

La race bovine Blonde d'Aquitaine (BA) est la troisième race allaitante française avec un effectif d'environ 600 000 mères. Cette race a été créée par la fusion entre trois rameaux du Sud-Ouest : Quercy, Garonnaise et Blonde des Pyrénées en 1962, tous ayant le même ancêtre commun Bos Aquitanicus. Elle est caractérisée par des muqueuses dépigmentées, d'où le nom « Blonde » qui n'est pas associé à la couleur de sa robe comme on pourrait le penser. Elle présente un dos long et horizontal avec un avant- et arrière-trains très musclés. C'est une race docile présentant de bonnes qualités maternelles et des facilités de vêlage satisfaisantes. Cette race s'adapte bien à tous les climats et en particulier aux climats chauds. Ceci explique qu'elle soit en pleine expansion en France hors de son bassin d'origine (149 800 vaches en 1970, 483 500 en 2000, 600 000 en 2009) et à l'étranger, en Europe mais aussi en Amérique du Sud (Brésil, Argentine, Colombie, Mexique). A l'étranger elle est très utilisée en croisement, par exemple sur de l'Angus et Hereford en Grande Bretagne, sur de la Simmental en Hongrie ou encore sur du zébu au Brésil, afin d'augmenter les performances des animaux et les rendements en viande (www.upra-blonde-d-aquitaine.fr). Elle est mise en avant par la filière pour la finesse de son cuir et la tendreté de sa viande (Morand, 1985).

Etant la troisième race à viande française, elle a fait l'objet de très peu de travaux alors que les races Limousine et Charolaise ont été largement étudiées. Les principaux résultats publiés concernent des études de performances et de carcasses (Dufey et Chambaz, 2002; Monson et al., 2004). Quelques données sont disponibles sur les propriétés physicochimiques de ses muscles (Dufey et Chambaz, 2004, Monson et al., 2004). Il n'existe qu'une seule étude s'intéressant aux propriétés contractiles et métaboliques de ses muscles qui montre des particularités similaires à celles observées chez les bovins culards (Listrat et al., 2001). Cette étude, comparant le muscle *Semitendinosus* de bœufs Charolais et Blonds d'Aquitaine, mettaient en évidence un métabolisme plus glycolytique, avec une plus forte proportion de fibres rapides glycolytiques et des teneurs en collagène plus faibles en race BA. Si, chez les animaux culards, ces caractéristiques sont la conséquence d'une mutation du facteur de croissance myostatine (Grobet et al., 1997), en race BA les propriétés musculaires observées ne peuvent pas s'expliquer par des mutations ou délétions dans ce facteur (F. Ménissier, communication personnelle). Ainsi, l'objectif de cette étude était de connaître de façon objective les caractéristiques musculaires de la race Blonde d'Aquitaine et de mieux comprendre les éléments qui fondent son intérêt pour la filière.

Muscle et viande de Blonde d'Aquitaine

Particularités des muscles et de la viande de taurillons de la race Blonde d'Aquitaine

La race Blonde d'Aquitaine présente des propriétés des carcasses et des muscles intéressantes en terme de production de viande. Les rendements en carcasse sont élevés. Les muscles présentent des caractéristiques des fibres et du collagène favorables à une bonne tendreté de la viande. Toutefois la faible teneur en lipides intra-musculaires peut être à l'origine d'une faible saveur de la viande chez les animaux jeunes.

PICARD B.^a, LEPETIT J.^b, COTTIN P.^c, HADJ SASSI A.^c, BAUCHART D.^a, BIAU J.^d, GIRAudeau L.^c, JAILLER R.^a, MICOL D.^a, LISTRAT A.^a, JURIE C.^a

^a Inra, UR1213 Herbivores

^b Inra, UR370 Qualité des Produits animaux
F-63122 SAINT GENÈS CHAMPANELLE

^c Laboratoire Biosciences de l'Aliment, Istab, USC-Inra 2009, Université Bordeaux I, F-33405 TALENCE Cedex

^d Midatest, Domaine de Sensacq, F-64230 DENGUIN

^e France Blonde d'Aquitaine Sélection, Maison de l'Agriculture, BP 45, F-47002 AGEN Cedex

Science et technique

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux utilisés pour cette étude sont 11 taurillons BA (chacun de pères différents) engraisés dans le cadre du Testage Jeunes Bovins à la Station de Denguin dans les Pyrénées Atlantiques (Midatest). Ils ont tous été conduits dans des conditions identiques à partir de l'âge de 162 jours en moyenne jusqu'à l'abattage à 449 jours en moyenne. Ils ont reçu une ration à base d'ensilage de maïs plante entière, ration enrichie par l'apport de maïs grain humide en finition. La ration moyenne sur l'ensemble de la phase d'engraissement s'établit ainsi : 3,9 kg de maïs ensilage (MS) – 0,8 kg de maïs grain humide – 4,7 kg de correcteur azoté – 3 kg de paille. Le gain moyen quotidien de l'ensemble des 334 animaux était de 1363 g durant cette période. A l'âge de 15 mois en moyenne, 11 taurillons ont été transportés et abattus à l'abattoir expérimental de l'Unité de Recherches sur les herbivores (URH) de l'Inra de Theix (agréé CEE).

A l'abattage, deux muscles ont été prélevés dans l'heure suivant l'abattage : le Long dorsal (*Longissimus thoracis* : LT) ou entrecôte (au niveau de la sixième côte), muscle tendre utilisé comme référence et le Semitendineux (*Semitendinosus* : ST), ou rond de gîte, muscle à griller mais de tendreté inférieure au LT. Les échantillons de muscles ont été congelés progressivement dans l'isopentane puis l'azote liquide pour les mesures histologiques et directement dans l'azote liquide pour les analyses biochimiques (métabolismes, enzymes protéolytiques ...) selon les protocoles décrits dans Picard et al., 2004. Ces échantillons ont été stockés dans un congélateur à -80°C jusqu'à leur analyse. D'autres échantillons de muscles ont été prélevés 24 h après l'abattage et conservés sous vide pour les mesures de collagène et de lipides ainsi que pour les mesures mécaniques et d'analyse sensorielle.

De plus, à l'abattage, le poids et le rendement de carcasse ont été évalués, la composition de la carcasse a été estimée par dissection de la sixième côte selon Robelin et Geay, (1975).

Sur les deux muscles des coupes histologiques sériées, de 10µm d'épaisseur, ont été effectuées puis colorées au colorant azorubine qui colore toutes les fibres indépendamment de leur type. Ces coupes (100 fibres en moyenne/coupe) ont été analysées par un logiciel d'analyse d'images (Visilog) qui permet de déterminer la surface moyenne des fibres. Le type contractile des muscles a été déterminé par quantification des différentes isoformes de chaîne lourde de myosine (MyHC) séparées par électrophorèse SDS-PAGE en gradient d'acrylamide 5-8% selon le protocole de Picard et al. (1999) modifié. Les proportions des différentes isoformes (MyHC I, IIA et IIX) déterminées par densitométrie permettent d'estimer la proportions des trois types de fibres correspondant (lentes oxydatives, type I ; rapides oxydo-glycolytiques IIA et rapides glycolytiques IIX).

Le type métabolique des muscles a été déterminé grâce aux mesures d'activités enzymatiques sur broyats musculaires. Ainsi les activités d'enzymes représentatives des métabolismes glycolytique (lactate déshydrogénase, LDH ; phosphofruktokinase, PFK) et oxydatif (isocitrate déshydrogénase, ICDH ; citrate synthase, CS) ont été déterminées selon les protocoles décrits par Jurie et al. (2006).

Les teneurs en collagène total et insoluble des muscles prélevés ont été déterminées par dosage de l'hydroxyproline selon le protocole décrit par Listrat et al. (1999) sur échantillons lyophilisés. La solubilité thermique du collagène a été mesurée après chauffage en milieu aqueux (pH 7,4) à 70°C pendant 1 h et dosage du collagène insoluble.

La teneur en lipides totaux a été déterminée en utilisant des solvants de type chloroforme/méthanol 2/1 (vol/vol) selon la méthode décrite par Folch et al. (1957). Les activités des calpaïnes (μ -calpaïne et m-calpaïne) ont été mesurées sur broyats musculaires sur un zymogramme selon la technique de Simon et al. (2000). Les résultats sont exprimés par le rapport activité μ -calpaïne ou m-calpaïne sur activité totale des calpaïnes. Le taux d'expression de la μ -calpaïne, de la m-calpaïne et de la calpastatine (inhibiteur) a été mesuré par western-blot selon le protocole de Towbin et al. (1979).

La résistance myofibrillaire a été mesurée à 1 et 14 jours de maturation avec un appareil de compression linéaire INSTRON série 4302 selon la méthode décrite par Lepetit et Buffiere (1995). La contrainte mesurée à 20 % de compression permet d'évaluer l'état de maturation. Cette valeur varie entre environ 35-40 N/cm² au maximum de rigidité jusqu'à environ 4 N/cm² lorsque la viande a atteint son optimum de maturation. Une mesure de la résistance du tissu conjonctif a été obtenue par la détermination de la force de cisaillement de la viande crue après 14 jours de maturation selon la méthode décrite par Lepetit et Salé, (1985). Cette force est en relation étroite avec la quantité de collagène dans l'échantillon (Kopp et Bonnet, 1982).

Afin de mesurer la totalité des qualités sensorielles, des dégustations des muscles ont été réalisées par un jury de dégustateurs, sur un échantillon de chaque muscle de chaque animal après un temps de maturation de 14 j post mortem. Les muscles prélevés sur la carcasse 24 h après l'abattage ont été conservés à +4°C pendant 14 jours. Ils ont ensuite été découpés sous forme de steaks de 1,5 cm d'épaisseur, emballés dans un sac plastique alimentaire, scellés sous vide, puis congelés à -20°C. Les échantillons ont été décongelés la veille des dégustations puis cuits sur un grill double face afin d'obtenir une température interne de 55 à 60°C, correspondant à une viande "saignante". Le jour de la dégustation ces échantillons ont été présentés de façon monadique (un après l'autre), dans un ordre aléatoire afin de ne pas biaiser la présentation. Les quatre critères de qualité suivants : tendreté initiale (premiers coups de dents), tendreté globale, jutosité, flaveur de viande bovine, ont été évalués sur une échelle de « faible à forte intensité » et chiffrés ensuite de 0 à 10 pour être traités statistiquement.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques des carcasses

Les caractéristiques des 11 taurillons abattus à Theix en terme de poids moyen (605,5 ± 40 kg), poids vif vide (554 ± 36 kg), poids de carcasse (403 ± 29 kg) et rendement commercial (66,5%) et rendement vrai (poids de carcasse/poids vif vide, 72,7%), étaient tout à fait représentatives de l'ensemble des 334 taurillons du programme de testage jeunes bovins de MIDATEST. Par référence à des données sur des taurillons Charolais (Ch) et Limousins (Li) de même âge issus de nos bases de données, le poids vif et le poids de carcasse des taurillons BA sont apparus supérieurs à ceux des taurillons Limousins et Charolais : BA > Li > Ch. De manière intéressante, le poids du foie (5,83 ± 0,74 kg), du cuir (44,9 ± 2,8 kg) et du tractus digestif vide (22,6 ± 2,6 kg) sont plus faibles pour les taurillons BA comparativement aux principales races à viande françaises (Picard et al., 2001 ; 2002).

Le pourcentage de muscle dans la carcasse (77,3 %) des taurillons BA est supérieur de 4 à 6 % ; au contraire leur pourcentage de gras dans la carcasse (9,5 %) est inférieur de 4 à 6 %, le pourcentage de squelette étant intermédiaire (13,2 %) à celui de taurillons Li et Ch de même âge (Jurie et al., 2005).

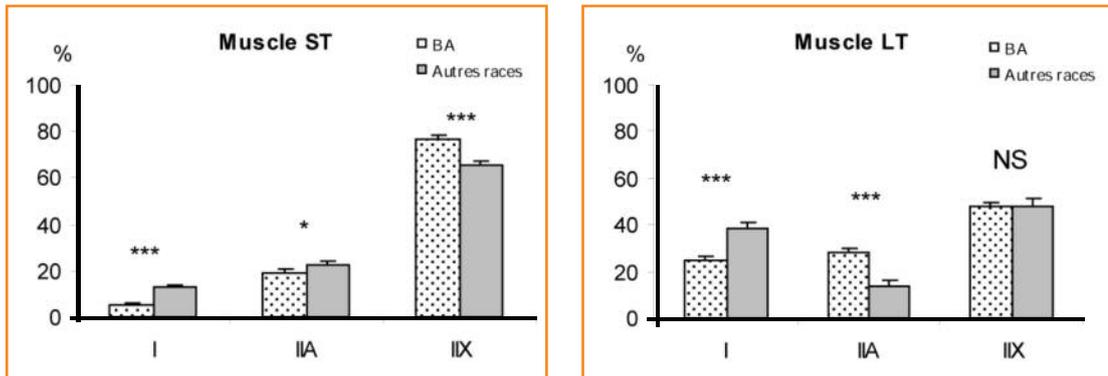
L'état d'engraissement mesuré au niveau du gras total (49,5 ± 4,8 kg) ou du cinquième quartier (11,3 ± 1,7 kg) est le plus faible pour les taurillons BA.

Les données de conformation obtenues par mesure de la compacité de la cuisse (0,386 ± 0,016) sont peu différentes entre les trois types de taurillons. En revanche, la mesure de compacité du dos (0,200 ± 0,014) est supérieure pour les taurillons BA traduisant une meilleure conformation au niveau du faux-filet.

Ces données concernant les caractéristiques des carcasses des BA sont en accord avec des travaux de la bibliographie caractérisant cette race par une forte muscularité, un rendement en viande élevé et une faible adiposité (Listrat et al., 2001; Dufey et Chambaz, 2002, Monson et al., 2004).



Figure 1
PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS TYPES DE FIBRES I, IIA, IIX DANS LES MUSCLES SEMITENDINOSUS (ST) ET LONGISSIMUS THORACIS (LT) DE TAURILLONS BLONDS D'AQUITAINE (BA) ET D'AUTRES RACES ALLAITANTES (AUBRAC, CHAROLAIS, LIMOUSINE, SALERS), ABATTUS À MÊME ÂGE



Données pour autres races allaitantes publiées dans Jurie et al. (2005).

Signification : contraste '(BA) vs (autres races)' *** $P < 0,001$, * $P < 0,05$, NS = non significatif

Caractéristiques musculaires

Propriétés contractiles et métaboliques des muscles

La surface moyenne de section transversale des fibres musculaires des taurillons BA est assez comparable à celle mesurée sur des taurillons de races à viande (Charolaise, Limousine) ou rustiques (Salers, Aubrac) abattus à même âge : 2880 μm^2 pour les taurillons BA vs de 2795 à 3147 μm^2 pour les taurillons des autres races dans le muscle LT, et 4717 μm^2 pour les taurillons BA vs de 4363 à 5043 μm^2 pour les taurillons des autres races dans le muscle ST) (Jurie et al., 2005 ; Schreurs et al., 2008). En revanche, les deux muscles présentent des compositions en fibres différentes de celles observées dans les mêmes muscles de taurillons de 15 mois d'autres races allaitantes (Schreurs et al., 2008). En particulier, le muscle ST des taurillons BA renferme des proportions inférieures de fibres I, rouges lentes oxydatives (5 vs 10 à 14 % en moyenne dans les principales races françaises) et de fibres IIA, intermédiaires (19 vs 22 à 25 %) et des proportions supérieures de fibres IIX, blanches rapides glycolytiques (76 vs 62 à 66 %). Dans le muscle LT, les différences portent sur la proportion de fibres I (24 vs 34 à 41 %) et IIA (28 vs 14 à 17 %), les fibres IIX étant présentes en proportions équivalentes à celles des autres races (48 vs 46 à 48 %) (figure 1). Ces données sont en accord avec de précédents résultats obtenus sur des bœufs BA comparati-

vement à des charolais conduits dans des conditions identiques (Listrat et al., 2001). Ces propriétés contractiles spécifiques à la race BA sont associées à des propriétés métaboliques particulières. Ainsi dans le muscle ST, une proportion inférieure de fibres I en race BA va de pair avec un métabolisme musculaire oxydatif plus faible que dans les principales races allaitantes. Dans le LT, les différences en terme de propriétés métaboliques par rapport aux autres races sont moins marquées, en accord avec des proportions en fibres moins différentes entre taurillons BA et ceux des autres races (Schreurs et al., 2008). Ces caractéristiques particulières des muscles des taurillons BA (muscles plus glycolytiques renfermant une proportion élevée de fibres rapides glycolytiques IIX) sont similaires à celles observées chez les bovins culards. En effet, chez les culards nous avons clairement montré que l'hypermuscularité a une origine fœtale avec une prolifération élevée des cellules de seconde génération donnant naissance aux fibres IIX (Gagnière et al., 1997, 2000).

Propriétés biochimiques des muscles

La teneur en collagène total dans les muscles est similaire à celle des autres races allaitantes (LT : 3,24 μg d'hydroxyproline/mg de matière sèche vs 2,66 à 3,4 en moyenne et ST : 4,93 μg d'hydroxyproline/mg de matière sèche vs 3,64 à 4,5) (Schreurs et al., 2008). D'autres travaux avaient toutefois rapporté des teneurs en collagène total plus faibles dans le

muscle des BA : dans le muscle LT de taurillons comparativement à des Limousins (Monson et al., 2004) et chez des bœufs BA en comparaison de bœufs Ch et Li (Dufey et Chambaz, 2004) ; dans le muscle ST de bœufs BA comparativement à des Charolais (Listrat et al., 2001). Dans notre étude, seule la proportion de collagène insoluble montre des valeurs inférieures aux races Ch, Li, Salers (Sa) et Aubrac (Au) (LT : 2,52 μg d'hydroxyproline/mg de matière sèche vs 2,37 à 2,91 et ST : 3,52 μg d'hydroxyproline/mg de matière sèche vs 3,64 à 4,5) (Jurie et al., 2005). Ces caractéristiques, à savoir une solubilité plus grande du collagène, sont en faveur d'une tendreté de la viande plus élevée en race BA, puisque la teneur en collagène et son insolubilité sont négativement corrélées à la tendreté de la viande (pour revue : Guillemin et al., 2009). Les concentrations en lipides totaux intramusculaires mesurées dans le LT (1,6 %, en poids de lipides en fonction du pourcentage du poids de tissu frais) sont inférieures à celles mesurées sur des taurillons de 15 mois d'autres races allaitantes (valeurs moyennes de 1,7 à 2,6 selon les races) (Schreurs et al., 2008). En revanche, la concentration en lipides totaux du ST (1,38 %) est très voisine de ce qu'on peut mesurer sur d'autres races (1,29 à 1,31 % selon les races). L'ensemble de ces caractéristiques musculaires se rapproche de celles de taurillons à fort développement musculaire comme les culards (Bailey et al., 1982).

Les résultats concernant le système protéolytique calcium-dépendant montrent que la m-calpaïne apparaît très largement exprimée par rapport à la μ -calpaïne dans les deux muscles des taurillons BA (75,8 vs 11,6 % d'intensité/intensité de la GAPDH dans le ST ; 78,4 vs 12,5 % d'intensité/intensité de la GAPDH dans le LT). Les résultats sont confirmés au niveau de l'activité de ces deux enzymes puisque l'activité de la m-calpaïne est également 1,3 fois dans le ST et 1,6 fois dans le LT plus élevée que celle de la μ -calpaïne (56,4 vs 43,6 % d'activité/activité calpaïne totale dans le ST ; 61,3 vs 38,7 % d'activité/activité calpaïne totale dans le LT). Ces résultats sont en

accord avec d'autres données obtenues sur le muscle de taurillons Charolais où l'activité de la m-calpaïne est 2,7 fois plus élevée que celle de la μ -calpaïne (Ouali communication personnelle). Très peu de données sont disponibles dans la littérature nous permettant de mettre en évidence des particularités du système protéolytique calcium-dépendant de la race BA.

Qualité de la viande

Mesures mécaniques

Comme attendu, les mesures mécaniques diffèrent significativement entre les deux muscles (figures 2 et 3). Les forces de cisaillement et de

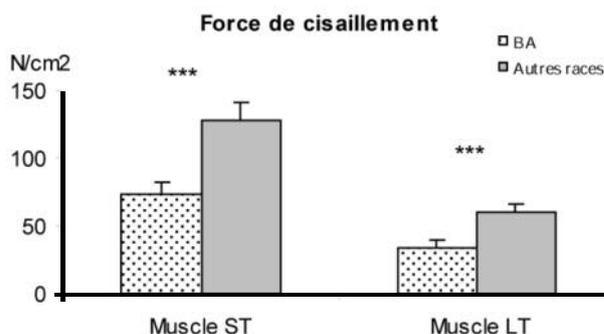
compression à 1 et 14 jours, sont supérieures dans le ST en accord avec les données de la bibliographie rapportant une tendreté supérieure du muscle LT.

Globalement, sur l'ensemble des deux muscles, les valeurs de force de cisaillement des BA obtenues après 14 jours de maturation, sont environ deux fois plus faibles que celles mesurées dans les mêmes conditions sur des taurillons de 15 mois des races Ch, Li, Au, Sa (figure 2) (Picard et al., 2006). Ceci traduit une tendreté très élevée de la viande crue des taurillons BA. Les mesures des forces de compression montrent moins de différences par rapport aux autres races, avec cependant des valeurs à 14 jours sensiblement inférieures pour les taurillons BA, en particulier dans le muscle ST (figure 3). Après 14 jours de maturation, 80 % des LT et 90 % des ST étaient maturés, ce qui est comparable à ce qui est obtenu dans les autres races (Picard et al., 2006). Ainsi, les mesures mécaniques indiquent une tendreté de la viande crue des taurillons BA plus élevée que celle observée dans les principales autres races allaitantes françaises.

Analyse sensorielle

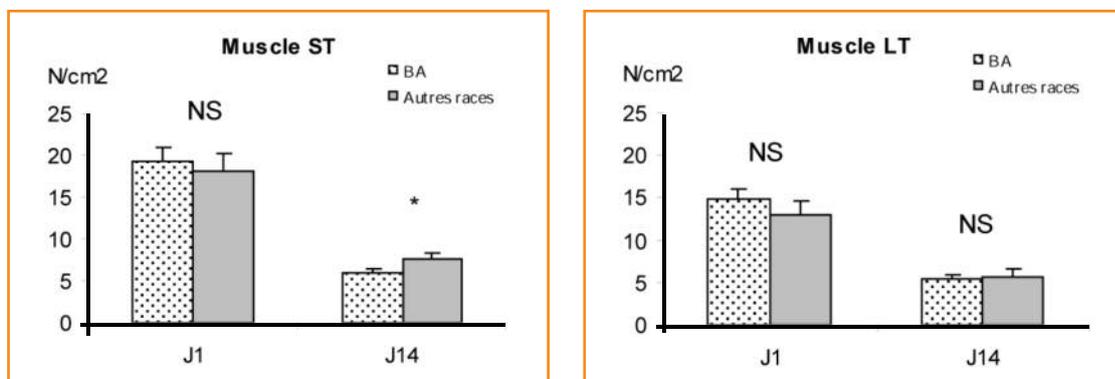
L'analyse par un jury de dégustateurs entraînés met en évidence des notes de tendreté globale, jutosité et flaveur relativement faibles chez les Blonds d'Aquitaine comparativement aux taurillons des autres races allaitantes (figure 4). Les résultats concernant la tendreté sont surprenants (autour de 5/10 qui est la valeur moyenne).

Figure 2
FORCE DE CISAILLEMENT MESURÉE APRÈS 14 JOURS POST MORTEM DANS LES MUSCLES SEMITENDINOSUS (ST) ET LONGISSIMUS THORACIS (LT) DE TAURILLONS BLONDS D'AQUITAINE (BA) ET D'AUTRES RACES ALLAITANTES (AUBRAC, CHAROLAIS, LIMOUSINE, SALERS), ABATTUS À MÊME ÂGE



Données pour autres races allaitantes publiées dans Dransfield et al. (2003). Signification : contraste '(BA) vs (autres races)' *** $P < 0,001$

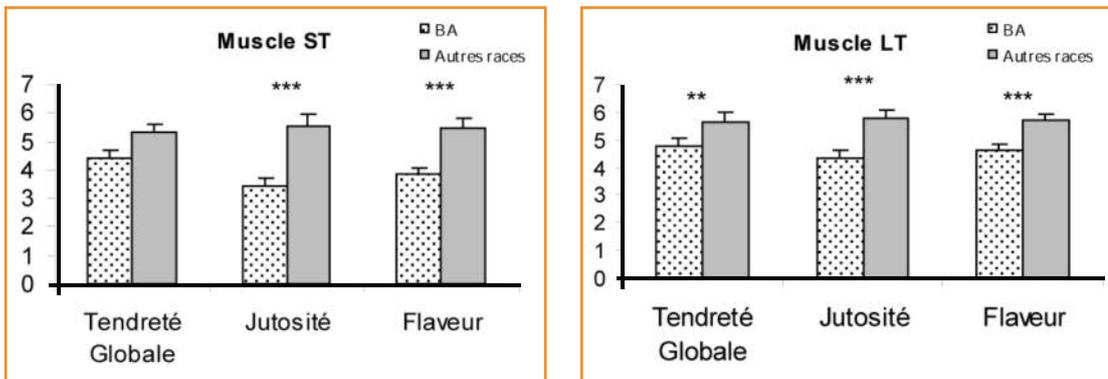
Figure 3
FORCE DE COMPRESSION À 20% MESURÉE APRÈS 1 (J1) ET 14 (J14) JOURS POST MORTEM DANS LES MUSCLES SEMITENDINOSUS (ST) ET LONGISSIMUS THORACIS (LT) DE TAURILLONS BLOND D'AQUITAINE (BA) ET D'AUTRES RACES ALLAITANTES (AUBRAC, CHAROLAIS, LIMOUSINE, SALERS), ABATTUS À MÊME ÂGE



Données pour autres races allaitantes publiées dans Dransfield et al. (2003). Signification : contraste '(BA) vs (autres races)' * $P < 0,05$, NS = non significatif



Figure 4
NOTES DE TENDRETÉ GLOBALE, JUTOSITÉ ET FLAVEUR OBTENUES PAR UN JURY DE DÉGUSTATION POUR LES MUSCLES *SEMITENDINOSUS* (ST) ET *LONGISSIMUS THORACIS* (LT) DE TAURILLONS BLONDS D'AQUITAINE (BA) ET D'AUTRES RACES ALLAITANTES (AUBRAC, CHAROLAIS, LIMOUSINE, SALERS), ABATTUS À MÊME ÂGE



Données pour autres races allaitantes publiées dans Dransfield et al. (2003).
Signification : contraste '(BA) vs (autres races)' ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

Compte tenu des valeurs des forces de cisaillement décrites précédemment on se serait attendu à obtenir de bien meilleures notes en terme d'analyse sensorielle. Il semble que le protocole de cuisson utilisé pour l'analyse sensorielle ne soit pas adapté à ce type de viande et ne permette pas de faire ressortir les particularités de tendreté de la viande cuite. En revanche, les notes faibles de jutosité et de flaveur sont en accord avec les faibles taux de lipides intramusculaires.

Les résultats du jury de dégustation ne révèlent pas de différences significatives dans la tendreté globale entre les deux muscles ST ($4,4 \pm 1,4$) et LT ($4,8 \pm 1,5$) des taurillons Blonds d'Aquitaine. Ce résultat n'est pas en accord avec les données bibliographiques indiquant généralement une tendreté inférieure du muscle ST (Dransfield et al., 2003). Ils ne sont pas non plus cohérents avec les mesures mécaniques, ce qui confirme notre hypothèse selon laquelle le test pratiqué pour l'analyse sensorielle n'est pas adapté à la viande de jeunes taurillons d'une race tardive telle que la Blonde d'Aquitaine.

CONCLUSION

L'ensemble de ces données montre que les taurillons BA analysés sont caractérisés par un poids de carcasse et un rendement, ainsi qu'un pourcentage de muscle dans la carcasse, élevés. Les mesures révèlent une bonne conformation au niveau des faux-filets. Toutefois, le pourcentage de gras dans la carcasse est faible. Leurs muscles présentent des particularités en terme de propriétés contractiles des fibres musculaires et de teneurs en lipides intramusculaires. Les différences sont plus marquées dans le Rond de Gîte que dans l'Entrecôte. La tendreté de la viande crue est bien supérieure à ce qu'on peut observer chez des taurillons des principales races à viande de même âge. Ces données confirment la réputation de tendreté supérieure des animaux de cette race. Toutefois les faibles teneurs en lipides intramusculaires sont à l'origine d'une faible jutosité et flaveur de cette viande d'animaux jeunes.

Remerciements

Les auteurs remercient très sincèrement Midatest pour la production des animaux. Ils remercient le personnel de l'abattoir expérimental du Centre Inra de Theix pour l'abattage des taurillons et l'échantillonnage des muscles ainsi que tout le personnel technique des différents laboratoires qui ont participé à cette étude.

Ce travail a été réalisé avec le soutien financier de la région Aquitaine dans le cadre d'un appel d'offre du pôle Agroalimentaire et Nutrition Aquitain (P3AN) (Convention n°2003203).

B I B L I O G R A P H I E

- BAILEY, A. J., ENSER, M. B., DRANSFIELD, E., RESTALL, D. J., AVERY, N. C. (1982).** Muscle and adipose tissue from normal and double muscled cattle: collagen types, muscle fiber diameter, fat cell size and fatty acid composition and organoleptic properties. Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production, 178 - 204.
- DRANSFIELD, E., MARTIN, J.-F., BAUCHART, D., ABOUELKARAM, S., LEPETIT, J., CULIOLI, J., JURIE, C., PICARD, B. (2003).** Meat quality and composition of three muscles from French cull cows and young bulls. *Anim. Sci.*, 76, 387-399.
- DUFÉY, P. A., CHAMBAZ, A. (2002).** Qualité bouchère de boeufs de six races à viande. *Revue Suisse Agricole*, 34(6), 281-286.
- DUFÉY, P. A., CHAMBAZ, A. (2004).** Qualité de la viande de boeufs de six races à viande. *Revue Suisse Agricole*, 36(6), 265-274.
- FOLCH, J., LEES, M., SLONE-STANLEY, H. S. (1957).** A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- GAGNIÈRE H., PICARD B., JURIE C., GEAY Y. (1997).** Comparative study of metabolic differentiation of foetal muscle in normal and double muscled cattle. *Meat Sci.*, 45, 145-152.
- GAGNIÈRE H., MÉNISSIER F., GEAY Y., PICARD B. (2000).** Influence of genotype on contractile protein differentiation in different bovine muscles during foetal life. *Ann. Zootech.*, 49, 1-19.
- GROBET, L., MARTIN, L. J., PONCELET, D., PIROTTIN, D., BROUWERS, B., RIQUET, J., SCHOEBERLEIN, A., DUNNER, S., MÉNISSIER, F., MASSABANDA, J., FRIES, R., HANSET, R., GEORGES, M. (1997).** A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscled phenotype in cattle. *Nat. Genet.*, 17, 71 - 74.
- GUILLEMIN N., CASSAR-MALEK I., HOCQUETTE J.F., JURIE C., MICOL D., LISTRAT A., LEVÉZIEL H., RENAND G., PICARD B. (2009a).** La maîtrise de la tendreté de la viande bovine, un futur proche : identification de marqueurs phénotypiques. *INRA Prod. Anim.*, 22, 331-344.
- JURIE, C., MARTIN, J. F., LISTRAT, A., JAILLER, R., CULIOLI, J., PICARD, B. (2005).** Effects of age and breed of beef bulls on growth parameters, carcass and muscle characteristics. *Anim. Sci.*, 80, 257-263.
- JURIE, C. ORTIGUES-MARTY, I., PICARD, B., MICOL, D., HOCQUETTE, J. F. (2006).** The separate effects of the nature of diet and grazing mobility on metabolic potential of muscles from Charolais steers. *Livest. Sci.*, 104, 182-192.
- KOPP, J., BONNET, M. (1982).** Dureté de la viande et résistance au cisaillement des fibres de collagène. *Sci. Alim.*, 2(2), 127-132.
- LEPETIT, J., SALÉ, P. (1985).** Analyse du comportement rhéologique de la viande par une méthode de compression sinusoïdale. *Sci. Alim.*, 5, 521-540.
- LEPETIT, J., BUFFIERE, C. (1995).** Meat ageing measurement: comparison between two mechanical methods. *Fleischwirtschaft*, 75(10), 1220-1222.
- LISTRAT, A., RAKADJIYSKI, N., JURIE, C., PICARD, B., TOURAILLE, C., GEAY, Y. (1999).** Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls. *Meat Sci.*, 53, 115-124.
- LISTRAT, A., PICARD, B., JAILLER, R., COLLIGNON, H., PECATTE, R., MICOL, D., GEAY, Y., DOZIAS, D. (2001).** Grass valorisation and muscular characteristics of blonde d'Aquitaine steers. *Anim. Res.*, 50, 105-118.
- MONSÓN, F., SAÑUDO, C., SIERRA, I. (2004).** Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Sci.*, 68, 595-602.
- MORAND, J. (1985).** Valeur bouchère du taurillon Blonde d'Aquitaine. *Viande et Produits Carnés*, 6, 47-52.
- PICARD B., BARBOIRON C., DURIS M.P., GAGNIÈRE H., JURIE C., GEAY Y. (1999).** Electrophoretic separation of bovine muscle myosin heavy chain isoforms. *Meat Sci.*, 53, 1-7.
- PICARD B., ABOUELKARAM S., BAUCHART D., CULIOLI J., DRANSFIELD E., JURIE C., JAILLER R., LEPETIT J., LISTRAT A., MARTIN J.F., OUALI A., GEAY Y., (2001).** Rapport final du projet FNADT « Caractéristiques musculaires et qualités des viandes des races bovines allaitantes du Massif central. », 54 pages.
- PICARD B., JAILLER J., JURIE C., MARTIN J.F., RUDEL S., CULIOLI J., GEAY Y., 2002.** Performances de croissance et qualité des viandes de deux types de production de bovins allaitants. 9^e Rencontres Recherches Ruminants, 125.
- PICARD B., BAUCHART D., COTTIN P., HOCQUETTE J.F., JAILLER R., JURIE C., LEPETIT J., LISTRAT A., MICOL D., L. GIRAudeau (UPRA BLONDE D'AQUITAINE), H. JACOB (MIDATEST (2004).** Caractéristiques des muscles et de la viande de taurillons de la race Blonde d'Aquitaine. Appel d'offre Région Aquitaine (Convention N°2003203, FEDER).
- PICARD B., JURIE C., BAUCHART D., DRANSFIELD E., OUALI A., MARTIN J.F., JAILLER R., LEPETIT J., CULIOLI J. (2006).** Caractéristiques des muscles et de la viande des principales races bovines allaitantes du Massif central. 11^e journées "Sciences du muscle et technologies des viandes", Clermont-Ferrand (FRA), 4-5 octobre 2006. *Viandes et Produits Carnés. Hors série.* p.183-190.
- RENAND G., PICARD B., TOURAILLE C., BERGE P., LEPETIT J. (2001).** Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. *Meat Sci.*, 59, 49-60.
- ROBELIN, J., GEAY, Y. (1975).** Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocoostal prélevé au niveau de la 11^e côte. I. Composition anatomique de la carcasse. *Ann. Zootech.*, 24, 391-402.
- SIMON, J., ARTHUR, C., MYKLES, D. L. (2000).** Calpain zymography with casein or fluorescein isothiocyanate. *Methods Mol. Biol.* 144 (in Calpain methods and protocols), 109-116.
- Schreurs, N. M., Garcia, F., Jurie, C., Agabriel, J., Micol, D., **BAUCHART, D., LISTRAT, A., & PICARD B. (2008).** Meta-analysis of the effect of animal maturity on muscle characteristics in different muscles, breeds and sexes of cattle. *J. Anim. Sci.*, 86, 2872-2887.
- TOWBIN, H., STAEHELIN, T., GORDON, J. (1979).** Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 76, 4350-4354.