

## Differentiation de la qualité sensorielle des viandes par le mode de conduite chez la génisse Charolaise

M. P. OURY (1), R DUMONT (1), C. AGABRIEL (2), J. AGABRIEL (3), J. BLANQUET (4), E. DRANSFIELD (5), L. ISTASSE (6), D. MICOL (3), B. PICARD (3), M. ROUX (1)

(1) ENESAD, Equipe SEQAV, BP 87999 - 21079 Dijon Cedex - France

(2) ENITAC, Département Agricultures et Espaces, Site de Marmilhat, BP35 - 63370 Lempdes - France

(3) INRA, Unité de Recherche sur les Herbivores, Theix - 63122 Saint-Genès Champanelle - France

(4) ENESAD, LMAIS, Boulevard Olivier de Serres - 21800 Quétigny - France

(5) Wageningen UR, WCFS, PO Box 557 - 670 AN Wageningen - The Netherlands

(6) Université de Liège, Service de Nutrition, 20 Boulevard Colonster, Bat B43 - 4000 Liège - Belgique

**RESUME** - L'objectif de cette recherche est de mettre en évidence chez la génisse de race Charolaise les proximités qui peuvent exister entre le mode de conduite des animaux observé directement à la ferme et la qualité sensorielle des viandes. L'étude a concerné 99 génisses âgées de 33,4 mois (26 à 43 mois) et pesant en moyenne 381 kg de carcasse (330 à 510 kg). Leur mode de conduite sous la mère (période de naissance, complémentation), en période d'élevage (date de la mise à la pâture, rapport entre le temps passé à la pâture et celui passé à l'auge, type de fourrage, niveaux énergétiques des rations hivernales) et en période de finition (durée de la finition, type de fourrage, aliment concentré, période d'abattage) a été déterminé par enquêtes. La tendreté, la jutosité et l'intensité de saveur du muscle *rectus abdominis* (RA) ont été notées entre 0 et 10. Pour cela, une présentation monadique a été proposée à 16 jurés formés. Les propriétés physico-chimiques (force de cisaillement, collagène, lipides, protéases, isoformes de myosines, taille des fibres, enzymes métaboliques, fer héminique, couleur) ont été déterminées sur les muscles RA et *longissimus thoracis*. La diversité des modes de conduite a été organisée par analyse multidimensionnelle. Quatre classes de pratiques d'élevage ont été différenciées (BFA, MHP, HFP et HMA). La classe BFA est définie par des niveaux alimentaires bas en hiver en période d'élevage et une finition à l'auge avec une ration à base de foin ou de paille. Pour la classe MHP, il s'agit d'une conduite à niveau alimentaire moyen au cours l'hiver suivant le sevrage et d'une finition basée sur de l'herbe à la pâture. La classe HFP correspond à une conduite à niveau alimentaire haut durant l'hiver suivant le sevrage et une finition à la pâture complétement par des fourrages grossiers. Enfin, la classe HMA repose sur un niveau alimentaire haut en hiver en période d'élevage et une finition à l'auge avec une ration de base d'ensilage de maïs. Les niveaux alimentaires élevés sont à l'origine des viandes les plus tendres (5,5/10). Ils conduisent à un abattage à un âge de 32 à 33 mois et permettent un poids de carcasse de 381 et 384 kg. Les classes BFA et MHP sont à l'origine de viandes de moindre tendreté (4,8/10) mais de même teneur en lipides intramusculaires (17,8 % MS). Les génisses de ces classes sont abattues plus âgées (33 à 36 mois) pour des poids de carcasse équivalents (389 kg) ou plus faibles (360 kg) que ceux des animaux ayant un cycle plus court (HFP et HMA). La combinaison âge à l'abattage / poids de carcasse semble jouer un rôle primordial dans le déterminisme de la tendreté. En effet, l'augmentation de la tendreté se fait en parallèle de celle du gain de poids vif des animaux sur la vie. Les différences significatives de tendreté entre les quatre classes de pratiques d'élevage ne se retrouvent pas au niveau des propriétés physico-chimiques des muscles. Ce résultat peut s'expliquer par la faible part de variance des descripteurs sensoriels expliquée par les propriétés musculaires déterminées dans cette étude (de 12 % à 23 %).

## Differentiation of meat sensorial quality linked to farming practices among Charolais heifers

M. P. OURY (1), R DUMONT (1), C. AGABRIEL (2), J. AGABRIEL (3), J. BLANQUET (4), E. DRANSFIELD (5), L. ISTASSE (6), D. MICOL (3), B. PICARD (3), M. ROUX (1)

(1) ENESAD, Equipe SEQAV, BP 87999 - 21079 Dijon Cedex - France

**SUMMARY** - Ninety-nine Charolais heifers with an average age of 33 months and an average carcass weight of 381kg were used to study the relationship between farming practices and eating meat quality traits. Farm surveys were carried out to collect information about the suckling period, during the growing period and during the finishing stage. The quality of meat from the *rectus abdominis* (RA) muscle was scored between 0 and 10 by sensory analysis using four descriptors : initial tenderness, general tenderness, juiciness and flavour intensity. Physicochemical characteristics of the RA and *longissimus thoracis* muscles were measured. Four classes of breeding practices were differentiated by multiple correspondence analysis and hierarchical cluster analysis. The BFA class was based on a low feeding level during the growth period and a diet of hay and straw complemented with concentrates during the indoor finishing period. A medium feeding level during the growing period and a finishing period at pasture defined the MHP class. The HFP class was linked to a high feeding level during the growing period and roughage provision at pasture during the finishing stage. The HMA class was based on a high feeding level during the growing period and an indoor finishing stage with maize silage. The HFP and HMA classes produced the most tender meat (5.5/10). These classes were characterised by a continuous high feeding level, which allowed slaughter at a young age (32 months) resulting in high carcass weight (380 kg). BFA and MHP classes were linked to the lowest tenderness (4.8/10). The BFA and MHP classes were characterised by an extended growth period due to a low feeding level. This type of farming practice required slaughter at a more advanced age for equivalent or inferior carcass weights. An important part of tenderness variation is determined by the combination of slaughter age and carcass weight. Indeed, tenderness scores increased in parallel to life weight gain. Only 12% to 23 % of the variability of the sensorial characteristic could be explained by physicochemical properties, which is the likely reason there were only small differences of physicochemical properties in the muscles of the four classes of breeding practices.

## INTRODUCTION

De nombreux travaux ont tenté d'évaluer chez le bovin l'effet des facteurs biologiques et des techniques d'élevage sur la tendreté de la viande et les propriétés du muscle. Les impacts respectifs du type d'animal (Touraille, 1982), de sa valeur génétique ou de sa race (Dransfield *et al.*, 2003, Renand *et al.*, 2003), de son mode de conduite (Vestergaard *et al.*, 200, Hoch *et al.*, 2003) ou encore de ses poids et âge à l'abattage (Perry et Thompson, 2005) ont ainsi été largement étudiés.

Réalisés en situation expérimentale et testant l'influence individuelle de chaque facteur d'élevage, ces travaux permettent rarement d'expliquer ou de prédire globalement la tendreté de la viande d'un animal donné. Le déterminisme de la qualité sensorielle des viandes peut en effet être considéré comme multifactoriel. Il paraît donc important de s'intéresser au mode de conduite pris globalement c'est-à-dire aux effets combinés des facteurs d'élevage, pour explorer de manière plus approfondie la question de l'origine de la variabilité de la qualité sensorielle de la viande rouge.

L'objectif général de ce travail est ainsi de mettre en évidence et d'évaluer chez la génisse de race Charolaise, les proximités qui peuvent exister entre les pratiques d'élevage des animaux observées directement à la ferme et la qualité sensorielle des viandes.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Pour cette présente recherche l'organisation de producteurs Bourgogne Elevage a été sollicitée. L'objectif était de disposer d'un effectif d'une centaine de génisses, issues des campagnes de vélages 1999-2000, 2000-2001 et 2001-2002. Les génisses devaient satisfaire un critère de poids de carcasse (supérieur à 330kg), de race (Charolaise) et de provenance (née et engraisée dans la même exploitation).

Les génisses ont été choisies de telle sorte qu'elles représentent les différents modes de conduite rencontrés sur une année entière dans la zone de production de Bourgogne Elevage. Entre février 2003 et janvier 2004, 100 génisses ont été abattues. Une génisse a été retirée de l'échantillon, conduisant à un échantillon final constitué de 99 individus. Pour chaque animal, une enquête chez l'éleveur a permis de connaître l'ensemble des événements se produisant aux trois périodes clefs de l'élevage. Les conduites sous la mère et en période d'élevage ont été décrites par la période de naissance, la complémentation sous la mère, la date de la mise à la pâture l'été des 18 mois de l'animal, le rapport entre le temps passé à la pâture et celui passé à l'auge (RPA), le type de fourrage dominant en période hivernale ainsi que les niveaux énergétiques de l'alimentation les hivers après le sevrage. La période de finition a été décrite par la durée de la finition, le type de fourrage dominant, la quantité d'aliment concentré distribuée par jour ainsi que la période d'abattage.

A l'abattoir, des notations et des mesures ont permis de disposer des notes de pointage en vif, de l'âge d'abattage, du poids, de la conformation et de l'état d'engraissement des carcasses, de la composition de la sixième côte en muscle, gras et os. L'âge à l'abattage et le poids de carcasse froid ont permis de calculer le gain de poids vif moyen des animaux durant leur vie.

Pour tous les animaux, des dégustations ont été réalisées sur le muscle *rectus abdominis* (RA) prélevé 24 heures *post*

*mortem*, mis à maturer sous vide durant 14 jours à 4°C et congelé. Pour l'analyse sensorielle, les steaks décongelés, ont été cuits à 55°C à cœur sur un grill double face, puis servis à un jury entraîné qui a évalué entre 0 et 10 sur une échelle non structurée la qualité sensorielle du muscle selon quatre descripteurs : tendreté initiale (TI), tendreté globale (TG), jutosité (J) et intensité de flaveur (F).

Sur les muscles *rectus abdominis* (RA) et *longissimus thoracis* (LT) prélevés 24 heures *post mortem*, les analyses physico-chimiques suivantes ont été effectuées : couleur dans le système CIE L\* a\* b\*, teneur en fer héminique, force de cisaillement, teneurs en collagène total et soluble, teneurs en lipides intramusculaires, teneur en  $\mu$ -calpaines et en sous-unité 27K du protéasome 20S, activités enzymatiques (isocitrate déshydrogénase -ICDH-, cytochrome-c oxydase -COX-, lactate déshydrogénase -LDH-), proportion des différentes isoformes de myosine (MHC I, IIa, IIx), surface moyenne des fibres musculaires. La diversité des pratiques d'élevage a été organisée par analyse multidimensionnelle, afin de déterminer si certaines combinaisons de pratiques d'élevage permettaient d'expliquer une part plus importante de la variabilité de la qualité sensorielle des viandes que des facteurs d'élevage pris isolément. Les différentes combinaisons de pratiques d'élevage ont ensuite été comparées selon la qualité sensorielle des viandes. Les propriétés physico-chimiques musculaires ont été évaluées pour tenter d'expliquer la variabilité propriétés sensorielles observées.

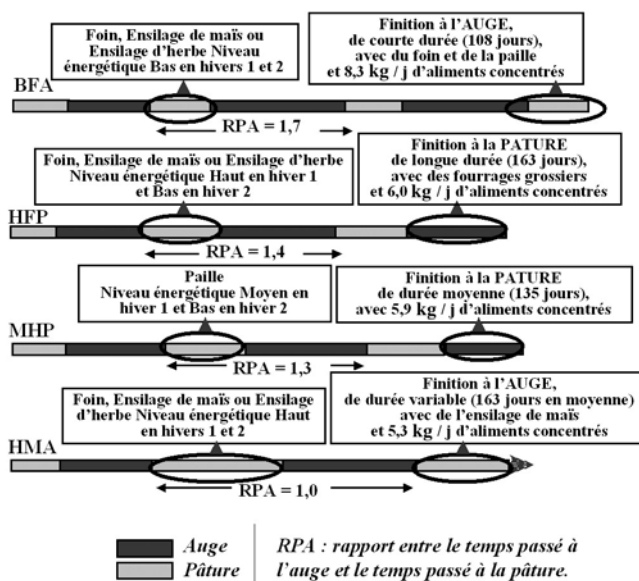
## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1 TYPOLOGIE DES PRATIQUES D'ELEVAGE DES GENISSES

Pour décrire et organiser au mieux la diversité des modes de conduite, une typologie des pratiques d'élevage a été constituée par analyse multidimensionnelle (AFCM) et classification ascendante hiérarchique (CAH).

L'AFCM et la CAH ont permis de différencier quatre classes de pratiques : BFA, HFP, MHP et HMA (figure 1).

Figure 1 : représentation des schémas de production correspondant aux quatre classes de pratique



La classe BFA (n=22) est composée de génisses mises précocement à la pâture le premier été (au mois de mars) et passant significativement plus de temps à la pâture qu'à l'auge.

En période d'élevage, les génisses sont alimentées à niveau énergétique **bas** en hiver et reçoivent des fourrages sous forme de foin, d'ensilage de maïs ou d'ensilage d'herbe. La finition, réalisée à l'auge, est de courte durée (108 jours). Le régime est constitué principalement de Foin ou de paille et d'une quantité élevée d'aliments concentrés (8,3 kg/j). Les abattages ont lieu entre janvier et mars.

**La classe HFP** (n=40) est caractérisée par une naissance des génisses en fin de saison (mars à juin). En période d'élevage, elles reçoivent en hiver du foin ou de l'ensilage (de maïs ou d'herbe), pour des niveaux énergétiques **haut** en hiver 1 et **bas** en hiver 2. La finition est longue (163 jours) et se fait à la **pâturage**, avec un apport complémentaire de fourrages grossiers et de 6 kg/j d'aliments concentrés. Les abattages se déroulent majoritairement en milieu ou fin de saison de pâturage (entre juillet et décembre).

Dans **la classe MHP** (n=13), les animaux naissent prioritairement d'octobre à février. En période d'élevage, l'alimentation hivernale est à base de paille avec plus ou moins d'aliments concentrés, conduisant à un niveau énergétique **moyen** en hiver 1 et **bas** en hiver 2. En finition, les génisses à la **pâturage** sont complétées avec 5,9 kg /j d'aliments concentrés. Les abattages sont principalement réalisés en début de saison de pâturage, entre avril et juin après une finition de 135 jours.

Les génisses de **la classe HMA** (n=24) naissent entre octobre et décembre, sont mises à la **pâturage** le premier été après le 15 avril et passent significativement moins de temps à la **pâturage** que les génisses des autres classes. En période d'élevage, elles reçoivent en hiver un niveau énergétique **haut** basé sur du foin ou de l'ensilage de maïs ou d'herbe. La finition à l'auge est longue (168 jours) et composée d'ensilage de maïs et de 5,3 kg/j d'aliments concentrés.

## 2.2 PERFORMANCES A L'ABATTAGE SELON LA CLASSE DE PRATIQUES D'ELEVAGE DES GENISSES

Les classes de pratiques correspondent à des âges à l'abattage, des poids de carcasse et des gains de poids vif significativement différents (tableau 1).

**Tableau 1** : performances à l'abattage associées aux 4 classes de pratiques

Classe de pratiques	BFA	HFP	MHP	HMA	Test p=
Effectif	22	40	13	24	
Age (mois)	35,9 <sup>b</sup>	32,3 <sup>a</sup>	33,3 <sup>ab</sup>	33,0 <sup>a</sup>	0,010
Poids de carcasse (kg)	389 <sup>b</sup>	381 <sup>b</sup>	362 <sup>a</sup>	384 <sup>b</sup>	0,083
Gain de poids vif (g/j de vie)	626 <sup>a</sup>	687 <sup>c</sup>	638 <sup>ab</sup>	676 <sup>bc</sup>	0,019
% tissu adipeux dans la sixième côte désossée	22,2 <sup>b</sup>	19,5 <sup>a</sup>	20,2 <sup>ab</sup>	22,5 <sup>b</sup>	0,022
Note d'état en vif (/ 10)	6,7	6,8	7,0	7,1	0,104

a, b, c : moyennes significativement différentes (p<0,10)

Les génisses de la classe BFA sont abattues significativement plus âgées (35,9 mois) que celles des classes HFP (32,3 mois) et HMA (33,0 mois), celles de la classe MHP ayant un âge intermédiaire à l'abattage (33,3 mois). Cette classe MHP est en revanche abattue significativement plus légère (362 kg) que les classes BFA, HFP et HMA (389, 381 et 384 kg). Cette combinaison âge à l'abattage / poids de carcasse conduit à des gains de poids vif moyens par jour de vie croissants entre les classes BFA, MHP, HMA et HFP. La finition à la **pâturage** (classes HFP et MHP) semble conduire à des pourcentages de dépôts adipeux dans la sixième côte désossée significativement inférieurs à la finition à l'auge (classes BFA et HMA),

malgré des notes d'état identiques. Le développement des dépôts adipeux se faisant successivement dans les tissus intermusculaires, sous-cutanés puis intramusculaires (Pethick *et al.*, 2005), il est logique que les différences d'adiposité soient visibles en premier lieu au niveau des dépôts adipeux intermusculaires.

## 2.3 PROPRIETES SENSORIELLES DU MUSCLE RECTUS ABDOMINIS SELON LA CLASSE DE PRATIQUES D'ELEVAGE DES GENISSES

Selon la classe de pratiques, les viandes présentent des notes de tendreté initiale et de tendreté globale significativement différentes et des notes de jutosité et d'intensité de flaveur équivalentes (tableau 2).

Les viandes des classes HFP et HMA ont des notes de tendreté significativement supérieures à celles des classes BFA et MHP. Les viandes les plus tendres correspondent aux animaux ayant eu une conduite à niveau énergétique haut en période d'élevage, tandis que les viandes les moins tendres proviennent de génisses conduites à niveau énergétique bas. Il semble donc que les classes de pratiques d'élevage influencent les propriétés sensorielles des viandes essentiellement par une modification de la croissance ou du gain de poids de l'animal. Pour un âge donné, les génisses les plus lourdes, c'est-à-dire ayant les gains de poids vif sur la vie les plus élevés, fournissent les viandes les plus tendres. Nous confirmons donc qu'à âge égal l'augmentation du poids de carcasse est favorable à la qualité de la viande (Sanudo *et al.*, 2004). Par contre, si l'âge à l'abattage diffère, les génisses les plus jeunes sont à l'origine des viandes les plus tendres.

**Tableau 2** : qualité sensorielle et caractéristiques physico-chimiques<sup>1</sup> des viandes des génisses selon la classe de pratiques d'élevage

Classe de pratiques	BFA	HFP	MHP	HMA	Test p=
Effectif	22	40	13	24	
Note de TI (/10)	5,2 <sup>a</sup>	5,8 <sup>bc</sup>	5,4 <sup>ab</sup>	6,0 <sup>c</sup>	0,003
Note de TG (/10)	4,8 <sup>a</sup>	5,5 <sup>b</sup>	4,9 <sup>a</sup>	5,6 <sup>b</sup>	0,002
Note de J (/10)	5,2	5,4	5,2	5,2	0,482
Note de F (/10)	5,8	5,6	5,8	5,8	0,187
Luminance du RA (L* p 100)	35,0 <sup>b</sup>	33,3 <sup>a</sup>	32,7 <sup>a</sup>	33,6 <sup>ab</sup>	0,046
Surface moyenne des fibres du LT ( $\mu\text{m}^2$ )	2455 <sup>a</sup>	2545 <sup>a</sup>	2729 <sup>ab</sup>	2914 <sup>b</sup>	0,057
Teneur en lipides du LT (% MS)	15,1 <sup>ab</sup>	15,7 <sup>ab</sup>	12,7 <sup>a</sup>	17,6 <sup>b</sup>	0,098

<sup>1</sup> Seules les propriétés significativement différentes sont indiquées

a, b, c : moyennes significativement différentes (p<0,10)

De manière analogue, lorsque l'on met en relation chaque descripteur sensoriel avec les résultats d'abattage, on observe que l'âge à l'abattage des animaux est corrélé avec les descripteurs de tendreté initiale et globale (- 0,32) confirmant ainsi la corrélation négative existant entre l'âge à l'abattage et la tendreté de la viande (*cf.* revue Renand *et al.*, 2001). De même, la jutosité de la viande paraît globalement dépréciée par l'augmentation de l'âge à l'abattage des animaux (- 0,18). Le poids de carcasse est légèrement corrélé positivement aux notes d'intensité de flaveur (+0,17), comme précédemment établi (Renand *et al.*, 2001). Le gain de poids vif moyen sur la vie est corrélé positivement avec les notes des descripteurs sensoriels de tendreté initiale (+ 0,37), tendreté globale (+ 0,37) et jutosité (+ 0,26). Une augmentation de l'âge à l'abattage et un plus faible gain de poids vif sur la vie sont donc défavorables à la tendreté de la viande.

## 2.4 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES MUSCLES SELON LA CLASSE DE PRATIQUES D'ÉLEVAGE DES GENISSES

Les caractéristiques physico-chimiques musculaires que nous avons étudiées sont pour la plupart équivalentes entre les classes de pratiques d'élevage. Toutefois, pour le muscle RA, la finition à l'auge (classes BFA et HMA) favorise les viandes claires par rapport à la finition à la pâture (tableau 2). La couleur des viandes des animaux finis à la pâture est en effet généralement notée plus sombre que celle des animaux finis à l'auge (Schroeder *et al.*, 1980, Bidner *et al.*, 1985, McCaughey et Cliplef, 1996, Vestergaard *et al.*, 2000). Il est intéressant de noter que l'effet de la classe de pratiques n'agit pas sur la tendreté par l'intermédiaire ni du collagène ni de la force de cisaillement ( $p > 0,10$ ).

Pour le muscle LT, la classe HMA, caractérisée par une conduite "plutôt intensive" amène à des surfaces des fibres musculaires significativement supérieures à celles des classes BFA et HFP (tableau 2). Cette tendance se retrouve également pour le muscle RA. Les génisses finies à la pâture (classe MHP) présentent des teneurs en lipides intramusculaires inférieures à celles des génisses finies à l'auge (classe HMA) dans le muscle LT (12,7 vs 17,6 %, tableau 2), confirmant ainsi les observations de Jurie *et al.* (2004).

Par calcul de régressions multiples, 22,1 % de la variance pour le descripteur de tendreté initiale, 22,9 % pour celui de tendreté globale, 18,6 % pour celui de jutosité et 12,5 % pour celui d'intensité de flaveur sont expliqués par les caractéristiques physico-chimiques suivantes : force de cisaillement, teneurs en collagène total et soluble, teneurs en  $\mu$ -calpaines et en sous-unité 27K du protéasome 20S, surface moyenne des fibres musculaires, proportion des différentes isoformes de myosine, activités des enzymes ICDH, LDH et COX, teneurs en lipides intramusculaires et en fer héminique. Ces résultats sont ainsi proches des observations de nombreux auteurs qui s'accordent pour conclure qu'au maximum, 36 % de la variance des descripteurs sensoriels peut être expliquée par ces caractéristiques physico-chimiques musculaires (Renand *et al.*, 2001, Dransfield *et al.*, 2003, Maltin *et al.*, 2003, Hocquette *et al.*, 2004).

## CONCLUSION

A l'origine de ce travail, nous nous sommes demandé quelles combinaisons de pratiques d'élevage permettraient de discriminer les viandes selon leurs qualités sensorielles.

Les résultats de croissance et les performances d'abattage des animaux semblent jouer un rôle important dans la construction de la qualité sensorielle et notamment de la tendreté. La combinaison âge à l'abattage / poids de carcasse semble en effet primordiale dans le déterminisme de la tendreté. Ainsi, les combinaisons de pratiques d'élevage qui conduisent à une augmentation du gain de poids vif sur la vie des animaux sont les plus favorables à la tendreté de la viande.

A un poids de carcasse donné, l'effet de l'âge reste à considérer. Ainsi, selon le potentiel de croissance de chaque animal, les éleveurs disposent d'au moins deux voies de conduite des génisses de manière à optimiser la qualité sensorielle de la viande. Lorsque la génisse a un potentiel de croissance faible, l'éleveur a intérêt à limiter la durée du cycle de production et à l'abattre jeune pour qu'elle fournisse une viande tendre en bénéficiant ainsi de l'effet âge. En revanche, lorsque la génisse a un potentiel de croissance plus élevé et peut ainsi maintenir un gain de poids vif équivalent à celui des génisses plus jeunes, l'éleveur a plutôt intérêt à allonger le cycle de production. La génisse abattue plus âgée pourrait ainsi conduire à des viandes de tendreté équivalente voire supérieure, mais il conviendrait de réaliser d'autres observations pour le vérifier.

*Les auteurs remercient le personnel des équipes SEQAV de l'ENESAD et C2M de l'INRA de Theix. Cette étude a bénéficié du soutien financier de l'ENESAD et de l'INRA dans le cadre du programme INRA-INAO sur l'étude des relations entre les systèmes de production et la typicité des viandes liée à leur origine géographique.*

- Bidner T. D., Montgomery R. E., Bagley C. P., Mc Millin K. W., 1985.** *Journal of Animal Science*, 61, 584-589
- Dransfield E., Martin J. F., Bauchart D., Abouelkaram S., Lepetit J., Culioli J., Jurie C., Picard B., 2003.** *Animal Science*, 76, 387-399
- Hoch T., Begon C., Cassar-Malek I., Picard B., Savary-Auzeloux I., 2003.** INRA Productions Animales, 16, 49-59
- Hocquette J. F., Ortigues-Marty I., Picard B., Doreau M., Bauchart D., Micol D., 2004.** *Viandes et Produits Carnés*, 24, 7-18
- Jurie C., Ortigues-Marty I., Micol D., Cassar-Malek I., Dozias D., Picard B., Hocquette J. F., 2004.** *Viandes et Produits Carnés Hors Série*, 10, 71-72
- Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., Delday M., 2003.** *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 337-347
- McCaughey W. P., Cliplef R. L., 1996.** *Journal of Animal Science*, 76, 149-152
- Perry D., Thompson J. M., 2005.** *Meat Science*, 69, 691-702
- Pethick D. W., Fergusson D. M., Gardner G. E., Hocquette J. F., Thompson J. M., Warner R., 2005.** In : *Indicators of milk and beef quality*, J.F. Hocquette and S. Gigli (Ed), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 95-110
- Renand G., Picard B., Touraille C., Berge P., Lepetit J., 2001.** *Meat Science*, 59, 49-60
- Renand G., Larzul C., Le Bihan-Duval E., Le Roy P., 2003.** INRA Productions Animales, 16, 159-173
- Sanudo C., Macie E. S., Olleta J. L., Villarroel M., Panca B., Alberti P., 2004.** *Meat Science*, 66, 925-932
- Schroeder J. W., Cramer D. A., Bowling R. A., Cook C. W., 1980.** *Journal of Animal Science*, 50, 852-859
- Touraille C., 1982.** *Bulletin Technique C.R.Z.V. Theix, INRA*, 48, 37-41
- Vestergaard M., Therkildsen M., Henckel P., Jensen L. R., Andersen H. R., Sejrsen K., 2000.** *Meat Science*, 54, 187-195