

INRA Prod. Anim.,  
2002, 15 (3), 171-183

G. RENAND<sup>1</sup>, A. HAVY<sup>2</sup>, F. TURIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INRA Station de Génétique  
Quantitative et Appliquée,  
78352 Jouy-en-Josas cedex

<sup>2</sup> Institut de l'Élevage, BP 27,  
31326 Castanet-Tolosan cedex

<sup>3</sup> Institut de l'Élevage, Service viande,  
route d'Épinay, 14310 Villers-Bocage

Courriel : renand@dga.jouy.inra.fr

# Caractérisation des aptitudes bouchères et qualités de la viande de trois systèmes de production de viande bovine à partir des races rustiques fran- çaises Salers, Aubrac et Gasconne

Suite à la première crise de l'ESB, les consommateurs disposent d'un étiquetage sur l'origine, la race et le type d'animal dont est issue la pièce de viande commercialisée. Au-delà de cette information obligatoire, les producteurs et les associations souhaitent disposer de références techniques pour valoriser les atouts de leur race ou tenter de corriger d'éventuels défauts en adaptant leur système de production et, si possible, en recherchant les moyens d'amélioration génétique.

## Résumé

Les aptitudes bouchères à l'abattage, les caractéristiques musculaires du *Longissimus thoracis* et les qualités de la viande d'un échantillon représentatif de jeunes bovins des races Salers, Aubrac et Gasconne ont été mesurées afin de caractériser objectivement un système de production spécifique à chacune de ces races. Les taurillons du système Salers, abattus à 19 mois, présentent des carcasses de moindre conformation, avec de plus fortes teneurs en collagène et en lipides et des fibres musculaires de plus grosse taille. Les jeunes bovins du système Aubrac sont des « bourrets d'herbe », c'est-à-dire des mâles entiers engraisés rapidement de 19 à 24 mois après un phase d'élevage à l'herbe. Ces jeunes bovins ont les carcasses et les viande les plus maigres avec la plus forte teneur en pigments. Les taurillons du système Gascon, abattus les plus jeunes à 16 mois, ont le meilleur rendement, une moindre teneur en pigments et les fibres musculaires de plus petite taille. Les mesures instrumentales des qualités de la viande mettent en évidence que les animaux du système Salers ont une viande plus sombre et plus dure, mais une meilleure capacité de rétention de l'eau à la cuisson, que les animaux des deux autres systèmes. L'étude des qualités sensorielles montre que la flaveur dépend prioritairement de la teneur en lipides intramusculaires et que la tendreté peut être mise en relation avec le pH, la taille des fibres musculaires et la teneur en collagène.

Les trois principales races rustiques en France, la Salers, forte de près de 205 000 vaches, l'Aubrac et la Gasconne avec près de 105 000 et 23 000 vaches respectivement, représentent une part non négligeable de la production de viande bovine en France. Elles se distinguent des races à viande spécialisées par des aptitudes maternelles supérieures (reproduction, vêlage, allaitement), mais des aptitudes bouchères moindres (croissance, conformation, composition corporelle). Pour ce qui concerne les qualités de leur viande, les connaissances sont pratiquement absentes, mises à part quelques expériences menées à l'INRA sur des animaux de race Salers (Listrat *et al* 1999). C'est ainsi que dans le but d'obtenir des références objectives sur les aptitudes bouchères et les qualités de la viande de ces trois races, une étude spécifique a été mise en place dans le cadre d'un programme européen de caractérisation des races locales du Sud-Ouest européen

([http://quiro.uab.es/fair1\\_ct95\\_0702](http://quiro.uab.es/fair1_ct95_0702)). Seuls seront présentés ci-dessous les résultats des trois races rustiques françaises de ce programme : Salers, Aubrac et Gasconne.

Bien qu'à la production de génisses grasses soit attachée une image de viande de qualité, l'étude a porté sur des jeunes bovins mâles puisqu'ils représentent la majorité des animaux destinés à l'engraissement. En races Salers et Gasconne, les veaux furent conduits du sevrage à l'abattage (19 et 16 mois respectivement) en système intensif de taurillons nourris à l'auge en stabulation. Le système retenu en race Aubrac est plus original, avec des jeunes bovins abattus à 24 mois après un rapide engraissement à l'auge suivant une phase d'élevage à l'herbe (« bourrets d'herbe »).

L'objectif étant de fournir des références objectives (moyennes, variabilités et relations) sur chaque système de production étudié, le maximum fut mis en œuvre pour obtenir des informations libres de tout biais de mesure. Les procédures d'enregistrement des qualités des carcasses furent ainsi standardisées entre les différents lieux d'abattage avec l'intervention d'une seule et même équipe et les mesures des caractéristiques musculaires et des qualités de la viande réalisées dans un seul laboratoire pour les trois races. Cette standardisation des méthodes n'autorise cependant pas à comparer ces résultats en terme génétique puisque les différences observées dépendent de l'effet conjugué de la race et de la conduite du système de production retenu.

## 1 / Echantillonnage et performances de croissance

Afin de disposer d'un échantillon représentatif de chacune des races, le choix des veaux (92, 79 et 82 respectivement en races Salers, Aubrac et Gasconne) a été effectué de façon à s'assurer d'une diversité d'origines la plus large possible : 29, 13 et 19 élevages et 22, 39 et 29 pères différents respectivement. Afin de

maîtriser le niveau génétique dans les échantillons, les veaux ont été majoritairement achetés dans des élevages inscrits au contrôle de performances en ferme. Le niveau génétique des trois échantillons, relativement aux contemporains, est indiqué dans le tableau 1.

Dans les trois races l'échantillon est un peu supérieur à la moyenne des veaux nés et évalués la même année pour le poids (environ un demi écart type) et la conformation (environ un tiers d'écart type) au sevrage. La variabilité au sein des échantillons est proche de celle entre contemporains.

Dans chacune des trois races, les veaux furent contrôlés en deux cohortes annuelles successives. Sur les six cohortes, deux furent engraisées en Auvergne avec un régime à base d'ensilage de maïs plante entière et d'ensilage d'herbe, complété avec des tourteaux et des concentrés et quatre autres cohortes furent engraisées en région Midi-Pyrénées avec un régime à base d'ensilage de maïs grain humide complété avec des tourteaux et du foin.

En système Salers, les veaux furent achetés, après sevrage, à 9 mois en moyenne. La première année ils furent engraisés en Auvergne et la seconde en région Midi-Pyrénées. Le niveau de croissance fut significativement supérieur ( $P < 0,001$ ) la seconde année (1477 vs 1186 g/j) et donc la durée d'engraissement inférieure de 2 mois (9 vs 11 mois). Les deux années, l'objectif de 700 kg de poids vif à l'abattage fut respecté (713 et 711 kg en moyenne respectivement). En système Gascon, les veaux commencèrent l'engraissement un peu plus jeunes (7,5 mois) pour un objectif de 600 kg à l'abattage réalisé les deux années. Ils furent tous engraisés pendant près de 9 mois avec la ration à base d'ensilage de maïs grain humide et crurent au même rythme ( $P > 0,05$ ) les deux années (1373 g/j en moyenne). Les « bourrets d'herbe » du système Aubrac ne débutèrent l'engraissement qu'à 18,5 mois d'âge. Bien que les deux cohortes ne furent pas engraisées avec le

**Tableau 1.** Index de valeurs génétiques au sevrage des veaux de l'échantillon issus de la base de sélection raciale (Evaluation IBOVAL 1999).

	Effectif	Index Croissance (poids à 210 jours)		Index Développement musculaire au sevrage	
		moyenne	écart type	moyenne	écart type
<b>Salers</b>					
échantillon	84	104,0	6,6	100,9	2,5
population <sup>(1)</sup>	21 441	100,0	7,9	100,0	2,7
<b>Aubrac</b>					
échantillon	76	103,0	5,2	100,8	2,9
population <sup>(1)</sup>	7756	100,0	6,5	100,0	2,9
<b>Gasconne</b>					
échantillon	59	102,0	5,6	100,8	2,0
population <sup>(1)</sup>	2036	100,0	5,6	100,0	2,4

<sup>(1)</sup> population des veaux mâles évalués la même année que les veaux de l'échantillon.

même régime (la première en Auvergne, la seconde en région Midi-Pyrénées), les performances de croissance sont identiques ( $P>0,05$ ) les deux années : 1257 g/j pendant 5 mois pour un abattage à 753 kg en moyenne. Ces performances de croissance sont illustrées dans la figure 1.

## 2 / Aptitudes bouchères à l'abattage

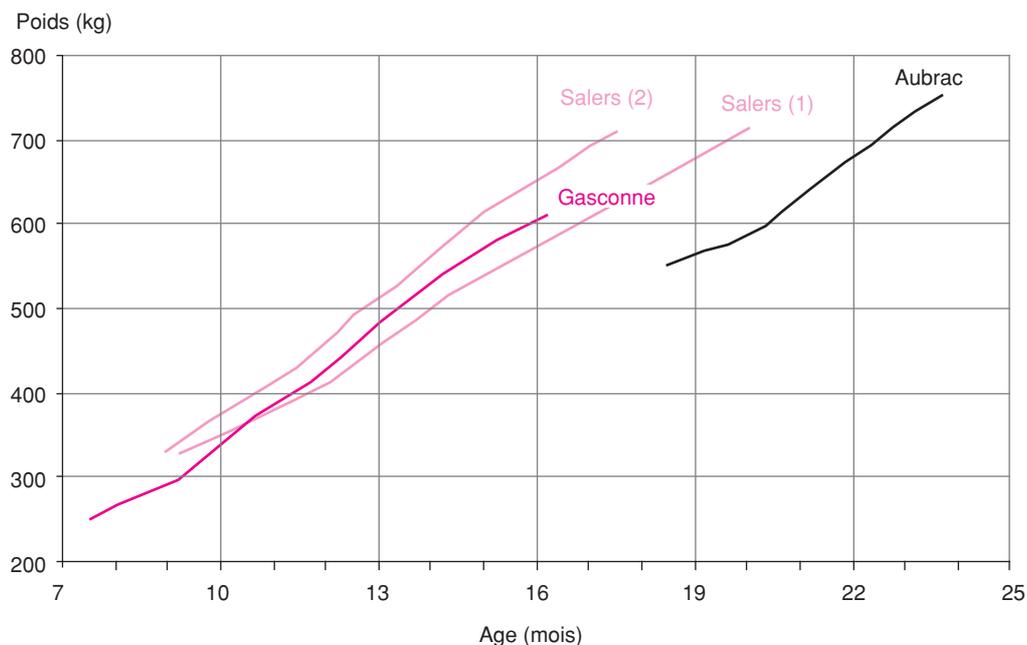
Le jour de l'abattage, le poids de carcasse chaude fut enregistré et le rendement calculé par rapport au poids vif avant abattage. La conformation et l'état d'engraissement furent notés selon la grille EUROP au tiers de classe, les gras internes pesés, la longueur de la carcasse mesurée ainsi que la longueur et l'épaisseur de la cuisse. Le lendemain, après la

mesure du pH pour s'assurer qu'il n'y a pas eu de problème de stress, le milieu du train de côtes fut prélevé en prévision des analyses sur le muscle et la viande. La 6<sup>ème</sup> côte fut également prélevée puis disséquée pour estimer les proportions de muscle, gras, os et déchets. La surface du muscle *Longissimus thoracis* fut mesurée sur cette 6<sup>ème</sup> côte pour environ un tiers des animaux.

Sur les 92 taurillons Salers, 10 présentèrent un pH supérieur à 6,0 et furent éliminés de la suite de l'étude. Les performances moyennes à l'abattage de chacun des trois systèmes de production sont rapportées dans le tableau 2.

Les différences entre systèmes sont particulièrement marquées pour les mensurations qui sont en étroite relation avec le stade d'abattage. Toutefois, même en tenant comp-

**Figure 1.** Courbes de croissance des jeunes bovins en engraissement. En système Salers, les croissances des années (1) et (2) sont significativement différentes.



**Tableau 2.** Caractéristiques des carcasses pour les trois systèmes de production.

Système	Salers		Aubrac		Gascon	
	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>
Poids carcasse (kg)	417 <sup>a</sup>	20	454 <sup>b</sup>	16	374 <sup>c</sup>	17
Rendement (%)	58,6 <sup>a</sup>	1,6	60,1 <sup>b</sup>	1,8	61,4 <sup>c</sup>	2,2
Longueur carcasse (cm)	138,8 <sup>a</sup>	3,0	139,0 <sup>a</sup>	2,4	132,4 <sup>b</sup>	2,7
Longueur cuisse (cm)	89,7 <sup>a</sup>	1,8	85,9 <sup>b</sup>	1,9	82,3 <sup>c</sup>	1,7
Épaisseur cuisse (cm)	29,3 <sup>a</sup>	0,9	32,1 <sup>b</sup>	1,1	29,2 <sup>a</sup>	1,2
Note conformation (/15)	8,3 <sup>a</sup>	1,2	9,7 <sup>b</sup>	1,5	9,5 <sup>b</sup>	1,5
Note état (/15)	8,8 <sup>a</sup>	1,6	7,6 <sup>b</sup>	1,4	8,0 <sup>b</sup>	1,0
Gras internes <sup>(2)</sup> (%)	2,9 <sup>a</sup>	0,7	2,2 <sup>b</sup>	0,6	2,9 <sup>a</sup>	0,7
Gras 6 <sup>ème</sup> côte (%)	10,1 <sup>a</sup>	2,4	7,6 <sup>b</sup>	1,7	10,1 <sup>a</sup>	2,2
Muscles 6 <sup>ème</sup> côte (%)	73,2 <sup>a</sup>	2,5	76,0 <sup>b</sup>	2,3	73,9 <sup>a</sup>	3,1
Surface LT <sup>(3)</sup> (cm <sup>2</sup> )	55 <sup>a</sup>	8	61 <sup>b</sup>	7	55 <sup>a</sup>	11

Des exposants différents indiquent des valeurs significativement différentes ( $P<0,05$ ).

<sup>(1)</sup> écart type intra année.

<sup>(2)</sup> en % du poids de carcasse chaude.

<sup>(3)</sup> Surface du *Longissimus thoracis* mesurée sur 34 Salers, 14 Aubrac et 39 Gascons.

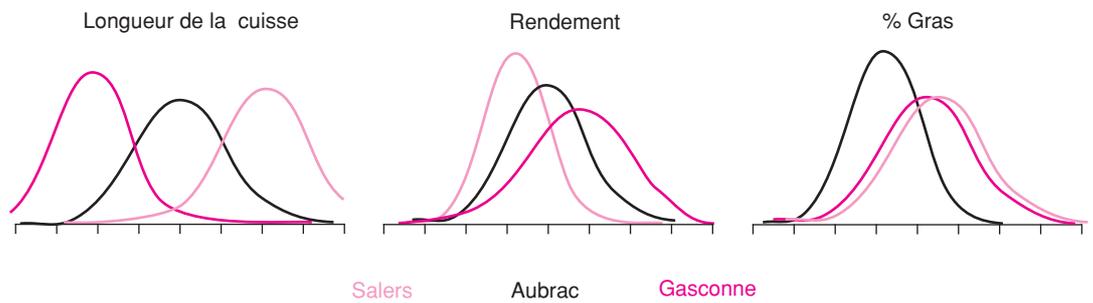
te des différences de poids de carcasse, il apparaît clairement que les animaux de race Salers ont une morphologie plus longiligne et une moindre conformation que ceux des races Aubrac et Gasconne. A ces différences de morphologie sont associées des différences significatives de rendement (figure 2). Enfin, malgré un âge élevé à l'abattage, le système de production de « bourrets d'herbe » en race Aubrac permet d'obtenir des carcasses significativement plus maigres que celles des systèmes Salers et Gascon.

Parmi les caractères mesurés à l'abattage, la variabilité de la composition corporelle (gras) est nettement supérieure à celle des

mesurations (CV = 20-25% vs 2-5%). La variabilité est sensiblement la même dans les trois systèmes de production, hormis la teneur en gras qui est plus faible en système Aubrac, dont la moyenne est également plus faible.

Une analyse en composantes principales de la variabilité conjointe des caractéristiques des carcasses a été réalisée sur les données brutes des trois systèmes. Les relations entre ces caractéristiques sont illustrées sur les projections des variables sur les deux premiers axes principaux et les systèmes sont caractérisés par la position de chacun des six lots expérimentaux (figure 3).

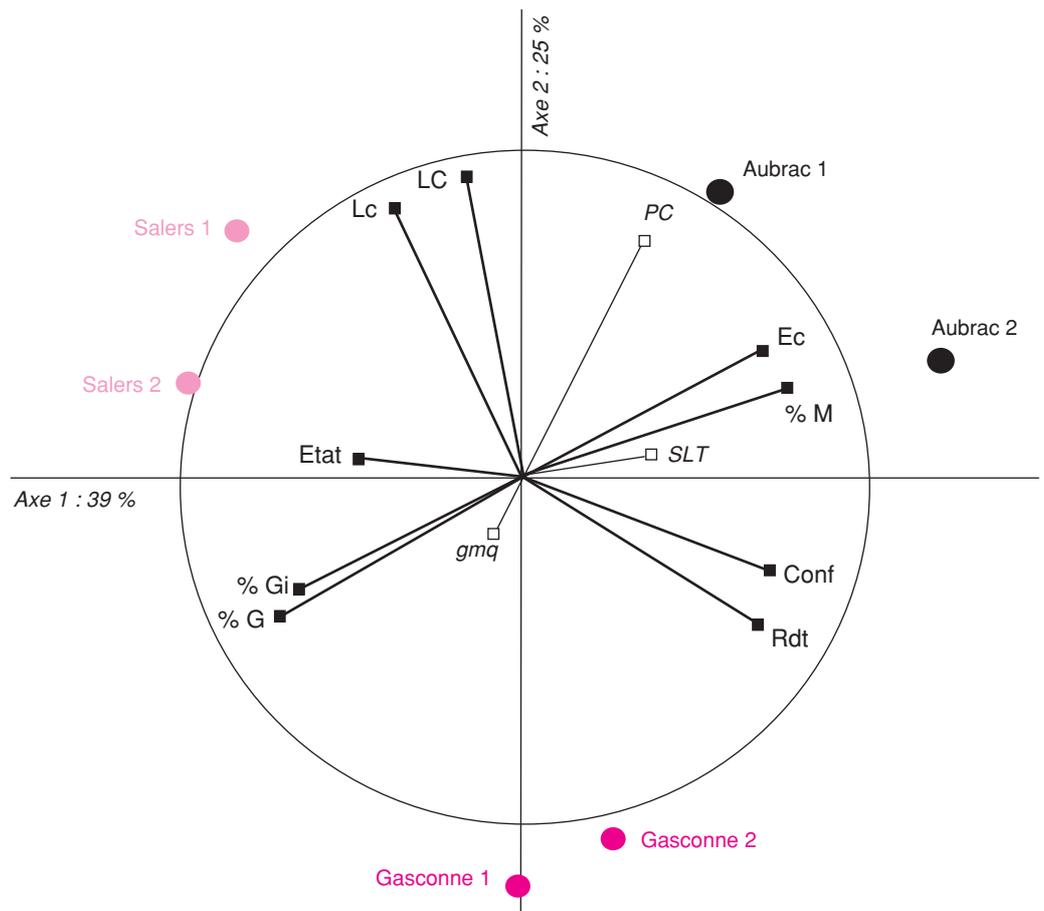
**Figure 2.** Représentation schématique des distributions (lois normales standardisées en unité d'écart type intra système de production) de trois caractéristiques des carcasses.



**Les carcasses sont plus lourdes et plus maigres en système Aubrac. Elles ont une moindre conformation en système Salers et un meilleur rendement en système Gascon.**

**Figure 3.** Analyse en composantes principales des caractéristiques des carcasses.

Variables de l'ACP : Rdt : rendement, Conf : conformation, %M et %G : % muscle et % gras 6<sup>ème</sup> côte, %Gi : % gras internes, Etat : note d'engraissement, LC : longueur carcasse, Lc et Ec : longueur et épaisseur cuisse. Variables supplémentaires projetées sur les deux premiers axes de l'ACP : PC : poids de carcasse ; SLT : surface du Longissimus thoracis, gmq : gain moyen quotidien.



Cette représentation des relations entre les caractéristiques des carcasses montre que la forte variabilité de la composition corporelle est majoritairement responsable du premier axe et qu'elle est associée avec celles de la conformation et du rendement. Ces dernières caractéristiques sont plus élevées chez les animaux maigres. Le second axe met en évidence la variabilité de morphologie des carcasses, les animaux longilignes s'opposant aux animaux ayant une bonne conformation et un bon rendement.

Bien qu'il puisse exister des différences d'une année à l'autre pour une race donnée, il est clair que les trois systèmes se différencient nettement en terme d'aptitudes bouchères à l'abattage indépendamment de l'année (figure 3). Une projection de la moyenne de chacun des trois systèmes suffirait donc à les caractériser, même dans le cas du système Salers dont les performances de croissance différaient significativement d'une cohorte à l'autre. En fait la variabilité des caractéristiques des carcasses est pratiquement indépendante de la vitesse de croissance pendant l'engraissement, comme le montre la projection de la variable gain moyen quotidien sur les deux premiers axes. Les animaux du système Salers sont caractérisés par des valeurs élevées des variables de longueur et d'adiposité. Ceux du système Gascon sont caractérisés par de plus faibles longueurs. Enfin, les animaux du système Aubrac, bien qu'abattus à un âge nettement plus avancé que ceux des deux autres races, bénéficient d'un système de production qui permet d'obtenir des carcasses maigres quoique lourdes.

### 3 / Caractéristiques musculaires

Le muscle *Longissimus thoracis*, prélevé au niveau de la 6<sup>ème</sup> côte, a été utilisé pour mesurer le pH à 24 h et pour doser la matière sèche, les lipides (Arneith 1972), les protéines (Lowry *et al* 1951), le collagène insoluble à partir du dosage de l'hydroxyproline (Bonnet et Kopp 1984) et les pigments à partir du dosage du fer héminique (Hornsey 1956). Le même muscle, prélevé au niveau de la 7<sup>ème</sup> côte, fut

également utilisé pour mesurer l'activité glycolytique de la lactate déshydrogénase, LDH (Ansary 1974) et l'activité oxydative de l'isocitrate déshydrogénase, ICDH (Briand *et al* 1981), pour doser la proportion de l'isoforme lente (type I) de la myosine (Picard *et al* 1994) et pour mesurer la taille des fibres musculaires (superficie moyenne de la section transversale des fibres).

Le système de production affecte significativement toutes les caractéristiques musculaires (tableau 3). Bien que significatives, ces différences sont toutefois moins marquées que pour les précédentes caractéristiques des carcasses. Par ailleurs il n'y a pas d'interaction avec l'année, mise à part la teneur en collagène des animaux Aubrac et Salers qui est plus faible la seconde année que la première. Pour ce qui concerne la composition du muscle, il existe un net gradient du système Salers au système Gascon puis à l'Aubrac, pour les teneurs en matière sèche (↘), en lipides (↘) et en protéines (↗). De plus, les animaux du système Salers se distinguent significativement de ceux des deux autres par une teneur plus élevée en collagène et une activité métabolique plus oxydative (ICDH) et moins glycolytique (LDH) des fibres musculaires. Par rapport aux systèmes Salers et Aubrac, les animaux du système Gascon sont également caractérisés par une moindre teneur en pigments et en collagène et par des fibres musculaires de plus petite section. Alors que la teneur en collagène croît et que sa solubilité décroît avec l'âge, il est notable que la teneur en collagène insoluble des animaux du système Aubrac n'est pas significativement différente de celle des animaux du système Gascon qui sont pourtant plus jeunes de huit mois. La croissance compensatrice pendant l'engraissement qui suit une croissance plus faible au pâturage peut s'accompagner de la néo-synthèse de collagène plus soluble (McCormick 1994). La faible activité oxydative des fibres musculaires de ces animaux peut être caractéristique de la race et non de la longue période d'alimentation au pâturage. En effet, le métabolisme devient oxydatif lorsque le niveau alimentaire se réduit (Geay et Renand 1994) et lorsque l'activité physique est plus élevée (Hocquette *et al* 1998).

**Tableau 3.** Caractéristiques musculaires pour les trois systèmes de production.

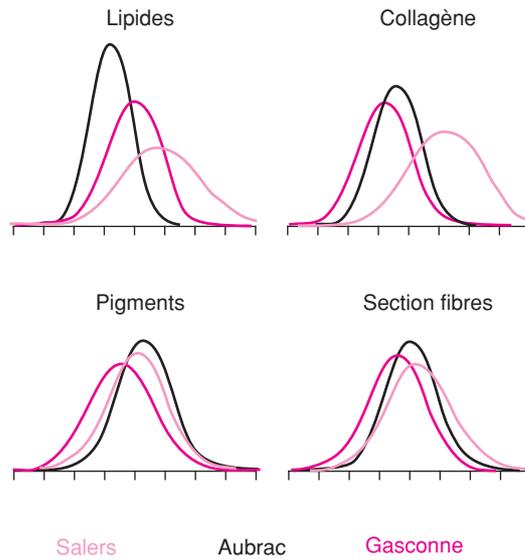
Système	Salers		Aubrac		Gascon	
	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>
Matière sèche (%)	25,4 <sup>a</sup>	1,0	24,8 <sup>b</sup>	0,8	25,2 <sup>c</sup>	0,6
Protéines (%)	21,8 <sup>a</sup>	0,7	22,4 <sup>b</sup>	0,6	22,1 <sup>c</sup>	0,6
Lipides (%)	2,4 <sup>a</sup>	1,1	1,2 <sup>b</sup>	0,5	1,8 <sup>c</sup>	0,7
Collagène insoluble (mg/g)	2,84 <sup>a</sup>	0,41	2,29 <sup>b</sup>	0,28	2,19 <sup>b</sup>	0,30
Fer héminique (µg/g)	176 <sup>a</sup>	24	181 <sup>a</sup>	23	164 <sup>b</sup>	28
Myosine lente (%)	27,4 <sup>a</sup>	9,7	23,7 <sup>b</sup>	7,7	29,7 <sup>a</sup>	9,2
ICDH (µmol/mn/g)	1,83 <sup>a</sup>	0,63	1,57 <sup>b</sup>	0,56	1,64 <sup>b</sup>	0,56
LDH (µmol/mn/g)	1346 <sup>a</sup>	244	1492 <sup>b</sup>	270	1545 <sup>b</sup>	308
pH	5,61 <sup>a</sup>	0,07	5,60 <sup>a</sup>	0,08	5,62 <sup>a</sup>	0,04
Section fibres (µm <sup>2</sup> )	2800 <sup>a</sup>	549	2646 <sup>a</sup>	480	2461 <sup>b</sup>	538

Des exposants différents indiquent des valeurs significativement différentes (P<0,05).

<sup>(1)</sup> écart type intra année.

Mise à part la teneur en lipides, la variabilité des caractéristiques musculaires est sensiblement la même dans les trois échantillons (tableau 3, figure 4). Les coefficients de variation des mesures réalisées sur les fibres musculaires sont nettement plus élevées (CV = 20-35%) que ceux des dosages biochimiques (CV = 5-15%). La variance de la teneur en lipides

**Figure 4.** Représentation schématique des distributions (lois normales standardisées en unité d'écart type intra système de production) de quatre caractéristiques musculaires.

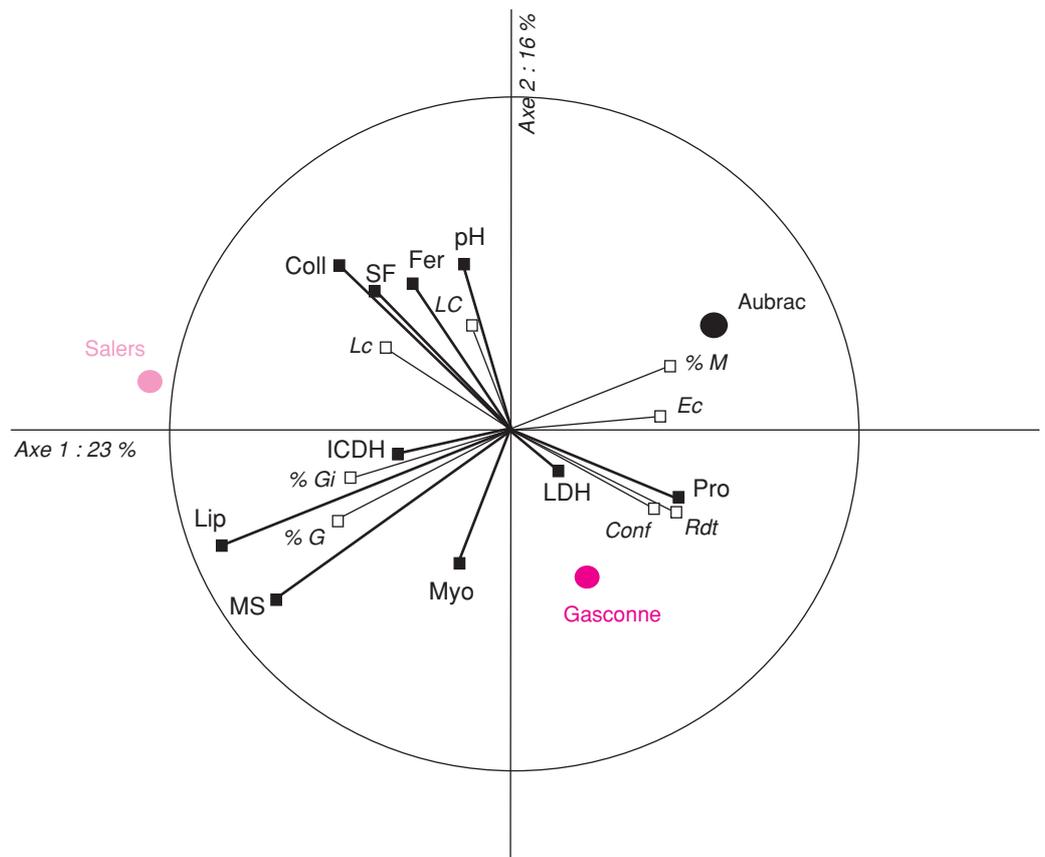


intramusculaires est significativement plus faible en race Aubrac qu'en race Salers. Toutefois, il existe une relation étroite entre moyenne et variance des trois échantillons qui se traduit en définitive par des coefficients de variation similaires et élevés pour ce caractère (CV = 40-45%).

Pour représenter la variabilité conjointe et les relations entre ces caractéristiques musculaires, une analyse en composantes principales a été réalisée. Les projections de ces variables sur les deux premiers axes sont rapportées dans la figure 5. Le pourcentage de variance expliqué par ces deux premiers axes est moindre que pour les caractéristiques des carcasses (39% vs 64%). Ceci traduit des relations moins marquées entre les variables. Il apparaît néanmoins que le premier axe associe positivement la teneur en lipides avec les teneurs en collagène et en pigments, la taille des fibres et l'activité oxydative des fibres. Les animaux du système Salers se caractérisent par des valeurs plus élevées pour ces variables à l'opposé des deux autres systèmes. La différenciation des trois systèmes à partir de cette analyse en composantes principales sur les caractéristiques musculaires est toutefois moins nette que celle mise en évidence avec les caractéristiques des carcasses. Les animaux du système Salers sont positionnés entre les lipides intramusculaires et le groupe des variables constitué par les teneurs en collagène et en pigments, la taille des fibres et le pH. Les ani-

**Figure 5.** Analyse en composantes principales des caractéristiques musculaires.

Variabiles de l'ACP : MS : matière sèche, Pro : protéines, Lip : lipides, Fer : fer hémérique, Coll : collagène, Myo : myosine, ICDH, LDH, SF : section fibres. Les caractéristiques des carcasses sont projetées sur les deux premiers axes de l'ACP comme variables supplémentaires.



maux du système Gascon sont opposés à ce groupe de variables, alors que les animaux du système Aubrac sont caractérisés par un muscle particulièrement maigre.

La variabilité de ces caractéristiques musculaires n'est évidemment pas indépendante de celle des caractéristiques des carcasses comme le montre la projection de ces dernières variables sur les axes de la figure 5. Les carcasses avec de forts dépôts adipeux ont des muscles avec des teneurs plus élevées en lipides intramusculaires. Aux carcasses les moins conformées sont associés des muscles avec plus de collagène, plus de pigments, des fibres de plus grosse section et un pH plus élevé. De ce fait, si les trois systèmes se différencient nettement par des caractéristiques des carcasses bien spécifiques, il est également possible de les discriminer assez bien sur leurs caractéristiques musculaires.

#### 4 / Qualités de la viande : mesures physiques

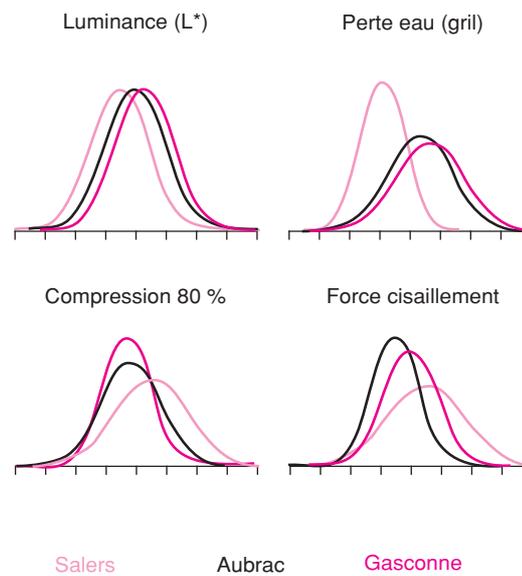
Deux jours après l'abattage, la couleur de la viande fut mesurée à l'aide d'un spectrocromètre (Minolta 508i) sur une tranche du muscle *Longissimus thoracis* fraîchement coupée et après un temps de réoxygénation de 3 heures à 4°C. Les composantes de la couleur ont été exprimées dans l'espace L\* (luminance), a\* (indice de rouge) et b\* (indice de jaune) du système CIELAB. Ce même jour fut évaluée la capacité de rétention d'eau du muscle frais. La variable mesurée était la perte d'eau, en pourcentage, d'un échantillon de 5 g de muscle broyé soumis à une pression standard pendant 5 minutes. La perte d'eau fut également mesurée lors de la cuisson des échantillons de viande pour la dégustation (viande grillée).

Après 14 jours de maturation sous vide à 4°C, les propriétés rhéologiques de la viande crue furent étudiées à l'aide de la mesure des forces de compression nécessaires pour induire des déformations de 20% et 80% dans le sens longitudinal des fibres. Après une cuisson au bain-marie à 75°C pendant 45 minutes, la force nécessaire au cisaillement d'un échantillon (fibres perpendiculaires à la coupe) fut également mesurée.

Les différences entre systèmes sont illustrées dans la figure 6 pour quatre de ces mesures physiques. Mis à part l'indice de rouge (a\*), toutes les mesures physiques sont affectées par l'effet du système de production, le système Salers se distinguant généralement des deux autres (tableau 4). La viande produite a une couleur plus foncée et une meilleure capacité de rétention de l'eau. Pour les mesures rhéologiques, la viande des animaux du système Salers présente la particularité d'avoir la force de compression à 80% la plus élevée, celle à 20% la plus faible et la force de cisaillement la plus élevée. Alors qu'une moindre force de compression à 20% est un indicateur d'une moindre résistance myofibrillaire (meilleure maturation) et que la force de compression à 80% est un indicateur de la résistance du tissu conjonctif (Lepetit et Culioli 1994), on peut se demander si la plus grande résistance au cisaillement après cuisson de cette viande Salers ne serait pas liée à sa teneur plus élevée en collagène.

En sus de ces différences significatives entre systèmes de production, existe une variabilité non négligeable intra population. Celle des mesures de texture est nettement

**Figure 6.** Distributions schématiques des distributions (lois normales standardisées en unité d'écart type intra système de production) de quatre mesures physiques des qualités de la viande.



**Tableau 4.** Mesures physiques des qualités de la viande pour les trois systèmes de production.

Système	Salers		Aubrac		Gascon	
	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>	moyenne	e.t. <sup>(1)</sup>
L*	38,3 <sup>a</sup>	1,7	39,2 <sup>b</sup>	1,7	39,6 <sup>b</sup>	1,7
a*	14,3 <sup>a</sup>	1,7	14,2 <sup>a</sup>	1,2	14,6 <sup>a</sup>	1,7
b*	9,5 <sup>a</sup>	1,4	10,2 <sup>b</sup>	0,9	10,5 <sup>b</sup>	1,4
Perte eau muscle frais (%)	15,2 <sup>a</sup>	1,9	16,9 <sup>b</sup>	1,5	16,1 <sup>c</sup>	1,9
Perte eau viande grillée (%)	7,5 <sup>a</sup>	0,8	9,0 <sup>b</sup>	1,2	9,3 <sup>b</sup>	0,8
Compression à 80% (N/cm <sup>2</sup> )	41,7 <sup>a</sup>	9,1	36,6 <sup>b</sup>	7,9	35,2 <sup>b</sup>	9,1
Compression à 20% (N/cm <sup>2</sup> )	4,9 <sup>a</sup>	1,3	5,8 <sup>b</sup>	1,2	5,5 <sup>b</sup>	1,3
Force de cisaillement (kg)	4,4 <sup>a</sup>	1,1	3,6 <sup>b</sup>	0,7	3,9 <sup>c</sup>	1,1

Des exposants différents indiquent des valeurs significativement différentes (P<0,05).

<sup>(1)</sup> écart type intra année.

**Le système Salers se distingue des deux autres pour la quasi-totalité des mesures physiques de la qualité de la viande.**

plus élevée (CV d'environ 25%) que celle des autres mesures physiques (CV < 15%) et donc du même ordre de grandeur que la variabilité de la composition des carcasses. Bien que statistiquement non significatif, il apparaît que la viande produite par le système Salers se distingue des deux autres par une moindre variabilité de la perte en eau à la cuisson et par une variabilité plus élevée des mesures rhéologiques.

## 5 / Relations entre mesures physiques des qualités de la viande et caractéristiques musculaires

S'il existe des différences significatives des mesures physiques des qualités de la viande entre systèmes, la seule connaissance du système de production ne permet pas de prédire ces qualités à cause du large chevauchement des distributions. Or ces qualités de la viande sont mesurées sur des muscles dont les caractéristiques biologiques sont également fort variables. Si les caractéristiques musculaires mesurées sont effectivement impliquées dans les qualités de la viande, leur mesure doit permettre une meilleure prédiction des qualités de la viande. C'est ainsi qu'une analyse des mesures physiques des qualités de la viande de l'ensemble des animaux a été réalisée pour essayer de quantifier la part de la variabilité liée aux différences entre systèmes et la part de la variabilité intra système qui peut être expliquée par les caractéristiques du muscle à l'abattage (figure 7).

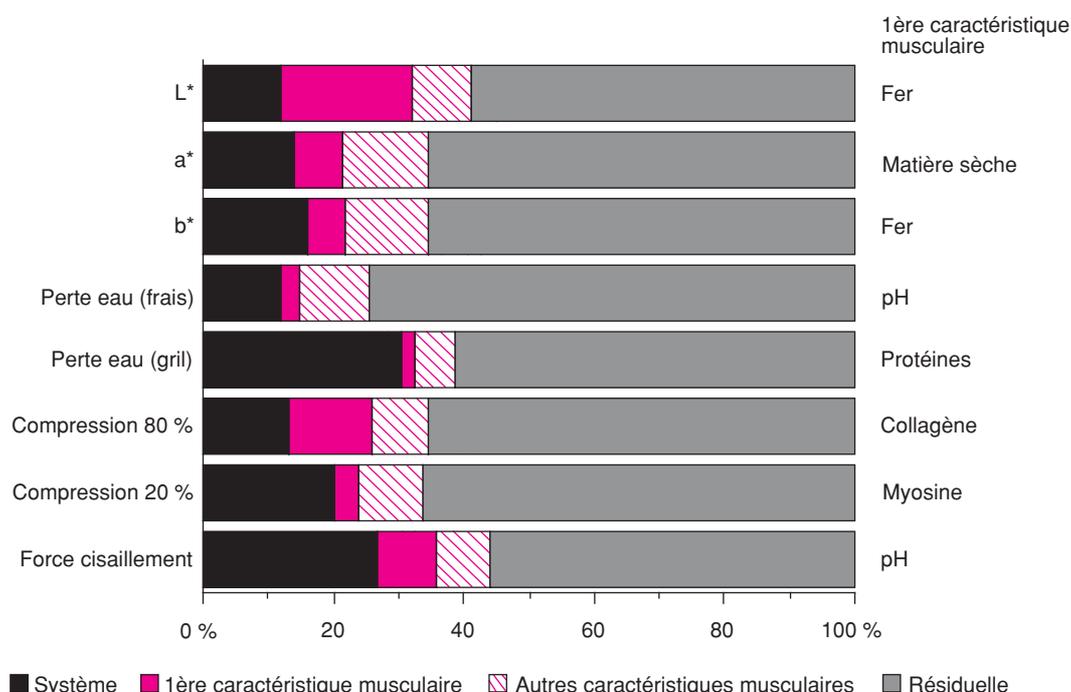
Moins de la moitié de la variance des qualités de la viande mesurées est expliquée, environ 40% au maximum pour la perte en eau à la cuisson, la force de cisaillement et la lumi-

nance. Si pour les deux premières, les différences entre systèmes représentent la source de variation majoritaire (respectivement 31% et 27%), la teneur en pigments héminiques permet d'expliquer la plus grande part (29%) de la variabilité de la luminance. Pour la force de compression à 80%, les caractéristiques musculaires, essentiellement la teneur en collagène, expliquent 22% de la variabilité alors que pour la force de compression à 20%, elles n'en expliquent que 14%. Pour cette dernière mesure, qui est liée à la maturation myofibrillaire, les différences imputables aux caractéristiques musculaires sont nettement atténuées certainement parce qu'effectuée après 14 jours de maturation. Dans une étude réalisée sur des taurillons de race Charolaise, Renand *et al* (2001) ont montré que l'impact des mêmes caractéristiques musculaires sur la force de compression à 20% décroît avec la durée de maturation ( $R^2$  passe de 30%, à 20% puis 13% lorsque la durée de maturation passe de 2, à 7 puis 21 jours).

En fait si certaines relations entre caractéristiques musculaires et qualités de la viande sont homogènes aussi bien intra qu'entre les trois systèmes de production, il existe un certain nombre de cas où il est possible de trouver des relations significativement différentes d'un système à l'autre (tableau 5). Pour ce qui concerne les mesures de la couleur, les relations avec la teneur en pigments et les caractéristiques biologiques associées (ICDH) sont homogènes. C'est ainsi que, quel que soit le système, à une teneur en fer héminique plus élevée est associée une viande moins claire avec une intensité du rouge plus élevée et une moindre intensité du jaune. Ces relations intra système sont cohérentes avec la relation mise en évidence entre systèmes, comme illustré dans la figure 8 pour la luminance. La viande des animaux du système Gascon est

**Le système de production est la principale source de variation de la perte en eau à la cuisson et de la dureté de la viande.**

**Figure 7.** Parts de la variabilité des mesures physiques des qualités de la viande expliquées par l'effet système de production et par les caractéristiques musculaires.



**Tableau 5.** Corrélations entre les mesures physiques et les caractéristiques musculaires. Les valeurs en gras sont significativement différentes de zéro ( $P < 0,05$ ), les autres sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ) de corrélations de même valeur, mais de signe opposé.

		Protéines	Matière sèche	Lipides	Collagène	Fer	Myosine	ICDH	LDH	Section fibres	pH
L*	Salers					<b>-0,49</b>	0,13	<b>-0,24</b>			
	Aubrac			-0,15	-0,19	<b>-0,58</b>		<b>-0,25</b>		0,14	
	Gascon		0,17			<b>-0,47</b>	<b>-0,22</b>	<b>-0,25</b>		-0,18	
a*	Salers		<b>0,30</b>	<b>0,28</b>	<b>0,23</b>	<b>0,27</b>	0,14		0,18		-0,11
	Aubrac		<b>0,37</b>	<b>0,33</b>	0,13	<b>0,30</b>					
	Gascon					<b>0,24</b>		<b>-0,23</b>	0,18		
b*	Salers		<b>0,22</b>	0,21		-0,20		-0,16	0,15		-0,19
	Aubrac				<b>-0,22</b>	<b>-0,41</b>		-0,16	<b>0,24</b>		-0,12
	Gascon		<b>0,34</b>	0,16		<b>-0,30</b>		<b>-0,40</b>		-0,11	
Perte eau en frais	Salers		-0,14	-0,14	-0,17		0,11	-0,13		-0,14	
	Aubrac			-0,13	-0,19	<b>-0,24</b>					<b>-0,28</b>
	Gascon				-0,19	0,17	<b>-0,24</b>				-0,21
Perte eau au grill	Salers		<b>-0,25</b>	-0,19			0,17	-0,17		-0,16	
	Aubrac	-0,16						-0,19			
	Gascon	<b>-0,25</b>	-0,17	-0,11		0,13		-0,18			
Compression à 80%	Salers	<b>0,27</b>	0,16	0,15	<b>0,48</b>						
	Aubrac	0,16			<b>0,47</b>	0,19					0,12
	Gascon	<b>-0,22</b>		0,21							<b>-0,22</b>
Compression à 20%	Salers				0,15	0,17			<b>0,26</b>	0,15	
	Aubrac		0,17	0,17	-0,13		0,33	0,25			
	Gascon			-0,12			<b>-0,22</b>	-0,19			
Force cisaillement	Salers	-0,19	-0,15				<b>-0,26</b>			0,19	<b>0,43</b>
	Aubrac		<b>0,28</b>		-0,13	0,14	0,11	<b>0,32</b>			
	Gascon		-0,16			0,13		0,14			<b>0,27</b>

caractérisée par une moindre teneur en pigments et une luminance plus élevée. Une part de ces caractéristiques doit trouver son origine dans le plus jeune âge à l'abattage de ces animaux. En revanche, on constate la situation particulière des animaux du système Aubrac qui ont pratiquement la même teneur en pigments que ceux du système Salers, mais ont une viande significativement plus claire, alors qu'ils ont un âge plus élevé. Ces différences peuvent trouver leur origine autant dans le système de production que dans la race.

Pour ce qui concerne la relation entre perte en eau à la cuisson et composition de la viande, on constate non seulement que les relations intra système sont faibles, mais aussi qu'elles ne concordent pas avec les différences entre systèmes. Il est difficile de prédire, à partir des teneurs en matière sèche et en protéines, les différences de perte en eau à la cuisson pour les trois systèmes à la vue des relations intra système, comme illustré dans la figure 8.

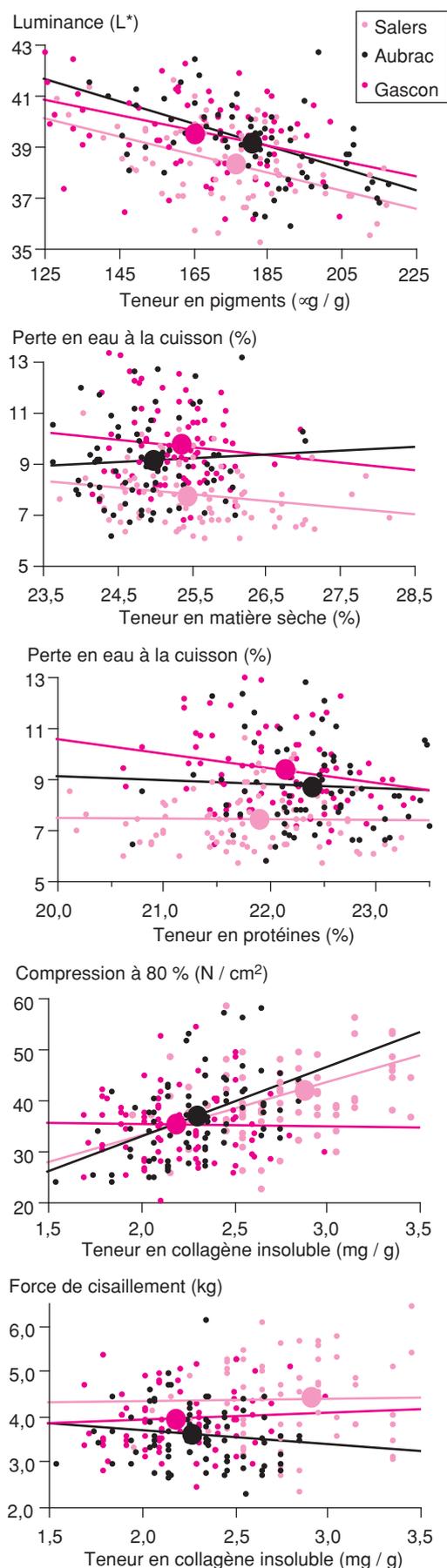
Pour ce qui concerne la force de compression à 80%, il est clair que le principal facteur de variation est la teneur en collagène, aussi

bien entre systèmes qu'intra système, bien que cela n'apparaisse pas en système Gascon (figure 8).

Pour la mesure de la dureté de la viande cuite, les animaux du système Salers ont la viande avec la force de cisaillement la plus élevée. Entre les trois systèmes, cette dureté pourrait être rapprochée de la plus forte teneur en collagène de la viande de ces animaux (figure 8). Toutefois il n'apparaît aucune relation significative entre force de cisaillement et teneur en collagène intra système. De ce fait, ces résultats ne permettent pas de conclure que l'origine de la dureté de la viande des animaux du système Salers soit liée à leur plus forte teneur en collagène.

Ainsi, bien que des différences significatives des mesures physiques des qualités de la viande aient été mises en évidence entre les trois systèmes, de même que des différences de leurs caractéristiques musculaires, il reste assez difficile, pour la plupart d'entre elles, de mettre en relation ces différences avec la variabilité observée des caractéristiques musculaires, si ce ne sont les mesures de la couleur avec la teneur en pigments.

**Figure 8.** Relations entre les mesures physiques des qualités de la viande et les caractéristiques musculaires.



**La teneur en collagène est le principal facteur de variation de la force de compression, mais elle ne permet pas d'expliquer la variabilité de la dureté de la viande.**

## 6 / Qualités de la viande : mesures organoleptiques

Après 14 jours de maturation à 4°C, des steaks de 2 cm d'épaisseur, découpés dans le muscle *Longissimus thoracis* au niveau des 8<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> côtes furent congelés dans l'attente du jour de dégustation. Celle-ci fut réalisée sur l'ensemble des animaux d'un système abattus la même année (une quarantaine). Pour ceci, les steaks furent décongelés rapidement sous eau courante puis grillés de chaque côté jusqu'à obtenir une température à cœur de 55°C. Les séances de dégustation furent organisées de façon à appréhender la variabilité individuelle au sein de l'échantillon de cette quarantaine d'animaux en utilisant un jury de dégustation de 12 experts. Ils durent noter les qualités sensorielles suivantes : tendreté, jutosité, flaveur et satisfaction sur une échelle de 0 à 100, du plus dur au plus tendre, du plus sec au plus juteux, du plus insipide au plus goûteux, du moins au plus satisfaisant. Les échantillons de viande des différents systèmes ne pouvant pas être dégustés pendant une même séance, il est impossible de comparer les qualités sensorielles entre ces systèmes.

Les notes données par le jury montrent que ceux-ci ont perçu une plus grande variabilité entre animaux pour la tendreté (CV = 16%) que pour la jutosité et la flaveur (CV = 9%). La variabilité de la note de satisfaction est intermédiaire (CV = 12%). Bien que les différences ne soient pas significatives, le jury a détecté une plus grande variabilité au sein de la population Salers que dans les deux autres systèmes pour la tendreté (CV = 20% vs 14%) et la satisfaction (CV = 16% vs 10%).

Alors que les qualités sensorielles notées par le jury ont des définitions clairement distinctes pour ce qui concerne la tendreté, la jutosité et la flaveur, il apparaît que les notes attribuées sont positivement corrélées entre elles (de  $r = 0,40$  à  $r = 0,55$ ). Ce résultat, classique, indique soit que le jury ne put faire abstraction d'une qualité lorsqu'il en jugeait une autre, soit qu'il existe une relation biologique entre ces qualités. La note de satisfaction apparaît comme une synthèse des trois autres notes puisque étroitement corrélée avec elles (de  $r = 0,63$  à  $r = 0,87$ ). Une analyse en composantes principales réalisée sur ces quatre notes confirme que 70% de la variabilité de ces notes est expliquée par une première composante qui associe positivement les quatre variables. En revanche, la deuxième composante (17%) montre une opposition entre tendreté et flaveur, avec la jutosité plus proche de la flaveur et la note de satisfaction plus proche de la tendreté. Il apparaît donc qu'une bonne qualité globale peut être obtenue par une viande qui est soit plutôt tendre, soit plutôt savoureuse.

## 7 / Relations entre mesures organoleptiques et mesures physiques des qualités de la viande

Ces notes de dégustation ont été mises en relation avec les mesures physiques effectuées soit sur la viande crue, soit la viande

cuite (tableau 6). Des trois mesures des propriétés rhéologiques de la viande, seule la force de cisaillement présente une relation étroite avec la tendreté. La mesure tardive (14 jours *post mortem*) de la force de compression à 20% peut expliquer sa faible relation avec la note de tendreté ( $r = -0,12$ ). En effet, la mesure de compression à 20% a un intérêt surtout lorsqu'elle est faite peu de jours après l'abattage. Dans l'étude citée précédemment (Renand *et al* 2001), la relation entre la tendreté (évaluée après 15 jours de maturation) et la force de compression à 20 % passe de  $r = -0,40$  à  $r = -0,25$  lorsque celle-ci est mesurée entre 2 et 21 jours *post mortem* car avec la maturation s'effacent les différences de dureté suite à la protéolyse des protéines myofibrillaires. L'absence de relation entre la tendreté et la force de compression à 80%, qui est un indicateur de la résistance du tissu conjonctif, peut indiquer soit que le collagène n'intervient pas sur la variabilité de la tendreté, soit que cette mesure instrumentale est trop indirecte. Enfin, du fait des relations positives entre les notes de dégustation, la force de cisaillement apparaît négativement corrélée aux quatre qualités sensorielles.

Seule la mesure de perte d'eau lors de la cuisson est en relation avec la jutosité de la viande lors du test de dégustation : plus il y a de perte à la cuisson, plus la viande paraît

sèche. La relation est toutefois relativement modeste ( $r = -0,25$ ).

Alors que les mesures instrumentales de la couleur de la viande n'avaient pas pour but la prédiction des qualités sensorielles lors de la dégustation, il apparaît que les intensités dans le rouge et dans le jaune sont favorablement corrélées avec les notes de dégustation :  $a^*$  plutôt avec la flaveur et  $b^*$  plutôt avec la tendreté. Ces relations ne peuvent être qu'indirectes et passent certainement par l'existence de relations entre couleur et caractéristiques musculaires d'une part et entre caractéristiques musculaires et qualités sensorielles d'autre part.

## 8 / Relations entre qualités sensorielles et caractéristiques musculaires

Les corrélations entre caractéristiques musculaires et qualités sensorielles sont rapportées dans le tableau 7 pour chaque système. En effet il apparaît que si certaines de ces relations sont stables entre systèmes, d'autres peuvent être significativement différentes d'un échantillon à l'autre.

La tendreté est systématiquement corrélée négativement à la taille des fibres musculaires

**Tableau 6.** Corrélations entre les mesures physiques et les notes de dégustation.

Les valeurs en gras sont significativement différentes de zéro ( $P < 0,05$ ), les autres sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ) de corrélations de même valeur, mais de signe opposé.

	Tendreté	Jutosité	Flaveur	Satisfaction
L*	0,13			
a*		<b>0,22</b>	<b>0,38</b>	<b>0,22</b>
b*	<b>0,25</b>	0,21	0,19	<b>0,23</b>
Perte eau en frais				
Perte eau au grill		-0,25		
Compression à 80%				
Compression à 20%	-0,12			
Force de cisaillement	<b>-0,59</b>	<b>-0,33</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,58</b>

**Tableau 7.** Corrélations entre les notes de dégustation et les caractéristiques musculaires.

Les valeurs en gras sont significativement différentes de zéro ( $P < 0,05$ ), les autres sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ) de corrélations de même valeur, mais de signe opposé.

		Protéines	Matière sèche	Lipides	Collagène	Fer	Myosine	ICDH	LDH	Section fibres	pH
Tendreté	Salers		<b>0,24</b>	0,14	-0,18		0,17			<b>-0,25</b>	<b>-0,39</b>
	Aubrac	<b>0,22</b>	-0,21	<b>-0,30</b>	-0,15	-0,15		-0,11	0,19	-0,14	-0,14
	Gascon	<b>0,25</b>			-0,20	<b>-0,27</b>		-0,19		<b>-0,29</b>	
Jutosité	Salers		0,13	0,15		0,15	0,21			-0,11	<b>-0,37</b>
	Aubrac		<b>-0,29</b>	-0,17		-0,18			-0,16	-0,15	-0,12
	Gascon	0,19			0,12	<b>-0,31</b>				-0,14	-0,14
Flaveur	Salers		<b>0,29</b>	<b>0,35</b>		<b>0,39</b>	<b>0,24</b>				<b>-0,31</b>
	Aubrac	-0,19	-0,13	0,17	0,12				0,21		
	Gascon	0,12	0,14	<b>0,25</b>		0,17			0,15	0,17	-0,12
Satisfaction	Salers		<b>0,25</b>	<b>0,23</b>	-0,16	0,16	0,19			-0,16	<b>-0,41</b>
	Aubrac	0,16	-0,17	-0,21	-0,13	-0,13			0,14	-0,16	
	Gascon	0,18	0,12	0,15				-0,11			

( $r = -0,23$  en moyenne) et à la teneur en collagène insoluble ( $r = -0,18$  en moyenne). Bien que ce ne soit pas significatif en race Gasconne, le pH est également négativement corrélé à la tendreté ( $r = -0,24$  en moyenne). Ces corrélations, bien que relativement faibles, sont cohérentes avec les résultats obtenus par Renand *et al* (2001) sur taurillons Charolais :  $r = -0,38$  ;  $r = -0,22$  et  $r = -0,28$  respectivement. Pour les variables liées au type métabolique et contractile des fibres (myosine, LDH, ICDH, pigments) les relations sont peu marquées mais ne présentent pas d'incohérence avec les résultats des Charolais cités ci-dessus. En revanche, il apparaît une différence hautement significative entre les systèmes pour les relations entre tendreté et teneur en lipides intramusculaires. En effet cette relation est nettement défavorable en Aubrac, nulle en Gasconne, voire légèrement positive en Salers. Alors que le mode de cuisson fut strictement identique pour tous les échantillons, ces résultats indiquent que les mécanismes impliqués dans l'expression de la tendreté peuvent être différents selon la race et/ou le système de production.

La flaveur est principalement corrélée avec les lipides intramusculaires ( $r = 0,28$  en moyenne), résultat classique, conforme à celui obtenu avec les taurillons Charolais précédemment cités ( $r = 0,35$ ). Dans deux des trois systèmes, la flaveur est positivement associée à la teneur en pigments ( $r = 0,20$  en moyenne) et à l'activité LDH ( $r = 0,13$  en moyenne), comme dans l'expérience Charolaise ( $r = 0,21$  et  $r = 0,14$  respectivement). Si la relation entre flaveur et pigments peut s'expliquer en partie par la relation positive qui lie pigments et lipides, la relation, certes faible, entre flaveur et LDH soit est fortuite, soit fait appel à des mécanismes indirects et inconnus.

Les relations entre la jutosité et les caractéristiques musculaires sont généralement faibles voire incohérentes entre systèmes. Seule la mesure du pH présente quelque relation avec la jutosité ( $r = -0,21$  en moyenne) : les viandes avec le pH le plus élevé ont tendance à être moins juteuses. Enfin les relations entre les caractéristiques musculaires et la note de satisfaction ressemblent, en moins nettes, à celles mises en évidence avec la tendreté.

Il est bien évidemment impossible de comparer les qualités sensorielles entre les trois systèmes. Toutefois, en combinant les informations obtenues sur les relations entre les notes de dégustation et les caractéristiques musculaires d'une part et les différences entre échantillons pour ces caractéristiques musculaires d'autre part, il est possible de repérer les points forts et les points faibles de chaque échantillon. Pour ce qui est de la tendreté, la faible taille des fibres des taurillons du système Gascon serait plutôt un avantage alors que la forte teneur en collagène des Salers serait plutôt un handicap. En revanche, pour la flaveur, la teneur plus élevée en lipides intramusculaires des animaux du système Salers peut être considérée comme un avantage. Ce raisonnement n'est toutefois valable que si les relations entre systèmes sont cohérentes avec les relations intra système.

## Conclusion

Cette étude, menée avec rigueur quant à l'échantillonnage des animaux expérimentaux et aux mesures réalisées à l'abattoir et au laboratoire, a permis d'obtenir de nouvelles références sur les aptitudes bouchères et les qualités de la viande de trois races rustiques, chacune utilisée dans un système de production de jeunes bovins qui lui est propre. L'effectif d'animaux dans chaque échantillon permet non seulement d'assurer une comparaison précise des trois systèmes étudiés, mais aussi d'appréhender la variabilité au sein de chacune de ces populations dans le but de raisonner l'amélioration des qualités des carcasses et des viandes.

Les trois systèmes retenus se distinguent prioritairement par l'âge à l'abattage qui va de 16 à 24 mois. Il est indéniable qu'une part des différences observées trouvent leur origine dans ces différences d'âge. Toutefois il existe des caractéristiques spécifiques de la race et/ou du système de production qui ne dépendent pas de l'âge à l'abattage. C'est ainsi que malgré un âge plus avancé, les animaux Aubrac sont les plus maigres et ont nettement moins de collagène insoluble que les Salers et à peine plus que les Gascons qui sont pourtant plus jeunes de huit mois. La forme de leur courbe de croissance qui est liée à l'utilisation du pâturage et qui fait appel au phénomène de croissance compensatrice peut expliquer cette particularité.

La mesure simultanée des aptitudes bouchères, des caractéristiques musculaires et des qualités de la viande permet d'estimer les relations entre ces différentes composantes de la production de viande et de raisonner les améliorations à apporter sur telle ou telle aptitude dans le but d'améliorer telle ou telle qualité des carcasses ou de la viande. La qualité des carcasses s'exprime à travers deux grandes caractéristiques : la composition et la conformation. Ces deux ensembles sont positivement corrélés et pratiquement indépendants de la vitesse de croissance pendant l'engraissement. A chacune de ces caractéristiques de la carcasse sont associées des caractéristiques musculaires différentes. Bien que cette étude n'ait pas permis d'estimer de paramètres génétique, la similitude des relations observées avec celles estimées dans une population de taurillons Charolais (Renand *et al* 1994) permet d'avancer que toute action de sélection visant à modifier les aptitudes bouchères à l'abattage pourrait avoir comme conséquence une modification des caractéristiques musculaires dans ces populations : une sélection qui viserait à accroître le potentiel génétique pour la croissance musculaire et réduire les dépôts adipeux, induirait la production de viande contenant moins de lipides, moins de collagène, moins de pigments et avec des fibres musculaires de plus petite taille.

Toutefois l'impact d'une éventuelle modification de ces caractéristiques musculaires sur les qualités de la viande est encore trop imparfaitement connu. Les relations mises en évidence sont en effet relativement modestes et seules

quelques relations semblent stables quelle que soit la population étudiée. Si une action d'amélioration des qualités de la viande devait se mettre en place il faudrait se préoccuper en priorité de ces caractéristiques en espérant que la recherche mette en évidence soit des caractéristiques musculaires plus étroitement liées aux qualités sensorielles, soit des mesures instrumentales de ces dernières utilisables en routine.

## Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre d'un projet de caractérisation des races allaitantes locales de France et de la péninsule ibérique, projet financé par la communauté européenne (FAIR 1-CT95-0702).

## Références

- Ansary M., 1974. Individualité musculaire chez le bovin : étude de l'équipement enzymatique de quelques muscles. *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique*, 14, 471-486.
- Arneith W., 1972. Über die refraktometrische Schell-fettbestimmung nach rudischer in Fleisch und Flesich-waren. *Fleischwirtschaft*, 52, 1455-1458.
- Bonnet M., Kopp J., 1984. Dosage du collagène dans les tissus conjonctifs, la viande et les produits carnés. *Cahiers Techniques INRA*, 5, 19-30.
- Briand M., Talmant A., Briand Y., Monin G., Durand R., 1981. Metabolic types of muscle in the sheep: I. Myosin ATPase, glycolytic and mitochondrial enzyme activities. *European Journal of Cell Biology*, 72, 352-361.
- Geay Y., Renand G., 1994. Importance de la variabilité génétique et du mode d'élevage des bovins sur les caractéristiques musculaires et les qualités organoleptiques de leurs viandes. *Rencontres Recherches Ruminants*, 1, 177-182.
- Hocquette J.F., Ortigues-Marty I., Pethick D., Herpin P., Fernandez X., 1998. Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat-producing animals. *Livestock Production Science*, 56, 115-143.
- Hornsey H.C., 1956. The color of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 7, 534-540.
- Lepetit J., Culioli J., 1994. Mechanical properties of meat. *Meat Science*, 36, 203-237.
- 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 Science*, 53, 115-124.
- Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J., 1951. Protein measurement with Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.
- McCormick R.J., 1994. The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Science*, 36, 79-91.
- Picard B., Leger J., Robelin J., 1994. Quantitative determination of type 1 myosin heavy chain in bovine muscle with anti myosin monoclonal antibodies. *Meat Science*, 36, 333-343.
- Renand G., Berge P., Picard B., Robelin J., Geay Y., Krauss D., Ménissier F., 1994. Genetic parameters of young Charolais bulls progeny of divergently selected sires. *Proc 5th World Congress Genet. Appl. Livest. Prod.*, August 7-12, 1994, Guelph, Canada, 19, 446-449.
- Renand G., Picard B., Touraille C., Berge P., Lepetit J., 2001. Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. *Meat Science*, 59, 49-60.

## Abstract

### *Beef traits and meat quality characterisation in three French beef production systems with Salers, Aubrac and Gascon bulls.*

Beef traits, muscle characteristics of the *Longissimus thoracis* and meat quality attributes were measured on a representative sample of young Salers, Aubrac and Gascon bulls in order to characterise a specific beef production system for each breed. Young Salers bulls were slaughtered at 19 months of age. They got the poorest conformation and their meat the highest collagen and lipids contents with the coarsest muscle fibres. Young Aubrac bulls were fattened at 24 months of age after a 5 month fattening period following a grazing rearing period. They were the leanest and got the highest pigment content. The Gasconne young bulls were slaughtered at the youngest age (16

months) and got the best slaughter yield, the lowest pigment content and the thinnest muscle fibres. Instrumental measures of meat quality showed the Salers young bulls had the darker and tougher meat, with the higher water holding capacity when grilling. The relationships between sensory meat quality attributes and muscle characteristics showed that flavour predominantly depends on intramuscular lipids content while tenderness is related to pH, muscle fibre size and collagen content.

RENAND G., HAVY A., TURIN F., 2002. Caractérisation des aptitudes bouchères et qualités de la viande de trois systèmes de production de viande bovine à partir des races rustiques françaises Salers, Aubrac et Gasconne. *INRA Prod. Anim.*, 15, 171-183.

