

Production de veaux rosés Salers : Effets du fourrage et de l'aliment concentré sur les caractéristiques zootechniques et sur les qualités organoleptiques de la viande

E. SERRANO (1), P. PRADEL (2), J. AGABRIEL (1), R. JAILLER (1), H. DUBROEUCQ (1), D. MICOL (1)

(1) URH INRA-Clermont-Theix, 63122 Saint Genès de Champanelle

(2)INRA, Unité Expérimentale de Marcenat, 15190 Marcenat

RESUME - Les "veaux rosés" sont des animaux voisins des broutards allaitants, ils sont élevés et engraisés sous la mère et abattus à 9-11 mois environ. L'expérimentation porte sur l'effet de l'alimentation sur les caractéristiques de veaux Salers, produits sous la mère et finis vers 10 mois, de leur carcasse et leur viande obtenues (pH, couleur et qualité sensorielle). Le dispositif expérimental comprend 20 veaux Salers, alimentés avec du lait jusqu'à 4,5 mois d'âge, puis répartis à la mise à l'herbe au printemps en 5 lots : 4 lots logés dans des cases individuelles alimentés avec deux types de fourrage (foin ou herbe coupée) et selon deux niveaux d'apports d'aliments concentrés (*ad libitum* ou moitié de cette quantité) en complément du lait tété de la mère et 1 lot témoin au pâturage avec les mères et du concentré disponible *ad libitum*. Ces systèmes de production permettent de produire des carcasses d'environ 210 kg et relativement maigres. Seul le facteur "niveau de concentré" affecte la vitesse de croissance. Le gain moyen quotidien des lots "haut concentré" est supérieur (de 100 g/jour environ pour 1,5 kg/jour de concentré en plus) à celui des lots "bas concentré". Ces différences aboutissent à des carcasses d'environ 15 kg plus lourdes mais sans différence d'état d'engraissement. Ni le type de fourrage ni le niveau de concentré n'ont un effet sur le pH ou sur les paramètres de couleur L* et a* (CIE LAB). Les valeurs de b* ont tendance à être plus élevées chez les animaux à l'herbe. La viande des animaux au pâturage présente des valeurs du paramètre de luminosité L*, de tendreté et de jutosité moins élevées.

Salers suckling young bull production: the effects of forage type and concentrate level on performances and organoleptic quality of meat

E. SERRANO (1), P. PRADEL (2), J. AGABRIEL (1), R. JAILLER (1), H. DUBROEUCQ (1), D. MICOL (1)

(1) URH INRA-Theix 63122 St Genes de Champanelle

SUMMARY - The "veaux rosé" are young suckling bulls slaughtered between 9 and 11 months of age. The aims of this work were to investigate young suckling Salers bull production systems and to study the effect of the diet (type of forage and level of concentrate) on performances, carcass characteristics and meat quality (pH, colour and sensory quality). Twenty male calves were split into five groups according to the diet. Four groups were housed in individual pens and fed on one of two forages (hay or grass), one of two concentrate levels (*ad libitum* or half of *ad libitum*) and suckled milk. The fifth control group was at pasture with mothers and an *ad libitum* concentrate. This production system allowed obtaining relatively lean carcasses of 210 kg on average. The high concentrate fed groups exhibited slightly higher ADWG than the low concentrate fed groups (approximately 100 g/day for 1.5 kg/day of concentrate). High concentrate feeding increased carcass weight by 15 kg but these differences did not induce differences in carcass fatness. Neither forage type nor concentrate level affected pH, L* or a* values. b* values tended to be higher in grass fed groups. The meat of animals raised at pasture obtained the lowest values of L*, tenderness and juiciness.

INTRODUCTION

La finition d'une partie des broutards en veaux 'rosés' à partir des troupeaux allaitants peut être une source de diversification pour ce type d'élevage. Elle semble spécialement intéressante dans les zones à fortes contraintes, comme la montagne. Les "veaux rosés" sont des animaux voisins des broutards allaitants (majoritairement vendus en maigre pour l'engraissement), élevés et engraisés sous la mère et abattus à 9-11 mois environ. Cependant les itinéraires de production (âge d'abattage, niveau de concentré de la ration, utilisation de d'herbe ou de fourrages conservés) et les effets de ces itinéraires sur les performances, la qualité des carcasses et la qualité organoleptique de la viande, restent à définir.

L'expérimentation mise en place porte sur l'effet de l'alimentation (type de fourrage et niveau de concentré) apportée au veau sur les caractéristiques zootechniques vers 10 mois d'âge et sur celles des carcasses et des viandes.

1. MATERIEL ET METHODES

Le dispositif expérimental comprend 20 veaux Salers, nés en moyenne le 2 janvier, alimentés au lait sous la mère jusqu'à 4,5 mois d'âge, puis répartis à la mise à l'herbe mi-mai en 5 lots :

Traitements FB (foin - bas concentré) et FH (foin -haut concentré) : Les veaux (n=4 par lot), logés dans des cases individuelles, reçoivent des rations à base de foin de dactyle,

deux niveaux d'aliments concentrés (*ad libitum* ou moitié de cette quantité) et boivent le lait de leur mère (tétée 2 fois par jour). Les vaches reçoivent également un foin de dactyle.

Traitements HB (herbe - bas concentré) et HH (herbe - haut concentré) : Les veaux (n=4 par lot), logés aussi dans des cases individuelles, reçoivent des rations à base d'herbe verte coupée, deux niveaux de concentrés (*ad libitum* et moitié de cette quantité) plus le lait de leur mère (tétée 2 fois par jour). Les vaches pâturent de l'herbe verte à l'extérieur.

Traitement TP (Témoin pâturage) : Les veaux restent au pâturage en altitude avec leurs mères et ont accès à un distributeur de concentré *ad libitum*.

Les veaux sont abattus à 10 mois d'âge.

Les mesures portent sur :

- le niveau d'ingestion individuel des différents aliments (mesure 5 jours par semaine pour les fourrages et le concentré, lots FB, FH, HB et HH et 1 fois par semaine pour le lait bu) et l'évolution du poids vif (pesée des animaux 1 fois par semaine),
- le poids final, l'état d'engraissement (classification de 0 à 5) et la conformation (classification EUROP, échelle de 0 à 15) des carcasses et le poids des différents tissus de la carcasse,
- le pH et la couleur (paramètres L*, a*, b* du système CIE LAB) mesurée 24 heures après l'abattage sur les muscles *Rectus abdominis* (RA) et *Semitendinosus* (ST),

- les qualités organoleptiques de la viande (muscle *Longissimus thoracis* : LT) appréciées par un jury d'évaluation sensorielle entraîné.

Enfin, compte tenu du faible effectif du dispositif, les tests statistiques effectués n'indiquent que des tendances.

2. RESULTATS

2.1. INGESTION

Le tableau 1 résume l'ingestion moyenne de lait, de concentrés et de fourrage sur la période expérimentale (151±14 j, de la mise à l'herbe à l'abattage). L'ingestion totale de lait des 4 lots n'est pas différente. L'ingestion de concentrés des lots maintenus *ad libitum* atteint 455±24 et 488±37 kg au total pour les lots FH et HH. Cette consommation augmente de 0,5 kg à 5,5 kg/jour, approximativement sur la période (figure 1, b) et elle est, comme prévu, presque le double de la consommation des lots FB et HB (264±18 et 257±19 kg au total). L'ingestion moyenne journalière de fourrage des lots bas niveau de concentré est, d'environ, 1,8 fois supérieure à celle des lots haut niveau de concentré (1,33±0,19 contre 2,41±0,22 kg/j en moyenne). Sur l'ensemble de la période expérimentale, le type de fourrage n'affecte pas l'ingestion moyenne

journalière de fourrage. La figure 1-b- met en évidence que l'effet de substitution du concentré au fourrage est plus important après la 13^{ème} semaine pour les lots à l'herbe que pour les lots au foin.

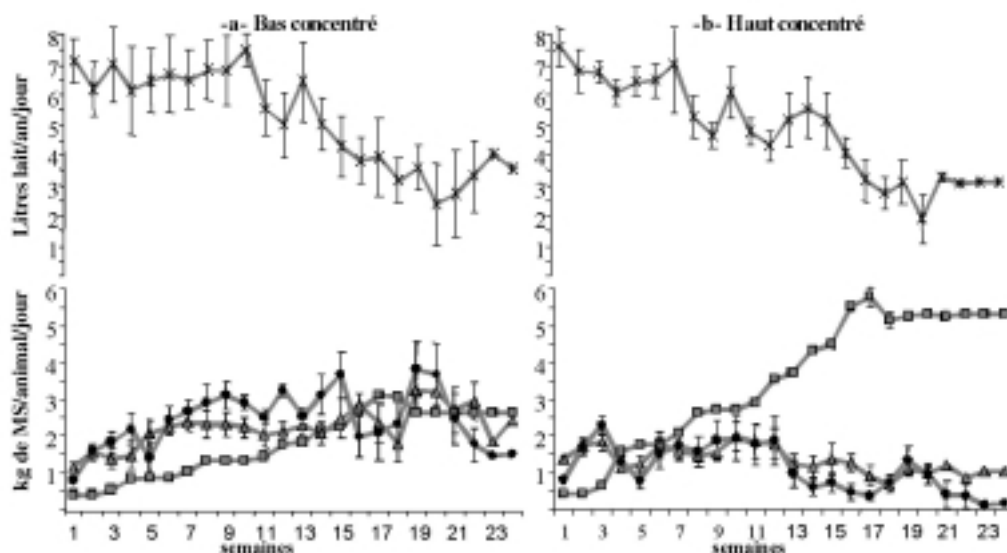
Les quantités d'énergie nette (UFL) et de PDI sont affectées par le type de fourrage (P=0,06 et 0,03, respectivement) et par le niveau de concentré (P=0,003 et 0,001, respectivement). Les valeurs du lot FB sont significativement plus faibles que celles des autres lots (P<0,1), en liaison avec la valeur alimentaire moindre du foin utilisé (0,62 UFL). Les quantités ingérées d'énergie et de PDI du lot HH sont plus élevées que celle du lot HB (P<0,1) ; celles du lot FH sont intermédiaire entre les lots HB et HH (P>0,1). L'efficacité alimentaire de la ration la plus élevée (exprimée en gain moyen quotidien/UFL) est observée pour le lot FB, suivi des lots FH, HB et HH, mais ces différences ne sont pas significatives (P>0,1).

L'ingestion totale de concentrés du lot TP est, en moyenne, de 377 kg, soit 17 et 23 % plus élevée que celle des lots FH et HH. Par contre, les valeurs moyennes d'ingestion de lait totale ou journalière (942±146 kg et 5,86±0,73 kg/jour) sont plus élevées, mais non significativement différentes des valeurs des autres lots.

Tableau 1 : effet du type de fourrage et du niveau de concentrés sur les quantités ingérées et sur l'utilisation de l'énergie.

	FB	FH	HB	HH	s.e.m	Type de Fourrage	Niveau de Concentré
Ingestion de lait (kg/jour)	5,17	5,17	5,23	5,02	0,58	P=0,94	P=0,85
Ingestion de concentré (kg MS/jour)	1,73 ^b	3,18 ^a	1,71 ^b	3,26 ^a	0,06	P=0,62	P=0,0001
Ingestion de fourrage (kg MS/jour)	2,26 ^a	1,41 ^b	2,55 ^a	1,24 ^b	0,30	P=0,84	P=0,003
Ingestion d'énergie nette (UFL/jour)	4,75 ^c	5,76 ^{a,b}	5,40 ^b	5,96 ^a	0,21	P=0,065	P=0,003
Ingestion de PDI (g/jour)	482,5 ^c	595,9 ^{a,b}	560,5 ^b	623,3 ^a	21,4	P=0,029	P=0,001
Efficacité alimentaire							
Gain de Poids vif (kg/j)/UFL	0,255	0,234	0,234	0,232	0,008	P=0,18	P=0,20

Figure 1. Ingestion volontaire de concentré (■), foin (▴), herbe (●) et lait (×) des lots bas et haut niveau de concentré



2.2. CROISSANCE ET CARACTERISTIQUES D'ABATTAGE.

Le poids initial (à la mise à l'herbe, à 141 j ± 9 d'âge) atteint en moyenne 166 kg ± 9. L'âge à l'abattage n'est pas différent entre les lots (291 j ± 6).

Seul le niveau d'apport de concentrés affecte la vitesse de croissance (GMQ) (1248 vs. 1354 g/j respectivement, P=0,09) (tableau 2). Ainsi, les valeurs les plus élevées de poids vif à l'abattage (PV) correspondent aux lots haut

niveau de concentré mais ces différences avec les lots bas niveau de concentré ne sont pas significatives (P=0,13). Le niveau de concentré affecte significativement le poids vif vide (PVV) (P=0,05) et le poids de carcasse (P=0,07). Les animaux du lot HH ont des poids vif vide (PVV) et des poids de carcasse les plus élevés (+ 15 kg) suivis des lots FH, HB et FB, ces différences entre lots sont significatives (P<0,1) seulement sur le PVV des lots HH et FB.

Le GMQ du lot TP (1542 g/jour) est plus élevé que celui des autres lots ($P<0,05$). Ce lot a aussi les valeurs les plus élevées de PV, de PVV et de poids de carcasse (395, 348 et 230 kg, respectivement) mais ces différences entre lots sont significatives seulement sur le PV, le PVV et le poids de carcasse du lot TP avec le PV des lots FB, FH, HB ($P<0,1$), le PVV du lot FB ($P<0,05$) et le poids de carcasse des lots FB et HB ($P<0,1$). Le rendement vrai (poids de carcasse/PVV) du lot TP est plus élevé que celui des autres lots ($P<0,05$) (66,2 vs. 64,2 %). Le niveau de concentré affecte le poids de muscles de la carcasse ($P=0,04$). Les animaux du lot HH présentent des poids de muscles plus élevés que les animaux des lots FB et HB. Par contre, le poids des tissus adipeux de la carcasse n'est pas affecté par le type de fourrage ni par le niveau de concentré ($P=0,2$ et $0,5$). Le poids de muscles de la carcasse du lot TP est plus élevé que ceux des lots FB et HB ($P<0,05$).

Les notes d'engraissement et de conformation des carcasses ne sont pas significativement différentes pour des comparaisons réalisées ($P>0,1$) (tableau 2). Les valeurs les plus élevées de note de conformation de la carcasse sont

atteintes par les lots HH et TP, les notes d'engraissement les plus élevées s'observent chez les lots FB et HB, pour des poids de carcasse légèrement moindre.

2.3. pH ET COULEUR DE LA VIANDE

Les valeurs de pH ne sont affectées ni par le type de fourrage ni par le niveau de concentré ($P>0,1$) pour les muscles considérés (tableau 3). Les valeurs de pH des muscles des animaux du lot TP ne sont pas non plus différentes des valeurs des autres lots. En matière de couleur de la viande (tableau 3), on observe en premier lieu une tendance à des valeurs plus élevées de b^* pour les lots alimentés à l'herbe par rapport à ceux alimentés au foin ($P=0,15$ et $0,16$ pour les muscles RA et ST). Le lot TP présente des valeurs de b^* les plus élevées, significativement ($P<0,05$) plus importantes que celles des deux lots au foin. Les valeurs L^* et a^* du lot TP ont tendance à être plus faibles et plus élevées, respectivement, que ceux des autres lots considérés.

2.4. QUALITE SENSORIELLE DE LA VIANDE

Le lot TP obtient les notes les plus basses de tendreté et jutosité (tableau 4). Ces valeurs de tendreté et jutosité sont significativement inférieures ($P<0,05$) à celles des lots FH et HH.

Tableau 2 : gain de poids moyen quotidien, poids à l'abattage et caractéristiques des carcasses.

	Comparaison des cinq lots							Comparaison		
	FB	FH	HB	HH	TP	s.e.m	Lot	Type fourrage - Niveau concentré		
								s.e.m	Fourrage	Concentré
Poids vif (kg)	349,8 ^d	359,5 ^d	354,0 ^d	373,2 ^{cd}	394,7 ^c	9,5	P=0,03	8,6	P=0,32	P=0,13
Gain moyen quotidien (g/jour)	1232 ^b	1340 ^b	1264 ^b	1368 ^b	1542 ^a	55	P=0,01	56	P=0,60	P=0,09
Poids vif vide (kg)	307,9 ^b	331,1 ^{ab}	312,2 ^{ab}	334,0 ^a	347,8 ^a	10,9	P=0,10	9,9	P=0,73	P=0,05
Poids de carcasse (kg)	197,8 ^d	211,7 ^{cd}	200,2 ^d	215,6 ^{cd}	230,4 ^c	7,9	P=0,07	7,1	P=0,67	P=0,07
Rendement vrai (%)	64,3 ^b	63,9 ^b	64,1 ^b	64,5 ^b	66,2 ^a	0,50	P=0,04	0,48	P=0,67	P=0,99
Composition de la carcasse										
Muscle (kg)	140,8 ^b	151,7 ^{ab}	141,6 ^b	154,5 ^a	164,8 ^a	5,9	P=0,07	5,1	P=0,74	P=0,04
Tissus adipeux (kg)	21,7	22,7	23,2	24,0	24,0	1,2	P=0,15	1,2	P=0,25	P=0,45
Os (kg)	35,3	37,2	35,3	37,1	39,6	1,2	P=0,11	1,2	P=0,95	P=0,16
Tissu adipeux totaux (kg)	29,2	32,3	32,3	33,4	35,7	2,1	P=0,32	1,9	P=0,30	P=0,30
Note d'engraissement	2,23	2,13	2,25	2,13	2,12	0,16	P=0,95	0,12	P=0,96	P=0,55
Note de conformation	5,57	5,57	5,76	6,85	7,16	0,54	P=0,16	0,50	P=0,22	P=0,36

Tableau 3 : pH et couleur des muscles *Rectus abdominis* (RA) et *Semitendinosus* (ST)

	Comparaison des cinq lots							Comparaison		
	FB	FH	HB	HH	TP	s.e.m	Lot	Type fourrage - Niveau concentré		
								s.e.m	Fourrage	Concentré
<i>Rectus abdominis</i>										
pH 24 h	5,78	5,76	5,87	5,74	5,72	0,05	P=0,40	0,06	P=0,58	P=0,25
L^*	36,75	35,38	36,08	36,36	31,40	1,62	P=0,18	1,80	P=0,93	P=0,77
a^*	8,35	7,01	8,12	7,34	11,00	1,14	P=0,16	1,22	P=0,97	P=0,40
b^*	9,87	8,73	12,06	10,55	14,04	1,21	P=0,06	1,31	P=0,15	P=0,33
<i>Semitendinosus</i>										
pH 24 h	5,65	5,73	5,70	5,72	5,72	0,04	P=0,30	0,05	P=0,66	P=0,30
L^*	37,81	37,81	37,94	35,38	35,27	1,45	P=0,48	1,56	P=0,48	P=0,43
a^*	8,73	7,61	8,19	8,37	8,79	0,83	P=0,85	0,85	P=0,90	P=0,59
b^*	12,34	12,58	13,32	13,10	14,80	0,55	P=0,05	0,50	P=0,16	P=0,98

Tableau 4 : caractéristiques organoleptiques de la viande du muscle *Longissimus thoracis* (LT)

	FH	HH	TP	s.e.m	Lot	Dégustateur
Tendreté	5,17 ^a	5,42 ^a	4,14 ^b	0,96	P=0,01	P=0,004
Jutosité	4,60 ^a	4,79 ^a	3,63 ^b	0,75	P=0,003	P<0,0001
Flaveurs						
Carton	1,55	1,43	1,77	0,49	P=0,33	P<0,0001
Métal	1,48	1,43	1,48	0,67	P=0,98	P<0,0001
Sang	1,59	1,11	1,16	0,67	P=0,25	P<0,0001
Lait	0,87	1,07	1,01	0,41	P=0,57	P<0,0001
Gras	0,88	1,00	0,96	0,65	P=0,92	P<0,0001
Herbe	0,87	0,93	1,06	0,49	P=0,72	P<0,0001

3. DISCUSSION

Le système de production pratiqué permet d'atteindre des carcasses d'environ 210 kg et relativement maigres. La vitesse de croissance des lots "haut concentré" est supérieure (de 100 g/jour environ pour 1,5 kg de concentré/jour en plus) à celle des lots "bas concentré".

Les animaux sur les régimes "haut niveau de concentré" fournissent des carcasses d'environ 15 kg plus lourdes. Les différences observées au niveau de la vitesse de croissance entre les lots haut et bas niveau de concentré se traduisent en différences du poids de carcasse liées à un poids de muscles plus élevé mais sans aucun effet au niveau de l'état d'engraissement de la carcasse. Le niveau d'engraissement de la carcasse peut être modifié par plusieurs facteurs comme le sexe, l'âge, le génotype et la vitesse de croissance (Micol *et al.*, 1993). Normalement les vitesses de croissance élevées sont associées à des carcasses plus grasses, mais très souvent les expériences sur ce type de résultats ont été réalisées avec des animaux beaucoup plus âgés et/ou de sexe différent (Steen et Kilpatrick, 1995 ; Listrat *et al.*, 1999 ; French *et al.*, 2001 ; Sami *et al.*, 2004) que ceux de cette étude. En accord avec nos résultats, Sinclair *et al.*, (1998) obtiennent des différences significatives sur le poids de carcasse mais pas sur l'engraissement chez des taurillons Charolais abattus entre 10 et 19 mois et ayant eu des différences de vitesse de croissance d'environ 600 g/jour.

L'absence d'effet des différentes stratégies d'alimentation sur le pH de la viande observée dans notre étude est en accord avec les résultats d'autres auteurs (French *et al.*, 2000 et 2001 ; Sinclair *et al.*, 2001 ; Sami *et al.*, 2004 ; Varela *et al.*, 2004) et indique que tous les régimes ont apporté l'énergie suffisante pour avoir une évolution normale du pH *post mortem*.

Ni le type de fourrage ni le niveau de concentré n'ont eu d'effet sur les paramètres de couleur L* et a*. Pour les deux muscles étudiés, les valeurs du paramètre b* montrent une tendance à être plus élevées chez les animaux alimentés avec de l'herbe coupée. D'un autre côté, les animaux au pâturage présentent les valeurs les plus basses du paramètre L*. On considère que la viande des animaux produits au pâturage est très souvent moins claire que la viande des animaux produits à l'auge et alimentés avec des concentrés (Priolo *et al.*, 2001). French *et al.*, (2000 et 2001) n'observent pas de différence des paramètres de couleur chez des bœufs finis à l'ensilage d'herbe, à l'herbe ou au foin selon plusieurs niveaux de concentré. Varela *et al.*, (2004) n'observent pas, non plus, de différences de couleur de la viande chez de jeunes bœufs finis pendant 3 mois au pâturage ou avec de l'ensilage de maïs et du concentré, abattus au même âge et au même poids vif. Au contraire, Nuernberg *et al.*, (2004) observent des valeurs plus faibles du paramètre L* chez des taurillons finis à l'herbe que chez ceux finis au concentré. Ces auteurs associent ces différences à l'activité physique plus élevée des animaux finis à l'herbe, utilisant le pâturage. En accord avec nos observations, Monserrat *et al.*, (2001) obtiennent des valeurs plus élevées du paramètre b* pour la viande de taurillons finis à l'herbe, que pour celle de taurillons finis au concentré.

La viande des animaux au pâturage conduit à des appréciations de tendreté et jutosité inférieures à celles des animaux des autres lots. Les résultats sur les caractéristiques métaboliques et histologiques des muscles (Serrano *et al.*, données non publiées) indiquent que les animaux au pâturage ont des muscles plus oxydatifs et constitués de fibres plus grosses. Plusieurs auteurs (Jurie *et al.*, 1998 ; Renand *et al.*, 2001) associent ces caractéristiques à une viande moins tendre mais pas moins

juteuse (ce dernier paramètre est plus associé à d'autres caractéristiques, telles que la teneur et la nature des lipides de la viande, (Geay *et al.*, 2002). Ces différences de jutosité pourraient s'expliquer par la corrélation entre les notes de tendreté et jutosité ($r=0,46$; $P<0,0001$). Cette observation sur la tendreté moindre de la viande des animaux au pâturage pourrait, peut être, être modulée en pratiquant des périodes de maturation plus longues que celles utilisées dans ce travail (8 jours). Ce fait met en évidence l'effet possible de la durée de la période de maturation entre la production et la commercialisation de viande de qualité produite à l'herbe. Il ne ressort pas de différence sur la flaveur des viandes, alors qu'un effet de la nature très différente des fourrages aurait pu être attendu.

CONCLUSION

Les résultats obtenus doivent être largement modulés par la faiblesse des effectifs d'animaux mis en jeu par modalité et de ce fait par la faible portée statistique du dispositif. Les différents régimes alimentaires utilisés ont eu des effets faibles sur les performances, les caractéristiques de carcasse et la qualité de la viande obtenue. Le type d'animal produit présente la remarquable caractéristique d'un état d'engraissement très faible, ce qui peut être valorisé dans un contexte de demande de viande relativement maigre. Les résultats obtenus indiquent aussi que l'activité physique associée au pâturage peut aussi se révéler un facteur influençant la tendreté, caractéristique essentielle de la qualité de la viande.

Nous tenons à remercier Isabelle Constant (URH), le personnel du Domaine INRA de Marcenat, de l'abattoir de l'INRA de Theix et M. C. Bayle pour la mise en place et la suivi de cette expérimentation.

Cette étude a bénéficié du soutien de l'OFIVAL et de l'appui logistique de l'ADIV.

French P., O'Riordan E.G., Monahan F.J., Caffrey P.J., Vidal M., Mooney M.T., Troy D.J., Moloney A.P., 2000. *Meat Sci.* 56, 173-180.

French P., O'Riordan E.G., Monahan F.J., Caffrey P.J., Mooney M.T., Troy D.J., Moloney A.P. 2001. *Meat Sci.* 67, 379-386.

Geay Y., Bauchart D., Hocquette J. F., Culioli J., 2002. *INRA Prod. Anim.*, 15, 37-52.

Jurie C., Picard B., Geay Y., 1998. *Meat Sci.*, 50, 457-469.

Listrat A., Rakadjiyski N., Jurie C., Picard B., Touraille C., Geay Y., 1999. *Meat Sci.*, 53, 115-124.

Micol D., Robelin J., Geay Y., 1993. *INRA Prod. Anim.*, 6, 61-69.

Monserat, L., Sánchez, L., Varela, A., Carballo, J.A., Oliete, B., 2001. *ITEA*, vol. extra 22, 559-561.

Nuernberg K., Dannernberger D., Nuernberg G., Ender K., Voigt J., Scollan N.D., Wood J.D., Nute G.R., Richardson R.I., 2004. *Livest. Prod. Sci.*, en prensa.

Priolo A., Micol D., Agabriel J., 2001. *Anim. Res.*, 50, 185-200.

Renand G., Picard B., Touraille C., Geay Y., Berge P., Lepetit J., 2001. *Meat Sci.*, 59, 49-60.

Sami A.S., Augustini C., Schwarz F.J. 2004. *Meat Sci.*, 67, 195-201.

Sinclair K.D., Cuthbertson A., Rutter A., Franklin M.F., 1998. *Anim. Sci.*, 66, 329-340.

Sinclair K.D., Lobley G.E., Horgan G.W., Kyle D.J., Porter A.D., Matthews K.R., Warkup C.C., Maltin C.A., 2001. *Anim. Sci.*, 72, 269-277.

Steen R. W. J., Kilpatrick D. J., 1995. *Livest. Prod. Sci.*, 43, 205-213.

Varela A., Oliete B., Moreno T., Portela C., Monserrat L., Carballo J.A., Sanchez L., 2004. *Meat Sci.*, 67, 515-522.