

Relations mathématiques entre la surface du muscle principal de la longe (*Longissimus dorsi*) et des mesures linéaires de profondeur de gras et de muscle prises sur des carcasses de porcs charcutiers

C. POMAR (1), J. RIVEST (2), P. JEAN DIT BAILLEUL (1), M. MARCOUX (1)

(1) Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de Recherche et de Développement sur le Bovin laitier et le Porc - C.P. 90, Lennoxville, Québec J1M 1Z3, Canada

(2) Centre de Développement du Porc du Québec

2795, boulevard Laurier, Bureau 340, Sainte-Foy, Québec G1V 4M7, Canada

Relations mathématiques entre la surface du muscle principal de la longe (*Longissimus dorsi*) et des mesures linéaires de profondeur de gras et de muscle prises sur des carcasses de porcs charcutiers

Les relations mathématiques entre la surface du muscle principal de la longe (*Longissimus dorsi*) et des mesures linéaires de profondeur de gras et de muscle ont été étudiées sur des images digitalisées provenant de 250 longes de porcs charcutiers coupées entre la 3^{ème} et la 4^{ème} avant-dernière côte. Les mesures de profondeur ont été faites en conditions expérimentales sur l'animal vivant avec l'appareil à ultrasons ultrascan 50, et en conditions normales d'abattage sur la carcasse, avec la sonde de classification Hennessy et manuellement sur l'image digitalisée de la côtelette. La surface du muscle est bien prédite par sa profondeur lorsque cette mesure est prise sur l'image digitalisée ($R^2 > 0,86$; $RSD < 187 \text{ mm}^2$). L'erreur de mesure de l'épaisseur du muscle lorsque mesuré avec l'appareil à ultrasons ou avec la sonde de classification diminue la précision de la prédiction de la surface du muscle ($R^2 = 0,58$; $RSD = 329 \text{ mm}^2$; $R^2 = 0,29$; $RSD = 428 \text{ mm}^2$, respectivement). Le niveau d'aplatissement du muscle, l'irrégularité de son périmètre ou son angle par rapport à la ligne médiane n'améliorent pas la qualité des prédictions. Ainsi, l'utilisation de l'épaisseur du muscle mesurée avec l'appareil à ultrasons Ultrascan 50 pour prédire la surface de la longe doit être faite avec prudence car la précision de cette mesure est modérée et elle semble sensible à l'opérateur et aux conditions de mesure. Les mesures obtenues avec la sonde Hennessy dans des conditions normales d'abattage ne permettent pas d'être utilisées pour prédire avec confiance la surface de la longe.

The mathematical relationship between *longissimus dorsi* area and several linear measurements of fat and muscle depth in pork carcasses

The mathematical relationship between *Longissimus dorsi* area and several depth measurements had been studied in 250 digital images made between the 3rd and 4th last ribs of pork carcasses. Linear fat and muscle measurements were taken with the ultrasonic machine ultrascan 50 in experimental conditions in pigs before slaughter, in commercial conditions in the carcass by the grading probe Hennessy and manually on the digital image of the rib. Loin area is precisely predicted when muscle depth is measured in the image ($R^2 > 0,86$; $RMSE < 187 \text{ mm}^2$). However, the error of measuring muscle depth by the ultrasound device and by the commercial grading probe decreases de precision of the prediction of loin area ($R^2 = 0,58$; $RMSE = 329 \text{ mm}^2$; $R^2 = 0,29$; $RMSE = 428 \text{ mm}^2$, respectively). Muscle flatness, the irregularity of its perimeter or its angle with the median line do not improve the precision of the relationship. Predicting loin area from the ultrascan 50 ultrasound measurements should be realized carefully since the precision of the measurement is moderated and its seems to be sensible to the operator and to the operation conditions. Muscle depth obtained from the Hennessy probe in commercial slaughter conditions do not allow to estimate precisely *Longissimus dorsi* area.

INTRODUCTION

Au Québec et au Canada, il existe une demande croissante pour la production de longes dont le muscle, principalement le *Longissimus dorsi*, présente une surface accrue. Ainsi, les organismes responsables du système de paiement des carcasses se demandent si la surface de l'œil de la longe pourrait faire partie du système de classification. Actuellement, certains abattoirs canadiens donnent des primes aux carcasses ayant des profondeurs de muscle supérieures à la moyenne, espérant ainsi inciter la production de carcasses de porc ayant des surfaces de longe plus grandes. Néanmoins, peu d'études ont été publiées sur la relation mathématique entre les mesures de profondeur et de surface du muscle de la longe et les propriétés de cette relation.

Dans un travail préliminaire, 1 618 carcasses ont été classées avec les sondes Hennessy (MPS-2, Hennessy and Chong Ltd, Nouvelle Zélande) ou Destron (PG-100, Anitech Enterprises Inc., Canada) (RIVEST, 1998) entre la 3^{ème} et la 4^{ème} avant-dernière côte, à 7 cm de la ligne médiane de la carcasse et perpendiculaire à la couenne. Les résultats de ce travail ont montré que le coefficient de détermination (R^2) de l'équation de régression entre la mesure de l'épaisseur et de la surface du muscle est inférieure à 0,26, et ce, pour les deux sondes. L'écart type résiduel (RSD) pour les sondes Destron et Hennessy sont de 4,02 et de 4,46 cm², respectivement. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par BRISBANE (1998, communication personnelle) avec les sondes Hennessy et Destron ($R^2=0,24$) et par PALIN (1998, communication personnelle) avec la sonde Hennessy ($R^2=0,10$). Lorsque la profondeur du muscle de la longe était mesurée avec un instrument à ultrasons en mode A (Krautkramer, USM2, Krautkramer Koln, Allemagne), la relation entre la mesure de profondeur et de surface du muscle de la longe était légèrement meilleure ($R^2=0,32$; RSD=3,51 cm²) (RIVEST, 1998). Par ailleurs, nous avons observé dans cette même base de données que l'épaisseur de gras n'est pas un meilleur prédicteur de la surface du muscle que sa profondeur, et que les termes quadratiques de l'épaisseur de gras et de muscle, le poids de la carcasse, le sexe et le génotype n'améliorent pas significativement le R^2 (moins 5 %). Parmi toutes les variables utilisées, seules les profondeurs de gras et de muscle semblent pouvoir être combinées pour prédire la surface de la longe. Dans ce cas, le R^2 atteint 0,46 et le RSD reste proche (3,66 cm²).

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par BRISBANE (1998, communication personnelle), mais inférieurs à ceux obtenus dans des travaux précédents (DION et al., 1996 et 1997).

Afin de mieux comprendre les implications de la prise en compte de l'estimation de la surface du muscle de la longe dans un futur système de classification des carcasses de porcs, nous avons étudié la relation mathématique existant entre des mesures linéaires d'épaisseur et la surface du muscle faites au site de classification des carcasses. Cette étude porte également sur la mise en évidence du rôle que joue la précision des mesures de profondeur et la forme du muscle, sur la qualité de cette relation.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Animaux et prises de données

Trois cents dix-huit porcs ont été choisis au hasard dans les parcs d'attente d'un abattoir commercial québécois pendant cinq jours non consécutifs. Les variables mesurées et leurs abréviations sont présentées dans le tableau 1. Une mesure de l'épaisseur de gras et de muscle de la longe (*Longissimus dorsi*) (LD) entre la 3^{ème} et la 4^{ème} avant-dernière côte a été prise avant l'abattage par échographie en mode B (Ultrascan 50, Alliance Médicale inc., Canada; 120 mm, 3,5 MHz) par un même opérateur en conditions expérimentales. Après l'abattage, ces mesures ont été prises avec la sonde invasive Hennessy par des opérateurs agréés en conditions normales d'abattage.

Après l'abattage, seules 127 carcasses de femelles et 123 de castrats bien fendues ont été gardées. Afin de s'assurer que la forme du muscle ne soit pas modifiée, les apophyses étaient présentes en totalité sur la demi-carcasse gauche des carcasses retenues. Après 24 h de réfrigération, la partie de la longe comprise entre la 1^{ère} et la 5^{ème} avant-dernière côte, inclusivement a été acheminée au Centre de recherche en évitant de superposer les carcasses pour préserver la forme originale des côtelettes. Dès leur arrivée au Centre, les longes ont été congelées à -18 C pour éviter leur déformation lors de la coupe.

1.2. Digitalisation et préparation des images

Une coupe nette perpendiculaire à la ligne de coupe a été effectuée sur la longe congelée entre la 3^{ème} et la 4^{ème} avant-dernière côte avec une scie à viande électrique. Une image digitale de la surface de la côtelette congelée, légèrement réchauffée, a été prise rapidement à l'aide d'un scanner digital (Scanmaker 2, Microtek. États-Unis) avec une résolution de 100 pixels par pouce (100 DPI). Le contour des muscles *Longissimus dorsi* et *Multifidus* a été tracé manuellement sur chaque image. Le centre du canal rachidien a été pris comme étant l'origine d'un plan cartésien dont l'axe des Y correspond au centre des apophyses (figure 1).

Figure 1 - Mesures linéaires prises sur les côtelettes et ajustement de l'ellipse

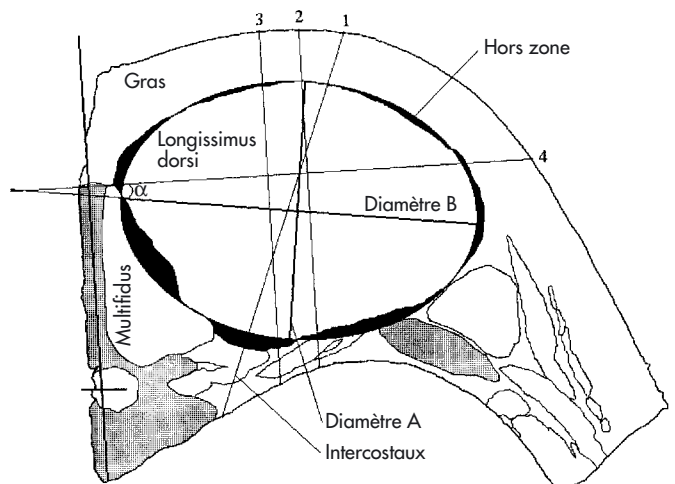


Tableau 1 - Définition et statistiques descriptives des variables présentées

Variable (1,2)	Définition	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
PoidsC	Poids de la carcasse chaude (kg)	84,6	4,23	72,8	105,2
SMultifidus	Surface du muscle <i>Multifidus</i>	628	87,7	332	888
Slonge	Surface du muscle <i>Longissimus dorsi</i>	4625	505,4	3229	6503
DiamA	Diamètre A de l'ellipse optimale	65,2	4,86	48,1	81,3
DiamB	Diamètre B de l'ellipse optimale	93,2	4,41	80,2	104,7
AngleA	Angle entre le diamètre B de l'ellipse et l'axe X	14,11	6,42	0,05	30,41
Rapp_AB	Rapport entre les diamètres A et B de l'ellipse optimale	0,70	0,047	0,49	0,81
HorsZone	Surface totale créée entre les périmètres du muscle de la longe et de l'ellipse	500	92,9	221	753
GrasCAN	Épaisseur du gras à 70 mm de l'axe Y et perpendiculaire à la couenne (site CAN)	16,7	4,48	7,8	31,4
GRAS60	Épaisseur du gras à 60 mm de l'axe Y et parallèle à la ligne de coupe (site FR)	17,2	4,54	8,5	32,1
GrasYMAX	Épaisseur du gras ou le muscle est maximal mesuré verticalement (site de mesure no 3)	17,0	4,36	8,9	32,9
GrasXMAX	Épaisseur du gras ou le muscle est maximal mesuré horizontalement (site de mesure no 4)	16,2	4,71	4,8	29,5
MuscleCAN	Épaisseur du muscle de la longe au site de classification canadien	67,3	5,27	49,3	80,0
Muscle60	Épaisseur du muscle de la longe au site de classification français	63,1	5,80	43,4	81,6
MuscleYMAX	Épaisseur du muscle de la longe maximal mesurée verticalement (site de mesure no 3)	67,5	4,81	52,3	84,6
MuscleXMAX	Épaisseur du muscle de la longe maximal mesurée horizontalement (site de mesure no 4)	87,3	5,32	73,0	103,4
ICostCAN	Épaisseur des muscles intercostaux au site de classification canadien	14,5	3,42	5,2	23,1
ICost60	Épaisseur des muscles intercostaux au site de classification français	8,8	1,91	4,9	15,1
ICostYMAX	Épaisseur des muscles intercostaux au site de mesure no 3	8,1	1,78	3,8	14,1
MusTot60	Somme des épaisseurs de muscle de la longe et des muscles intercostaux au site Fr	71,9	5,89	53,6	89,4
GrasHennessy	Épaisseur de gras mesurée avec la sonde de pénétration Hennessy	18,4	4,04	10,8	32,8
GrasUltrasons	Épaisseur de gras mesurée avec l'appareil à ultrasons	17,6	4,26	10,1	35,5
MuscleHennessy	Épaisseur du muscle mesurée avec la sonde de pénétration Hennessy	57,5	7,13	25,2	81,6
MuscleUltrasons	Épaisseur du muscle mesurée avec l'appareil à ultrasons	59,5	4,56	46,5	72,6

(1) 250 observations, 127 femelles et 123 mâles castrés

(2) Variables de longueur en mm, de surface en mm² et d'angles en degrés

1.3. Mesures linéaires

Les mesures linéaires prises sur chaque côtelette sont présentées sur la figure 1. La description des variables utilisées est présentée au tableau 1. Les sites de mesure de l'épaisseur du gras, du muscle LD et des muscles intercostaux ont été les suivants :

1. à 7 cm de la ligne médiane de la carcasse et perpendiculaire à la couenne. Ce site de mesure correspond à celui utilisé par le système de classification canadien (site CAN);
2. à 6 cm de la ligne médiane de la carcasse et parallèle à celle-ci. Site costal utilisé actuellement dans le système de classification français (site FR);
3. parallèle à la ligne médiane de la carcasse au site où l'épaisseur de l'œil de longe est maximale;
4. perpendiculaire à la ligne médiane et traversant l'œil de longe dans sa partie la plus large.

1.4. Détermination de la surface et de la forme du muscle

Pour étudier la variation de la forme du muscle LD, une ellipse a été ajustée à son périmètre en minimisant la somme des surfaces n'apparaissant pas à la fois dans l'ellipse et dans le muscle (figure 1). Le calcul des mesures, de surface et l'ajustement de l'ellipse ont été effectués par un logiciel développé dans notre Centre. Le rapport entre le diamètre le plus petit et le diamètre le plus long de l'ellipse (a/b) indique l'aplatissement de la longe. L'irrégularité de la surface du muscle est estimée par la somme des surfaces entre le périmètre du muscle et celui de l'ellipse (variable HorsZone). Finalement, l'angle entre le diamètre a de l'ellipse et la ligne de coupe nous indique l'inclinaison du muscle de la longe par rapport au repère.

1.5. Analyses Statistiques

Les données provenant des 250 carcasses sélectionnées ont été analysées avec les procédures MEANS, CORR, GLM et REG de SAS (SAS, 1990). Les résultats des analyses de régression incluent le coefficient de détermination ajusté (R^2) et l'écart type résiduel (RSD). Une analyse de régression a été effectuée entre la surface du muscle LD (variable dépendante) et les différentes mesures linéaires mesurées (variables indépendantes). La contribution potentielle de l'aplatissement du muscle (rapport a/b), de l'irrégularité de son périmètre et de son inclinaison sur la qualité de ce modèle prédictif a été effectuée en ajoutant ces variables après la profondeur du muscle. De la même manière, la contribution potentielle d'autres mesures de profondeur, seules ou combinées, incluant ou non la profondeur du gras, ont été étudiées. L'effet du sexe sur les variables mesurées et sur l'hétérogénéité des pentes et des interceptes des modèles simples a été étudié par une analyse de variance. Finalement, un test de Student apparié a été utilisé pour comparer les différences entre variables. Les mesures obtenues avec l'appareil à ultrasons sont comparées à celles du site FR, et celles obtenues avec la sonde abattoir à celles du site CAN.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les statistiques descriptives des mesures effectuées sur l'animal vivant, sur la carcasse et sur la côtelette sont présentées dans le tableau 1 (p. 339). Les différences entre les mâles et les femelles pour ces statistiques sont présentées dans le tableau 2. La moyenne et l'écart type du poids des carcasses chaudes sont représentatifs de ceux des abattoirs de Québec. Le muscle *Multifidus* qui se situe près des apophyses est de taille inférieure au *Longissimus dorsi*. Ces deux muscles représentent la majeure partie de la surface musculaire apparaissant sur la coupe transversale de la carcasse au site de classification. La surface moyenne du LD des carcasses utilisées dans l'expérience est de 4625 mm² et elle est légèrement supérieure à celle observée dans des travaux précédents (RIVEST, 1998; LIU et STOUFFER, 1995).

Les épaisseurs de gras dorsal mesurées sur l'image digitalisée sont inférieures ($P < 0,001$) à celles obtenues avec la sonde Hennessy (1,7 mm) et avec l'appareil à ultrasons (0,4 mm). Par contre, la sonde Hennessy et l'appareil à ultrasons sous-estiment la profondeur du muscle ($P < 0,0001$) de 9,8 et 3,5 mm, respectivement. Néanmoins, ces différences peuvent être dues en partie à la position de la carcasse et à la forme du muscle au moment des mesures.

Tableau 2 - Effet du sexe sur les variables mesurées

Variable (1,2)	Moyennes		SEM	P
	Femelles	Castrats		
PoidsC	84,4	85,0	0,38	n.s.
SMultifidus	645	611	7,78	0,0025
Slonge	4740	4505	43,70	0,0002
DiamA	66,0	64,5	0,43	0,0151
DiamB	94,5	91,8	0,38	0,0001
AngleA	15,5	12,7	0,56	0,0004
Rapp_AB	0,70	0,70	0,004	n.s.
HorsZone	512	488	8,32	0,0391
GrasCAN	14,7	18,7	0,36	0,0001
GRAS60	15,4	19,2	0,37	0,0001
GrasYMAX	15,2	18,8	0,36	0,0001
GrasXMAX	16,9	15,4	0,42	0,0155
MuscleCAN	68,0	66,6	0,47	0,0417
Muscle60	64,3	61,9	0,51	0,0009
MuscleYMAX	68,5	66,5	0,42	0,0008
MuscleXMAX	87,6	86,9	0,48	n.s.
ICostCAN	14,6	14,4	0,31	n.s.
ICost60	8,5	9,1	0,17	0,0161
ICostYMAX	7,8	8,4	0,16	0,0131
MusTot60	72,8	70,9	0,53	0,0137
GrasHennessy	16,8	20,1	0,33	0,0001
GrasUltrasons	15,8	19,5	0,35	0,0001
MuscleHennessy	58,2	56,8	0,64	n.s.
MuscleUltrasons	60,1	58,9	0,41	0,0360

(1) 250 observations, 127 femelles et 123 mâles castrés

(2) Variables de longueur en mm, de surface en mm² et d'angles en degrés

L'épaisseur de gras au site CAN est en général plus faible (-0,6 mm; $P < 0,0001$) que celle mesurée au site FR. Inversement, la profondeur du muscle au site CAN est en général supérieure (4,2 mm; $P < 0,0001$) à la profondeur du muscle au site FR. La distance entre LD et la partie interne de la carcasse (muscles intercostaux) est beaucoup plus importante (+5,7 mm; $P < 0,0001$) au site de classification CAN qu'au site FR. Enfin, on observe que l'épaisseur du LD mesurée au site FR ne correspond pas à la plus grande profondeur du muscle.

Les mesures de profondeur de gras effectuées sur l'animal vivant (GrasUltrasons) ou sur la carcasse (GrasHennessy) sont hautement corrélées ensemble ($r = 0,88$) et avec celles du site FR (Gras60) et du site CAN (GrasCAN) prises sur l'image digitalisée ($r = 0,93$ et $r = 0,91$, respectivement). Par contre, les corrélations sont beaucoup plus faibles entre la profondeur du muscle mesurée sur l'animal vivant (MuscleUltrasons) et la dimension correspondante mesurée sur l'image (Muscle60) ($r = 0,76$). La relation est encore plus faible entre la mesure prise sur la carcasse (MuscleHennessy) et celle évaluée sur l'image (MuscleCAN) ($r = 0,53$). De la même manière, la valeur de r entre MuscleUltrasons et MuscleHennessy est faible ($r = 0,51$). Par contre, les corrélations entre les variables mesurées sur l'image sont beaucoup plus élevées ($r = 0,99$ entre Gras60 et GrasCAN et $r = 0,84$ entre Muscle60 et MuscleCAN).

La surface de l'ellipse ajustée au muscle LD est légèrement supérieure à celle du muscle lui-même (Slonge) (157 mm²; $P < 0,0001$). En fait, la forme du muscle *Longissimus dorsi* s'adapte généralement bien à l'ellipse ajustée dans tout son périmètre sauf au niveau du muscle *Multifidus*. À cet endroit, la séparation entre les deux muscles est quasi-linéaire et l'ellipse a tendance à occuper une partie du muscle *Multifidus* (voir figure 1). Ainsi, la surface totale se trouvant entre les périmètres de la longe et celui de l'ellipse (variable HorsZone) est de l'ordre de 11 %. Pour certaines côtelettes, HorsZone atteint 17 %. La fluctuation de HorsZone met en évidence des différences dans la régularité du périmètre des muscles. Par contre, le rapport entre les axes de l'ellipse ajustée (Rapp_AB) est de 0,70, ce qui indique que le *Longissimus dorsi* a toujours une forme aplatie.

Nous avons observé des différences importantes entre les sexes pour la majeure partie des variables étudiées (tableau 2). Ainsi, les femelles ont les muscles plus grands ($P < 0,003$), des épaisseurs de gras inférieures ($P < 0,0001$) et une longe plus profonde ($P < 0,05$) que les mâles. Par contre, nous n'avons pas observé de différence au niveau de l'aplatissement de l'ellipse, de la largeur maximale de la longe et de l'épaisseur des muscles intercostaux au site CAN ($P > 0,05$). Enfin, MuscleHennessy n'est pas différent entre les sexes bien que cette différence soit significative pour les mesures prises sur l'image digitalisée. Néanmoins, il est important de noter que les pentes des prédictions de Slonge à partir des différentes variables étudiées (tableau 3) sont homogènes entre les sexes ($P > 0,05$).

Les surfaces des *Muscles multifidus* et *Longissimus dorsi* ne sont pas fortement corrélées ($r = 0,38$). De même, les diffé-

rentes mesures de profondeur de gras ne sont pas de bons prédicteurs de Slonge car leurs R^2 sont petits ($R^2 < 0,21$) et leur RSD est élevée ($RSD > 450$ mm²). La même conclusion peut être tirée des profondeurs des muscles intercostaux ($R^2 < 0,23$; $RSD > 444$ mm²). Par contre, Slonge est bien prédite par les mesures de profondeur de muscle. Cependant, les mesures parallèles à la ligne médiane sont supérieures aux mesures perpendiculaires (axe b ou mesure 4) car elles expliquent une partie plus importante de la variance observée ($R^2 > 0,67$; $RSD < 290$ mm²). De toutes les mesures prises sur les images digitalisées, les mesures parallèles à la ligne de coupe sont les mieux corrélées avec Slonge et parmi elles, la mesure prise au site FR (Muscle60) est la plus prometteuse ($R^2 = 0,87$; $RSD = 186$ mm²). De plus, les propriétés de cette relation ne sont pas affectées par la distance à la ligne de coupe (données non présentées) ni par le sexe (tableau 3).

Tableau 3 - Prédiction de la surface de l'œil de longe à partir des différentes variables étudiées

Variable (1,2,3)	R ² (4)	RMSE	Intercep	Pente
PoidsC	0,141	469,2	824,8	44,9
SMultifidus	0,148	467,4	3232,9	2,2
DiamA	0,836	205,0	-1575,9	95,1
DiamB	0,607	317,6	-3698,0	89,3
Rapp_AB	0,220	447,4	1087,7	5048,5
GrasCAN	0,181	458,3	5425,5	-48,0
GRAS60	0,204	451,6	5492,7	-50,4
GrasYMAX	0,175	460,0	5448,3	-48,4
MuscleCAN	0,729	263,5	-881,1	81,8
Muscle60	0,865	186,1	-483,6	81,0
MuscleYMAX	0,817	216,8	-1790,9	95,0
MuscleXMAX	0,674	289,1	-2183,7	78,0
MusTot60	0,827	210,6	-978,6	78,0
GrasHennessy	0,123	474,2	5433,6	-43,9
GrasUltrasons	0,162	463,4	5464,8	-47,8
MuscleHennessy	0,287	427,5	2441,0	38,0
MuscleUltrasons	0,578	328,8	-391,1	84,2

(1) 250 observations, 127 femelles et 123 mâles castrés

(2) Variables de longueur en mm, de surface en mm² et angles en degrés

(3) Les variables AngleA, Horszone, GrasXMAX, ICosYCAN, ICosY60 et ICosYMAX ont un coefficient de détermination R^2 inférieur à 0,1

(4) R^2 ajusté = $1 - ((SCER/(n-p-1)) / (SCET/(n-1)))$

En accord avec les données antérieures (RIVEST, 1998; BRISBANE, 1998, communication personnelle; STOUFFER, 1998, communication personnelle), la qualité de la régression des mesures à ultrasons avec Slonge est nettement inférieure à celle obtenue avec les sondes d'abattoir. Ainsi, MuscleUltrasons a un R^2 de 0,58 et un RSD de 329 mm². Cette valeur est supérieure à celle observée par RIVEST (1998) ($R^2 = 0,32$; $RSD = 351$ mm²) et BRISBANE (1998, communication personnelle) tout sexe confondu ($R^2 = 0,29$) et proches de celles trouvées avec des mesures de profondeur automatiques (AUTOMD) obtenues avec un appareil à ultrasons par LIU et STOUFFER (1995) sur 136 observations ($R^2 = 0,49$) et par STOUFFER (1998, communication personnelle) sur 130 carcasses ($R^2 = 0,47$; $RSD = 3,40$ cm²). La diminution de l'erreur associée à la prédiction de Slonge

observée entre notre expérience et celle rapportée précédemment (RIVEST, 1998) peut être expliquée par le fait qu'un même opérateur expérimenté a procédé à toutes les mesures sur les animaux vivants et ceci dans des conditions idéales. En fait, il faut s'attendre à ce que la qualité de la mesure d'une variable telle que la profondeur du muscle, soit affectée par la précision de l'instrument lui-même, par la dextérité de l'opérateur, les conditions d'opération et finalement, par d'autres sources de variation tel que le sexe, la race, etc. Dans le travail de RIVEST (1998), le R^2 entre la surface et la profondeur du muscle variait entre 0,23 et 0,46 et l'erreur type résiduel entre 350 et 431 mm² selon le test ce qui met en évidence la fragilité de la relation entre ces deux variables. Dans ce dernier cas, l'effet opérateur et les conditions de mesure peuvent expliquer ces différences. L'expertise de l'opérateur et les conditions idéales de mesure de notre expérience, ainsi que de celles rapportées par LIU et STOUFFER (1995) et par STOUFFER (1998, communication personnelle) nous permettent de croire que les R^2 et RSD obtenus entre la profondeur mesurée avec l'appareil à ultrasons et la surface du muscle sont optimales. Par conséquent, l'utilisation de la profondeur du muscle, mesurée avec cet instrument, pour prédire la surface de l'œil de la longe doit être faite avec prudence, car la précision de la mesure est modérée et la relation entre ces deux variables semble fragile.

Lors de cette expérience, les mesures effectuées avec la sonde de classification ont été réalisées dans les conditions normales d'abattage. Nous n'avons pas contrôlé ni le nombre ni la dextérité des opérateurs. Ainsi, cette mesure correspond à celle que nous devrions obtenir en conditions commerciales. C'est pourquoi nous observons que la sonde Hennessy utilisée dans cette expérience a une capacité très limitée à prédire Slonge ($R^2=0,29$; $RSD=427$ mm²), ce qui est en accord avec les résultats précédents (RIVEST, 1998). Il apparaît clairement que la difficulté à prédire Slonge à partir de la sonde d'abattoir provient principalement de sa faible précision de mesure de la profondeur du muscle. En effet, le coefficient de corrélation entre MuscleHennessy et MuscleCAN est faible ($r=0,53$). Il est donc peu recommandable d'utiliser la profondeur du muscle mesurée avec la sonde Hennessy dans des conditions normales d'abattoir pour prédire la surface de l'œil de la longe.

Différentes régressions multi-variées pour prédire Slonge ont été réalisées. Parmi les variables utilisées pour mesurer la forme du muscle de la longe, la variable associée à l'aplatissement (Rapp_AB) explique la plus grande part de la variance non expliquée par MuscleCan ($R^2=0,85$; $RSD=193$), Muscle60 ($R^2>0,87$; $RSD<179$ mm²), MuscleHennessy ($R^2>0,35$; $RSD<406$ mm²) et MuscleUltrasons ($R^2>0,59$; $RSD<324$ mm²). De toutes ces variables, celles prises au site CAN (MuscleHennessy et MuscleCan) sont celles qui améliorent le plus avec l'introduction de la variable Rapp_AB dans le modèle de prédiction. Enfin, HorsZone et l'angle entre l'axe B de l'ellipse et l'axe Y (AngleA) n'améliorent que légèrement la qualité des prédictions.

Les mesures de profondeur de gras prises sur l'image digitalisée n'améliorent pas la qualité de la régression lorsque les mesures de profondeur de muscle sont déjà dans le modèle.

En revanche, les profondeurs de gras prises avec l'appareil à ultrasons ou avec la sonde Hennessy améliorent la qualité de prédiction lorsque les profondeurs de muscle respectives sont dans le modèle, et ceci, avant Rapp_AB et AngleA. Ainsi, le R^2 et le RSD des régressions obtenues par l'ajout de l'épaisseur de gras après la profondeur du muscle sont de 0,64 et 302 et de 0,38 et 397 lorsque mesurés avec la sonde Hennessy et ultrasons, respectivement. Ce point semble indiquer que l'imprécision de la mesure de la profondeur du muscle avec les appareils de classification ou à ultrasons est corrigée en partie par la mesure du gras. Cette hypothèse est confirmée par la faible corrélation entre les profondeurs de gras et la surface de la longe ($r<0,45$) et avec les profondeurs respectives du muscle ($r<0,19$).

CONCLUSION

Les épaisseurs de gras dorsal mesurées avec la sonde Hennessy ou avec l'appareil à ultrasons Ultrascan 50 semblent supérieures et les profondeurs du muscle semblent inférieures à celles observées sur l'image digitalisée de la côtelette de porc. Les profondeurs de gras et de muscle prises au site canadien sont supérieures aux mêmes mesures prises au site français. Nous avons aussi observé des différences importantes entre les femelles et les castrats pour un grand nombre de variables mesurées mais ces différences ont un effet limitée sur la précision des prédictions de la surface du muscle de la longe.

La surface du muscle de la longe pourrait être bien prédite par sa profondeur si cette mesure était plus précise ($R^2>0,86$; $RSD<187$ mm²). En effet, la difficulté à prédire la surface de l'œil de la longe, à partir des épaisseurs de muscle mesurées avec l'appareil à ultrasons ou avec la sonde de classification utilisées dans cette expérience, provient principalement de l'erreur de mesure de la profondeur. Les différences entre le niveau d'aplatissement du muscle, de l'irrégularité de son périmètre ou de son angle par rapport à la ligne de coupe ne semblent pas pouvoir expliquer la variance non expliquée par la profondeur du muscle. Ainsi, l'utilisation de la profondeur du muscle mesurée avec des appareils à ultrasons pour prédire la surface de l'œil de la longe doit donc être faite avec prudence, car la précision de la mesure est modérée et la relation entre ces deux variables semble fragile. Il semble donc peu recommandable, dans le contexte canadien de classification des carcasses, d'utiliser la profondeur du muscle, mesurée en abattoir avec une sonde Hennessy, pour prédire la surface de l'œil de la longe et donner des primes aux carcasses avec une surface de longe accrue.

REMERCIEMENTS

Le présent travail de recherche a été financé par la Fédération de Producteurs de Québec, le programme de partage de frais d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, Olymel-Flamingo, société en commandite et le Centre de Développement du porc du Québec Inc. Les auteurs désirent remercier Anick LEPAGE et ANDRÉ BOUCHARD pour leur précieuse aide technique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DION N. PETTIGREW D., DAIGLE J.-P., 1996. Efficiency of various live measurements for the prediction of lean yeald and marbling. Record Of Proceedings National Swine Improvement Federation Conference and Annual Meeting, December 5-7, 1996, NSIF Volume 21 Ottawa, Ontario, Canada.
- DION N., PETTIGREW D., DUMAS G., DAIGLE J.-P., 1997. Accuracy of prediction of lean yeald, loin eye area and marbling from live measurements on pigs. Proceedings of the 6th World Congress on genetics applied to livestock production, 11-16 janv. 1998, Australie (Armidale), 23,567-570.
- LIU Y., STOUFFER R.J., 1995. J. Anim. Sci, 73,29-38.
- RIVEST J., 1998. Étude sur l'établissement d'une équation de prédiction de la surface de l'œil de longe. Rapport interne. Centre de Développement sur le Porc du Québec Inc., 1er septembre 1998, 14 p.
- SAS Institute Inc., 1990. SAS/STAT user's guide : Statistics. (Version 6, 4th ed.) Vol. 2. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.