

THÈSE DE DOCTORAT EN SCIENCES VÉTÉRINAIRES

Résumé

Orientation : Santé et Productions Animales

Titre de la thèse en français :

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

Titre de la thèse en anglais :

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

Candidat : Issaka A. K. Youssao

Promoteur : Prof. Pascal L. Leroy

Co-promoteur : -

Département et Service : productions Animales, service de biostatistique et sélection animale

Date de la défense publique : le 17 juin 2003

Composition du Jury : S. De Smet, H. Boly, A. Clinquart, P. Leroy, M. Georges, J.-L. Hornick, J. Detilleux, F. Farnir, B. Nicks, F. Rollin

DESCRIPTION DU SUJET DE RECHERCHE ABORDÉ

Le porc Piétrain est principalement caractérisé par une robe blanche et des taches noires, plus ou moins nombreuses, réparties sur tout le corps, des oreilles petites dirigées vers le haut, une viande pauvre en graisse, une carcasse dont le rendement à l'abattage est le plus élevé de toutes les races connues (83%), un éclatement musculaire au niveau des épaules, un dos développé (carré, 27%) et des jambons exceptionnels (27%) (Camerlynck et Brankaer, 1958; Camerlynck, 1960). A côté de ces points forts, il est aussi caractérisé par la fixation du gène de sensibilité au stress dont le résultat est l'apparition éventuelle du syndrome du stress (PSS: *Porcine Stress Syndrome*), de l'hyperthermie maligne (MHS: *Malignant Hyperthermia Syndrome*) et d'une viande dite PSE (*Pale, soft and exsudative*) (Topel *et al.*, 1968; Sybesma et Eikelenboom, 1969; Eikelenboom et Minkema, 1974; Eikelenboom *et al.*, 1978). Ces syndromes sont liés au locus Hal de sensibilité à l'halothane, caractérisé par les allèles C (normal) et T (sensible) (Ollivier *et al.*, 1975).

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'introggression 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 (2002). Le Piétrain stress négatif, notamment l'hétérozygote CT, doit tout son intérêt 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.*, 2002). 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.

RÉSULTATS

La prédiction de la composition de la carcasse et de la qualité de la viande du Piétrain stress négatif par l'ultrasonographie en temps réel a été réalisée à la station expérimentale de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (Belgique) de 1998 à 2002. Les animaux ont été nourris *ad libitum* et abattus à un âge moyen de 213 jours pour un poids moyen de 101 kg. Les images échographiques ont été prises sur chaque animal à l'aide du Scanner Pie Medical 200 équipé d'une sonde «*animal science*» de 18 cm de long (ASP-18) et de fréquence 3,5 Mhz. Pour le choix du site de sondage dans l'estimation de la teneur en viande maigre, des mesures ultrasonographiques de l'épaisseur du lard dorsal et de l'épaisseur et de la surface du muscle *longissimus dorsi* ont été réalisées sur 210 porcs de race Piétrain dont 98 femelles et 112 castrats. La veille de l'abattage, quatre images longitudinales et quatre transversales ont été prises au niveau de la dernière et de la dixième vertèbre thoracique de chaque porc. La répétabilité de la mesure de l'épaisseur du lard dorsal de la dernière côte (ULRBF) est similaire à celle de la dixième côte (UTRBF) ($t = 0,87$). Les mesures de l'épaisseur (ULRMD) et de la surface (ULRMA) du muscle *longissimus dorsi* de la dernière vertèbre thoracique ont été plus répétables que celles de l'épaisseur (UTRMD) et de la surface (UTRMA) du muscle de la dixième côte. La meilleure corrélation entre la teneur en viande maigre de la carcasse (CLEAN) et les mesures à ultrasons a été obtenue avec l'épaisseur du lard dorsal ($r = -0,51$). La corrélation entre CLEAN et ULRMD et celle entre CLEAN et ULRMA ont été plus importantes que celles obtenues entre CLEAN et UTRMD et entre CLEAN et UTRMA respectivement. Lorsque la teneur en viande maigre est prédite à partir de l'épaisseur du lard dorsal, la précision de l'équation de régression est similaire quel que soit le site de mesure. Par contre, en ajoutant l'épaisseur ou la surface du muscle *longissimus dorsi* à l'épaisseur du lard dorsal dans l'équation de régression, la dernière vertèbre thoracique a présenté la meilleure précision. De tout ce qui précède, la dernière côte est le meilleur site de mesure pour la prédiction de la teneur en viande maigre. Une fois le meilleur site déterminé, la prédiction de la teneur en viande maigre a été réalisée. Pour cette étude, des mesures ultrasonographiques de l'épaisseur du lard dorsal, de l'épaisseur et de la surface du muscle *longissimus dorsi* ont été réalisées sur 335 porcs dont 164 femelles et 171 castrats. La veille de l'abattage, une à deux images longitudinales et transversales ont été prises au niveau de la dernière vertèbre thoracique. Les homozygotes résistants à l'halothane (CC) ont présenté moins de viande maigre ($p < 0,05$) que les homozygotes sensibles à l'halothane (TT). Les hétérozygotes CT ont une teneur en viande maigre intermédiaire entre celles des homozygotes CC et TT. Les femelles ont plus de viande maigre que les castrats ($p < 0,05$). Les corrélations entre le pourcentage de viande

maigre et respectivement, l'épaisseur du lard dorsal et l'épaisseur du muscle ont été de 0,51 et 0,50. La prédiction de la teneur en viande maigre à partir des mesures de l'épaisseur du lard dorsal et la profondeur du *longissimus dorsi* a donné des R^2 qui variaient de 0,35 à 0,79.

La comparaison entre le Capteur gras - maigre (CGM), le Pie Médical (PIE) et le Piglog 105 (SFK) dans l'estimation de la teneur en viande maigre (TVM) a été réalisée sur 307 Piétrain et Piétrain stress négatif. La veille de l'abattage, la teneur en viande maigre a été estimée à partir des appareils PIE et SFK. Sur la carcasse, l'estimation a été faite à partir du CGM à l'abattoir. La TVM a varié d'un appareil à l'autre ($p < 0,001$). Elle a été de 65, 65,7 et 63,9 %, respectivement pour le CGM, le PIE et le SFK. L'interaction entre le type d'appareil et le génotype de sensibilité à l'halothane a été significative sur la teneur en viande maigre ($p < 0,001$). Quel que soit le type d'appareil, la TVM augmente des homozygotes résistants au stress (CC) aux hétérozygotes résistants au stress (CT) et des génotypes CT aux homozygotes sensibles au stress (TT). L'interaction entre la machine et le sexe a été également significative ($p < 0,001$). Pour chaque appareil, les femelles ont été plus maigres que les mâles ($p < 0,05$). Les différences de viande maigre estimées entre appareils ont été significativement différentes selon le génotype de sensibilité à l'halothane ($p < 0,01$) alors que le sexe n'a influencé que la différence de TVM entre CGM et PIE et la valeur absolue de cette différence. Le PIE et le SFK surestiment la TVM estimée par le CGM, respectivement de 52 à 67 % et de 52 à 65% de la TVM obtenue par le CGM, alors que le PIE surestime la TVM par rapport au SFK. Enfin, une évaluation par ultrasonographie en temps réel de la teneur en gras intramusculaire du porc Piétrain a été abordée. Pour réaliser cette étude, des mesures ultrasonographiques du gras intramusculaire du *longissimus thoracis* ont été prises sur 80 porcs Piétrain dont 42 femelles et 34 castrats. La veille de l'abattage, des images échographiques ont été prises de la 10^e à la dernière vertèbre thoracique, perpendiculairement à l'axe de la colonne vertébrale, à une distance de 6 cm de celle-ci. La teneur en gras intramusculaire a été estimée à partir de l'échogénicité musculaire. A la découpe, une tranche du muscle *longissimus thoracis* correspondant au 12^e et 13^e



Doctor (18/12/2000), Heterozygote Stress Negative Piétrain boar born at the Sart Tilman station of the University of Liège

côtes a été prélevée pour déterminer l'extrait éthéré (EE). Les teneurs respectives ont été de 1,44, 1,37 et 1,15 % du muscle pour les homozygotes résistants au stress (CC), les hétérozygotes résistants au stress (CT) et les homozygotes sensibles au stress (TT). Le coefficient d'échogénéité représenté par le pourcentage de pixels blancs dans l'image échographique a été de 9,98, 8,75 et 7,79 % respectivement pour les CC, CT et TT. Les castrats ont présenté une teneur en EE et un pourcentage de pixels blancs supérieurs à ceux des femelles. Le coefficient de détermination (R^2) du modèle de prédiction du pourcentage d'EE à partir du pourcentage de pixels a été de 0,35 et l'écart quadratique moyen des erreurs a été de 0,26%. Ces performances pourront être améliorées en utilisant l'accessoire de calibration de la sonde ASP-18 avant la prise d'images échographiques.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le Piétrain stress négatif (CT) est un nouveau type biologique qui doit tout son intérêt au fait qu'il exploite l'effet favorable d'un exemplaire de l'allèle T 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. Les homozygotes résistants à l'halothane (CC) ont présenté moins de viande maigre que les homozygotes sensibles à l'halothane (TT). Les hétérozygotes CT ont une teneur en viande maigre intermédiaire entre celles des homozygotes CC et TT. Les femelles ont plus de viande maigre que les castrats ($p < 0,05$). Les corrélations entre les mesures échographiques (épaisseur du lard dorsal, épaisseur et surface du muscle *longissimus thoracis*) et le pourcentage de viande maigre varient selon le site de la mesure. Une étude comparative entre deux sites (10^{ème} et dernière vertèbre thoracique), reconnus dans la littérature comme étant les plus précis 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. La corrélation entre la teneur en viande maigre (TVM) et la surface du muscle *longissimus dorsi* (SMLD) est faible par rapport à celles obtenues entre la TVM et l'épaisseur du lard dorsal (ELD) ou l'épaisseur du muscle *longissimus dorsi* (EMLD) pour chaque génotype au locus *Hal*. De ce fait, 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 prise de ces images. La comparaison réalisée entre les appareils Pie Medical 200, Piglog 105 et le Capteur Gras-Maigre (CGM) a 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 CGM est officiellement utilisé dans l'estimation de la TVM dans les abattoirs français et belges selon les réglementations de l'Union Européenne. Malgré la différence entre les TVM estimées par le CGM et

le Piglog 105, ce dernier est officiellement utilisé dans l'estimation du pourcentage de viande par la fédération belge des éleveurs de porcs en Belgique. Tenant compte de la différence entre les TVM estimées par le Pie Medical 200 et le CGM, l'appareil à ultrasons Pie Medical pourra aussi être utilisé pour estimer la composition corporelle des porcs *in vivo*. L'évaluation de la teneur en extrait éthéré (EE) a été réalisée et a permis de mettre en évidence l'effet du génotype de sensibilité à l'halothane sur ce paramètre. Les homozygotes résistants au stress (CC) ont une teneur en EE supérieure à celle des homozygotes sensibles au stress (TT), alors que les hétérozygotes résistants au stress (CT) ont donné des valeurs intermédiaires. Le pourcentage de pixels blancs dans l'image échographique du muscle *longissimus thoracis* n'a pas été influencé de manière significative par le génotype de sensibilité à l'halothane. Toutefois, il tend à augmenter avec la présence et le nombre d'allèle C. Les résultats de cette étude indiquent qu'il est possible d'estimer le pourcentage de gras intramusculaire 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 augmenterait 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

J'adresse mes remerciements au Commissariat Général aux Relations Internationales de la Communauté Wallonie - Bruxelles et au Service de Biostatistique et sélection animale de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège pour avoir financé le présent travail.

RÉFÉRENCES

- CAMERLYNCK R. Les qualités d'engraissement et d'abattage des porcs Piétrain. In: La race porcine belge Piétrain. Colloque sur la race porcine belge Piétrain, Bruxelles, 21-22 mars 1960, 39-57.
- CAMERLYNCK R., BRANKAER R. Le porc Piétrain. *Rev. Agric.*, 1958, **11**, 379-399 et 575-602.
- EIKELENBOOM G., MINKEMA D. Prediction of pale, soft, exsudative muscle with a non lethal test for the halothane induced porcine malignant hyperthermia syndrome. *Tijdschr. Diergeneeskd.*, 1974, **99**, 421-426.
- EIKELENBOOM G., MINKEMA D., VAN ELDIK P., SYBESMA W. Production characteristics of Dutch Landrace and Dutch Yorkshire pigs as related to their susceptibility for the halothane-induced malignant hyperthermia syndrome. *Livest. Prod. Sci.*, 1978, **5**, 277-284.
- GRESHAM J.D. Study guide. Real-time ultrasound training conference beef cattle applications. University of Tennessee-Martin, Knoxville, 2000, 24 p.
- HANSET R., SCALAIS S., GROBET L. Du Piétrain classique au Piétrain résistant à l'halothane ou Piétrain Réhal. *Ann. Méd. Vét.*, 1995a, **139**, 23-35.
- 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.*, 1995b, **27**, 63-76.
- 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.*, 1995c, **27**, 77-88.
- 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, 74-83.
- OLLIVIER L., SELLIER P., MONIN G. Déterminisme génétique du syndrome d'hyperthermie maligne chez le porc Piétrain. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 1975, **7**, 159-166.
- SYBESMA M., EIKELEMBOOM G. Malignant Hyperthermia Syndrome in pigs. *Neth. J. Vet. Sci.*, 1969, **2**, 155-160.
- TOPEL D.G., BICKNELL E.J., PRESTON K.S., CHRISTIAN L.L., MATSUSHIMA C.Y. Porcine stress syndrome. *Med. Vet. Pract.*, 1968, **49**, 40.
- 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.*, 2002, **146**, 329-338.

PUBLICATIONS ISSUES DU TRAVAIL DE THÈSE

- 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.*, 2002, **146**, 329-338.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN V., LEROY P.L. Évaluation de la composition de la carcasse et de la qualité de la viande par ultrasonographie chez le porc. *Ann. Méd. Vét.*, 2002, **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.*, 2002, **6**, 194-200.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN V., LEROY P.L. Prediction of carcass lean content by real-time ultrasound in Pietrain and negative-stress Pietrain. *Anim. Sci.* 2002, **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». *Liv. Prod. Sci.*, 2002, **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.*, 2002, **146**, 249-255.
- YOUSSAO A.K.I., VERLEYEN V., MICHAUX C., CLINQUART A., LEROY, PL. Prédiction de la composition de la carcasse et de la qualité de la viande du Piétrain stress négatif par l'ultrasonographie en temps réel. Discussion générale. Soumis pour publication.