



HAL
open science

Porcs lourds : effets du type génétique, du mode d'élevage et des conditions d'abattage sur le comportement, la physiologie et les qualités des carcasses et des viandes

Thierry Astruc, Claudia Terlouw, Gabriel Monin, Elisabeth Laville

► To cite this version:

Thierry Astruc, Claudia Terlouw, Gabriel Monin, Elisabeth Laville. Porcs lourds : effets du type génétique, du mode d'élevage et des conditions d'abattage sur le comportement, la physiologie et les qualités des carcasses et des viandes. 5. Symposium International sur le Porc Méditerranéen, Sep 2004, Tarbes, France. hal-02753664

HAL Id: hal-02753664

<https://hal.inrae.fr/hal-02753664v1>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Porcs lourds : Effets du type génétique, du mode d'élevage et des conditions d'abattage sur le comportement, la physiologie et les qualités des carcasses et des viandes

T. Astruc, C. Terlouw, G. Monin et E. Laville

Station de Recherches sur la Viande, INRA de Clermont-Ferrand-Theix
63122 Saint Genès Champanelle, France

RESUME – La production de porcs en plein air bénéficie d'une bonne image, mais les qualités sensorielles et technologiques des viandes issues de porcs élevés en plein air sont variables. La qualité de la viande peut être directement influencée par les effets de l'élevage en plein air. Une part de la variabilité pourrait être liée à la réactivité comportementale et physiologique à l'abattage qui influence les qualités des viandes. A l'heure actuelle, nous n'avons que peu de connaissances sur l'adaptabilité des différentes races de porc à l'élevage en extérieur. Le type génétique peut également influencer la réactivité au stress d'abattage ou les caractéristiques morphométriques et par ce biais, les qualités des viandes. Dans cette étude, des porcs de différents types génétiques, élevés à l'intérieur et à l'extérieur ont été abattus à 150 kg. Les résultats montrent que le mode d'élevage influence les réactions comportementales et physiologiques des porcs à des situations d'aversion, y compris le mélange avant l'abattage, et les teneurs en glycogène musculaire au moment de l'abattage. Les jambons secs des porcs élevés en plein air ou de père Duroc sont mieux appréciés, probablement dû au taux élevé de lipides intramusculaires. La conformation et la taille des muscles et de certains os varient peu selon le mode d'élevage et le type génétique mais influencent le métabolisme post-mortem. Ces résultats montrent que l'élevage extérieur peut influencer les qualités des viandes par le biais de la réactivité au stress et des teneurs en glycogène. Les choix du type génétique et du mode d'élevage peuvent améliorer les qualités des jambons secs. L'amélioration génétique de la conformation doit tenir compte des liens entre la conformation et le métabolisme ante et post-mortem afin d'éviter des effets négatifs de l'augmentation de la muscularité sur les qualités des viandes.

Mots-clés : Porc, élevage, génétique, métabolisme post-mortem, morphologie.

SUMMARY – "Heavy pigs: Effects of genetic type, rearing system and slaughtering conditions on behaviour, physiology and quality of carcass and meat". Pork from extensive farms has a good image but the sensory and technological quality of the meat is variable. Meat quality may be directly influenced by extensive production. Part of the variability in pork quality may be related to differences in behavioural and physiological reactivity, which influences meat quality. At the moment, little is known about the adaptability of different pig breeds to extensive production. In addition, the genetic type may influence reactivity to the slaughter procedure or morphometric differences, and consequently, carcass and meat quality. In this study, indoor and outdoor reared pigs of different genetic types have been slaughtered at 150 kg. Results show that the rearing system influences the behavioural and physiological reactivity to adverse situations, including mixing of pigs before slaughter, and muscle glycogen content at the moment of slaughter. Dry-cured ham from pigs reared outdoors or sired by Durocs were better appreciated, probably due to increased intramuscular fat content. Conformation and muscle and bone sizes differed little between rearing systems and genetic types, but were correlated with pre-slaughter muscle metabolism. Thus, outdoor rearing may influence meat quality due to its effects on stress reactivity and muscle glycogen content. The choice of the genetic background and rearing system may improve palatability of dry-cured hams. Genetic improvement should take into account relationships between conformation and peri-mortem metabolism to avoid negative consequences of increased muscularity on meat quality.

Keywords: Pigs, rearing, genetic background, metabolism post-mortem, morphology.

Introduction

L'élevage des porcs en plein air bénéficie d'une bonne image auprès des consommateurs. Les animaux évoluent dans un environnement naturel et disposent d'un espace important. A cela s'ajoute parfois un enrichissement du milieu (mare, végétations) qui améliore d'autant plus le bien être animal. Ce mode d'élevage renforce la qualité d'image de la viande et des produits de charcuterie. Cependant, les qualités sensorielles et technologiques des viandes issues de porcs élevés en plein air sont variables. La qualité de la viande peut être directement influencée par les effets de l'élevage en plein air ; une activité physique plus intense et plus régulière liée aux déplacements agit sur la composition

de la carcasse et des muscles et sur les réserves en glycogène (Enfält *et al.*, 1993 ; Marchant et Broom, 1996). Une autre part de cette variabilité pourrait être liée à la réactivité comportementale et physiologique à l'abattage qui peut être modifiée chez les porcs issus d'élevage enrichi (De Jong *et al.*, 2000 ; Klont *et al.*, 2001) et qui influence les qualités des viandes. A l'heure actuelle, nous n'avons que peu de connaissances sur l'adaptabilité des différentes races de porc à l'élevage en extérieur. Le type génétique peut également influencer la réactivité au stress d'abattage. Enfin, la conformation et la quantité de viande maigre sont modifiées grâce à la sélection génétique, mais peuvent également être influencées par l'élevage extérieur. Au cours de l'abattage, la morphologie des muscles, liée au type métabolique et contractile, affecte leur métabolisme et par conséquent les qualités des viandes. La présente étude avait pour objectif d'évaluer les effets du type génétique, du mode d'élevage et des conditions d'abattage sur la réactivité au stress, la morphologie des carcasses et les qualités technologiques et sensorielles des viandes de porcs abattus à 150 kg vifs.

Matériel et méthodes

Protocole expérimental

L'expérimentation a été réalisée sur 2 années consécutives, la première répétition a eu lieu en 2002 et la seconde en 2003 (abattages en octobre). Au total, 96 porcs issus de mères Large White X Land Race ont été utilisés. Les pères étaient de race Large White ou Duroc. Le plan d'expérience était prévu pour être équilibré pour le sexe, le mode d'élevage, les conditions d'abattage et le type génétique, mais pour des raisons inconnues, le nombre de naissances de porcelets de père Large White dans la seconde répétition ne fut pas suffisant. Par conséquent, pour cette répétition seulement 12 porcelets de père Large White ont été sélectionnés contre 36 porcelets de père Duroc. Au total, nous avons pu exploiter les données de 30 porcs de père Large White (LW) et de 54 de père Duroc (D).

Les porcs étaient élevés par groupes de trois mâles castrés et trois femelles, tous d'un même type génétique : (i) soit en plein air, sur des parcelles de 850 m² munies d'une cabane d'hébergement ; et (ii) soit en bâtiment, dans des loges de 6,3 m² équipées de caillebotis.

A un poids d'environ 70 kg, chaque porc était soumis à un test d'isolement. Il était séparé du groupe, équipé d'un cardiofréquence-mètre et enfermé dans un local de 6 m² pourvu d'une caméra vidéo et d'un système d'enregistrement pour l'étude du comportement.

Les porcs ont été abattus à l'âge de 8 mois (150 kg) dans un petit abattoir local situé à 20 km après une période de jeûne de 24 h. Ils étaient étourdis au sol à l'aide d'une pince à électroanesthésie manuelle à bas voltage. Pour chaque répétition de l'expérience, les abattages ont été réalisés sur 2 journées différentes à une semaine d'intervalle. La moitié de chaque groupe d'élevage a été abattu après mélange de porcs en formant des groupes de six porcs venant de différents groupes d'élevage. Après 1h30 de mélange, les groupes étaient transportés et hébergés toute la nuit dans l'aire d'attente de l'abattoir sans nouveaux mélanges. Les animaux de la moitié restante de chaque groupe d'élevage n'étaient pas mélangés et étaient transportés à l'abattoir le matin pour être abattus immédiatement à leur arrivée. La procédure d'abattage était équilibrée pour le mode d'élevage, le type génétique, le sexe et le jour d'abattage en tenant compte du poids vif.

Mesures et prélèvements

Fréquence cardiaque

Un cardiofréquence-mètre (Polar) était fixé au thorax de l'animal et protégé par une bande de tissu prolongé d'un système adhésif (Velcros). La fréquence cardiaque était enregistrée toutes les 5 secondes pendant la durée du test. Le signal était ensuite restitué sur un microordinateur.

Comportement

Les animaux étaient filmés avec des caméras vidéo de surveillance (Panasonic) reliées à un moniteur et à un magnétoscope. Les cassettes vidéo étaient dépouillées au laboratoire à l'aide d'un logiciel de saisie (Observer 5.0, Noldus, Wageningen, Pays-Bas).

Mesures et prélèvements sur le Long dorsal et le Semimembraneux

A 45 min post-mortem 2 g de chaque muscle étaient prélevés et partagés en deux. Un gramme était broyé dans du iodoacétate 0,05 M pour mesurer le pH de la solution à l'électrode. Un gramme était immédiatement congelé dans l'azote liquide pour le dosage ultérieur du glycogène et du lactate. Les échantillons étaient stockés à -80°C jusqu'à utilisation. Ils étaient alors parés du gras et du tissu conjonctif et lyophilisés. L'extraction du glycogène et du lactate était réalisée selon la méthode décrite par Dalrymple et Hamm (1973). Le glycogène était hydrolysé en glucose grâce à l'amyloglucosidase. Ensuite, le glucose était transformé en G-6-P par l'hexokinase puis en 6-phosphogluconolactone avec production de NADH, H⁺. Le lactate était transformé en pyruvate et NADH, H⁺ par le lactate deshydrogénase. Pour estimer les quantités de glycogène et de lactate, pour chaque solution, le coenzyme réduit était mis en évidence par modification de la densité optique à la longueur d'onde de 340 nm (maximum d'absorption du NADH) (Bergmeyer, 1974).

A 24 h post-mortem, le pH était mesuré dans les 2 muscles considérés à l'aide d'une électrode de pénétration. Un gramme de chaque muscle était prélevé et broyé directement dans de l'acide perchlorique à 0,5 M pour un dosage du glycogène et du lactate, identique à celui effectué pour les prélèvements à 45 min post-mortem.

Evaluation des meurtrissures

Le degré de meurtrissures était évalué sur les carcasses en fin de chaîne selon l'échelle proposée par Barton-Gade (1996), qui va de 1 (absence de lésions) à 4 (multiples et/ou lésions profondes) et qui est appliquée sur 3 parties (tête/épaules, dos/ventre, arrière train) de chaque demi-carcasse.

Mesures morphométriques

Les faces internes et dorsales des carcasses étaient photographiées avec un appareil numérique (Canon, Power Shot G3) muni d'un pied télescopique. Les images étaient ensuite téléchargées sur un microordinateur avant d'être exploitées avec le logiciel de traitement (Optimas). L'angle externe était mesuré entre la verticale et la partie externe de la cuisse, l'angle interne était mesuré entre la verticale et la partie interne de la cuisse. La largeur du bassin était également mesurée.

Analyses sensorielles

A 24 h post-mortem, pour la moitié des porcs et dans un plan expérimental équilibré, une longe et un jambon ont été séparés du reste de la carcasse. Les jambons ont été congelés immédiatement, les longes 4 jours après l'abattage. Les longes ont été tranchées congelées et la graisse de couverture a été parée. Les analyses sensorielles des longes ont été réalisées par l'Association pour le Développement de l'Industrie des Viandes (ADIV). Un jury entraîné (12 membres) a caractérisé les aspects visuels crus et cuits (2,5 min de cuisson sur chaque face au grill à 180°C), la flaveur et la texture au cours de 4 sessions à l'aide d'un questionnaire préalablement établi avec des notes allant de 0 (absence du trait considéré) à 6 (forte présence du trait). La transformation en jambons secs a été réalisée par le groupe Pyragena selon le cahier des charges du jambon de Bayonne. Après 9 mois d'affinage, les jambons ont été dégustés par un jury d'experts (analyses réalisées par le groupe Abio C). Le jury de 8 membres entraînés a caractérisé l'aspect, la structure, l'arôme et la flaveur à l'aide d'un questionnaire pré-établi avec des notes allant de 0 (absence du trait considéré) à 6 (forte présence du trait). Les moyennes des notes ont été utilisées pour l'interprétation des analyses.

Traitement statistique des données

Les données ont été comparées par analyses de variances et comparaisons de moyennes. Les liens entre variables ont été établis par des corrélations. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels "Statistical Analysis System" (SAS) et de Crunch (v 4.0, Crunch Software Corporation system).

Resultats

Fréquence cardiaque

Quel que soit le mode d'élevage ou le type génétique, la fréquence cardiaque au cours du test d'isolement était élevée la première heure ($128,0 \pm 1,8$ battements/min) puis diminuait significativement ($p < 0,0001$) jusqu'à $100,8 \pm 1,5$ bpm. En introduisant la réaction cardiaque initiale à l'isolement en covariable afin de s'affranchir du biais qu'elle peut introduire dans les analyses, on met en évidence une diminution de la fréquence cardiaque plus rapide durant les 4 premières heures d'isolement pour les porcs extérieurs avec les différences les plus importantes pendant les deuxième et troisième heures (Fig. 1).

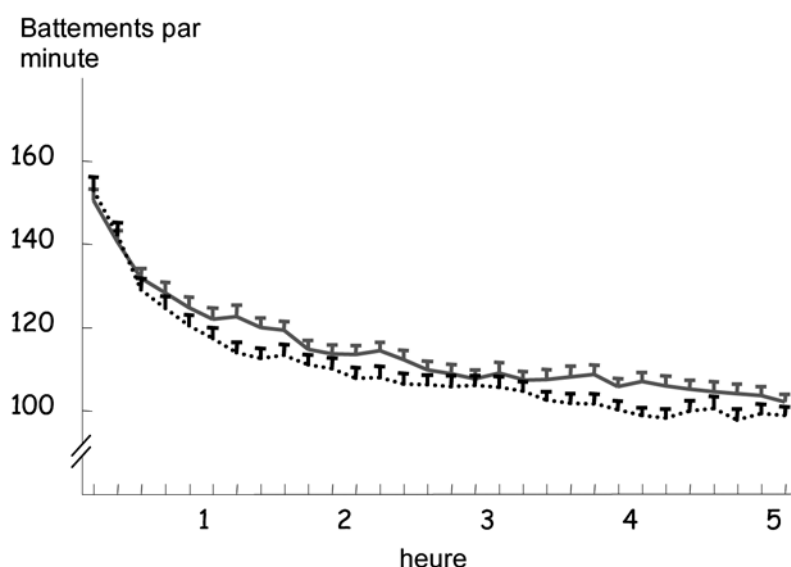


Fig. 1. Fréquence cardiaque pour les porcs intérieurs (ligne grise continue) et extérieurs (ligne noire discontinue) pendant les 5 heures d'isolement.

Comportement

Comparés aux porcs extérieurs, les intérieurs étaient moins souvent couchés sur le coté ($31,6 \pm 4,2\%$ vs $45,3 \pm 4,4\%$; $p < 0,01$) et plus souvent sur le ventre ($36,9 \pm 3,6$ vs $31,2 \pm 3,4\%$; $p = 0,06$). Couchés sur le ventre, les porcs intérieurs reposaient leur tête moins souvent ($37,5 \pm 4,17$ vs $49,3 \pm 4,5\%$; $p < 0,02$). Les porcs intérieurs étaient plus souvent debout pendant la seconde heure ($p < 0,005$) et étaient généralement plus actifs. Ils marchaient plus ($2,46 \pm 0,42$ vs $1,47 \pm 0,33\%$; $p = 0,01$) et montraient plus de reniflage du sol et des barrières ($13,55 \pm 1,77$ vs $9,24 \pm 1,59\%$; $p = 0,01$). Les différences de posture et d'activité étaient présentes pendant les 5 heures mais significatives seulement pendant les 3 premières heures. L'effet des conditions d'élevage sur ces dernières activités restait significatif après correction pour le niveau plus élevé de la posture debout chez les porcs intérieurs.

Le niveau de lésions était plus élevé ($p < 0,01$) pour les porcs intérieurs mélangés avant l'abattage ($2,33 \pm 0,17$) que pour les porcs extérieurs abattus selon le même procédé ($1,63 \pm 0,12$). Le taux de meurtrissures était faible pour les porcs non mélangés quel que soit le mode d'élevage ($1,11 \pm 0,04$ pour les intérieurs et $1,03 \pm 0,02$ pour les extérieurs).

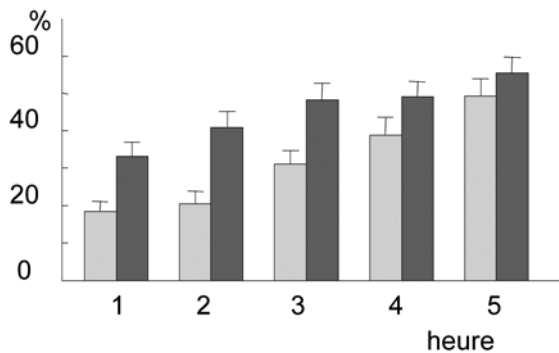


Fig. 2. Pourcentage de temps passé couché sur le côté pour les porcs intérieurs (gris clair) et extérieur (gris foncé) pendant les 5 heures d'isolement.

Qualités technologiques

Pour les deux muscles, le potentiel glycolytique, qui reflète le taux de glycogène musculaire avant la saignée, était plus faible chez les Durocs (LD : $111,5 \pm 2,8$; SM : $110,4 \pm 2,4$) que chez les LW (LD : $131,0 \pm 5,0$; SM : $120,6 \pm 4,1$). Le potentiel glycolytique des animaux du groupe mélange /attente était plus bas (LD : $110,4 \pm 4,0$; SM : $109,0 \pm 3,3$) que celui des animaux abattus sans mélange (LD : $125,8 \pm 3,2$; SM : $120,0 \pm 2,6$). Les pH ultimes du LD étaient plus élevés ($p < 0,01$) dans le groupe mélange/attente ($5,59 \pm 0,03$) que dans le groupe sans mélange ($5,49 \pm 0,01$).

Le potentiel glycolytique était plus élevé ($p < 0,01$) pour les porcs extérieurs (LD et SM : $119,0 \pm 4,5$ et $122,1 \pm 3,4$ $\mu\text{mol/g}$) que pour les intérieurs (LD et SM : $99,3 \pm 4,4$ et $98,4 \pm 4,4$ $\mu\text{mol/g}$) lors de la seconde répétition en 2003, mais pas en 2002 (extérieurs, LD et SM : $122,2 \pm 4,9$ et $118,7 \pm 4,5$ $\mu\text{mol/g}$; intérieurs, LD et SM : $132,7 \pm 5,3$ et $119,3 \pm 3,3$ $\mu\text{mol/g}$).

Analyses sensorielles

Par rapport à la seconde année, les longes montraient des valeurs plus élevées la première année pour l'intensité globale de couleur ($p < 0,05$), la couleur rosée ($p < 0,0001$), l'humidité de la côtelette ($p < 0,001$), d'odeur ($p < 0,001$) et de goût ($p < 0,001$) anormaux et de texture sèche ($p < 0,05$) et fibreuse ($p < 0,001$). La première année, les jambons secs avaient des notes plus élevées pour le gras sous-cutané ($p < 0,05$), de cohésion de tranche ($p < 0,01$), de facilité à couper ($p < 0,10$), de goût de sel ($p < 0,001$) de poivre ($p = 0,06$) et d'épices ($p < 0,01$) et des notes moins élevées pour la hétérogénéité de la couleur ($p < 0,05$), de la présence d'une trace rouge près des bords de la tranche ($p < 0,01$) et d'intensité globale de du goût ($p < 0,05$).

Malgré les différences entre les deux répétitions, certaines tendances étaient présentes les deux années. Les jambons secs du groupe mélangé étaient perçus comme étant plus rouges ($p < 0,08$) et avec un goût amer plus fort ($p < 0,05$). Leurs longes étaient également perçues comme plus rosées ($p < 0,08$), avec une intensité de couleur plus élevée ($p < 0,07$). Les jambons secs des porcs extérieurs ou de père Duroc avaient une note plus élevée de persillée ($p < 0,0001$) avec une persistance du goût de gras plus longue ($p < 0,05$). Les tranches de jambons des porcs de père Duroc tendaient à avoir une meilleure cohésion ($p < 0,08$). Ces jambons tendaient à avoir un goût moins salé ($p < 0,06$) et une odeur de viande crue plus forte ($p < 0,07$). Ils étaient plus tendres ($p < 0,05$), moins secs ($p < 0,01$) plus faciles à mâcher ($p < 0,01$) et à couper ($p < 0,06$), et plus pâteux ($p < 0,01$) par rapport aux jambons de porcs de père Large White. Ceux des porcs extérieurs étaient plus faciles à mâcher ($p < 0,01$) et plus pâteux ($p < 0,05$) par rapport aux porcs intérieur, mais seulement la première année. La première année, le goût des jambons des porcs de père Duroc étaient perçus comme moins fumés ($p < 0,05$) que ceux de père Large White. Les longes des porcs de père Duroc étaient également plus persillées ($p < 0,001$) et avaient une couleur et une odeur de porc moins intense ($p < 0,05$), et moins de goûts anormaux ($p < 0,05$). Les porcs produits en extérieur avaient des longes qui présentaient un aspect grillé plus marqué ($p < 0,03$) et un aspect humide plus bas ($p < 0,06$). Les longes des mâles castrés

étaient caractérisées comme plus persillées ($p < 0,01$) et ayant plus de graisse intermusculaire ($p < 0,001$). Leurs jambons étaient aussi plus persillés ($p < 0,05$) et avaient une couche de gras plus épaisse que ceux des femelles ($p < 0,01$). Ils étaient perçus comme plus tendres ($p < 0,05$), plus faciles à mâcher ($p = 0,09$), moins secs ($p < 0,05$) avec un goût amer plus prononcé ($p < 0,05$). La deuxième année, les jambons des mâles castrés étaient perçus comme moins fibreux ($p < 0,05$). L'étude d'interactions montre pour les jambons une couleur rouge plus intense chez de porcs de père Large White élevés à l'extérieur par rapport à l'intérieur ($p < 0,01$) et par rapport aux porcs de père Duroc ($p < 0,05$). L'effet des conditions d'abattage sur l'apparition des pétéchies dépendaient du mode d'élevage ($p < 0,001$): elles étaient plus fréquentes chez les porcs intérieurs abattus sans mélange et chez les porcs extérieurs après mélange que chez les deux autres groupes. Les porcs intérieurs abattus sans mélange présentaient moins souvent des jambons avec goût acide ($p < 0,05$) que des porcs intérieurs mélangés. Chez les Large White, les jambons des femelles présentaient plus souvent un goût acide ($p < 0,05$).

Relation entre les données comportementales et les qualités de viandes

Le niveau des meurtrissures était négativement corrélé avec le PG ($p = 0,03$) et le glycogène résiduel du LD ($p = 0,02$) et positivement avec le pH ultime du LD ($p = 0,02$). Le degré de meurtrissures était négativement corrélé avec les exsudations (LD) à 72 h ($p < 0,01$), ce qui était expliqué par sa corrélation avec le pH ultime. Le goût des longes en fin de mastication était négativement corrélé avec le degré de meurtrissure ($p < 0,05$). Pour les jambons, le degré de meurtrissures au niveau des épaules et la tête était positivement corrélé avec la note de présence d'odeurs autres que celles de viande crue, de rance, d'épices ou piquante ($r = 0,66$; $p = 0,05$) et avec le goût rance ($r = 0,67$; $p < 0,05$).

Mesures morphologiques

Les porcs de père Duroc avaient un angle extérieur du jambon plus large ($p < 0,05$) et les porcs extérieurs avaient une plus grande profondeur thoracique ($p < 0,00001$). L'angle postérieur du jambon était corrélée avec la longueur du dos (lombaire et thoracique), positivement pour les porcs de père Duroc ($r = 0,32$; $p < 0,05$) et négativement pour les porcs de père Large White ($r = -0,63$; $p < 0,001$). L'angle interne du jambon était corrélé avec plusieurs mesures morphométriques, seulement chez les porcs de père Duroc (Tableau 1).

Tableau 1. Régression multiple de l'angle interne du jambon avec 3 variables explicatives pour les porcs de père Duroc

Angle interne du jambon	Duroc cross	
	r semi-partiel	p
Variables explicatives		
Largeur du bassin	0,41	0,001
Longueur de la symphyse	-0,42	0,001
Angle postérieur du jambon	0,33	0,01

Des relations ont également été mises en évidence entre des mesures morphométriques et des marqueurs du métabolisme énergétique (Tableau 2). Pour les deux types génétiques, l'angle externe du jambon était négativement corrélé avec le taux de glycogène lactate à 24 h. D'autres corrélations avec l'angle externe n'étaient mises en évidence que pour l'un ou l'autre type génétique. La longueur de la symphyse était corrélée avec des marqueurs du métabolisme du LD (et SM) pour les porcs de père Duroc uniquement.

Tableau 2. Corrélations par Pearson (après correction pour les effets année, mode d'élevage, conditions d'abattage, sexe) entre les caractéristiques morphométriques et des variables liés au métabolisme post-mortem, séparément pour les porcs de père Large White et Duroc

	Large White cross		Duroc cross	
	r	p	r	p
Angle externe du jambon				
<i>Corrélé avec:</i>				
Teneur en glycogène SM, 45 min			-0,38	0,05
Teneur en glycogène SM, 24 h	-0,72;	0,03	-0,41	0,04
Teneur en lactate SM, 24 h			-0,57	0,003
Température du SM, 45 min	0,82	0,01		
Température du LD, 45 min	0,70	0,05		
Longueur de la symphyse				
<i>Corrélée avec:</i>				
Teneur en lactate SM, 24 h			-0,55	0,001
Teneur en lactate LD, 24 h			-0,60	0,001
Température du LD, 45 min			0,47	0,01
Température du LD, 24 h			0,55	0,01

Discussion

Tous les animaux présentaient une augmentation similaire de la fréquence cardiaque au début du test d'isolement, mais les porcs élevés en plein air revenaient plus rapidement vers des valeurs normales. Les données comportementales indiquent que ces derniers étaient aussi moins actifs pendant le test d'isolement. A l'abattage, les porcs mélangés élevés à l'intérieur avaient plus de meurtrissures que ceux élevés à l'extérieur, indiquant que le niveau de combat pendant l'attente était plus important pour ces premiers. Ce résultat est peut être relatif à leur plus grande densité d'élevage. Le manque d'espace amène les porcs à répondre à une agression par une action défensive (Schouten, 1986). La dépense énergétique occasionnée par l'activité physique liée aux combats s'est répercutée sur le taux de glycogène à l'abattage, et par la suite sur le pH ultime, comme le montrent les pH ultimes du LD plus élevés dans le groupe mélange/attente et la corrélation négative avec le taux de meurtrissures. La différence en teneur en glycogène musculaire selon l'année d'expérimentation, visible aussi bien sur le LD que sur le SM des porcs élevés à l'extérieur est peut être liée à la période caniculaire de 2003 avec des températures extérieures voisines de 40°C pendant plusieurs semaines. Les conditions météorologiques peuvent influencer le niveau des réserves en glycogène des animaux selon leur mode d'élevage.

Les jambons secs issus de porcs de père Duroc ou de porcs plein air étaient mieux appréciés par le jury d'expert, probablement grâce aux teneurs en lipides intramusculaires plus élevées dans ces 2 groupes (scores de persillé plus élevés et perception de gras plus marquée). L'effet indésirable du taux de meurtrissures sur le goût de la longe et l'odeur de jambon peut être relié aux effets indirects du glycogène résiduel ou du pH ultime, bien qu'aucune corrélation n'ait été mise en évidence entre ces paramètres et le goût de la longe. Alternativement, les combats ont pu induire des altérations sur l'état métabolique du muscle (capacité oxydative ou enzymatique). Les animaux qui sont élevés à l'extérieur, et qui se battent peu, produiraient donc des viandes de meilleure qualité olfacto-gustatives.

Le type génétique et les conditions d'élevage n'avaient que peu d'effet sur la morphologie des carcasses. Les porcs de père Duroc avaient une meilleure conformation de la partie externe de la cuisse. Les données sur les porcs de père Duroc montre que les formes et tailles de différentes parties du corps sont liées: les porcs ayant un angle intérieur plus rond avaient également un angle postérieur du jambon plus rond, un bassin plus large et une symphyse plus courte. Les différentes parties de l'os du bassin sont reliées à plusieurs muscles de la cuisse et au Psoas Major qui permettent de maintenir la posture, et d'assurer la flexion de la jambe au niveau du bassin. La musculature et le squelette interagissent au cours de la croissance et des mouvements (Barone, 1980) et les relations observées

indiquent que la taille du bassin est liée à la forme du jambon. L'effectif réduit des porcs de père Large White ne nous a pas permis d'établir ces relations pour ce type génétique.

La conformation était liée au métabolisme post mortem. Les porcs avec une meilleure conformation de la partie externe du jambon avaient une teneur en lactate plus réduite dans le SM. D'une façon générale, plus un muscle est hypertrophié, plus il est riche en fibres musculaires à type métabolique glycolytique (Laville *et al.*, 2002). On peut par conséquent s'attendre, à l'inverse de ce qui a été observé, à ce qu'un jambon avec un angle externe d'une valeur élevée présente des teneurs en glycogène ante-mortem en lactate post-mortem importantes. Toutefois, l'angle externe du jambon informe principalement sur la forme du Biceps femoris et peu sur celle du SM qui serait plutôt renseignée par l'angle interne du jambon. Les résultats peuvent indiquer que les porcs avec un angle externe ou un os iliaque de taille importante ont eu une dépense énergétique importante pendant la période de préabattage suggérant alors une relation entre la forme et la structure des muscles et du squelette et l'énergie dépensée.

Conclusion

L'ensemble de ces résultats suggère que le mode d'élevage influence les réactions comportementales et physiologiques des porcs à des situations d'aversion, y compris pendant le mélange des porcs avant l'abattage. L'effet du mode d'élevage sur les teneurs en glycogène au moment de l'abattage s'explique en partie par les niveaux différents des combats. Les jambons secs préparés à partir de porcs abattus à 150 Kg vif et qui ont été élevés en plein air ou qui sont de génotype croisé Duroc sont mieux appréciés. Ce phénomène est probablement lié au taux de lipides intramusculaires plus élevés dans ces groupes d'animaux quand ils sont abattus à un poids élevé. La conformation, la structure et la taille des muscles et du squelette varient peu selon le mode d'élevage et le type génétique mais influencent le métabolisme post-mortem. Ces résultats montrent que l'amélioration génétique de la conformation doit tenir compte des liens entre la conformation et le métabolisme ante et post-mortem afin d'éviter des effets négatifs de la sélection génétique sur les qualités des viandes.

Références

- Astruc, T., Berne, A., Monin, G., Morzel, M., Santé, V., Vernin, P. et Terlouw, C. Large White and Duroc heavyweight crossbred pigs: Interactive effects of genetic type, rearing and slaughter conditions on stress reactivity and technological and sensory meat quality aspects. Dans: *Proceedings of 50th Inter. Co. of Meat Sc. and Technol. Helsinki*.
- Barone, R. (1980). *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2 Arthrologie et Myologie*. (2^{ème} édition). Edition Vigot, Paris.
- Barton-Gade, P.A., Warriss, P.D., Brown, S.N. et Lambooij, E. (1996). Methods of improving pig welfare and meat quality by reducing stress and discomfort before slaughter – Methods of measuring meat quality. Proceedings of an EU-Seminar "New information on welfare and meat quality in pigs as related to handling, transport and lairage conditions". Sonderheft 166, Mariensee, Allemagne, pp. 23-34.
- Bendall, J.R. (1973). Post mortem changes in muscle. Dans: *Structure and function of Muscle*. Bourne, G.H., (ed). Academic Press, New York.
- Bejerholm, C. and Aaslyng, M.D. (2003). The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork – depending on the raw meat quality. *Food Qual. Pref.*, 15 : 19-30.
- Klont, R.E., Eikelenboom, G., Brocks, L. (1998). Muscle fibre type and muscle quality. Dans : *Proceedings of 44th Inter. Co. of Meat Sc. and Technol.* Barcelona (Espagne), pp. 98-103.
- Laville, E., Bouix, J., Sayd, T., Eychenne, F., Marcq, F., Leroy, P., Elsen, J.M. et Bibe, B. (2002). La conformation bouchère des agneaux. Etude d'après la variabilité génétique entre races. *INRA Prod. Anim.*, 15 (1) : 53-66.
- Lawrie, R.E. (1966). Metabolic stress which affect muscle. Dans : *The Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food*, Briskey, E.J., Cassens, R.G. et Trautman, J.C. (eds). University of Wisconsin Press, Madison, Wis.
- Monin, G. et Sellier, P. (1985). Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. *Meat Sci.*, 13 : 49-63.
- Purchas, R.W., Davies, A.S. et Abdullah, A.Y. (1991). An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of southdown sheep. *Meat Science*, 30 : 81-94
- Schouten, W.G.P. (1986). *Rearing conditions and behaviour in pigs*. Ph.D. thesis, Agricultural University Wageningen, Pays-Bas.