

# COMPARAISON DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET TECHNOLOGIQUES DES TISSUS MAIGRE ET GRAS DE TROIS RACES PORCINES FRANÇAISES (LARGE WHITE, LANDRACE FRANÇAIS ET PIÉTRAIN)

## 1 - Caractéristiques du tissu maigre

R. GUÉBLEZ (1), P. SELLIER (2), X. FERNANDEZ (3), J.P. RUNAVOT (1)

(1) I.T.P. - Pôle Amélioration de l'Animal, BP 3, 35650 Le Rheu

(2) I.N.R.A. - Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy-en-Josas Cédex

(3) I.N.R.A. - Station de Recherches Porcines, 35590 Saint-Gilles

Avec la collaboration de M. BOUFFAUD, J. BOULARD, D. BRAULT, Marie-Hélène LE TIRAN et H. NAJI

Cent quatre vingt porcs femelles, mâles entiers ou castrats des races Large White (LW), Landrace Français (LF) ou Piétrain (Pi) ont été comparés sur divers critères technologiques (pertes d'exsudat, couleur, rendement à la cuisson «Napole») et biochimiques (pH, potentiel glycolytique, teneurs en eau, lipides, protéines) du muscle.

Aucune différence de pH ultime n'a été constatée entre les trois races, du fait des bonnes conditions précédant l'anesthésie. Les rendements «Napole» des trois races étaient également voisins. Par contre, le Piétrain montre une très nette infériorité pour le pH1, les pertes d'exsudat et la couleur.

Les valeurs moyennes de potentiel glycolytique mesuré dans le muscle long dorsal 45 mn post mortem (Pi : 146 ; LW : 161 ; LF : 163  $\mu$ mole/g) indiquent que la fréquence du gène RN<sup>-</sup> dans ces trois races est très proche de zéro.

L'effet du type sexuel se résume en :

- un rendement «Napole» plus faible chez les mâles entiers qui ont aussi un potentiel glycolytique légèrement plus élevé,
- un taux de lipides intramusculaires plus élevé chez les castrats,
- une teneur en protéines légèrement inférieure chez les mâles entiers.

Six p. cent des porcs LW ou LF et 70 p. cent des porcs Piétrain ont présenté une chute de pH rapide (pH1 < 6 dans le muscle long dorsal), donc un caractère PSE marqué de la viande, mais une faible dégradation (-1 à -2 points) du rendement «Napole». Les Piétrain à chute de pH «normale» (pH1 > 6) ont une viande à nette tendance PSE, et leur teneur en lactate 45 mn post mortem est aussi élevée que celle des porcs à chute rapide de pH.

### **Comparison of three French pig breeds (Large White, French Landrace and Piétrain) on the biochemical and technological characteristics of lean and fat tissues. Characteristics of the lean tissue.**

One hundred and eighty female, entire male or castrated male pigs from the Large White (LW), French Landrace (LF) or Piétrain (Pi) breeds were compared on various lean tissue characteristics, i.e. either technological (drip loss, colour, cooking yield using the «Napole» technique) or biochemical traits (pH, glycolytic potential, water, lipid or protein content).

The three breeds showed no difference in ultimate pH, due to good pre-slaughter conditions ; differences in «Napole» yield also were small. Inversely, Piétrain pigs were markedly inferior in pH1, drip loss and colour.

Breed means for glycolytic potential, measured in the Longissimus dorsi muscle 45 mn post mortem (Pi : 146 ; LW : 161 ; LF : 163  $\mu$ mole/g), showed that the frequency of the RN<sup>-</sup> gene is very close to zero, in these three breeds.

«Sex» differences consisted of :

- a lower «Napole» yield in entire males, which also had a slightly higher glycolytic potential,
- a higher intramuscular lipid content in castrates,
- a slightly lower protein content of muscle in entire males.

Six p. cent of the LW or LF and 70 p. cent of the Pi pigs showed a rapid fall in pH (pH1 < 6 in the Longissimus dorsi muscle), thus leading to PSE meat condition, but decrease in «Napole» yield was moderate (-1 to -2 pts). Piétrain pigs with «normal» fall in pH (pH1 > 6) gave a meat tending to PSE, and their lactate content 45 mn post mortem was similar to that of pigs with rapid fall in pH.

## INTRODUCTION

La qualité de la viande de porc a été longtemps abordée, en France, essentiellement sous l'angle de la prédiction du rendement technologique de la fabrication du jambon cuit, et de la comparaison de différents types génétiques sur ce critère. L'importance de la production de jambon cuit dans notre pays justifiait sans doute cette option. Cependant, lors d'expérimentations récentes, la notion de qualité de la viande a pris en compte de nouveaux critères visant à apprécier la qualité de la viande fraîche. Par ailleurs, nous ne disposons que de peu de données récentes, pour les principales races utilisées en France, quant à la composition chimique du muscle (teneurs en eau, lipides et protéines) et au potentiel glycolytique. L'objet de cette étude est de faire une comparaison aussi complète que possible, sur tous ces critères, des trois principales races françaises : le Large White et le Landrace Français, qui sont de loin les principales lignées femelles, et le Piétrain qui est utilisé dans la production d'une grande partie de nos verrats terminaux. Cette comparaison raciale sera étendue aux caractéristiques du tissu gras dans un deuxième article (GUÉBLEZ et al., 1993).

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Dispositif expérimental

Cent quatre vingt dix porcelets provenant de 37 élevages de sélection ont été transférés immédiatement après le sevrage à la station de contrôle de performances du Rheu (Ille-et-Vilaine). L'échantillon était constitué de groupes de 3 animaux de même portée comprenant une femelle, un mâle entier et un mâle castré ; 21 ou 22 portées de pères différents ont ainsi fourni des animaux dans chacune des trois races concernées. L'entrée en station des porcelets Piétrain a été avancée d'environ trois semaines afin que les animaux des trois races atteignent le poids d'abattage sur la même période.

Les animaux ont été élevés à la station de contrôle de performances du Rheu par case de 2, avec alimentation à volonté. L'abattage a eu lieu à 102 kg en moyenne pour les femelles et les castrats, et à 107 kg en moyenne pour les mâles entiers car ces animaux ont également servi à une expérimentation ayant trait au problème des odeurs sexuelles (LE DENMAT, 1992).

Tous les animaux ont été soumis à un jeûne de 15 à 17 heures avant chargement dans le camion. L'abattage a eu lieu aux établissements Cooperl Industries à Montfort (Ille-et-Vilaine). La durée de transport était d'environ 20 minutes ; les animaux ont eu un temps d'attente à l'abattoir compris entre 1 h 30 et 3 h. L'abattage s'est effectué par électronarcose et saignée horizontale immédiatement après l'anesthésie. Le lendemain, les carcasses ont été soumises à la nouvelle découpe normalisée utilisée dans les stations de contrôle de performances (ANONYME, 1990). Il y a eu 7 séries d'abattages, avec 7 à 52 animaux par série.

### 1.2. Mesures et prélèvements

#### 1.2.1. Mesures en station

- Gain Moyen Quotidien (GMQ) en engraissement, ajusté à 104 kg de poids vif.

#### 1.2.2. Mesures et prélèvements à l'abattoir, le jour de l'abattage

- prise du pH1 des muscles demi-membraneux et long dorsal

(au niveau de la dernière côte), 45 à 50 minutes post mortem ;

- 45 à 55 minutes post mortem, prélèvement, à l'aide d'un emporte-pièce, d'un fragment (1 gramme) de long dorsal entre les deux dernières côtes, suivi d'une congélation immédiate dans l'azote liquide en vue de déterminer le potentiel glycolytique ;
- 50 à 60 minutes post mortem, prélèvement d'une tranche de 100 à 150 g dans le muscle demi-membraneux, en vue d'estimer le rendement Napole.

#### 1.2.3. Mesures et prélèvements à l'abattoir, le lendemain de l'abattage

- enregistrement, après découpe, du poids des morceaux afin de calculer le taux de muscle de la carcasse (ANONYME, 1990). Ce taux de muscle a été ajusté à 104 kg de poids vif ;
- prise du pH ultime (pH24) des muscles demi-membraneux et long dorsal ;
- mesure de la réflectance des muscles fessier superficiel et fessier profond afin de calculer un indice bicolore : indice bicolore = réflectance fessier superficiel - réflectance fessier profond

L'appareil utilisé est le réflectomètre Rétrorlux de Valin-David, étalonné de 0 (sombre) à 1 000 (clair).

- mesure, à l'aide d'un fragment de papier buvard, du temps d'imbibition du muscle fessier superficiel, exprimé en dizaines de secondes ;
- prélèvement de deux côtelettes au niveau des deux dernières côtes :
  - après désossage, mesure de la réflectance de la noix de la première côtelette qui a été ensuite mise en barquette pour mesure des pertes d'exsudat ;
  - après désossage et parage, congélation de la noix de la deuxième côtelette en vue d'une analyse de composition chimique.

#### 1.2.4. Mesures et prélèvements en laboratoire

- à la station de Recherches Porcines, détermination de la teneur en lactate présent dans le muscle 45 minutes post mortem, et du potentiel glycolytique selon la méthode citée par MONIN et SELLIER (1985). Rappelons que le potentiel glycolytique représente la somme des composants susceptibles de produire de l'acide lactique post mortem ;
- à l'Institut Technique du Porc :
  - mesure du rendement Napole (NAVEAU et al., 1985) qui reproduit le processus de fabrication du jambon cuit (saumurage et cuisson) en l'appliquant à un échantillon de muscle demi-membraneux. Cette technique comporte une phase préalable de ressuage de l'échantillon pendant 24 h à 5-6°C : l'exsudat ainsi produit a été mesuré ;
  - mesure de l'exsudat produit au bout de 2 jours, puis 5 jours par la même côtelette désossée, conservée en barquette filmée à 5-6°C. Les deux pertes d'exsudat ont été exprimées en pourcentage du poids initial ;

• à l'Institut de Recherche et Transfert sur les Lipides de Rennes, détermination des teneurs en eau, lipides et protéines du long dorsal :

- la teneur en eau et matières volatiles a été obtenue par étuvage à 105°C pendant 24 h de 20 g de broyat de muscle ;

- la teneur en lipides a été obtenue à partir de ce broyat étuvé, par extraction à l'éther de pétrole 40-60, au Soxhlet pendant 4 h ;

- la teneur en azote a été déterminée par minéralisation, dans de l'acide sulfurique à 99 % et en présence d'un catalyseur, de 2 g de broyat, puis addition de soude et distillation. L'ammoniaque recueillie a été titrée à l'aide d'une solution d'acide sulfurique. La teneur en azote a été multipliée par

6,25 pour fournir la teneur en protéines.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Analyse de variance

L'analyse de variance de l'ensemble des variables a été effectuée selon un modèle comprenant les effets date d'abattage, race, type sexuel et l'interaction race x type sexuel. Les résultats sont donnés au tableau 1. Il est à souligner que l'interaction race x type sexuel n'est significative pour aucune des variables étudiées. Pour faciliter l'exposé, nous désignons par le vocable de «critères technologiques» les mesures suivantes : rendement Napole, mesures d'exsudat et de couleur.

**Tableau 1** - Analyse de variance des critères physicochimiques et technologiques du tissu maigre

Critère (1)	Date d'abattage	Race	Type sexuel	Interaction race x type sexuel	Écart-type résiduel	Moyenne générale	Effectifs
pH1 DM	**	***	*	NS	0,28	6,36	173
pH1 LD	NS	***	NS	NS	0,27	6,22	173
pH24 DM	NS	NS	NS	NS	0,19	5,66	176
pH24 LD	NS	NS	NS	NS	0,16	5,56	176
Teneur en lactate, LD ( $\mu$ mole/g)(2)	NS	***	NS	NS	6,7	38,5	170
Potentiel glycolytique, LD ( $\mu$ mole/g)(2)	NS	***	**	NS	20	157	170
Rendement Napole, DM (%)	***	*	***	NS	3,9	89,4	151
Temps d'imbibition, FS ( $\times 10$ secondes)	***	***	NS	NS	4,9	5,68	176
Exsudat en 24 h, DM (%)	***	***	NS	NS	0,87	1,52	169
Indice bicolore (FS, FP)	**	***	NS	NS	84	144	176
Exsudat en 48 h, LD (%)	***	***	NS	NS	2,62	6,09	176
Exsudat en 5 jours, LD (%)	**	***	NS	NS	2,91	9,37	176
Réflectance, LD	*	***	NS	NS	98	641	176
Teneur en eau, LD (%) (3)	*	**	NS	NS	0,82	73,92	171
Teneur en lipides, LD (%) (3)	*	NS	*	NS	0,53	1,28	171
Teneur en protéines, LD (%) (3)	*	NS	*	NS	0,76	23,51	171

(1) le muscle sur lequel porte la mesure est indiqué :DM = Demi Membraneux ; LD = Long Dorsal ; FS = Fessier Superficiel ; FP = Fessier Profond

(2) mesure 45 mn post mortem

(3) le poids vif final a été ajouté en covariable dans le modèle

\*\*\* :  $P < 0,001$  ; \*\* :  $P < 0,01$  ; \*  $P < 0,05$  ; NS : non significatif

Les effets de la date d'abattage et de la race sont importants pour l'ensemble des critères technologiques. Par contre, l'effet du type sexuel n'est pas significatif, sauf pour le rendement Napole. Les variables de pH1 et de pH24 se caractérisent par des effets non significatifs, en général, de la date d'abattage ou du type sexuel ; l'effet race est très hautement significatif pour le pH1, mais non significatif pour le pH24. La teneur en lactate et le potentiel glycolytique sont influencés par la race, et l'on note un effet du type sexuel sur le potentiel glycolytique. Enfin, la race influence la teneur en eau, alors que le type sexuel influence les teneurs en lipides et en protéines ; ces trois teneurs sont affectées par l'effet date d'abattage, observation déjà faite par FERNANDEZ et al. (1991) et pour laquelle nous n'avons pas d'explication.

### 2.2. Estimées des moindres carrés

On observe de très fortes différences en termes de pH1 et de critères technologiques - rendement Napole excepté - entre le Piétrain d'une part, le Large White et le Landrace Français d'autre part : le Piétrain se caractérise par une chute rapide du

pH, une viande beaucoup plus exsudative et pâle ou bicolore, tant sur le jambon que sur la longe. Ces résultats sont classiques : voir par exemple MONIN et al.(1984) et PELLOIS et RUNAVOT (1991).

Par contre, les trois races ne présentent aucune différence significative pour le pH ultime, et les écarts en rendement Napole sont faibles, avec cependant un avantage du Landrace Français atteignant par exemple près de 2 % par rapport au Large White. Le relativement bon comportement du Piétrain qui fait jeu égal avec le Large White pour le pH24, et n'accuse qu'un retard de 0,4 % en rendement Napole, attire l'attention : la littérature indique fréquemment des écarts plus importants, de l'ordre de 0,05 à 0,15 point pour le pH ultime des muscles long dorsal ou demi-membraneux, et de 1 à 4 % en rendement technologique (MONIN et al., 1984 ; SELLIER et al., 1988 ; PELLOIS et RUNAVOT, 1991).

Le Landrace Français devance légèrement le Large White pour certains critères technologiques (rendement Napole, pertes d'exsudat), conformément à ce qui est observé dans les

stations de contrôle de performances depuis plusieurs années, à la fois pour le temps d'imbibition et la réflectance (ANONYME, 1992).

Par ailleurs, le Piétrain se caractérise par une teneur en lactate très supérieure, dès 45 minutes post mortem, à celle des autres races. Par contre, son potentiel glycolytique est plus faible, conformément à MONIN et al. (1987), mais en désac-

cord avec MONIN et SELLIER (1985) ; au vu de ces différentes études, on peut considérer que le Piétrain, le Large White et le Landrace Français se situent à des niveaux de potentiel glycolytique assez proches, très inférieurs à celui des populations présentant une fréquence élevée du gène RN : le potentiel glycolytique moyen de ces populations se situe à environ 230-250  $\mu\text{mole/g}$  (MONIN et al., 1987 ; FERNANDEZ et al., 1990).

**Tableau 2** - Moyennes ( $\pm$  erreur standard) des critères physico-chimiques et technologiques du tissu maigre, du GMQ et du taux de muscle, par race et par type sexuel

Critère(1)	Large White	Landrace Français	Piétrain	femelles	mâles	castrats
pH1 DM	6,53 $\pm$ 0,04 a	6,57 $\pm$ 0,04 a	6,13 $\pm$ 0,04 b	6,36 $\pm$ 0,04 a	6,49 $\pm$ 0,04 b	6,37 $\pm$ 0,04 a
pH1 LD	6,39 $\pm$ 0,04 a	6,41 $\pm$ 0,04 a	5,86 $\pm$ 0,04 b	6,20 $\pm$ 0,04 a	6,24 $\pm$ 0,04 a	6,22 $\pm$ 0,04 a
pH24 DM	5,65 $\pm$ 0,03 a	5,66 $\pm$ 0,03 a	5,65 $\pm$ 0,03 a	5,66 $\pm$ 0,03 a	5,61 $\pm$ 0,03 a	5,69 $\pm$ 0,03 a
pH24 LD	5,55 $\pm$ 0,02 a	5,53 $\pm$ 0,02 a	5,58 $\pm$ 0,02 a	5,57 $\pm$ 0,02 a	5,53 $\pm$ 0,02 a	5,55 $\pm$ 0,02 a
Teneur en lactate, LD ( $\mu\text{mole/g}$ )	34,3 $\pm$ 0,9 a	33,8 $\pm$ 1,0 a	45,6 $\pm$ 1,0 b	37,9 $\pm$ 1,0 a	38,1 $\pm$ 0,9 a	37,8 $\pm$ 1,0 a
Potentiel glycolytique, LD ( $\mu\text{mole/g}$ )	161 $\pm$ 3 a	163 $\pm$ 3 a	146 $\pm$ 3 b	155 $\pm$ 3 a	164 $\pm$ 3 b	151 $\pm$ 3 a
Rendement Napole, DM (%)	89,1 $\pm$ 0,6 a	91,0 $\pm$ 0,6 b	88,7 $\pm$ 0,6 a	91,5 $\pm$ 0,6 a	87,9 $\pm$ 0,5 b	89,3 $\pm$ 0,6 b
Temps d'imbibition, FS (x10 secondes)	8,2 $\pm$ 0,7 a	8,2 $\pm$ 0,8 a	3,0 $\pm$ 0,7 b	6,0 $\pm$ 0,7 a	7,4 $\pm$ 0,7 a	6,0 $\pm$ 0,7 a
Exsudat en 24 h, DM (%)	1,03 $\pm$ 0,12 a	0,67 $\pm$ 0,14 b	2,63 $\pm$ 0,13 c	1,65 $\pm$ 0,13 a	1,34 $\pm$ 0,12 a	1,34 $\pm$ 0,13 a
Indice bicolore (FS, FP)	111 $\pm$ 12 a	94 $\pm$ 13 a	206 $\pm$ 13 b	130 $\pm$ 12 a	134 $\pm$ 12 a	147 $\pm$ 12 a
Exsudat en 48 h, LD (%)	4,94 $\pm$ 0,36 a	4,55 $\pm$ 0,41 a	8,54 $\pm$ 0,40 b	5,69 $\pm$ 0,37 a	6,32 $\pm$ 0,37 a	6,02 $\pm$ 0,37 a
Exsudat en 5 jours, LD (%)	8,21 $\pm$ 0,40 a	8,09 $\pm$ 0,45 a	11,88 $\pm$ 0,44 b	9,14 $\pm$ 0,41 a	10,08 $\pm$ 0,41 a	8,96 $\pm$ 0,41 a
Réflectance, LD	594 $\pm$ 14 a	626 $\pm$ 15 a	696 $\pm$ 15 b	626 $\pm$ 14 a	651 $\pm$ 14 a	638 $\pm$ 14 a
Teneur en eau, LD (%)	73,75 $\pm$ 0,12 a	73,92 $\pm$ 0,13 a	74,30 $\pm$ 0,13 b	73,92 $\pm$ 0,12 a	74,20 $\pm$ 0,12 a	73,89 $\pm$ 0,12 a
Teneur en lipides, LD (%)	1,34 $\pm$ 0,07 a	1,23 $\pm$ 0,08 a	1,14 $\pm$ 0,08 a	1,12 $\pm$ 0,07 a	1,19 $\pm$ 0,08 a	1,40 $\pm$ 0,08 b
Teneur en protéines, LD (%)	23,61 $\pm$ 0,11 a	23,53 $\pm$ 0,12 a	23,24 $\pm$ 0,12 a	23,65 $\pm$ 0,11 a	23,25 $\pm$ 0,11 b	23,47 $\pm$ 0,11 ab
GMQ engraissement (g/j)(2)	896 $\pm$ 10 a	856 $\pm$ 10 b	714 $\pm$ 11 c	796 $\pm$ 10 a	847 $\pm$ 10 b	823 $\pm$ 11 a
Taux de muscle (%)(2)	51,4 $\pm$ 0,4 a	50,1 $\pm$ 0,4 b	59,7 $\pm$ 0,4 c	54,5 $\pm$ 0,4 a	55,8 $\pm$ 0,4 b	50,9 $\pm$ 0,4 c

(1) voir tableau 1

(2) ajusté à 104 kg de poids vif ; le modèle d'analyse de variance ne comprend pas l'effet de la date d'abattage pour ces variables.

Comparaison entre races ou entre types sexuels : 2 valeurs portant une même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ( $P < 0,05$ )

La composition chimique du muscle long dorsal montre peu de différences entre le Large White et le Landrace Français, comme indiqué par BOUT et al. (1989) ; par contre, le Piétrain présente significativement moins de protéines et plus d'eau. La teneur en eau plus élevée du Piétrain est en contradiction avec les résultats de MONIN et al. (1986) et BOUT et al. (1989). Il convient ici de préciser notre mode opératoire : la congélation de nos échantillons de muscle a été effectuée peu de temps après leur obtention, ce qui a limité les phénomènes de ressuage, et l'exsudat éventuellement présent après décongélation a été inclus dans le broyat soumis à étuvage. Pour ce qui est de la teneur en lipides, nos résultats s'opposent là encore à ceux de BOUT et al. (1989), qui attribuent à la race Piétrain une teneur en gras intramusculaire nettement supérieure aux races Large White et Landrace Français (1,44 % contre respectivement 1,08 % et 1,07 %) ; cependant, la littérature citée dans la mise au point de SELLIER (1988) tend à confirmer nos résultats.

La comparaison des trois types sexuels sur les caractéristiques du tissu maigre attribue un potentiel glycolytique un peu plus élevé aux verrassons ; par contre ces mêmes mâles entiers présentent un rendement Napole nettement plus faible que celui des femelles, alors qu'il n'y a pas de différence notable entre les

trois types sexuels pour l'ensemble des autres critères technologiques ou de pHmétrie. L'écart de rendement Napole des mâles entiers par rapport aux femelles (-3,6 %) est de même signe, mais beaucoup plus important que les chiffres obtenus par NAVEAU (1986) et LE ROY et al. (1990), qui se situent entre -1 % et -1,4 %, à pH ultime identique dans les deux sexes. Enfin, pour ce qui est des teneurs en eau, lipides et protéines, un résultat se détache : le taux de lipides intramusculaires plus élevé des castrats, conformément à la bibliographie citée par BOUT et GIRARD (1988) ; les mâles entiers ont également moins de protéines que les femelles ; l'ensemble des différences entre les trois types sexuels pour les teneurs en eau, lipides et protéines est exactement conforme aux chiffres obtenus par BARTON-GADE (1987) sur le muscle demi-membraneux d'animaux abattus à un poids moyen inférieur d'environ 20 kg à celui de notre échantillon.

Le tableau 2 présente également les performances de croissance et de taux de muscle : les différences entre races sont très proches de celles obtenues en 1991 dans les stations de contrôle de performances (ANONYME, 1992), ce qui laisse à penser que notre échantillon était représentatif de ces trois types génétiques.

### 2.3. Étude de l'effet d'une chute rapide de pH chez le Large White et le Landrace Français d'une part, le Piétrain d'autre part

Les animaux ont été classés selon le pH1 du muscle long dorsal, en deux catégories :

- carcasses à chute de pH «rapide» (pH1 < 6)

- carcasses à chute de pH «normale» (pH1 > 6).

Cette distinction a été opérée, d'une part parmi les animaux Large White et Landrace Français, d'autre part parmi les animaux Piétrain : 4 «catégories» d'animaux ont été ainsi définies. Les moyennes des moindres carrés, obtenues selon un modèle comportant les effets date d'abattage, «catégorie» et sexe, sont présentées au tableau 3 pour chaque «catégorie».

**Tableau 3** - Comparaison des carcasses à chute de pH rapide et normale, pour la race Piétrain et les races Large White ou Landrace Français (moyennes des moindres carrés  $\pm$  erreur standard)

Critère(1)	Chute rapide de pH (pH1 LD $\leq$ 6)		Chute normale de pH (pH1 LD > 6)	
	Piétrain	LW ou LF	Piétrain	LW ou LF
Effectifs	37	7	16	113
pH1 DM	6,02 $\pm$ 0,05 a	6,12 $\pm$ 0,10 ab	6,33 $\pm$ 0,08 b	6,56 $\pm$ 0,03 c
pH1 LD	5,65 $\pm$ 0,03 a	5,92 $\pm$ 0,07 b	6,31 $\pm$ 0,05 b	6,41 $\pm$ 0,05 c
pH24 DM	5,66 $\pm$ 0,03 a	5,63 $\pm$ 0,07 a	5,64 $\pm$ 0,05 a	5,66 $\pm$ 0,02 a
pH24 LD	5,57 $\pm$ 0,03 ab	5,46 $\pm$ 0,06 a	5,60 $\pm$ 0,04 b	5,54 $\pm$ 0,02 ab
Teneur en lactate, LD ( $\mu$ mole/g)	46,9 $\pm$ 1,1 a	45,0 $\pm$ 2,4 a	43,8 $\pm$ 1,7 a	33,5 $\pm$ 0,7 b
Potentiel glycolytique, LD ( $\mu$ mole/g)	145 $\pm$ 4 a	164 $\pm$ 8b	151 $\pm$ 6 ab	161 $\pm$ 2 b
Rendement Napole, DM (%)	88,3 $\pm$ 0,7 a	87,8 $\pm$ 1,6 ab	89,4 $\pm$ 1,3 ab	90,1 $\pm$ 0,4 b
Temps d'imbibition, FS (x10 secondes)	2,36 $\pm$ 0,83 a	3,31 $\pm$ 1,65 a	3,78 $\pm$ 1,25 a	8,57 $\pm$ 0,52 b
Exsudat en 24 h, DM (%)	3,10 $\pm$ 0,14 a	1,97 $\pm$ 0,33 b	1,75 $\pm$ 0,21 b	0,85 $\pm$ 0,09 c
Indice bicolore (FS, FP)	230 $\pm$ 14 a	181 $\pm$ 28 ab	164 $\pm$ 21 b	99 $\pm$ 9 c
Exsudat en 48 h, LD (%)	9,31 $\pm$ 0,43 a	7,84 $\pm$ 0,86 ab	7,18 $\pm$ 0,65 b	4,57 $\pm$ 0,27 c
Exsudat en 5 jours, LD (%)	12,67 $\pm$ 0,49 a	10,85 $\pm$ 0,97 ab	10,36 $\pm$ 0,73 b	8,00 $\pm$ 0,30 c
Réflectance, LD	725 $\pm$ 17 a	667 $\pm$ 33 ab	623 $\pm$ 25 b	606 $\pm$ 10 b
Teneur en eau, LD (%)	74,18 $\pm$ 0,15 ac	73,76 $\pm$ 0,29 ab	74,55 $\pm$ 0,22 c	73,82 $\pm$ 0,09 b
Teneur en lipides, LD (%)	1,12 $\pm$ 0,09 a	1,28 $\pm$ 0,19 a	1,21 $\pm$ 0,14 a	1,29 $\pm$ 0,06 a
Teneur en protéines, LD (%)	23,33 $\pm$ 0,13 ab	23,65 $\pm$ 0,26 ab	23,03 $\pm$ 0,21 a	23,57 $\pm$ 0,08 b
GMQ engraissement (g/j)	745 $\pm$ 9 a	892 $\pm$ 19 b	767 $\pm$ 14 a	866 $\pm$ 6 b
Taux de muscle (%)	59,7 $\pm$ 0,6 a	50,5 $\pm$ 1,1 b	58,9 $\pm$ 0,9 a	51,0 $\pm$ 0,4 b

(1) voir tableau 1

Modèle d'analyse de variance : effets date d'abattage, race et sexe pour toutes les variables sauf GMQ et taux de muscle pour lesquels l'effet date d'abattage n'est pas pris en compte.

Deux valeurs portant une même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ( $P < 0,05$ )

Trente sept porcs Piétrain sur 53, et 7 porcs Large White ou Landrace Français sur 120 ont fourni des carcasses à chute de pH rapide ; par construction, leur pH1 est faible, cependant à l'intérieur des deux types de chute de pH, les porcs Piétrain tendent à présenter des pH1 inférieurs à ceux des deux autres races. Par contre, les 4 «catégories» d'animaux présentent le même pH ultime.

Pour ce qui est du potentiel glycolytique et de la composition chimique du muscle, mais également pour la vitesse croissance et le taux de muscle, les différences observées sont dues uniquement à l'effet race précédemment étudié. Par contre, la teneur en lactate des porcs Large White ou Landrace Français à chute de pH normale est inférieure à celle des animaux des trois autres catégories qui se situent à des niveaux très voisins, correspondant au niveau estimé précédemment pour la race Piétrain.

Pour ce qui est des critères technologiques, les différences en rendement Napole sont faibles, avec une tendance à des rendements légèrement plus faibles pour les porcs à chute de pH rapide ; par contre, tous les critères d'exsudat et de couleur révèlent une nette supériorité des carcasses Large White et Landrace Français à chute normale de pH sur celles des trois autres catégories, en particulier pour les critères ayant trait à l'exsudat (voir par exemple le temps d'imbibition du fessier superficiel et l'exsudat en 48 heures du long dorsal).

Ces trois catégories correspondent toutes à des viandes à caractère PSE plus ou moins marqué, mais il existe entre elles des différences notables : les carcasses Piétrain à chute de pH rapide présentent le caractère PSE le plus marqué, suivies des carcasses Large White ou Landrace Français à chute de pH rapide, puis des carcasses Piétrain à chute de pH normale.

### 3. DISCUSSION

Un premier point à souligner est l'absence d'effet de la date d'abattage sur le pH ultime : cet effet ne représente que 5 % de la variance totale, alors que MONIN (1983) indique qu'il peut en constituer jusqu'à 50 %. Ceci est dû pour l'essentiel à la maîtrise des conditions de jeûne et du temps de repos à l'abattoir, mais aussi à l'emploi d'un matériel -pH mètre KNICK 654 avec électrode INGOLD Xerolyt - adapté à la prise du pH dans la viande : la rapidité du temps de réponse, l'absence de dérive et la précision de l'étalonnage contribuent à la disparition de l'«effet séance» évoqué par NAVEAU (1986). A l'inverse, notre maîtrise de la technique Napole semble moins bonne, puisqu'elle est fortement affectée par la date d'abattage. On peut noter aussi que nos valeurs moyennes de rendement Napole (de l'ordre de 90 %) sont faibles par rapport aux valeurs moyennes de 96-97 % rapportées par LE ROY et al. (1990) pour des porcs non-porteurs du gène RN<sup>-</sup>. Cependant, la corrélation intra date d'abattage du rendement Napole avec le pH ultime du demi-membraneux atteint 0,64 dans notre échantillon, ce qui est conforme aux résultats de NAVEAU et al. (1985) et de LE ROY et al. (1990).

Le respect d'un jeûne de 15 heures avant transport et d'un repos à l'abattoir de 1,5 à 3 heures permet d'aboutir à un bon niveau de pH ultime, y compris pour des porcs Piétrain, et comme attendu, le rendement Napole, indicateur du comportement de la viande à la cuisson, se situe à des niveaux très voisins pour les porcs Piétrain d'une part, Large White et Landrace Français d'autre part. Ces conditions de jeûne et de repos à l'abattoir ne doivent pas être considérées comme exceptionnelles : elles correspondent à des recommandations de plus en plus couramment appliquées sur le terrain. De plus, il faut souligner que dans les trois races étudiées, la fréquence du gène RN<sup>-</sup> est très faible, et vraisemblablement nulle : c'est ce qu'indique la distribution du potentiel glycolytique, avec seulement 5 observations au-dessus de 200 µmoles/g (maximum : 212 µmoles/g), et ce sont aussi les conclusions de WASSMUTH et al. (1991) pour le Large White et le Landrace allemands. Par ailleurs, les données de composition chimique du muscle long dorsal indiquent que les trois races étudiées ici sont voisines pour le rapport protéines/eau, ce qui s'accorde bien avec les faibles écarts observés pour le comportement à la cuisson. Le niveau élevé de ce rapport protéines/eau (0,31-0,32) conforte également l'hypothèse d'absence du gène RN<sup>-</sup> si l'on se réfère aux valeurs rapportées par MONIN et al. (1992) pour des porcs présumés porteurs ou non-porteurs de ce gène.

Par contre, 70 % des animaux Piétrain, mais aussi 7 animaux Large White ou Landrace Français - sur 120 - présentent une chute de pH rapide (pH1 du muscle long dorsal inférieur à 6) ; les carcasses présentent toutes les caractéristiques des viandes PSE : exsudat prononcé, couleur pâle, caractère bicolore. Cependant elles illustrent le relativement faible effet du caractère PSE sur le pH ultime ou le rendement à la cuisson : leur pH24 est identique à celui des carcasses à chute de pH normale, et leur rendement Napole présente une dégradation modérée de 1 à 2 %, en accord avec les observations de GUÉBLEZ et al. (1990) : -1,8 % de rendement technologique. En comparaison, l'effet du gène RN<sup>-</sup> sur le rendement Napole est de -8 % selon LE ROY et al. (1990).

Le statut des porcs de cette étude vis-à-vis du gène de sensibilité à l'halothane n'est pas connu individuellement. La situation de chacune des 3 races est très contrastée : la fréquence de l'allèle sensible y est soit nulle (Large White) ou

très faible (au plus égale à 0,05 : Landrace Français), soit très élevée (supérieure ou égale à 0,8 : Piétrain). Les 16 porcs Piétrain à chute «normale» de pH ainsi que les 7 porcs Large White ou Landrace Français à chute rapide ont une viande dont les caractéristiques d'exsudat et de couleur, intermédiaires entre celles des Large White ou Landrace Français «normaux» et celles des Piétrain PSE, évoquent celles de porcs demi-Piétrain hétérozygotes pour le gène de sensibilité à l'halothane (PELLOIS et RUNAVOT, 1991) ; de plus, les fréquences des animaux de ces deux «catégories» sont compatibles avec celles des hétérozygotes dans les 3 races étudiées, estimées selon la loi de Hardy-Weinberg. En fait, la seule chose certaine est que les porcs Large White et Landrace Français de notre échantillon sont non-réagissants à l'halothane.

Ceci étant posé, les résultats du tableau 3 montrent deux choses :

- il est possible de produire des carcasses PSE à partir de porcs non-réagissants à l'halothane, même avec de bonnes conditions de jeûne et de temps d'attente : il s'agit vraisemblablement d'animaux qui ont subi un stress important lors de l'amenée à l'anesthésie, qui constitue sans doute le poste le plus difficile à optimiser dans l'ensemble des conditions d'abattage ;

- il est aussi possible de produire des carcasses à chute de pH convenable à partir de porcs possédant le gène de sensibilité à l'halothane, lorsque le stress d'amenée à l'anesthésie a été faible ; mais ces carcasses manifestent encore une nette tendance PSE.

On notera qu'à conditions moyennes identiques de jeun, de repos à l'abattoir et de stress à l'abattage, les 70 % des porcs Piétrain vont présenter un pH1 inférieur à 6 contre seulement 6 % des porcs Large White ou Landrace Français : l'expression «sensibilité au stress», utilisée fréquemment comme synonyme de «sensibilité à l'halothane», prend ainsi toute sa signification et se trouve pleinement justifiée.

Enfin, l'ensemble des porcs Piétrain de cette étude, même ceux à chute de pH «normale», présente une forte teneur en lactate 45 minutes post mortem. La chute de pH et la production de lactate sont le résultat de deux phénomènes différents, quoique couplés : d'une part l'hydrolyse de l'ATP, fortement dépendante du niveau de stress à l'abattage, qui libère les protons, d'autre part la glycolyse, qui produit du lactate en utilisant une partie de ces protons (MONIN, 1988). Les porcs Piétrain semblent manifester une glycolyse importante, même lorsque l'hydrolyse de l'ATP n'est pas anormalement forte. Cependant c'est bien l'hydrolyse de l'ATP qui détermine la chute du pH (BENDALL, 1973), et c'est bien la chute rapide du pH dans les deux heures qui suivent la mort, alors que la température de la carcasse est encore élevée, qui va provoquer un caractère exsudatif et bicolore plus ou moins prononcé de la viande. Le défaut «viande PSE», souvent caractérisé pour des raisons pratiques par la valeur seuil de 6 pour le pH1, correspond à un niveau aigu des deux caractères «exsudatif» et «bicolore», mais ces deux caractères présentent une variation continue : tous les niveaux existent entre la viande «normale» et la viande PSE. Les quatre catégories d'animaux définies au tableau 3 se classent pour les critères d'exsudat et surtout de couleur selon leur niveau moyen de pH1 ; ceci indique que le pH1 ne doit pas seulement être considéré comme un caractère binaire - chute de pH «rapide» ou «normale» - sous peine de n'en décrire que partiellement les conséquences sur la qualité de la viande fraîche.

## CONCLUSION

Cette comparaison raciale doit se prolonger par l'étude des relations entre l'ensemble des caractères mesurés, et ce pour d'une part les porcs Large White et Landrace Français, d'autre part pour les Piétrain. FERNANDEZ et GUÉBLEZ (1992) ont déjà présenté des résultats préliminaires, en étudiant les relations entre pH1 et teneur en lactate, et pH ultime et potentiel glycolytique, mais seulement de manière globale sur l'ensemble des animaux de notre échantillon. Par ailleurs, il faut regretter que nous n'ayons pu incorporer à cette étude deux autres types d'animaux : d'une part des porcs hétérozygotes pour le gène de sensibilité à l'halothane, qui constituent un type de porcs charcutiers fréquemment produit, d'autre part des animaux porteurs du gène RN<sup>-</sup>. Dernier détail, dans toute étude ultérieure relative à la qualité de viande, la connaissance du génotype de chaque animal vis-à-vis du gène de sensibilité à l'halothane devra être obtenue, puisque des techniques récentes rendent cette connaissance possible aujourd'hui.

En résumé de cette étude, pH1 et pH ultime doivent être considérés comme deux critères distincts, aux causes et conséquences distinctes elles aussi :

- le pH1, fortement corrélé à la qualité visuelle de la viande fraîche (exsudat, couleur), dépend du stress d'abattage, facteur difficile à maîtriser et du gène de sensibilité à l'halothane ;
- le pH ultime, fortement corrélé aux pertes à la cuisson, peut atteindre un niveau satisfaisant chez tous les porcs non porteurs du gène RN<sup>-</sup>, même chez des porcs sensibles à l'halothane, en maîtrisant les conditions de jeun et de repos à l'abattoir.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude au Ministère de l'Agriculture qui a contribué au financement de cette expérimentation. Ils remercient également :

- les éleveurs et organisations qui ont fourni les échantillons d'animaux,
- le groupe Cooperl pour les facilités accordées dans la réalisation des opérations à l'abattoir,
- Monsieur CALLEGARI, de l'I.R.T.L., pour les analyses physico-chimiques du tissu maigre.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1990. *Techni-Porc*, 13 (5), 29-45.
- ANONYME, 1992. *Performances et Sélection*, 92 (6), 1-10.
- BARTON-GADE P., 1987. *Livest. Prod. Sci.*, 16, 187-196.
- BENDALL J.R., 1973. In : *Structure and function of muscle*, ed. G.H. BOURNE, Academic Press, New York, 243-309.
- BOUT J., GIRARD J.P., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 271-278.
- BOUT J., GIRARD J.P., SELLIER P., RUNAVOT J.P., 1989. 40ème Réunion annuelle de la F.E.Z., Dublin, communication GP 3.15.
- FERNANDEZ X., GUÉBLEZ R., 1992. 38ème Congrès international des chercheurs en viande, Clermont-Ferrand, 355-358.
- FERNANDEZ X., NAVEAU J., TALMANT A., MONIN G., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 97-100.
- FERNANDEZ X., LEFAUCHEUR L., GUÉBLEZ R., MONIN G., 1991. *Meat Sci.*, 29, 121-128.
- GUÉBLEZ R., LE MAITRE C., JACQUET B., ZERT P., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 89-96.
- GUÉBLEZ R., SELLIER P., RUNAVOT J.P., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 23-28.
- LE DENMAT M., 1992. Communication personnelle : étude en cours, à paraître.
- LE ROY P., NAVEAU J., ELSEN J.M., SELLIER P., 1990. *Genet. Res.*, 55, 33-40.
- MONIN G., 1983. *Journées Rech. Porcine en France*, 15, 151-176.
- MONIN G., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 201-214.
- MONIN G., GRUAND J., LABORDE D., SELLIER P., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, 16, 59-64.
- MONIN G., MEJENES-QUIJANO A., TALMANT A., SELLIER P., 1987. *Meat Sci.*, 20, 149-158.
- MONIN G., SELLIER P., 1985. *Meat Sci.*, 13, 49-63.
- MONIN G., TALMANT A., LABORDE D., ZABARI M., SELLIER P., 1986. *Meat Sci.*, 16, 307-316.
- NAVEAU J., 1986. *Journées Rech. Porcine en France*, 18, 265-276.
- NAVEAU J., POMMERET P., LECHAUX P., 1985. *Techni-Porc*, 8 (6), 7-13.
- PELLOIS H., RUNAVOT J.P., 1991. *Journées Rech. Porcine en France*, 23, 369-376.
- SELLIER P., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 227-242.
- SELLIER P., MONIN G., TALMANT A., JACQUET B., RUNAVOT J.P., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 243-248.
- WASSMUTH R., SURMANN H., GLODEK P., 1991. *Züchtungskunde*, 63 (6), 445-455.