

Prédiction de la composition de la carcasse et de la qualité de la viande du Piétrain stress négatif par l'ultrasonographie en temps réel

YOUSSAO A.K.I.¹, VERLEYEN V.¹, MICHAUX C.¹, CLINQUART A.², LEROY P.L.¹.

¹ Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Département des productions animales, 20 Boulevard de Colonster, B43, 4000 Liège, Belgique

² Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Département des denrées alimentaires, 20 Boulevard de Colonster, B43 bis, 4000 Liège, Belgique

Correspondance : Professeur Pascal LEROY
Tél : 04/366 41 50 Fax : 04/366 41 22 E-Mail : pascal.leroy@ulg.ac.be

RESUME : La teneur en viande maigre (TVM) et le pourcentage de gras intramusculaire du *longissimus thoracis* ont été prédits chez le Piétrain stress négatif par l'ultrasonographie en temps réel en utilisant le scanner Pie Medical 200. Le meilleur site de sondage dans l'estimation du pourcentage en viande maigre a été d'abord identifié. Des modèles de prédiction de la TVM ont été ensuite développés et des comparaisons ont été faites avec le Capteur-Gras Maigre et le Piglog 105. Enfin, le pourcentage de gras intramusculaire a été prédit à partir du pourcentage de pixels blancs de l'image échographique du *longissimus thoracis*.

INTRODUCTION

Le Piétrain stress négatif (résistant à l'halothane) a été développé à la station expérimentale de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège par l'introgession de l'allèle C du Large White dans le génome Piétrain (Hanset *et al.*, 1995a; 1995b; 1995c; Leroy *et al.*, 1999; Leroy et Verleyen, 2000). La composition de la carcasse, la qualité de la viande et l'exploitation de ce nouveau type biologique ont été décrites par Youssao et collaborateurs (2002a). Le Piétrain stress négatif, notamment l'hétérozygote CT, doit tout son intérêt grâce à l'exploitation de l'effet favorable d'un exemplaire de l'allèle T de sensibilité à l'halothane sur la conformation et la composition de la carcasse et l'effet bénéfique d'un exemplaire de l'allèle C sur la résistance au stress et la qualité de la viande (acidité, couleur, consistance, tendreté et saveur) (Youssao *et al.*, 2002a). Avec la progression des *back-cross*, quel que soit le génotype de résistance à l'halothane, la composition de la carcasse du Piétrain stress négatif (CC et CT) est presque identique à celle du Piétrain classique avec pour avantage, une amélioration de la qualité de la

viande. Le développement du Piétrain CT puis du Piétrain CC a donc permis de mieux valoriser le Piétrain stress négatif (Leroy *et al.*, 2001).

Pour améliorer davantage la qualité de la carcasse et celle de la viande du Piétrain stress négatif par la sélection des animaux destinés à l'élevage sur base d'un performance-test, l'utilisation de l'ultrasonographie en temps réel pour prédire la composition corporelle *in vivo* est l'une des meilleures opportunités. En effet, cette technique est aujourd'hui la plus utilisée, peu coûteuse et non invasive (Gresham, 2000). Le but de cette étude était de développer l'application de cette technique dans la race Piétrain en fonction de ses particularités, notamment au niveau de la composition de la carcasse et de la qualité de la viande. Le scanner Pie Medical 200 SLC (Pie Medical equipment BV, Maastricht, The Netherlands) a été choisi pour la réalisation de cette étude.

PRÉDICTION DE LA TENEUR EN VIANDE MAIGRE

La précision de la prédiction de la teneur en viande maigre dépend du

site de mesure et des variables considérées dans le modèle de prédiction. Pour le même appareil de mesure, la précision varie selon le modèle utilisé. Des variations ont été aussi obtenues d'un appareil à l'autre.

Relation entre les mesures ultrasonographiques et la teneur en viande maigre

Les mesures ultrasonographiques les plus utilisées dans la prédiction de la TVM sont : l'épaisseur du lard dorsal et l'épaisseur et la surface du muscle *longissimus thoracis*. Les corrélations entre ces mesures corporelles et le pourcentage de viande maigre varient d'un site de mesure à l'autre (Youssao *et al.*, 2002b). Dans la plupart des études, le site des mesures se situe entre la première vertèbre thoracique et la dernière vertèbre lombaire, la sonde étant placée perpendiculairement à l'axe de la colonne vertébrale, à une distance de 0 à 13 cm (Sather *et al.*, 1986; Fisher, 1997; Youssao *et al.*, 2002b). Le choix du site de mesure joue un rôle primordial dans la précision des mesures. La dernière et la dixième vertèbres thoraciques ont été reconnues pour leur plus grande précision. Selon certains

auteurs, la dernière vertèbre thoracique est le meilleur site de mesure dans la prédiction de la composition de la carcasse du porc (Diestre and Kempster, 1985; Busemann *et al.*, 1991; McLaren *et al.*, 1991; Smith *et al.*, 1992; Doumad *et al.*, 2001). Pour d'autres, la 10^e côte présente le plus grand intérêt, comparativement aux autres sites (Lopes *et al.*, 1987; Forrest *et al.*, 1989; Gresham *et al.*, 1992; Moeller et Christian, 1998). L'association de mesures corporelles réalisées au niveau de plusieurs sites pourrait améliorer la précision de la prédiction de la composition de la carcasse (Daumas *et al.*, 1998).

Une étude comparative de la précision des mesures prises aux deux sites cités ci-dessus a été réalisée par Youssao et collaborateurs (2002c) à l'aide de l'appareil à ultrasons Pie Medical 200. Il en ressort que le pourcentage de viande maigre est corrélé positivement avec l'épaisseur et la surface du muscle *longissimus thoracis* quel que soit le site de mesure. La corrélation la plus élevée a été obtenue avec l'épaisseur du lard dorsal ($r = -0,51$, $p < 0,001$). La corrélation entre le pourcentage de viande et l'épaisseur du muscle *longissimus thoracis* prise au niveau de la dernière côte ($r = 0,5$, $p < 0,001$) est plus élevée que celle obtenue au niveau de la 10^{ème} côte ($r = 0,42$, $p < 0,001$). La valeur la plus faible a été obtenue entre le pourcentage de viande maigre et la surface du *longissimus thoracis* prise au niveau de la 10^e côte ($r = 0,31$, $p < 0,001$). Tenant compte de ces résultats, les mesures réalisées au niveau de la dernière côte sont considérées comme les plus précises dans l'estimation de la teneur en viande maigre à l'aide de l'appareil à ultrasons Pie Medical 200 chez le Piétrain. Quoi qu'il en soit, le site de mesure doit être clairement défini et facilement localisable pour limiter les variations liées à ce paramètre (Sather *et al.*, 1986).

Dans une autre étude, Youssao et collaborateurs (2002d) ont estimé des corrélations entre les mesures d'ultrasons et le pourcentage de viande maigre en fonction des génotypes de sensibilité à l'halothane (tableau I). Ces mesures ont été prises au niveau de la dernière côte. Pour les homozygotes résistants au stress, le pourcentage de viande maigre est corrélé positivement avec l'épaisseur du muscle (EMLD) ($r = 0,36$) et la sur-

Tableau I: Corrélation entre la teneur en viande maigre et respectivement le poids vif, le poids chaud et les mesures d'ultrasons par génotype de sensibilité à l'halothane

TVM	PCH	PV	ELD	EMLD	SMLD
Génotype CC	0.014	0.015	-0.694 ***	0.356 *	0.210
Génotype CT	-0.140	-0.144	-0.481 ***	0.325 ***	0.221 *
Génotype TT	-0.235 **	-0.236 **	-0.482 ***	0.408 ***	0.288 **

* Significatif à $p < 0,05$; ** Significatif à $p < 0,01$; *** Significatif à $p < 0,001$.

ELD : épaisseur du lard dorsal; EMLD : épaisseur du muscle *longissimus dorsi*;

SMLD : surface du muscle *longissimus dorsi*;

PV : poids vif à l'abattage; PCH : poids chaud à l'abattage

TVM : teneur en viande maigre

face musculaire (SMLD) ($r = 0,21$). Une corrélation négative et significative a été obtenue entre le pourcentage de viande maigre et l'épaisseur du lard dorsal ($r = -0,69$). La corrélation entre la TVM et le poids de la carcasse (ou le poids vif) est positive, non significativement supérieure à zéro. Par contre, elle est négative et non significativement inférieure à zéro pour les hétérozygotes résistants au stress (CT), négative et significative ($p < 0,01$) chez les homozygotes sensibles au stress (TT). La corrélation entre la TVM et l'épaisseur du lard dorsal (ELD) est négative ($r = -0,48$) chez les génotypes CT et les TT. Pour chaque génotype au locus Hal, le poids de la carcasse et le poids vif sont hautement corrélés avec la surface musculaire. La corrélation entre la TVM et la surface musculaire est faible par rapport à celles obtenues entre la TVM et l'ELD ou la SMLD pour chaque génotype au locus Hal. De ce fait, l'ELD et la SMLD pourront être considérées comme les meilleures paramètres de prédiction de la TVM. Les résultats de Youssao et collaborateurs (2002c et 2002d) sont similaires à ceux de Smith et collaborateurs (1992) qui rapportent que la corrélation entre la TVM et la surface musculaire est de 0,25, alors que celle observée entre la TVM et l'épaisseur du lard dorsal est de $-0,51$. Gresham et collaborateurs (1992) rapportent que la corrélation entre l'ELD prise au niveau de la dernière côte et le pourcentage de morceaux maigres (jambon, épaule et carré) a été de $-0,38$. Cette corrélation est faible par rapport aux résultats obtenus par Youssao et collaborateurs (2002c et 2002d) chez le Piétrain. Cette différence pourrait être liée à la précision des appareils utilisés ou à la composition corporelle de la race des animaux utilisés dans chaque étude. Les résultats de Youssao et collabora-

teurs (2002d) confirment également ceux de Cisneros et collaborateurs (1996) qui rapportent que la TVM est faiblement corrélée avec l'EMLD ($r = 0,41$) et avec la surface musculaire ($r = 0,47$). Selon Courchain et collaborateurs (1996), la corrélation entre le pourcentage de morceaux maigres et la surface du *longissimus thoracis* varie de $-0,28$ à $0,15$ selon le site de mesure. Chez le Piétrain, cette corrélation varie selon le génotype Hal de 0,2 à 0,3 (Youssao *et al.*, 2002d).

Modèles de prédiction de la teneur en viande maigre

Des équations de régression multiple ont été développées à partir des mesures d'ultrasons de l'ELD, l'EMLD et l'SMLD afin d'estimer la TVM chez le Piétrain (Youssao *et al.*, 2002d). Ces équations ont été développées pour l'ensemble des données et par génotype au locus Hal en fonction du sexe (tableau II). Il ressort de cette étude que l'ELD et l'EMLD constituent les meilleures variables indépendantes pour la plupart des équations de prédiction de la TVM. Lorsqu'on ajoute la surface musculaire à l'équation de prédiction, le coefficient de détermination n'augmente pas, mais, la déviation standard résiduelle et le coefficient de Mallows ($C_{(p)}$) augmentent légèrement. Les valeurs de R^2 des équations obtenues varient selon le génotype au locus Hal et le sexe de 0,35 à 0,79. Dans ces différentes équations, l'EMLD est utilisée comme variable au détriment de la surface musculaire parce que la corrélation entre la TVM et l'EMLD est supérieure à celle observée entre la TVM et la surface musculaire (Youssao *et al.*, 2002d). Cette différence pourrait être liée à la croissance linéaire de la TVM avec l'EMLD, tandis que la surface musculaire aug-

Tableau II : Equations de régression multiple du pourcentage de viandes maigres à partir des mesures ultrasonographiques

	Sexe	Nombre	Intercept	ELD	EMLD	R ²	RSD	C(p)
Général		284	65,48	-0,5	0,18	0,53	2,37	3
Génotype CC	Femelle	24	67,19	-0,57	0,18	0,79	2,04	3
	Mâle	13	64,96	-0,27	0,12	0,36	2,07	3
Génotype CT	Femelle	71	64,96	-0,27	0,12	0,35	2,17	3
	Mâle	81	64,95	-0,27	0,12	0,36	2,21	3
Génotype TT	Femelle	49	63,48	-0,33	0,19	0,49	2,06	3,17
	Mâle	46	59,76	-0,34	0,23*	0,47	1,95	2,21

C(p) : coefficient de Mallows (Mallows, 1973)

* Surface du muscle longissimus dorsi ;

ELD : épaisseur du lard dorsal ;

EMLD : épaisseur du muscle longissimus dorsi ;

RSD : Déviation standard résiduelle

mente linéairement avec le poids vif lors de la croissance (Smith *et al.*, 1992). Gresham et collaborateurs (1992) rapportent des équations de régression pour la prédiction du pourcentage de morceaux maigres à partir des mesures d'ultrasons, avec un coefficient de détermination de 0,42 et une erreur standard résiduelle de 3,06%. Dans une étude réalisée par Sather et collaborateurs (1996), l'estimation de la TVM à partir de l'épaisseur du lard dorsal et celle du muscle *longissimus thoracis* mesurées sur la carcasse à l'aide du HGP (*Hennsyy Grading Probe*) et du Tokyo Keiki LS-1000 ont donné respectivement des coefficients de détermination R² (déviation standard résiduelle) de 0,58 (1,7 %) et de 0,65 (1,5 %). En ajoutant la surface du muscle *longissimus thoracis* aux mesures de l'épaisseur du lard dorsal et de l'épaisseur du muscle *longissimus thoracis* prises par LS-1000, le coefficient de détermination ne s'améliore pas significativement (Sather *et al.*, 1996).

Dans la littérature, il existe peu d'informations sur les équations de prédiction de la composition de la carcasse en fonction du génotype au locus Hal. Cisneros et collaborateurs (1996) rapportent que la différence entre les génotypes de sensibilité à l'halothane influence la prédiction du pourcentage de morceaux maigres de la carcasse. Les équations de prédiction surestiment le pourcentage de morceaux maigres chez les CC et le sous estiment chez les CT (Cisneros *et al.*, 1996).

Généralement, le R² des équations de prédiction du poids des différents morceaux de la carcasse (jambon, épaule, carré, bardière, paroi ventrale et collier) est supérieur à celui de leurs pourcentages, quel que soit le site de mesure et la méthode d'estimation utilisée (Gresham *et al.*, 1992; Gresham *et al.*, 1994; Cisneros *et al.*, 1996; Leach *et al.*, 1996).

Effet de la machine sur l'estimation de la teneur en viande maigre

Différents appareils à ultrasons sont utilisés pour prédire la composition de la carcasse des porcs. Ces appareils ont globalement une précision (R²) pouvant atteindre de 0,60 à 0,78 (Youssao *et al.*, 2002b). Toutefois, des différences de mesures significa-

tives ont été observées entre appareils (Busk, 1986; Sather *et al.*, 1991; Stouffer, 1991; Herring *et al.*, 1995; Hulsegge et Merkus, 1997). Dans le cadre de la prédiction de la composition de la carcasse du Piétrain par l'ultrasonographie en temps réel, Youssao et collaborateurs (2002d) ont utilisé un appareil à ultrasons, Pie Medical 200 pour l'estimation de la teneur en viande maigre. Une comparaison a été ensuite réalisée entre le Pie Medical 200 (PIE), le Piglog 105 (SFK) et le Capteur Gras-Maigre (CGM). Il apparaît que la TVM estimée a varié de manière significative d'un appareil à l'autre ($p < 0,001$) avec des valeurs de 65, 65,7 et 63,9%, respectivement pour le CGM, le PIE et le SFK (Youssao *et al.*, 2002e). Les différences et les valeurs absolues de ces différences entre les pourcentages de viande estimés par le CGM, le Piglog 105 et le Pie Medical 200 sont présentées à la figure 1. Le Pie Medical 200 surestime le CGM alors que le Piglog 105 le sousstime.

Dans d'autres études, la comparaison des modèles de prédiction de la proportion en viande maigre estimée par le HGP II (*Hennsyy Grading Probe II*), le *Renco Lean-Meater* (Renco, type 1 m-8 Renco corporation, Minneapolis, MB, USA) et Pie Medical 200, a conduit à une meilleure précision du matériel HGP comparativement au Renco Lean-Meater et Pie Medical en terme de déviation standard résiduelle (Hulsegge et Merkus, 1997). La déviation standard résiduelle de la teneur en viande maigre exigée par la réglementation de l'Union Européenne doit être inférieure à 25g/kg (European Union,

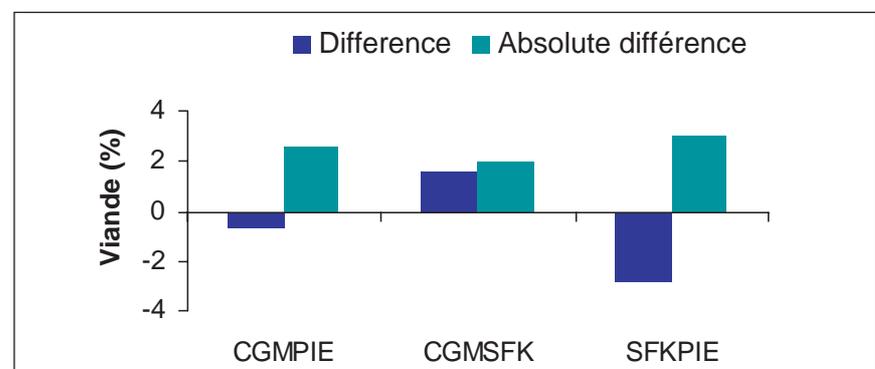


Figure 1 : Différences et valeurs absolues de ces différences entre les pourcentages de viande estimés par le Capteur Gras-Maigre (CGM), le Piglog 105 (SFK) et le Pie Medical 200 (PIE) (Youssao *et al.*, 2002e)

CGMPIE : Capteur Gras-Maigre et le Pie Medical 200 ;

CGMSFK : Capteur Gras-Maigre (CGM) et le Piglog 105 ;

SFKPIE : Piglog 105 et le Pie Medical 200.

1985). L'estimation du rendement en viande et de la TVM en utilisant le HGP II, le Destron (PG-100), le CGM et le CVT équipé de deux sondes à ultrasons (PCA-5049, 172 mm et PCB-5011, 152 mm), a montré que l'appareil à ultrasons CVT, muni de la petite sonde, a présenté la plus faible déviation standard résiduelle (Pomar *et al.*, 2001). La sonde HGP II a été la moins précise contrairement aux observations faites dans l'étude de Hulsegge et Merkus (1997), mais la différence était relativement faible. Viennent ensuite, par ordre décroissant de précision, le CVT muni de la grande sonde, le CGM et enfin PG-100 (Pomar *et al.*, 2001). La comparaison de sept appareils à ultrasons dans le cadre de l'estimation de la composition corporelle du porc *in vivo* a montré que le Meritronics, le VOS (*velocity of sound*) et le Piglog 105 étaient les plus précis dans la pré-

diction de l'épaisseur du lard dorsal (Yates et Owen, 1993). De tout ce qui précède, le choix d'un appareil à ultrasons doit tenir compte de sa précision et de son coût. D'autres facteurs comme la répétabilité ou les applications potentielles peuvent également intervenir.

Interaction entre machine et génotype au locus Hal

Lors de la comparaison entre le CGM, le Pie Medical et le Piglog 105, des interactions entre le type d'appareil et le génotype au locus Hal ont été observées dans l'estimation de la TVM (Youssao *et al.*, 2002e). Pour chaque appareil, le pourcentage de viande maigre estimé chez les homozygotes sensibles au stress (TT) est supérieur à celui des homozygotes résistants au stress (CC) avec une teneur intermédiaire chez les hétéro-

zygotes résistants au stress (CT) (figure 2).

Interaction entre la machine et le sexe

Les femelles étant plus maigres que les castrats, une interaction entre machine et sexe dans la prédiction de la TVM a été observée dans plusieurs études (Youssao *et al.*, 2002b). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre le mâle et la femelle en utilisant le Piglog 105 pour estimer la TVM (Fédération belge des éleveurs de porcs, 2000 ; Youssao *et al.*, 2002e). L'interaction entre la machine et le sexe dans l'estimation du pourcentage de viande maigre est donnée à la figure 3.

PRÉDICTION DE LA TENEUR EN GRAS INTRAMUSCULAIRE

Contrairement aux bovins, la prédiction du pourcentage de gras intramusculaire par ultrasonographie a été peu étudiée chez le porc. La plupart des modèles existants dans la littérature sont spécifiques aux bovins (Izquierdo *et al.*, 1996 ; Herring *et al.*, 1998 ; Hassen *et al.*, 2001 ; Youssao *et al.*, 2002b). Chez le porc, Villé et collaborateurs (1997) ont prédit le pourcentage de gras intramusculaire à partir du pourcentage de pixels blancs (PB) des ROI (*region of interest box area*) obtenus à partir des images prises par un appareil à ultrasons (Toshiba Sonolayer). De leur étude, il ressort que les valeurs du pourcentage de pixels blancs ont été de 15,5, 19,2 et 14,8 %, respectivement pour trois lignées de porcs belges. Ces valeurs de pixels correspondent respectivement aux pourcentages d'extrait éthéré (EE) de 1,15, 1,44 et 1,27 % et sont similaires à celles d'EE obtenues dans l'étude réalisée par Youssao et collaborateurs (2002f).

Le génotype de sensibilité à l'halothane influence la teneur en gras intramusculaire chez le Piétrain ; les homozygotes CC ont une teneur en gras plus élevée que les homozygotes TT, alors que les CT ont une teneur intermédiaire (Youssao *et al.*, 2002f). Ces résultats obtenus confirment ceux de De Smet et collaborateurs (1992), Leach et collaborateurs (1996), Kortz et collaborateurs (2000) et Miller et collaborateurs (2000). Une étude antérieure réalisée sur 26 porcs a

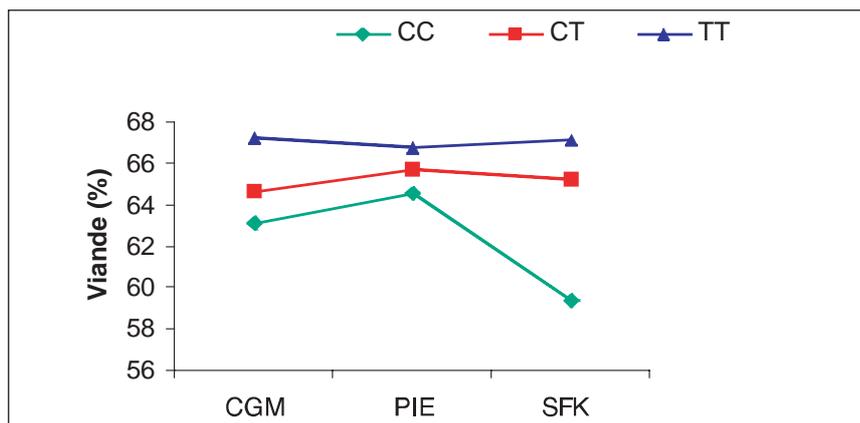


Figure 2 : Interaction entre la machine et le génotype de sensibilité à l'halothane dans l'estimation du pourcentage de viande maigre (Youssao *et al.*, 2002e)

CGM : Capteur Gras-Maigre ; SFK : Piglog 105 ; PIE : Pie Medical 200.
CC : Homozygote stress négatif ; CT : Hétérozygote stress négatif ; TT : Homozygote stress positif.

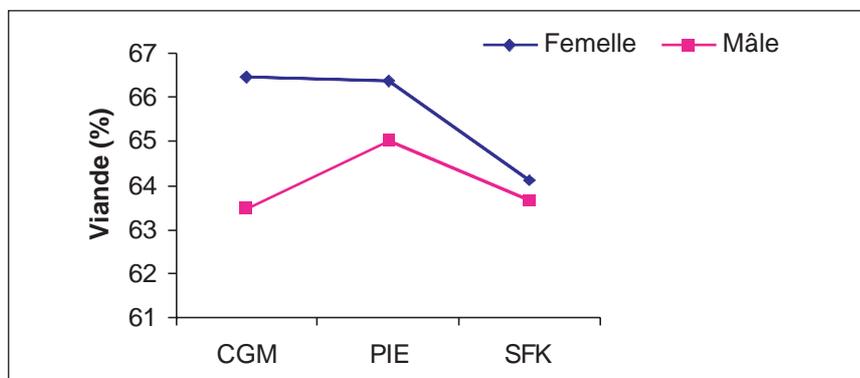


Figure 3 : L'interaction entre la machine et le sexe dans l'estimation du pourcentage de viande maigre (Youssao *et al.*, 2002e)

CGM : Capteur Gras-Maigre ;
SFK : Piglog 105 ;
PIE : Pie Medical 200.

comparé les paramètres de qualité de la viande du Piétrain stress négatif au stade 63/64 (BC5) à ceux du Piétrain classique. Il ressort de cette étude que le Piétrain stress négatif a un pourcentage de gras intramusculaire plus élevé (1,7%) que celui du Piétrain classique (1,5%) (Ministère des classes moyennes et de l'agriculture, 1998).

La corrélation entre le pourcentage EE et l'ELD est non significative (Villé *et al.*, 1997; Youssao *et al.*, 2002f). La sélection des porcs sur la base de leur teneur en EE peut donc se faire sans influencer l'épaisseur du lard dorsal. La corrélation entre les pourcentages d'EE et le pourcentage de pixels blancs est positive et très significative (Sather *et al.*, 1996; Youssao *et al.*, 2002f). La corrélation entre les pourcentages d'EE et la TVM du Piétrain est par contre, négative et très significative (Youssao *et al.*, 2002f). Les corrélations entre le pourcentage de gras intramusculaire et la TVM des races porcines allemandes varient de - 0,33 à - 0,59; elle est de - 0,52 chez le Piétrain (Baulin *et al.*, 2000). Ces différentes corrélations sont voisines de celle observée dans l'étude de Youssao et collaborateurs (2002f).

Les femelles ont une TVM plus élevée que les castrats (Youssao *et al.*, 2002d) et les castrats ont en revanche une teneur en gras intramusculaire plus élevée que les femelles. Une amélioration du pourcentage de gras intramusculaire augmenterait la qualité organoleptique de la viande. Un équilibre entre la TVM et le pourcentage d'EE est un objectif pour les prochains programmes de sélection.

La prédiction de la teneur en EE à partir du pourcentage de pixels blancs a donné des R^2 compris entre 0,31 et 0,43 (Villé *et al.*, 1997). Avec un appareil à ultrasons Aloka 500 V (Corometrics Medical Systems, Wallingford, Connecticut), le coefficient de détermination est de 0,33 si le pourcentage de pixels blancs est utilisé seul dans le modèle de prédiction (Ragland *et al.*, 1997). Ce coefficient est de 0,34 si le sexe est ajouté dans le modèle de prédiction ou de 0,38 en incluant l'épaisseur du lard dorsal (Ragland *et al.*, 1997). Ces valeurs de R^2 sont voisines de celles observées par Youssao et collaborateurs (2002f); une légère amélioration a été observée en développant les modèles de prédiction par sexe. Par contre, en ajoutant l'épaisseur du lard dorsal dans l'équation de prédiction, le R^2 ne s'améliore pas et l'écart quadratique moyen des erreurs augmente (Youssao *et al.*, 2002f). La prédiction du pourcentage d'extrait éthéré à partir du pourcentage de pixels blancs chez le Piétrain est représentée à la figure 4. Aux Etats-Unis, des valeurs de R^2 variant de 0,65 à 0,75 ont été obtenues en utilisant des logiciels récemment développés pour améliorer la précision de la prédiction du gras intramusculaire chez le bovin (Izquierdo *et al.*, 1996; Herring *et al.*, 1998; Hassen *et al.*, 2001; Youssao *et al.*, 2002b) à partir des images échographiques. Ces valeurs sont largement au-dessus de celles observées dans l'étude réalisée par Youssao *et al.* (2002f). Le QUIP Index de l'échographe *Pie Medical* utilisé dans l'étude de ce dernier fait partie de ces nouveaux programmes récemment

développés aux Etats-Unis. Malheureusement, il nécessite une calibration de la sonde ASP-18 à l'aide d'un accessoire spécifique (*calibration phantom*), étape qui n'a pas pu être réalisée dans cette étude. En outre, les faibles valeurs de R^2 obtenues pourraient aussi être dues à la faible teneur en gras intramusculaire du Piétrain par rapport aux autres races porcines et aux races bovines des USA. Il est très probable que de faibles teneurs en gras intramusculaire augmentent fortement l'implication d'autres tissus échogènes tels que celles résultant de la superposition des muscles avec les vaisseaux sanguins, les nerfs ou le tissu conjonctif. Le logiciel utilisé a été conçu à partir des caractéristiques de la carcasse et de la qualité de la viande des bovins et des porcs américains. Vu la faible variation du pourcentage de gras intramusculaire du Piétrain, un logiciel et un modèle appropriés seront nécessaires pour les prochains programmes de prédiction. De nouveaux échographes récemment mis sur le marché pourraient améliorer la précision des mesures.

CONCLUSION

L'étude comparative des paramètres échographiques obtenus entre la 10^e et la dernière vertèbre thoracique, sites reconnus dans la littérature comme étant les plus pertinents dans la prédiction de la composition corporelle du porc Piétrain *in vivo*, a montré que la dernière vertèbre thoracique est la plus précise dans l'estimation de la teneur en viande maigre en utilisant l'appareil à ultrasons *Pie Medical* 200 chez le Piétrain. L'ELD et l'EMLD ont été considérées comme les meilleures paramètres de prédiction de la TVM. Les valeurs de R^2 des équations de prédiction obtenues à partir de ces paramètres en fonction du génotype au locus *Hal* et du sexe sont modérées. L'exactitude de la prédiction dépend de la précision des mesures réalisées sur l'image échographique et de la qualité de ces images. Les comparaisons réalisées entre les appareils *Pie Medical* 200, *Piglog* 105 et le *Captur* Gras-Maigre ont donné une différence significative entre les TVM estimées par ces trois appareils. Pour chacun d'entre eux, cette différence varie en fonction du génotype de sensibilité à l'halothane et du sexe. Le *Pie Medical* 200 sures-

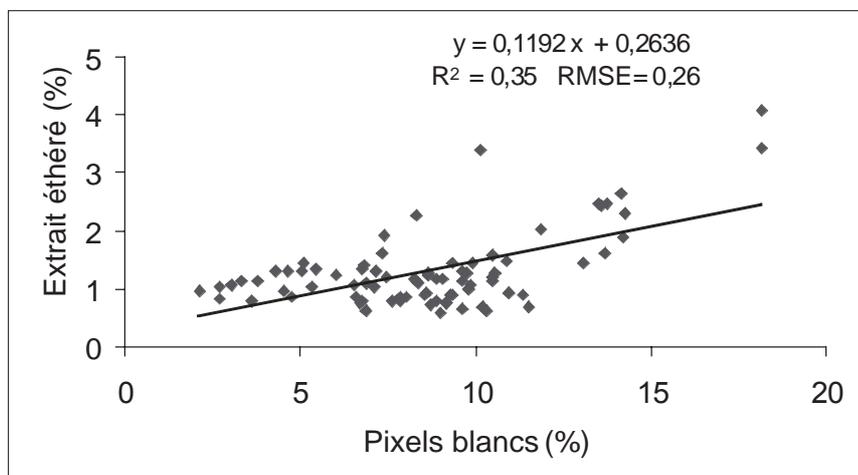


Figure 4 : Prédiction du pourcentage d'extrait éthéré à partir du pourcentage de pixels blancs chez le Piétrain (Youssao *et al.*, 2002f).

RMSE : Écart quadratique moyen des erreurs décrit par Herring et collaborateurs (1994).

time le CGM alors que le Piglog 105 le sous-estime. Quant au gras intramusculaire, il est possible de l'estimer par l'ultrasonographie en temps réel chez le porc. Toutefois, la précision de la prédiction est liée à la calibration de la sonde ASP-18 par l'utilisation de l'appareillage spécifique (*calibration phantom*) avec Pie Medical avant la collecte des images échographiques. Tenant compte de la faible variation du pourcentage de gras intramusculaire du Piétrain, un logiciel et un modèle appropriés seront nécessaires pour les prochains programmes de prédiction. Si la précision est améliorée, l'utilisation de l'ultrasonographie en temps réel pourra permettre de sélectionner des animaux d'élevage sur leur performance propre en gras intramusculaire. L'analyse digitale fine de ces images pourrait contribuer à cette amélioration. Les femelles ont une TVM plus élevée que les castrats et les castrats ont en revanche un gras intramusculaire plus élevé que les femelles. Une amélioration du pourcentage de gras intramusculaire aug-

menterait la qualité organoleptique de la viande. Un juste équilibre entre la TVM et le pourcentage d'EE est nécessaire dans les prochains programmes de sélection.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient J-L. Hornick et le Commissariat Général aux Relations Internationales de la Communauté Wallonie-Bruxelles pour leur contribution.

Prediction of carcass composition and meat quality in stress negative Pietrain pig using real-time ultrasound

SUMMARY

The lean meat proportion and longissimus thoracis intramuscular fat percentage were pre-

dicted in negative stress Pietrain pig by real-time ultrasound using Pie Medical 200. The optimal probing site for the estimation of carcass lean content percentage was first identified. Then, the models for the prediction of carcass lean content proportion by ultrasound measurement were developed. Somme comparison were made between Fat Lean Meter, the ultrasonic device Piglog 105 and Pie Medical 200 for lean meat proportion estimation in Pietrain carcasses. Finally, the intramuscular fat percentage was predicted from the white pixels percentage in longissimus thoracis ultrasound image.

BIBLIOGRAPHIE

- BAULIN U., KOHLER P., KALLWEIT E., BRADE W. Intramuscular fat content in some native German pig breeds. In: Quality of meat and fat in pigs affected by genetics and nutrition, European Association for Animal Production publication, N°100, Zürich (22-26 August 1999), 2000, 161-164.
- BUSMANN V.E., KRIETER J., ERNST E. Möglichkeiten der schlachtkörperbewertung am lebenden schwein mit hilfe von ultraschallmessungen. *Züchtungskunde*, 1991, **63**, 375-384.
- BUSK H. Measure carcass quality on live pigs. *World Rev. Anim. Prod.*, 1986, **22**, 35-38.
- CISNEROS F., ELLIS M., MILLER K.D., NOVAKOFSKI J., WILSON E.R., MCKEITH F.K. Comparison of transverse and longitudinal real-time ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat-free lean content in live pigs. *J. Anim. Sci.*, 1996, **74**, 2566-2576.
- COURCHAINÉ J.K., AZAIN M. J., JONES R.D., GLAZE, T.M. Use of Real-Time ultrasound in the early finishing phase to predict carcass composition at slaughter. [en ligne] (1996) Adresse URL : http://www.ads.uga.edu/annrpt/1996/96_255.htm Consulté le 10/04/00.
- DAUMAS G., CAUSEUR D., DHORNE T., SCHOLLHAMMER E. Les méthodes de classement des carcasses de porc autorisées en France en 1997. *Journ. Rech. Porc. Fr.*, 1998, **30**, 1-6.
- DE SMET S., PAUWELS H., EECKHOUT W., DEMEYER D.I., VERVAEKE I., DE BIE S., VAN DE VOORDE G., CASTEELS M. Relationships between halothane sensitivity, carcass quality and meat quality in Belgian slaughter Pigs. In: Puolanne E., Demeyer D.I., Ruusunen M., Ellis S. (Eds.), *Pork quality, genetic and metabolic factors*. CAB International: Wallingford, 1992, 259-270.
- DIESTRE A.S., KEMPSTER A.J. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading. *Anim. Prod.* 1985, **41**, 383-389.
- DOURMAD J.Y., ETIENNE M., NOBLET J. Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des truies pour définir leurs programmes alimentaires. *Prod. Anim.*, 2001, **14**, 41-50.
- EUROPEAN UNION Determining the community scale for grading pig carcasses. EU document, 1985, N° 2967/85.
- FÉDÉRATION BELGE DES ÉLEVEURS DE PORC. Rapport annuel - stations de contrôle. 2000, Scheldewindeke, 34 p.
- FISHER A.V. A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. *Comput. Electron. Agric.*, 1997, **17**, 217-231.
- FORREST J.C., KUEI C.H., ORCUTT M.W., SCHINCHEL A.P., STOUFFER J.R., JUDGE M.D. A review of potential new methods of on-line pork carcass evaluation. *J. Anim. Sci.*, 1989, **67**, 2164-2170.

- GRESHAM J.D., MCPEAKE S. R., BERNARD J.K., RIEMANN M.J., WYATT R.W., HENDERSON H.H. Prediction of live and carcass characteristics of market hogs by use of a single longitudinal ultrasonic scan. *J. Anim. Sci.*, 1994, **72**, 1404-1412.
- GRESHAM J.D. Study guide. Real-time ultrasound training conference beef cattle applications. University of Tennessee-Martin: Knoxville, 2000, 24 p.
- GRESHAM J.D., MCPEAKE, S.R., BERNARD, J.K., HENDERSON, H.H. Commercial adaptation of ultrasonography to predict pork carcass composition from live animal and carcass measurements. *J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 631-639.
- HANSET R., DASNOIS C., SCALAIS S., MICHAUX C., GROBET L. Effet de l'introgression dans le génome Piétrain de l'allèle normal au locus de sensibilité à l'halothane. *Genet. Sel. Evol.*, 1995b, **27**, 77-88.
- HANSET R., DASNOIS C., SCALAIS S., MICHAUX C., GROBET L. Génotype au locus de sensibilité à l'Halothane et caractères de croissance et de carcasse dans une F2 Piétrain X Large White . *Genet. Sel. Evol.*, 1995a, **27**, 63-76.
- HANSET R., SCALAIS S., GROBET L. Du Piétrain classique au Piétrain résistant à l'halothane ou Piétrain Réhal. *Ann. Méd. Vét.*, 1995c, **139**, 23-35.
- HASSEN A., WILSON D.E., AMIN V.R., ROUSSE G.H., HAYS C.L. Predicting percentage of intramuscular fat using two types of real-time ultrasound equipment. *J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 11-18.
- HERRING W.O., BERTRAND J.K., BENYSHEK L.L. Importance of real-time ultrasound use for live animal evaluation. Annual Report, 1995. [en ligne] (1995) Adresse URL : http://www.ads.uga.edu/annrpt/1995/95_102.htm. Consulté le 10/07/00.
- HERRING W.O., KRIESE L.A., BERTRAND J.K., CROUCH J. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 1998, **76**, 364-370.
- HULSEGGE B., MERKUS G.S.M. A comparison of the optical probe HGP and ultrasonic devices Renco and Pie Medical for estimation of the lean meat proportion in pig carcasses. *Anim. Sci.*, 1997, **64**, 379-383.
- IZQUIERDO M.V., AMIN V., WILSON D.E., ROUSE G.H. Models to predict intramuscular fat percentage in live beef animals using real-time ultrasound and image parameters: report on data from 1991-1994. Beef Research Report. Iowa State University: Ames, 1996, 3-6.
- KORTZ J., KAPELANSKI W., GRAJEWSKA S., KURYL J., BOCIAN M., RYBARCZYK A. Meat quantity to meat quality relationships when the RYR1 gene effect is eliminated. In: Quality of meat and fat in pigs affected by genetics and nutrition, European Association for Animal Production publication N°100, Zürich (22-26 August 1999), 2000, 161-164.
- LEACH L.M., ELLIS M., SUTTON D.S., MCKEITH F.K., WILSON E.R. The growth performance, carcass characteristic, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J. Anim. Sci.*, 1996, **74**, 934-943.
- LEROY P. L., VERLEYEN V., DETRY J-P. Le porc Piétrain résistant au stress (ReHal) dans la filière porcine. In: Centre de recherches agronomiques de l'Etat, Gembloux (Ed.), Quatrième carrefour des productions animales, les démarches de la qualité en production animale: pourquoi? pour qui? Centre de recherche agronomique de l'Etat: Gembloux (Belgium), 27 janvier 1999. 1999, 39-40.
- LEROY P.L., VERLEYEN V. Performances of the Piétrain ReHal, the new stress negative Piétrain line. In: Wenk C., Fernandez A., Dupuis M., Quality of meat and fat in pigs affected by genetics and nutrition. Proceedings of the joint session of the European Association for Animal Production Commissions on Pig Production, Animal Genetics and Animal Nutrition, Zürich, Switzerland, 25 August 1999. 2000, 161-164
- LEROY P.L., BEDUIN J-M., VERLEYEN V., LEBAILLY P., BERTI F. Les attentes des consommateurs, des nouveaux critères de sélection porcine. In : Centre de recherches agronomiques de l'Etat, Gembloux (Ed.), Sixième carrefour des productions animales et santé humaine. Centre de recherche agronomique de l'Etat: Gembloux, 2001. 2001, 74-83.
- LOPES D.M., WILLIAMSON S.A., JACOBS J.A., THOMAS M.W. Estimation of fat depth and longissimus muscle area in swine by the use of real-time ultrasonography. *Proc. Western Sect. Am. Soc. Anim. Sci.*, 1987, **38**, 155-162.
- MALLOWS, C.L. Some comments on C(p). *Technometrics*, 1973, **15**, 661.
- MCLAREN D.G., NOVAKOFSKI J., PARRETT D.F., LO L.L., SINGH S.D., NEUMAN K. R., MCKEITH F.K. A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. *J. Anim. Sci.* 1991, **69**, 54-66.
- MILLER K.D., ELLIS M., MCKEITH F.K., WILSON E.R. Influence of sire line and halothane genotype on growth performance, carcass characteristics, and meat quality in pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 2000, **80**, 319-327.
- MINISTERE DES CLASSES MOYENNES ET DE L'AGRICULTURE, ADMINISTRATION RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT. Piétrain Réhal. Ministère des Classes Moyennes et l'Agriculture: Bruxelles, 1998, 32 p.
- MOELLER S.J. et CHRISTIAN L.L. Evaluation of the accuracy of real-time ultrasonic measurements of backfat and loin muscle area in swine using multiple statistical analysis procedures. *J. Anim. Sci.*, 1998, **76**, 2503-2514.
- POMAR C., FORTIN A., MARCOUX M. Estimation du rendement boucher et de la teneur en viande maigre des carcasses de porc à l'aide de différentes méthodologies de mesure de l'épaisseur du gras et du muscle dorsal. *Journ. Rech. Porc. Fr.*, 2001, **33**, 63-69.
- RAGLAND K.D., BRONDUM J., CHRISTIAN L.L. Prediction of intramuscular fat in live swine using real-time ultrasound. 1997 National Swine Improvement Federation, Proceedings. [en ligne] (1997) Adresse URL : <http://mark.asci.ncsu.edu/nsif/97proc/ragland.htm> consulté le 26/10/01.

- SATHER A. P., BAILEY D.R.C., JONES S.D.M. Real-Time ultrasound image analysis for the estimation of carcass yield and pork quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 1996, **76**, 55-62.
- SATHER A. P., NEWMAN J. A., JONES S. D. M., TONG A. K. W., ZAWADSKI S. M., COLPITTS G. The prediction of pork carcass composition using live animal echographic measurements from the Krautkramer USK7, Ithaca Scanoprobe 731C and Aloka SSD-210DXII Echo Camera. *Can. J. Anim. Sci.*, 1991, **71** : 1001-1009.
- SATHER A.P., TONG A. K.W., HARBISON D.S. A study of ultrasonic probing techniques for swine. I. The effect of operator, machine and site. *Can. J. Anim. Sci.*, 1986, **66**, 591-598.
- SMITH B.S., JONES W.R., HOUG J.D., HUFFMAN D.L., MIKEL W.B., MULVANEY D. R. Prediction of carcass characteristics by real-time ultrasound in barrow and gilts slaughtered at three weights. *J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 2304-2308.
- STOUFFER J. R. Using ultrasound to objectively evaluate composition and quality of livestock. In : 21st Century concepts important to meat-animal evaluation. Cornell University : Ithaca, 1991, 49-54.
- VILLE H., ROMBOUTS G., VAN HECKE P., PERRMANS S, MAES G., SPINCEMAILLE G., GEERS R. An Evaluation of Ultrasound and Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy to Measure *In Vivo* Intramuscular Fat Content of Longissimus Muscle of Pigs. *J. Anim. Sci.* 1997, **75**, 2942-2949.
- YATES C.M., OWEN, M.G. Comparison of seven ultrasonic techniques for in vivo estimation of pig carcass composition. *Anim. Prod.*, 1993, **56**, 453.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN, V., MICHAUX C., CLINQUART A., LEROY, PL. Composition de la carcasse, qualité de la viande et exploitation du Piétrain stress négatif. *Ann. Méd. Vét.*, 2002a, **146**, 329-338.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN V., LEROY PL. Évaluation de la composition de la carcasse et de la qualité de la viande par ultrasonographie chez le porc. *Ann. Méd. Vét.*, 2002b, **146**, 19-29.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN, V., MICHAUX C., LEROY, P L. Choice of probing site for estimation of carcass lean percentage in Pietrain pig using the real-time ultrasound. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2002c, **4**, 194-200.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN V., LEROY PL. Prediction of carcass lean content by real-time ultrasound in Pietrain and negative-stress Pietrain. *Anim. Sci.*, 2002d, **75**, 25-32.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN, V., MICHAUX C., LEROY, P L. A comparison of the Fat Lean Meter (CGM) and the ultrasonic device Pie Medical 200 and Piglog 105 for estimation of the lean meat proportion in Pietrain and negative-stress Pietrain carcasses. *Livest. Prod. Sci.* 2002e, **78**, 107-114.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN, V., MICHAUX C., CLINQUART A., LEROY, PL. Evaluation par ultrasonographie en temps réel de la teneur en gras intramusculaire du porc Piétrain. *Ann. Méd. Vét.*, 2002f, **146**, 249-255.