

# Effets comparés de deux méthodes d'augmentation de l'âge à l'abattage des porcs sur la composition de la carcasse et des muscles, et la qualité sensorielle de la viande

Bénédicte LEBRET (1), H. JUIN (2), J. NOBLET (1), M. BONNEAU (1)

*Institut National de la Recherche Agronomique*

*(1) Station de Recherches Porcines, 35590 Saint-Gilles*

*(2) Laboratoire d'Analyses Sensorielles, Domaine du Magneraud, BP 52 - 17700 Surgères*

## Effets comparés de deux méthodes d'augmentation de l'âge à l'abattage des porcs sur la composition de la carcasse et des muscles et la qualité sensorielle de la viande

L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets d'une augmentation de 30 jours environ de l'âge à l'abattage des porcs à 110 kg sur les caractéristiques de la carcasse et des muscles Long dorsal (LD) et Biceps femoris (BF) et la qualité sensorielle de la viande, chez deux génotypes (P76 x (Large White x Landrace), expérience A, et Duroc x (Large White x Landrace), expérience B). Comparativement aux porcs alimentés à volonté (AL) de 30 à 110 kg, l'augmentation de l'âge était obtenue par deux méthodes : (1) une restriction alimentaire globale de 25% (R1), ou (2) une restriction énergétique couplée à une réduction progressive du rapport lysine/énergie tout au long de l'expérience (R2), afin de produire par cette dernière méthode des carcasses de composition équivalente à celle des porcs AL. Les résultats étaient similaires dans les deux expériences. Comparativement aux porcs AL, l'âge à l'abattage des porcs R1 et R2 était augmenté de 30 jours. Les carcasses des porcs R1 étaient plus maigres, alors que celles des porcs R2 étaient de composition équivalente à celle des porcs AL. La teneur en lipides intramusculaires était diminuée chez les porcs R1, en particulier dans le BF, alors qu'elle était augmentée dans le LD des porcs R2, en particulier dans l'expérience B. Les critères de qualité de viande (pH<sub>1</sub> et pH<sub>u</sub>, réflectance et pertes en eau) étaient équivalents entre les trois lots. Le jury d'analyse sensorielle n'a pas mis en évidence d'effet significatif de la conduite alimentaire sur la tendreté, la jutosité, la flaveur, l'impression de farineux ou de collant des viandes issues des deux expériences, malgré les différences de taux de lipides intramusculaires rapportées.

## Compared effects of two methods for increasing age at slaughter on carcass and muscle traits, and meat sensory quality in pigs

The aim of this study was to investigate the effects of a 30 day-increase in age of pigs slaughtered at 110 kg live weight on carcass and muscle traits (Longissimus dorsi, LD and Biceps femoris, BF), and meat sensory quality in two genotypes (P76 x (Large White x Landrace), experiment A, and Duroc x (Large White x Landrace), experiment B). Comparatively to pigs fed ad libitum a standard growing-finishing diet (AL) from 30 up to 110 kg, increasing age was obtained according to two strategies : (1) restricted feeding level (R1) and (2) restricted energy level and lysine/energy ratio progressively reduced over the experiment (R2), the latter being expected to give the same carcass composition as the AL pigs. Results were similar in both experiments. Comparatively to the AL pigs, the age at slaughter of the R1 and R2 pigs was increased by 30 days. The R1 pigs exhibited leaner carcasses than the AL pigs, whereas the R2 pigs had similar carcass composition than the AL pigs. Intramuscular fat content was decreased in the R1 pigs, particularly in BF, but was increased in the LD of R2 pigs, particularly in experiment B. Meat quality parameters (pH<sub>1</sub> and pH<sub>u</sub>, reflectance and drip loss) were similar in the three groups. The taste panel did not find any significant difference between the feeding regimen for tenderness, juiciness, flavour, flour sensation after mastication and mouth coating of the meat in both experiments, despite the differences observed in intramuscular fat content.

## INTRODUCTION

L'augmentation de l'âge à l'abattage des porcs est souvent considérée par les consommateurs comme un critère de qualité supérieure des viandes. Mais l'augmentation simultanée de l'âge et du poids des animaux à l'abattage conduit à des carcasses plus lourdes, qui ne sont pas recherchées par les industriels de la transformation, en dehors de certaines productions (jambon sec). Pour un poids donné à l'abattage, l'augmentation de l'âge implique alors une réduction de la vitesse de croissance des animaux pendant la période de croissance – finition, qui peut être obtenue par le biais d'une restriction alimentaire, ou par une réduction des apports en protéines relativement à l'énergie. Cependant, une restriction alimentaire peut entraîner une diminution de la teneur en lipides intramusculaires (WOOD et al., 1996 ; CANDEK-POTOKAR et al., 1998) et altérer ainsi la qualité sensorielle des viandes (CANNON et al., 1995). A l'inverse, la réduction du rapport protéines / énergie dans le régime augmente la teneur en lipides intramusculaires, mais accroît simultanément l'adiposité de la carcasse (CASTELL et al., 1994 ; GOERL et al., 1995). Dans ce dernier cas, le développement du tissu maigre est limité par les faibles apports en protéines, en particulier au début de la période de croissance où les besoins en protéines comparativement à l'énergie sont plus élevés qu'en finition.

L'objectif de notre étude était d'évaluer les effets d'une augmentation de 30 jours environ de l'âge à l'abattage des porcs, au poids vif de 110 kg, sur les caractéristiques de la carcasse et des muscles et la qualité sensorielle de la viande, chez deux génotypes de porcs. L'augmentation de l'âge était obtenue par deux méthodes : (1) une restriction alimentaire globale de 25% pendant la période de croissance – finition, ou (2) une restriction énergétique couplée à une réduction progressive du rapport lysine / énergie tout au long de l'expérience, afin de produire par cette dernière méthode des carcasses de composition équivalente à celle des porcs nourris à volonté.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux

Deux expériences équivalentes ont été conduites simultanément, à la Station de Recherches Porcines. L'expérience A comprenait 30 porcs P76 x (Large White x Landrace) (15 mâles castrés et 15 femelles) issus de 6 portées différentes, et l'expérience B 30 porcs Duroc x (Large White x Landrace) (15 mâles castrés et 15 femelles) issus de 5 portées différentes. Aucun des verrats et truies utilisés pour produire les porcelets n'étaient porteurs de l'allèle n de sensibilité à l'halothane au locus HAL/RYR1 (déterminé selon le test moléculaire décrit par DALENS et RUNAVOT, 1993). Les verrats P76 étaient non porteurs de l'allèle RN- (déterminé sur la base du potentiel glycolytique selon MONIN et SELLIER, 1985). Dans chaque expérience, 3 animaux de chaque sexe issus de chacune des portées étaient placés, au poids moyen de 30 kg, dans un des lots suivants :

- AL : distribution *ad libitum* d'un régime conventionnel (ou standard) pour porc en croissance;

- R1 : restriction alimentaire globale avec distribution de l'aliment standard à 75% du niveau de l'*ad libitum* des frères ou sœurs de portée du groupe AL, de façon à augmenter l'âge à l'abattage des porcs d'environ 30 jours par rapport au groupe AL ;
- R2 : restriction énergétique constante et réduction progressive du rapport lysine / énergie digestible au cours de l'expérience par distribution en mélange de l'aliment standard et d'un aliment complémentaire déficitaire en protéines, de façon à obtenir une vitesse de croissance équivalente des porcs des groupes R1 et R2.

La composition et les caractéristiques nutritionnelles des aliments sont rapportées au tableau 1. Les plans d'alimentation étaient calculés chaque semaine sur la base du poids vif et de la consommation alimentaire des porcs AL et de la vitesse de croissance des porcs R1, par bloc de frères ou sœurs de portée. Les porcs ont été abattus à  $110 \pm 5$  kg de poids vif, à l'abattoir de la Station de Recherches Porcines.

### 1.2. Caractéristiques de la carcasse

Le poids de carcasse (chaude et froide), la teneur en viande maigre (calculée d'après les mesures linéaires réalisées sur la carcasse), l'épaisseur moyenne de lard dorsal (moyenne des mesures au niveau de la 3/4ème vertèbre lombaire et de la 3/4ème dernière côte) ainsi que les poids des morceaux de découpe de la demie carcasse gauche ont été enregistrés.

Tableau 1 - Composition des aliments

|                                    | Standard | Complémentaire |
|------------------------------------|----------|----------------|
| <b>Composition centésimale (%)</b> |          |                |
| Orge                               | 24,00    | 37,00          |
| Blé                                | 24,38    | 37,05          |
| Maïs                               | 15,00    | 15,00          |
| Son de blé                         | 5,00     | -              |
| Tourteau de soja " 48 "            | 23,00    | 7,70           |
| Graisse animale " 15 "             | 2,00     | -              |
| Mélasse                            | 3,00     | -              |
| Phosphate bicalcique               | 1,20     | 1,00           |
| Carbonate de calcium               | 1,40     | 1,30           |
| Sel marin                          | 0,45     | 0,45           |
| L-lysine                           | 0,07     | -              |
| Oligo-éléments – Vitamines         | 0,50     | 0,50           |
| <b>Composition chimique (%)</b>    |          |                |
| Matière sèche                      | 87,54    | 86,97          |
| Matière azotée totale              | 18,29    | 13,08          |
| Matière grasse                     | 3,79     | 2,18           |
| Cellulose brute                    | 3,62     | 2,48           |
| Amidon                             | 38,61    | 51,73          |
| Matières minérales                 | 5,68     | 4,52           |
| Énergie digestible (kcal/kg) (1)   | 3250     | 3100           |
| Lysine (%) (1)                     | 0,95     | 0,50           |

(1) Valeur estimée d'après les tables INRA (1989)

### 1.3. Composition chimique du muscle

Des échantillons de muscle Long dorsal (LD) (3/4<sup>e</sup> vertèbre lombaire) et Biceps femoris (BF) ont été prélevés le lendemain de l'abattage, broyés, lyophilisés puis broyés à nouveau et conservés sous vide à -20°C. La matière sèche a été déterminée à partir du poids des échantillons avant et après lyophilisation. Les teneurs en protéines (=6,25 \* azote total (DUMAS, AOAC 7024)), lipides (FOLCH et al., 1957) et collagène total (=7,14 \* hydroxyproline (BERGMAN et LOXLEY, 1963)), ainsi que le pourcentage de collagène thermosoluble par rapport au collagène total (HILL, 1966) ont été déterminés sur les échantillons des muscles LD et BF.

### 1.4. Critères de qualité de viande

Le jour de l'abattage, le pH des muscles LD et BF a été déterminé 45 minutes après la saignée (pH<sub>1</sub>), à partir d'un échantillon de 2 g de muscle broyé dans du iodoacétate 5mM. Le lendemain, le pH ultime (pH<sub>u</sub>) (Ingold, Knick, Berlin) et la réflectance (réflectomètre Retrolux) ont été déterminés sur les muscles LD et BF. Une tranche de muscle LD (3/4<sup>e</sup> vertèbre lombaire) de 1,5 cm d'épaisseur a été prélevée et suspendue dans un sac plastique à 4°C pour la détermination des pertes en eau à 3 et 7 jours (HONIKEL, 1998).

### 1.5. Analyses sensorielles

Le jour de la découpe, la longe a été parée puis conservée à 4°C pendant 24 h. Le lendemain, les rôtis ont été préparés (désossage, maintien des muscles et du tissu adipeux adjacent au muscle LD) mis sous vide et conservés à -20°C. Les analyses sensorielles ont été réalisées à la station INRA du Magneraud. Après décongélation lente (24 h à 4°C), les rôtis ont été cuits au four (chaleur sèche puis humide), jusqu'à atteindre une température de 70°C à cœur. Les rôtis ont été dégustés en 5 séances (expérience A) et 4 séances (expérience B) comprenant chacune 6 rôtis (un rôti issu d'un des 3 lots AL, R1 et R2 pour chacun des sexes, intra-portée). Les critères de tendreté, jutosité, flaveur, impression de farineux et collant ont été notés sur une échelle de 0 (absence) à 10 (élevé).

### 1.6. Analyses statistiques

Pour chaque expérience les résultats zootechniques, de composition de la carcasse et des muscles, les critères de qualité de viande et les données d'analyses sensorielles ont été soumis à une analyse de variance (procédure GLM, SAS, 1989) en incluant comme effets principaux dans le modèle le lot, le sexe, l'interaction lot\* sexe et la portée, ainsi que l'effet juré pour les

**Tableau 2** - Performances de croissance et caractéristiques de carcasse des animaux des expériences A (P76 x (Large White x Landrace)) et B (Duroc x (Large White x Landrace)) (1)

|   | Expérience A |         |         |       |         | Expérience B |         |         |      |         |
|---|--------------|---------|---------|-------|---------|--------------|---------|---------|------|---------|
|   | AL           | R1      | R2      | ETR   | Sign. L | AL           | R1      | R2      | ETR  | Sign. L |
| <b>Nombre d'animaux</b>                             | 10           | 9       | 9       | (2)   | (3)     | 8            | 10      | 8       |      |         |
| <b>Performances de croissance</b>                   |              |         |         |       |         |              |         |         |      |         |
| Poids vif initial (kg)                              | 30,6 b       | 28,8 a  | 29,0 a  | 0,8   | ***     | 31,4 b       | 29,3 a  | 29,6 ab | 1,6  | *       |
| Poids vif final (kg)                                | 110,5        | 109,9   | 109,7   | 2,3   | NS      | 110,5        | 109,9   | 109,7   | 1,8  | NS      |
| Âge final (j)                                       | 164,6 a      | 195,7 b | 195,4 b | 2,9   | ***     | 164,1 a      | 195,2 b | 197,3 b | 5,2  | ***     |
| Consommation quotidienne                            |              |         |         |       |         |              |         |         |      |         |
| Aliment, kg   | 2,41 c       | 1,77 a  | 1,95 b  | 0,08  | ***     | 2,41 c       | 1,76 a  | 1,89 b  | 0,06 | ***     |
| Énergie digestible, Mcal                            | 7,84 c       | 5,77 a  | 6,18 b  | 0,26  | ***     | 7,83 c       | 5,71 a  | 5,99 b  | 0,20 | ***     |
| Lysine, g   | 22,9 c       | 16,8 b  | 13,7 a  | 0,7   | ***     | 22,9 c       | 16,7 b  | 13,6 a  | 0,6  | ***     |
| Gain de poids, g/j                                  | 884 b        | 672 a   | 669 a   | 29    | ***     | 906 b        | 672 a   | 643 a   | 32   | ***     |
| Efficacité alimentaire                              | 0,367 b      | 0,380 b | 0,344 a | 0,013 | ***     | 0,370ab      | 0,382 b | 0,347 a | 0,02 | *       |
| <b>Caractéristiques de carcasse</b>                 |              |         |         |       |         |              |         |         |      |         |
| Poids carcasse chaude, kg                           | 84,3         | 83,2    | 83,5    | 2,5   | NS      | 85,4         | 83,6    | 83,9    | 2,1  | NS      |
| Rendement carcasse, % (4)                           | 78,1         | 77,4    | 77,8    | 1,1   | NS      | 79,3 b       | 78,0 a  | 78,3 ab | 1,0  | *       |
| Pertes au ressuage, %                               | 2,3          | 2,2     | 2,1     | 0,1   | NS      | 2,4 b        | 2,2 ab  | 2,1 a   | 0,1  | *       |
| Teneur en Viande Maigre                             | 58,9 a       | 61,7 b  | 59,4 ab | 2,4   | *       | 58,6 a       | 60,3 b  | 58,1 a  | 1,4  | **      |
| Épais. moy. lard dorsal, mm                         | 16,0 b       | 14,0 a  | 16,2 b  | 1,5   | *       | 19,1 b       | 16,0 a  | 18,4 b  | 1,9  | **      |
| Poids relatif pièces découpe, % 1/2 carcasse gauche |              |         |         |       |         |              |         |         |      |         |
| Jambon  | 25,3 a       | 26,2 b  | 25,7 ab | 0,8   | *       | 24,4 a       | 25,6 b  | 25,0 ab | 0,8  | *       |
| Longe   | 26,7 a       | 28,1 c  | 27,4 b  | 0,6   | ***     | 27,0         | 27,7    | 27,1    | 0,8  | +       |
| Épaule  | 24,2         | 24,0    | 24,4    | 0,8   | NS      | 24,1         | 24,4    | 24,4    | 0,7  | NS      |
| Poitrine  | 14,0 b       | 12,9 a  | 13,0 a  | 0,8   | *       | 13,7         | 12,7    | 13,0    | 0,7  | +       |
| Bardière  | 6,4 b        | 5,1 a   | 5,9 b   | 0,6   | **      | 7,5 b        | 6,1 a   | 7,0 ab  | 0,8  | **      |
| Poids Panne, kg                                     | 1,21 b       | 0,93 a  | 1,26 b  | 0,19  | **      | 1,23         | 0,97    | 1,20    | 0,24 | +       |

(1) Sur une même ligne, les moyennes affectées d'une lettre différente diffèrent significativement ( $p < 0,05$ )

(2) Écart-type résiduel

(3) Signification statistique de l'effet " Lot " ; NS :  $p > 0,10$  ; + :  $p < 0,10$  ; \* :  $p < 0,05$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \*\*\* :  $p < 0,001$

(4) Rendement = (poids carcasse chaude (présentation européenne) / poids vif à l'abattage) \* 100

données sensorielles. En cas d'effets significatifs, une comparaison multiple des moyennes a été effectuée (test de Tukey). Pour les variables de composition du muscle et les critères de qualité de viande et qualité sensorielle, les données concernant une carcasse de type PSE ( $pH_1 < 5,90$ ) issue de l'expérience A, lot R2, ont été éliminées.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Performances zootechniques et caractéristiques de carcasse

Les performances de croissance des animaux et la composition des carcasses à l'abattage sont similaires dans les deux expériences (tableau 2, p. 331). L'âge à l'abattage à 110 kg de poids vif est augmenté de 30 jours pour les porcs R1 et R2, comparativement aux porcs AL, en relation avec la diminution du gain de poids vif entre 30 et 110 kg de 26% pour l'expérience A et 27% pour l'expérience B. La restriction alimentaire (R1 vs AL) ne modifie pas l'efficacité alimentaire mais entraîne une réduction de l'adiposité des carcasses (TVM supérieure, ELD et poids de la bardière et de la panne inférieurs), ainsi qu'une augmentation du poids relatif du jambon et de la longe. Le rendement de carcasse des porcs R1 est diminué dans l'expérience B, cette différence n'étant pas significative dans l'expérience A. Les pertes au ressuyage sont équivalentes entre les lots AL et R1, dans les deux expériences. Tous ces résultats sont conformes aux effets d'une restriction alimentaire de 20 à 30% sur les critères de croissance et d'adiposité rapportés par AFFENTRANGER et al. (1996), ELLIS et al. (1996), WOOD et al. (1996) et CANDEK-POTOKAR et al. (1998), et sont en accord avec les effets bien établis de la restriction énergétique sur les performances de croissance et la composition de la carcasse chez le porc (QUINIOU et al., 1995).

La combinaison des restrictions énergétique et protéique (R2 vs AL) conduit logiquement à une moindre efficacité alimentaire, la différence n'étant toutefois pas significative dans l'expérience B. Conformément au protocole, le poids et la composition des carcasses (TVM, ELD, poids de la bardière et de la panne), et le poids relatif des différents morceaux de découpe sont équivalents entre les porcs R2 et AL (à l'exception d'une légère augmentation du poids de la longe dans l'expérience A). Le rendement de carcasse ainsi que les pertes au ressuyage des porcs R2 sont légèrement inférieurs à ceux des porcs AL dans l'expérience B, mais ne sont pas modifiés dans l'expérience A.

Les modes de restriction appliqués ont donc permis de répondre pleinement aux objectifs de l'expérience. On a pu, en particulier, réduire la vitesse de croissance, tout en maintenant l'adiposité des carcasses (R2 vs AL). Ils se sont traduits en pratique et relativement à la conduite AL par une restriction alimentaire (en fait énergétique) de 25% pour les porcs R1 et une diminution des apports énergétiques et protéiques de respectivement 20% et 40% pour les porcs R2. De plus, dans les 2 expériences, le rapport lysine / énergie digestible (g/Mcal) de l'aliment distribué aux porcs R2, qui présentait une valeur moyenne sur toute la durée expérimentale de 2,21 pour l'expérience A et de 2,27 pour l'expérience B, a

diminué progressivement de 2,40 à 2,10 dans l'expérience A et de 2,50 à 2,10 dans l'expérience B, entre les périodes 30/40 kg et 90 /110 kg.

### 2.2. Composition chimique des muscles

La composition chimique des muscles est influencée par la conduite alimentaire (tableau 3). La restriction alimentaire globale (R1) entraîne une réduction de la teneur en lipides intramusculaires, en particulier dans le BF des porcs de l'expérience A (- 25%) et dans le LD des porcs de l'expérience B (- 25%). Une réduction équivalente du taux de lipides intramusculaires consécutive à une restriction alimentaire de 20 à 30% a déjà rapportée (AFFENTRANGER et al., 1996 ; WOOD et al., 1996 ; CANDEK-POTOKAR et al., 1998). Les teneurs en eau et en protéines sont équivalentes entre les groupes R1 et AL, en accord avec WOOD et al. (1996) et CANDEK-POTOKAR et al. (1998). La teneur et la solubilité thermique du collagène ne sont pas modifiées par la restriction alimentaire, conformément aux résultats de WOOD et al. (1996), alors que CANDEK-POTOKAR et al. (1998) rapportent une diminution de la teneur en collagène intramusculaire chez les animaux restreints.

Les porcs R2 présentent une teneur en lipides intramusculaires dans le LD supérieure à celle des porcs AL, en particulier dans l'expérience B (+ 40%), alors qu'elle est peu modifiée dans le BF. La teneur en protéines des deux muscles est inférieure chez les porcs R2, en particulier dans le LD de l'expérience A, alors que la teneur en eau des 2 muscles n'est pas modifiée, dans les 2 expériences. Le taux de collagène intramusculaire est accru dans le BF des porcs de l'expérience A (+ 22%) pour atteindre des teneurs équivalentes à celles observées dans le BF des porcs de l'expérience B, alors qu'il n'est pas modifié dans l'expérience B. La teneur en collagène du muscle LD, ainsi que la proportion de collagène thermosoluble des deux muscles sont équivalentes entre les groupes R2 et AL, dans les 2 expériences.

La distribution à volonté d'un régime déficitaire en protéines mais non limitant en énergie en période de croissance – finition (rapport protéines / énergie constant) entraîne une diminution de la teneur en protéines et une augmentation d'environ 30% de la teneur en lipides du Long dorsal, ainsi qu'un accroissement de 10 à 15% de l'épaisseur de la bardière (CASTELL et al., 1994 ; GOERL et al., 1995). CISNEROS et al. (1996) rapportent également une augmentation de la teneur en lipides du muscle Long dorsal de 3.8 à 5.7% (génotype de porc américain riche en lipides intramusculaires) et de l'épaisseur de la bardière, suite à la distribution à volonté d'un régime alimentaire déficitaire en protéines pendant les 3 à 5 dernières semaines de la période d'engraissement. Dans tous ces travaux, l'accroissement du taux de lipides intramusculaires peut s'expliquer au moins en partie par l'augmentation simultanée de l'adiposité globale de la carcasse.

Dans nos expériences, l'augmentation de la teneur en lipides du muscle LD des porcs du lot R2 est indépendante de l'adiposité des carcasses. Par contre, l'âge à l'abattage des porcs R2 est nettement augmenté (30 jours) comparé aux porcs AL, et contrairement aux travaux précités où l'écart d'âge est

**Tableau 3** - Composition chimique (%) des muscles *Longissimus dorsi* et *Biceps femoris* des animaux issus des expériences A et B (1)

|                                 | Expérience A |         |         |      |         | Expérience B |        |        |      |         |
|---------------------------------|--------------|---------|---------|------|---------|--------------|--------|--------|------|---------|
|                                 | AL           | R1      | R2      | ETR  | Sign. L | AL           | R1     | R2     | ETR  | Sign. L |
| <b>Nombre d'animaux</b>         | 10           | 9       | 8       | (2)  | (3)     | 8            | 10     | 8      |      |         |
| <b><i>Longissimus dorsi</i></b> |              |         |         |      |         |              |        |        |      |         |
| Eau                             | 74,5         | 74,4    | 75,0    | 0,5  | NS      | 74,2         | 74,0   | 73,6   | 0,41 | NS      |
| Protéines                       | 23,3 b       | 23,1 b  | 21,9 a  | 0,4  | ***     | 22,9 b       | 23,0 b | 22,3 a | 0,43 | *       |
| Lipides                         | 1,45 ab      | 1,23 a  | 1,70 b  | 0,27 | **      | 1,74 b       | 1,30 a | 2,42 c | 0,33 | ***     |
| Collagène                       |              |         |         |      |         |              |        |        |      |         |
| Teneur                          | 0,44         | 0,46    | 0,46    | 0,06 | NS      | 0,51         | 0,47   | 0,51   | 0,04 | NS      |
| Thermosolubilité (%)            | 19,2         | 19,5    | 20,2    | 2,4  | NS      | 20,8         | 21,2   | 19,6   | 2,4  | NS      |
| <b><i>Biceps femoris</i></b>    |              |         |         |      |         |              |        |        |      |         |
| Eau                             | 75,1         | 75,5    | 75,9    | 0,5  | NS      | 75,0         | 74,9   | 74,9   | 0,51 | NS      |
| Protéines                       | 22,1 b       | 21,9 ab | 21,3 a  | 0,5  | *       | 21,8 b       | 22,1 b | 21,3 a | 0,33 | **      |
| Lipides                         | 1,91 b       | 1,44 a  | 1,58 ab | 0,28 | **      | 2,05 ab      | 1,66 a | 2,15 b | 0,35 | *       |
| Collagène                       |              |         |         |      |         |              |        |        |      |         |
| Teneur                          | 0,65 a       | 0,66 a  | 0,79 b  | 0,08 | **      | 0,85         | 0,85   | 0,82   | 0,06 | NS      |
| Thermosolubilité (%)            | 20,8         | 19,9    | 18,4    | 2,5  | NS      | 19,3         | 18,6   | 18,8   | 2,4  | NS      |

(1), (2), (3) : Voir tableau 2

inférieur à 10 jours. Or, le tissu adipeux intramusculaire se développe tardivement chez le porc (LEE et KAUFFMAN, 1974) et le taux de lipides intramusculaires augmente de façon importante au cours de la croissance (LEE et KAUFFMAN, 1974 ; LAZO et al., 1994). L'accroissement du taux de lipides intramusculaires que nous observons est donc vraisemblablement lié à l'augmentation de l'âge des animaux. Cet effet n'a pas été observé chez les porcs R1, dont les apports limitants en énergie pour la croissance ont favorisé le développement des tissus maigres au détriment des tis-

sus adipeux externes et intramusculaires. Ceci suggère qu'une adiposité minimale de la carcasse semble nécessaire pour que le tissu adipeux intramusculaire se développe, indépendamment de l'âge des animaux.

### 2.3. Critères de qualité de viande

Dans les deux muscles, pour les deux expériences, les critères de qualité de viande : pH<sub>1</sub> et pH<sub>u</sub>, réflectance et pertes en eau ne sont pas modifiés par la restriction alimentaire

**Tableau 4** - Critères de qualité des *Longissimus dorsi* et *Biceps femoris* des animaux issus des expériences A et B (1)

|                                 | Expérience A |      |      |      |         | Expérience B |      |      |      |         |
|---------------------------------|--------------|------|------|------|---------|--------------|------|------|------|---------|
|                                 | AL           | R1   | R2   | ETR  | Sign. L | AL           | R1   | R2   | ETR  | Sign. L |
| <b>Nombre d'animaux</b>         | 10           | 9    | 8    | (2)  | (3)     | 8            | 10   | 8    |      |         |
| <b><i>Longissimus dorsi</i></b> |              |      |      |      |         |              |      |      |      |         |
| pH <sub>1</sub>                 | 6,31         | 6,50 | 6,42 | 0,21 | NS      | 6,42         | 6,47 | 6,36 | 0,21 | NS      |
| pH <sub>u</sub>                 | 5,53         | 5,49 | 5,45 | 0,08 | +       | 5,52         | 5,48 | 5,48 | 0,07 | NS      |
| Réflectance                     | 37,4         | 35,9 | 42,8 | 7,0  | NS      | 40,1         | 39,2 | 42,9 | 5,8  | NS      |
| Pertes en eau (%)               |              |      |      |      |         |              |      |      |      |         |
| 3 jours                         | 4,9          | 5,5  | 7,2  | 2,0  | +       | 6,2          | 5,9  | 6,2  | 2,1  | NS      |
| 7 jours                         | 7,6          | 8,3  | 9,7  | 1,8  | +       | 9,2          | 8,8  | 9,1  | 1,5  | NS      |
| <b><i>Biceps femoris</i></b>    |              |      |      |      |         |              |      |      |      |         |
| pH <sub>1</sub>                 | 6,29         | 6,45 | 6,40 | 0,21 | NS      | 6,39         | 6,39 | 6,30 | 0,30 | NS      |
| pH <sub>u</sub>                 | 5,53         | 5,55 | 5,61 | 0,07 | NS      | 5,62         | 5,58 | 5,60 | 0,06 | NS      |
| Réflectance                     | 35,1         | 33,7 | 37,4 | 5,6  | NS      | 36,0         | 36,0 | 38,4 | 5,5  | NS      |

(1), (2), (3) : Voir tableau 2

**Tableau 5** - Critères de qualité des *Longissimus dorsi* et *Biceps femoris* des animaux issus des expériences A et B (1)

|                         | Expérience A |     |     |     |         | Expérience B |     |     |     |         |
|-------------------------|--------------|-----|-----|-----|---------|--------------|-----|-----|-----|---------|
|                         | AL           | R1  | R2  | ETR | Sign. L | AL           | R1  | R2  | ETR | Sign. L |
| <b>Nombre d'animaux</b> | 10           | 9   | 8   | (2) | (3)     | 8            | 10  | 8   |     |         |
| <b>Tendreté</b>         | 4,7          | 4,9 | 5,1 | 1,3 | NS      | 5,1          | 4,8 | 4,9 | 1,1 | NS      |
| <b>Jutosité</b>         | 3,4          | 3,9 | 4,0 | 1,2 | NS      | 4,0          | 3,7 | 3,7 | 1,2 | NS      |
| <b>Flaveur</b>          | 5,2          | 5,5 | 5,6 | 1,1 | NS      | 5,1          | 5,2 | 4,9 | 1,2 | NS      |
| <b>Farineux</b>         | 2,5          | 2,2 | 2,2 | 1,4 | NS      | 2,5          | 2,4 | 2,7 | 1,3 | NS      |
| <b>Collant</b>          | 2,6          | 2,4 | 2,4 | 1,2 | NS      | 1,8          | 2,0 | 2,0 | 0,8 | NS      |

(1), (2), (3) : Voir tableau 2

globale (tableau 4), en accord avec CROMWELL et al. (1978) et CANDEK-POTOKAR et al. (1998), alors que WOOD et al. (1996) observent une légère diminution des pertes en eau des viandes issues d'animaux restreints. La conduite alimentaire R2 n'affecte pas non plus les critères de qualité des muscles, en dehors d'une tendance à un pH ultime inférieur et des pertes en eau supérieures du LD dans l'expérience A. GOERL et al. (1995) ne rapportent pas non plus d'influence de la teneur en protéines du régime alimentaire sur le pH ultime et les pertes en eau du LD.

#### 2.4. Analyses sensorielles

Les analyses sensorielles ne mettent pas en évidence de différence significative entre les trois lots AL, R1 et R2 pour les critères de tendreté, jutosité, flaveur, impression de collant et de farineux, dans les deux expériences (tableau 5). Ces résultats sont en accord avec l'absence d'effet de la conduite alimentaire sur les critères de qualité de viande mesurés dans notre étude, en particulier en ce qui concerne la tendreté. En effet, MONIN et al. (1999) ont montré que la tendreté de la viande fraîche de porc est déterminée principalement par la vitesse de chute du pH, critère équivalent entre les trois lots AL, R1 et R2 dans nos expériences.

L'absence d'influence significative de la restriction alimentaire globale sur la qualité sensorielle de la viande que nous rapportons concorde avec les observations de WOOD et al. (1996) et CANDEK-POTOKAR et al. (1998) qui n'observent pas non plus d'effet significatif de la restriction sur les critères de qualité sensorielle, alors que ELLIS et al. (1996) montrent une réduction de la tendreté et de la jutosité des viandes issues d'animaux ayant subi une restriction alimentaire de 22% en engraissement.

Plusieurs travaux rapportent une influence positive de la teneur en lipides intramusculaires sur la qualité sensorielle de la viande de porc, en particulier la jutosité, et la flaveur dans une moindre mesure (DE VOL et al., 1988 ; HODGSON et al., 1991 ; EIKELENBOOM et al., 1996). Malgré des différences importantes observées dans notre étude sur la teneur en lipides du muscle LD en fonction de la conduite alimentaire, en particulier entre les lots R1 ou AL et R2 dans l'expérience B, le jury d'analyse sensorielle n'a pas mis en évidence de différences sur les critères de jutosité ou de fla-

veur des viandes. Ceci peut s'expliquer par le faible nombre d'échantillons dont nous disposons, ainsi que par la présence de deux types sexuels, qui a contribué à accroître la variabilité intra-lot. Il est également important de préciser que l'effet positif du taux de lipides intramusculaires sur la qualité sensorielle de la viande, qui est généralement bien admis, n'est pas systématique. En effet, FERNANDEZ et al. (1999) rapportent que la variation de la teneur en lipides du muscle LD de 1,5 à 3,5% n'influence pas la jutosité et n'améliore que très légèrement la flaveur de la viande d'animaux croisés Duroc x Landrace. Par contre, les mêmes auteurs observent une augmentation de la jutosité et de la flaveur de la viande issues d'animaux Tia Meslan x Landrace, avec l'augmentation de la teneur en lipides intramusculaires de 1,5 à 2,5%.

#### CONCLUSION

Les deux expériences menées simultanément avec deux types génétiques (P76 x (Large White x Landrace) et Duroc x (Large White x Landrace)) conduisent à des résultats similaires. Les deux conduites alimentaires mises en œuvre ont permis d'augmenter l'âge à l'abattage à 110 kg de poids vif de 30 jours, par rapport aux porcs alimentés à volonté. La restriction alimentaire globale entraîne une réduction de l'adiposité des carcasses ainsi qu'une réduction plus ou moins importante selon les muscles de la teneur en lipides intramusculaires, alors que la restriction énergétique couplée à une diminution progressive du rapport lysine / énergie tout au long de la croissance conduit à des carcasses de composition équivalente à celles issues d'animaux nourris à volonté, tout en augmentant la teneur en lipides du muscle Long dorsal, en particulier chez les animaux Duroc x (Large White x Landrace), et accroît la teneur en collagène du muscle Biceps femoris des porcs P76 x (Large White x Landrace). Les deux conduites alimentaires ne modifient pas les critères de qualité de viande, par rapport à l'alimentation à volonté.

Le jury d'analyse sensorielle n'a pas mis en évidence d'effet significatif de la conduite alimentaire sur la tendreté, la jutosité, la flaveur, l'impression de farineux ou de collant des viandes dans les deux expériences, malgré les différences de taux de lipides intramusculaires observées, vraisemblablement en raison du nombre limité d'animaux mis en expérience.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'Association ELITE pour le soutien financier qu'elle a accordé à cette étude. Ils remercient également B. CARISSANT, M. BESNARD et B.

DUTEIL (élevage des animaux), M. ALIX, P. BODINIER et J.P. DUBOIS (mesures sur carcasse), Nathalie CLOCHEFERT et Sylviane DANIEL (analyses de laboratoire) et G. MALINEAU (analyses sensorielles) pour leur contribution.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFFENTRANGER P., GERWIG C., SEEWER G.J.F., SCHWORER D., KUNZI N., 1996. *Livest. Prod. Sci*, 45, 187-196.
- BERGMAN I., LOXLEY R., 1963. *Anal. Chem.*, 35, 1961-1965.
- CANDEK-POTOKAR M., ZLENDER B., LEFAUCHEUR L., BONNEAU M., 1998. *Meat Sci.*, 48, 287-300.
- CANNON J.E., MORGAN J.B., HEAVNER J. et al, 1995. *J. Muscle Foods*, 6, 369-402.
- CASTELL A.G., CLIPLEF R.L., POSTE-FLYNN L.M., BUTLER G., 1994. *Can. J. Anim. Sci.*, 74, 519-528.
- CISNEROS F., ELLIS M., MCKEITH F.K., 1996. *Anim. Sci.*, 63, 517-522.
- CROMWELL G.L., HAYS V.W., TRUJILLO-FIGUEROA V., KEMP J.D. 1978. *J. Anim. Sci.*, 47, 505-513.
- DALENS M., RUNAVOT J.P., 1993. *Techni-Porc*, 16 (1), 17-20.
- DE VOL D.L., MCKEITH F.K., BECHTEL P.J. et al, 1988. *J. Anim. Sci.*, 66, 385-395.
- EIKELNBOOM G., HOVING-BOLINK A.H., VAN DER WAL P.G., 1996. *Fleischwirtsch.*, 76, 517-518.
- ELLIS M., WEBB A.J., AVERY P.J., BROWN I., 1996. *Anim. Sci.*, 521-530.
- FERNANDEZ X., MONIN G., TALMANT A., MOUROT J., LEBRET B., 1999. *Meat Sci.*, 53, 59-65.
- FOLCH J., LEE M., SLOANE STANLEY G.H., 1957. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- GOERL K.F., EILERT S.J., MANDIGO R.W., CHEN H.Y., MILLER P.S., 1995. *J. Anim. Sci.*, 73, 3621-3626.
- HILL F., 1966. *J. Food Sci.*, 31, 161-166.
- HODGSON R.R., DAVIS G.W., SMITH G.C., SAVELL J.W., CROSS H.R., 1991. *J. Anim. Sci.*, 69, 4858-4865.
- HONIKEL K.O., 1998. *Meat Sci.*, 49, 447-457.
- I.N.R.A., 1989. *L'alimentation des monogastriques : porc, lapin, volailles*. INRA éd., Paris, 282 p.
- LAZO A., GANDEMER G., VIAU M. et al, 1994. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 175-182.
- LEE Y.B., KAUFFMAN R.G., 1974. *J. Anim. Sci.*, 38, 532-537.
- MONIN G., SELIER P., 1985. *Meat Sci.*, 13, 49-63.
- MONIN G., LARZUL C., LE ROY P. et al, 1999. *J. Anim. Sci.*, 77, 408-415.
- QUINIQUO N., NOBLET J., VAN MILGEN J., DOURMAD J.Y., 1995. *Anim. Sci.*, 61, 133-143.
- SAS, 1989. *Sas user's guide*, Statistics SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- WOOD J.D., BROWN S.N., NUTE G.R. et al, 1996. *Meat Sci.*, 44, 105-112.