CHEZ LES DIFFERENTES CARCASSES.

<u>MUSCLES</u>					
Carcasse	P.M.	L.D.	S.M.	S.T.	B.F.
1	x	x			
2	x	x	x		
3	x	x	x		
4	x	x	x		
5	x	x		x	x
6	x			x	x

CODE

P.M. = Psoas major  
 L.D. = Longissimus dorsi  
 S.M. = Semimembranosus  
 S.T. = Semitendinosus  
 B.F. = Biceps femoris



(235)

CODE

N: Azote; A: N total; B: N soluble dans tampon phosphate; C: N non protéique;  
 D: N myofibrillaire; E: N azote soluble dans tampon H.S.; F: N azote soluble dans tampon W.E.;  
 G: Hydroxyproline (HO-P) du collagène insoluble; H: HO-P du collagène soluble; I: HO-P de l'élastine.

Tampon phosphate: pH: 7.6; force ionique: 0.05

Tampon H.S. (pour la myosine): KCl: 0.6 M; phosphate: 0.1 M; chlorure de magnésium: 1.0 mM;  
 pyrophosphate de sodium: 10mM; pH: 6.4

Tampon W.E. (pour l'actomyosine): KCl: 0.6 M; bicarbonate de sodium: 0.04 M; carbonate de sodium: 0.01 M; pH: 9.2

FIG. 1. SCHEMA DE L'ANALYSE CHIMIQUE DE LA VIANDE

TABLEAU II. MODE DE CALCUL DES DONNEES

Fractions	Mode de calcul	Expression des résultats
Azote total	A	mg/g (poids frais)
Azote non protéique	C	mg/g (poids frais)
Protéines totales	$(A - C) \times 6.25$	% (poids frais)
Azote sarcoplasmique	B - C	mg/g (poids frais)
Azote myofibrillaire	D	mg/g (poids frais)
Azote du stroma	$A - (B + D)$	mg/g (poids frais)
Azote myofibrillaire soluble (H.S.)	E - B	mg/g (poids frais)
Azote myofibrillaire soluble (W.E.)	F - B	mg/g (poids frais)
Collagène total	$\frac{(G + H) \times 7.23}{(A - C) \times 6.25}$	% (protéines totales)
Collagène soluble	$\frac{G}{(G + H)}$	% (collagène total)
Elastine	$\frac{I \times 52.3}{(A - C) \times 6.25}$	% (protéines totales)

A, B, C, I identifient les différentes déterminations chimiques.  
(voir figure 1).



Tableau: III Données comparatives obtenues avec les muscles PSOAS MAJOR (P.M.) et LONGISSIMUS DORSI (L.D.) pour les carcasses 1 à 5 inclusivement.<sup>1,2,3</sup>

PARAMÈTRES	MUSCLES					SIGNIFICATION
	P.M. <sub>1</sub>	P.M. <sub>2</sub>	L.D. <sub>1</sub>	L.D. <sub>2</sub>	L.D. <sub>3</sub>	
Dureté de la viande (1-7)	2.04 <sup>a</sup> ± .17	2.20 <sup>a</sup> ± .26	4.68 <sup>b</sup> ± .30	4.56 <sup>b</sup> ± .63	4.12 <sup>b</sup> ± .45	P < 0.01
Force de cisaillement (lbs)	14.15 <sup>a</sup> ± 1.03	14.47 <sup>a</sup> ± .80	23.61 <sup>b</sup> ± 2.43	21.89 <sup>b</sup> ± 2.59	21.54 <sup>b</sup> ± 1.71	P < 0.01
Azote total Muscle frais (Mg/g)	31.63 <sup>a</sup> ± .60	30.60 <sup>a</sup> ± .64	34.25 <sup>b</sup> ± .33	34.31 <sup>b</sup> ± .32	34.64 <sup>b</sup> ± .18	P < 0.01
Azote non-protéique Muscle frais (Mg/g)	3.99 ± .11	3.76 ± 0.07	4.15 ± .12	4.14 ± .32	4.16 ± .10	N.S.
Protéines Muscle frais (%)	17.29 <sup>a</sup> ± .34	17.17 <sup>a</sup> ± .18	18.78 <sup>b</sup> ± .18	18.86 <sup>b</sup> ± .21	18.93 <sup>b</sup> ± .14	P < 0.05
Azote sarcoplasmique Muscle frais (Mg/g)	6.48 <sup>a</sup> ± .30	6.03 <sup>a</sup> ± .35	7.14 <sup>b</sup> ± .19	7.56 <sup>b</sup> ± .31	7.36 <sup>b</sup> ± .10	P < 0.01
Azote du stroma Muscle frais (Mg/g)	0.73 ± .33	1.38 ± .59	2.07 ± .59	1.73 ± .60	2.20 ± .79	N.S.
Azote myofibrillaire Muscle frais (Mg/g)	20.41 ± .16	19.41 ± .46	20.89 ± .46	20.88 ± .52	20.72 ± .68	N.S.
Azote myofibrillaire soluble (W.E.) Azote myofibrillaire total (%)	35.58 ± 4.24	33.13 ± 3.08	27.31 ± 5.97	30.73 ± 5.62	29.48 ± 4.25	N.S.
Azote myofibrillaire soluble (H.S.) Azote myofibrillaire total (%)	32.55 <sup>a</sup> ± 2.54	32.40 <sup>a</sup> ± 3.13	42.56 <sup>b</sup> ± 2.72	45.76 <sup>b</sup> ± 1.04	43.30 <sup>b</sup> ± 1.74	P < 0.01
Collagène Protéines totales (%)	1.27 <sup>a</sup> ± .17	1.35 <sup>ab</sup> ± .14	2.07 <sup>c</sup> ± .25	1.96 <sup>c</sup> ± .17	1.64 <sup>cb</sup> ± .07	P < 0.01
Collagène Protéines myofibrillaires (%)	1.72 <sup>a</sup> ± 2.05	1.77 <sup>a</sup> ± .18	2.97 <sup>b</sup> ± .36	2.81 <sup>b</sup> ± .31	2.46 <sup>b</sup> ± .17	P < 0.01
Elastine Protéines totales (%)	0.034 <sup>a</sup> ± .009	0.079 <sup>ac</sup> ± .008	0.081 <sup>a</sup> ± .014	0.063 <sup>b</sup> ± .009	0.067 <sup>bc</sup> ± .002	P < 0.05

<sup>1</sup> Les résultats sur une même ligne horizontale identifiés par une même lettre ne sont pas significativement différents (comparaison multiple de Duncan).

<sup>2</sup> Les résultats sont exprimés comme moyenne ± erreur-type.

<sup>3</sup> Les chiffres 1, 2 et 3 désignent la position relative de la portion du muscle sur la carcasse (1 étant antérieur à 2).

Tableau: IV Données comparatives entre le muscle PSOAS MAJOR entre ( ) et différents muscles SEMIMEMBRANOSUS (S.M.), SEMITENDINOSUS (S.T.) et BICEPS FEMORIS (B.F.)<sup>1, 2, 3</sup>

PARAMÈTRES	MUSCLES				
	S.M. <sub>1</sub>	S.M. <sub>2</sub>	S.T. <sub>1</sub>	S.T. <sub>2</sub>	B.F.
Dureté de la viande (1-7)	5.7 <sup>xx</sup> (1.9)	5.9 <sup>xx</sup> (2.1)	6.2 <sup>xx</sup> (2.6)	6.0 <sup>xx</sup> (2.1)	6.2 <sup>xx</sup> (2.4)
Force de cisaillement (lbs)	39.39 (13.17)	37.29 (14.26)	47.70 (15.25)	36.15 (17.20)	47.43 (16.53)
Azote total Muscle frais (Mg/g)	35.05 (31.32)	35.26 (31.05)	35.09 (33.04)	35.17 (32.00)	35.09 (32.52)
Azote non-protéique Muscle frais (Mg/g)	4.52 (4.09)	4.31 (3.77)	4.02 (3.75)	4.09 (3.57)	4.17 (3.66)
Protéines Muscle frais (%)	19.07 (17.02)	19.36 (17.08)	19.42 (18.27)	19.42 (17.69)	19.33 (17.98)
Azote sarcoplasmique Muscle frais (Mg/g)	6.11 (6.25)	6.29 (6.77)	6.19 (7.17)	6.22 (6.87)	5.85 (7.02)
Azote du stroma Muscle frais (Mg/g)	2.25 (0.56)	1.68 (1.64)	3.10 (1.53)	4.37 (1.83)	3.23 (1.68)
Azote myofibrillaire Muscle frais (Mg/g)	22.18 <sup>n.s.</sup> (20.40)	22.96 <sup>n.s.</sup> (19.88)	21.78 <sup>n.s.</sup> (20.52)	20.49 <sup>n.s.</sup> (19.60)	21.85 <sup>n.s.</sup> (20.06)
Azote myofibrillaire soluble (WE) Azote myofibrillaire total (%)	17.21 <sup>x</sup> (32.13)	17.75 <sup>x</sup> (31.42)	23.46 <sup>x</sup> (47.67)	30.92 <sup>x</sup> (37.88)	24.82 <sup>x</sup> (42.77)
Azote myofibrillaire soluble (H.S.) Azote myofibrillaire total (%)	28.18 (31.14)	25.59 (33.27)	40.01 (42.96)	44.16 (38.44)	36.74 (40.70)
Collagène Protéines totales (%)	2.95 (1.24)	2.65 (1.30)	3.00 (1.49)	2.05 (1.44)	2.68 (1.46)
Collagène Protéines myofibrillaires (%)	4.05 <sup>xx</sup> (1.84)	3.55 <sup>xx</sup> (1.77)	4.27 <sup>xx</sup> (2.11)	3.10 <sup>xx</sup> (2.07)	3.77 <sup>xx</sup> (2.09)
Elastine Protéines totales (%)	.162 (0.094)	.155 (0.084)	.1629 (0.079)	.1624 (0.076)	.144 (0.077)
No. d'échantillons analysés	3	3	2	2	2

<sup>1</sup> Les jugements sur les mêmes carcasses s'établissent en comparant les données de façon verticale. Les muscles S.T. et B.F. proviennent des mêmes carcasses et sont donc comparables.

<sup>2</sup> Les chiffres 1 et 2 désignent la position relative de la portion du muscle sur la carcasse.

<sup>3</sup> Différences avec le psos major lorsque calculées. N.S. non significatif, <sup>x</sup> (P<0.05) <sup>xx</sup> (P<0.01). (Student's t test).

TABEAU V. CORRELATION ENTRE LA DURETE ET DIFFERENTS FACTEURS  
 ETUDIES DANS CINQ MUSCLES DE VIANDE  
 (psoas major, l. dorsi, semimembranosus,  
 semitendinosus, biceps femoris)

Paramètre	Corrélation
Force du cisaillement	0.83 <sup>**</sup>
<u>Azote total</u> (mg/g)	
Muscle frais	0.70 <sup>**</sup>
<u>Azote myofibrillaire</u> (mg/g)	
Muscle frais	0.54 <sup>**</sup>
<u>Azote myofibrillaire soluble</u> (W.E.) (%)	
Azote myofibrillaire total	- 0.53 <sup>**</sup>
<u>Collagène</u> (%)	
Protéines totales	0.78 <sup>**</sup>
<u>Collagène</u> (%)	
Protéines myofibrillaires	0.79 <sup>**</sup>

\*\* :  $P < 0.01$