



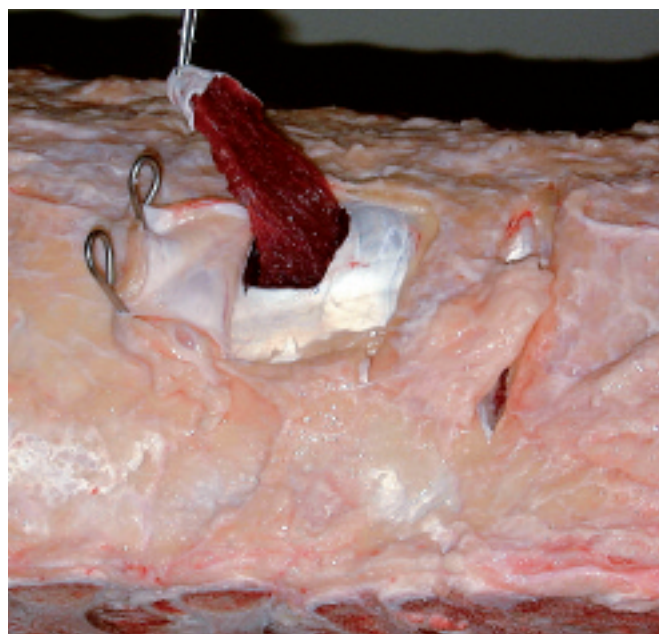
Finition de bœufs après estivage: effets de l'augmentation de la vitesse de croissance sur la qualité de la viande

P.-A. DUFÉY, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

@ E-mail: pierre-alain.dufey@alp.admin.ch
Tél. (+41) 26 40 77 276.

Résumé

Cette compilation de trois essais visait à mesurer les effets, sur la qualité de la viande, d'une différence de vitesse de croissance entre une période de faibles apports alimentaires dus à un estivage en moyenne montagne et une période de finition. Au total, 117 bovillons du troupeau laitier issus du croisement Limousin (LI) × Tachetée Rouge (FT) ont été utilisés pour cette synthèse comportant différents modes et niveaux d'alimentation en phase de finition. Les animaux ont été répartis dans quatre classes de vitesse de croissance en fonction de la différence de gains moyens quotidiens (GMQ) entre les deux périodes expérimentales, 0-500 g, 501-1000 g, 1001-1500 g et 1501-2000 g. A l'abattage, en moyenne, les poids morts, la charnure et l'état d'engraissement étaient semblables, de même que la composition tissulaire de l'aloïau. Dans le muscle *longissimus dorsi*, la proportion mais non la taille des différents types de fibres musculaires a été modifiée. Plus la différence de GMQ est grande, plus les fibres sont de type à contraction rapide et glycolytique (IIX), les pertes d'exsudats importantes et le pH final bas. Par contre, la relation semble être positive pour la tendreté, mesurée par la résistance au cisaillement et par une analyse sensorielle, tandis que la longueur des sarcomères et l'indice de fragmentation myofibrillaire demeurent inchangés.



Prélèvement d'un échantillon du muscle LT sur la carcasse une heure après l'abattage pour l'analyse histo-enzymatique du typage des fibres musculaires.

Introduction

L'alimentation en phase de finition est particulièrement importante dans les systèmes d'engraissement qui n'exploitent qu'une partie du potentiel de croissance du bovin. Comme l'ont montré plusieurs auteurs (Aberle *et al.*, 1981; Fishell *et al.*, 1985; Larick *et al.*, 1987; Van Koevinger *et al.*, 1995; Vestergaard *et al.*, 2000a; Vestergaard *et al.*, 2000b; Hoch *et al.*, 2003), un régime de finition qui augmente la vitesse de croissance améliore les caractéristiques de la viande et, en particulier, sa tendreté. Dans le cas d'un engraissement au pâturage, le potentiel de croissance des bœufs n'est que par-

tiellement exploité. Un apport énergétique supérieur lors de la finition induit souvent une croissance compensatrice ou, dans tous les cas, une augmentation de la vitesse de croissance. Ces modifications provoquent des changements dans le métabolisme des protéines qui se répercutent sur les deux principales composantes du tissu musculaire en relation avec la tendreté: le tissu conjonctif (collagène) et la composante myofibrillaire (fibres musculaires).

Toutefois, aucun essai à notre connaissance n'a montré l'effet sur la composition tissulaire et la qualité de la viande d'une différence de croissance entre une période de faibles apports alimentaires et une période de finition. Afin d'examiner ces effets, trois séries d'essais consécutifs avec le même type d'animaux estivés en moyenne montagne ont été compilées. Les résultats des performances d'engraissement sont donnés par Chassot et Dufey (2005, 2006 et 2008).

Matériel et méthodes

Animaux et dispositif expérimental

Au total, 117 bouvillons du troupeau laitier, issus du croisement Limousin (LI) × Tachetée Rouge (FT), ont été utilisés pour cette synthèse. Leur poids mort moyen atteignait 319 kg après une durée moyenne de finition d'environ huit semaines. Les animaux ont été répartis dans quatre classes (0-500 g, 501-1000 g, 1001-1500 g et 1501-2000 g) selon leur différence de vitesse de croissance entre la période de faibles apports alimentaires à l'estivage en moyenne montagne et la période de finition en plaine.

Les conditions d'alimentation durant l'estivage et la finition sont également décrites par Chassot et Dufey (2005, 2006 et 2008), ainsi que par Chassot et Troxler (2006).

Abattages et échantillonnages

Les animaux ont été abattus dans un abattoir industriel dans des conditions standardisées, après environ une heure de transport. Les échantillons de viande et de graisse sous-cutanée ont été prélevés sur l'aloiau :

- les prélèvements pour les analyses histologiques ont été réalisés le jour de l'abattage et congelés dans l'azote liquide;
- le muscle long dorsal (*longissimus thoracis* = LT) a été prélevé dans l'aloiau entre les 8^e/9^e et 12^e/13^e côtes le lendemain de l'abattage, transporté dans une caisse frigorifique et conservé à 2 °C, puis désossé 48 h *post mortem* (pm). Les échantillons devant subir une période de maturation ont été mis sous vide et maintenus à 2 °C jusqu'au 14^e jour après l'abattage.

A l'exception des échantillons destinés à mesurer les pertes d'exsudats (+ 48 h), tous les autres échantillons ont été congelés à -20 °C ou -80 °C.

Les méthodes d'analyses utilisées ne sont pas décrites ici, mais peuvent être obtenues auprès de l'auteur.

Analyse des données

Une analyse de covariance a été effectuée pour chaque variable avec comme covariable le poids mort. Les comparaisons multiples des moyennes ont été réalisées avec le test de Newman-Keuls.

Résultats

Performances et caractéristiques des bouvillons

En moyenne, les différences de GMQ entre l'estivage et la finition ont atteint 202 (classe 0-500 g), 757 (classe 501-1000 g), 1192 (classe 1001-1500 g) et 1678 g (classe 1501-2000 g). La variabilité à l'intérieur de ces différentes classes est illustrée par la figure 1. Ces différentes vitesses de croissance n'ont

pas eu d'incidence sur les performances d'abattage, la charnure et l'état d'engraissement (tabl.1). L'état d'engraissement, avec une note moyenne de 2,9, est très proche de l'optimal (3,0) requis par la filière de la viande.

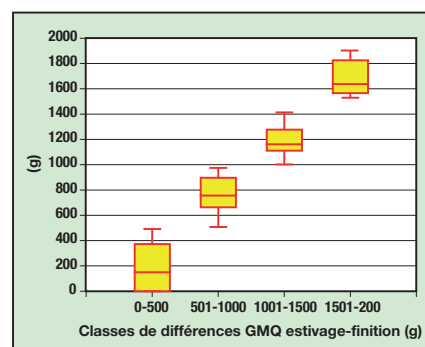


Tableau 1. Performances d'abattage et caractéristiques de l'aloiau¹.

	Classes de différences GMQ (estivage-finition)				Statistique (p)
	0-500 g	501-1000 g	1001-1500 g	1501-2000 g	
Charnure (CHTAX) ²	4,0	3,9	3,8	3,9	0,54
Tissus gras (CHTAX) ³	2,9	2,9	3,0	2,8	0,52
Poids aloiau 4 côtes (kg)	4,83	4,85	4,92	5,08	0,75
GSC ⁴ 9 ^e (mm)	7,0	7,6	7,6	5,8	0,22
GSC ⁴ 13 ^e (mm)	3,0	2,9	2,9	2,7	0,95

¹Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls, $\alpha = 0,05$).

²Classes de charnure: C = 5 (très bien en viande), H = 4, T = 3, A = 2, X = 1 (très décharné).

³Classes de tissus gras: 1 (absence de couverture) à 5 (exagérément gras).

⁴GSC: épaisseur de la graisse sous-cutanée.

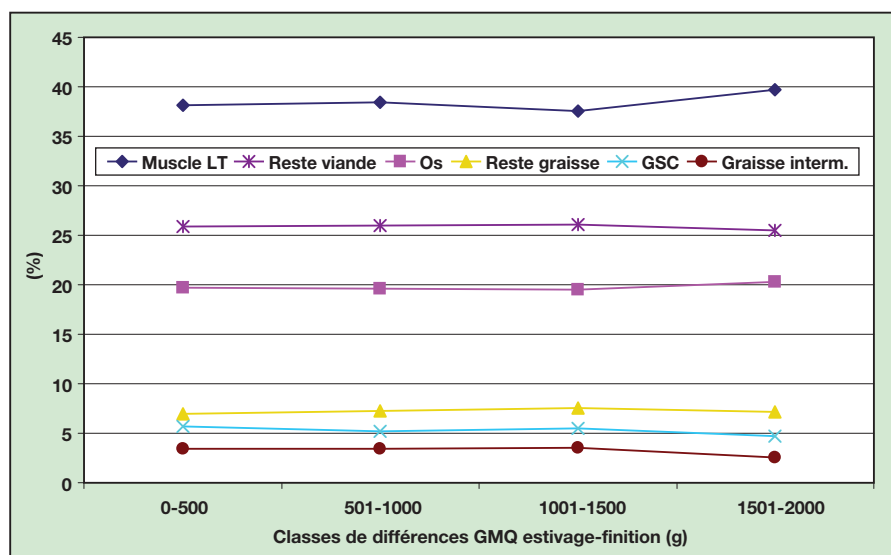


Fig. 2. Composition tissulaire lors de la découpe à quatre côtes de l'aloiau par classe de différence de GMQ.

Tableau 2. Températures et pH mesurés à différentes heures après l'abattage sur le muscle LT¹.

	Classes de différences GMQ (estivage-finition)				Statistique (p)
	0-500 g	501-1000 g	1001-1500 g	1501-2000 g	
Température 1h (°C)	37,9	37,5	37,5	37,2	0,22
pH 1h	6,29	6,28	6,28	6,26	0,89
Température 3h (°C)	27,5	27,2	27,4	27,5	0,82
pH 3h	5,85	5,84	5,91	5,88	0,10
Température 5h (°C)	20,8	20,7	21,1	20,4	0,63
pH 5h	5,57	5,57	5,55	5,55	0,72
pH 24h	5,54 ^b	5,52 ^{ab}	5,47 ^a	5,46 ^a	0,00

¹Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls, $\alpha = 0,05$).

Caractéristiques de l'aloiau

Découpe de l'aloiau

Les caractéristiques de l'aloiau – sa taille, l'épaisseur de la graisse sous-cutanée (tabl.1) et la composition tissulaire lors de la découpe à quatre côtes (fig. 2) – ne sont pas influencées par les modifications de la vitesse de croissance durant la finition.

Evolution du pH et de la température

La vitesse d'abaissement de la température du muscle LT est la même quelle que soit la classe de croissance (tabl. 2). Il en va de même pour l'abaissement du pH, qui est assez rapide mais semblable pour l'ensemble des animaux durant les cinq premières heures après l'abattage. Par contre, des différences apparaissent dans le pH final, plus bas, c'est-à-dire légèrement plus acide, chez les animaux qui présentent les différences de GMQ les plus importantes.

Couleur de la viande

La couleur de la viande (tabl. 3) a été mesurée deux jours après l'abattage et après quatorze jours de maturation sous vide. Après quatorze jours de maturation, les différences de vitesse de croissance n'ont d'incidence ni sur la couleur du muscle LT ni sur la stabilité de celle-ci, c'est-à-dire sur les modifications normales qui interviennent durant la maturation. Ces modifications normales se traduisent par une viande devenant plus claire ($L^*:+2,3$) mais plus rouge ($a^*:+3,1$) et plus jaune ($b^*:+3,3$). L'ampleur générale de ces modifications est relativement faible.

Typage des fibres

Les muscles sont composés de différentes fibres musculaires classées selon leurs types métaboliques (glycolytique ou oxydatif) et contractiles (lent ou rapide). La méthode utilisée (Brooke et Kaiser, 1970) a permis de discriminer et de classer trois types de fibres: oxydatives à contraction lente (I), oxydo-glycolytiques (IIA) et glycolytiques (IIX) à contraction rapide (fig. 3).

Avec un poids d'abattage semblable, la taille des fibres n'est pas modifiée par les différentes vitesses de croissance en finition (fig. 3a). Les fibres IIX ont de loin la taille la plus importante, supérieure de 1,5 fois et 2,3 fois respectivement à celle des fibres IIA et I.

La composition du muscle en différentes fibres est donnée par le nombre relatif (fig. 3b) et par la surface relative (fig. 3c) occupée par chaque type de

Tableau 3. Couleur et stabilité de la couleur du muscle LT^{1,2}.

		Classes de différences GMQ (estivage-finition)				Statistique (p)
		0-500 g	501-1000 g	1001-1500 g	1501-2000 g	
Luminosité 14 j.	L^* ³	37,2	37,5	37,5	38,2	0,64
Teinte rouge 14 j.	a^*	16,8	15,8	16,4	16,4	0,59
Teinte jaune 14 j.	b^*	6,5	5,3	5,9	6,3	0,52
Luminosité 2-14 j.	ΔL^*	2,4	2,2	1,8	2,6	0,40
Teinte rouge 2-14 j.	Δa^*	3,5	2,4	3,4	3,2	0,42
Teinte jaune 2-14 j.	Δb^*	3,8	2,4	3,4	3,8	0,36
Saturation 2-14 j.	ΔC^*	5,3	4,0	4,9	5,3	0,60
Différence globale	ΔE^*	6,1	4,9	5,8	6,2	0,57

¹Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls, $\alpha = 0,05$).

²Les mesures de couleur sont données à 14 jours après maturation; la stabilité représente les modifications intervenues pendant la maturation.

³ L^* : 0 = noir à 100 = blanc.

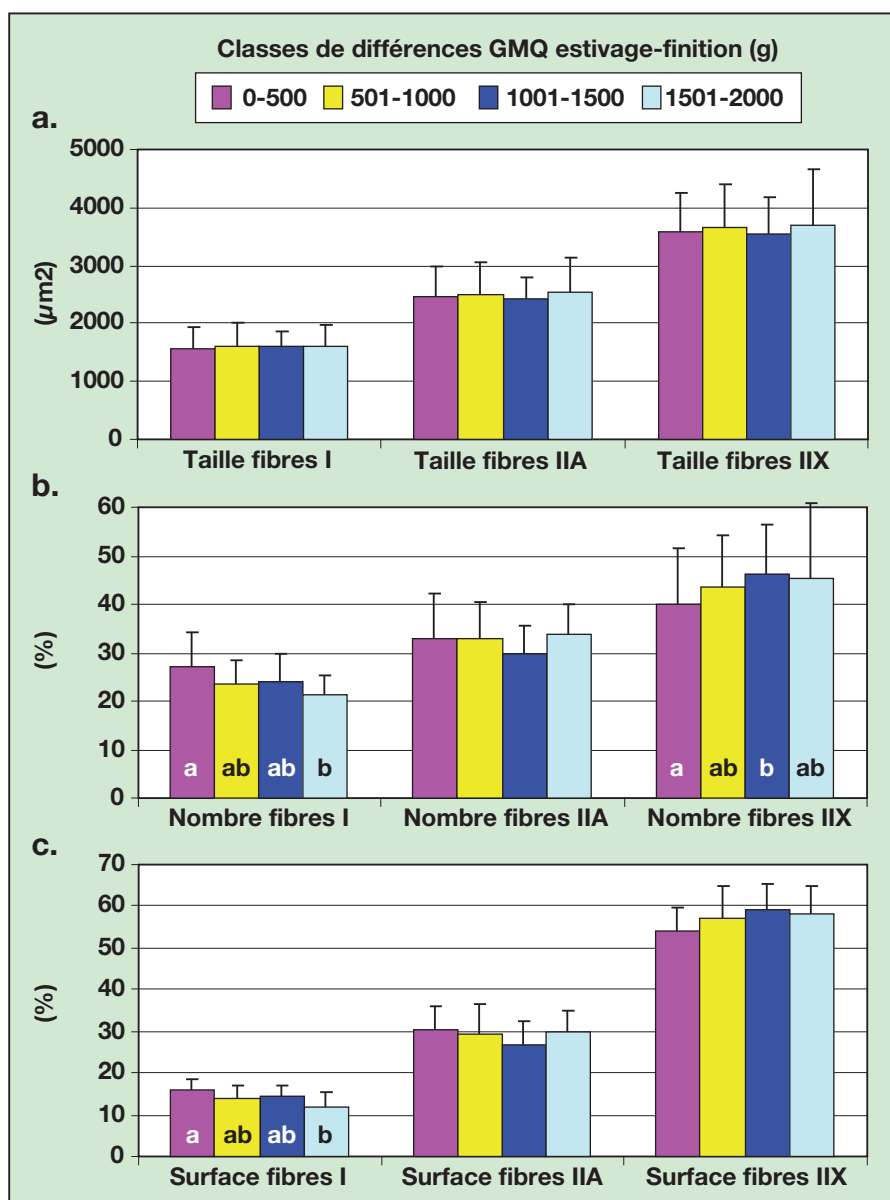


Fig. 3. Taille et composition en différentes fibres musculaires du muscle LT par classe de différence de GMQ.

fibre. Des changements de répartition entre les fibres I et IIX sont liés à des différences de vitesse de croissance entre l'estivage et la finition. Plus les différences de GMQ sont élevées, moins les fibres I sont nombreuses (-6 points), compensées par une augmentation équivalente du nombre de fibres IIX. La même tendance est observée pour la surface occupée par chaque fibre, puisque la taille n'est pas modifiée par les changements de vitesse de croissance. En moyenne, le muscle LT est composé de 14% de fibres I, 29% de fibres IIA et 57% de fibres IIX.

Pertes de poids

Le pouvoir de rétention d'eau de la viande s'exprime de plusieurs façons selon les situations de conditionnement (tabl. 4 et fig. 4). Les pertes d'exsudats correspondent aux pertes de poids ou de jus après deux jours à la suite d'une période de maturation sous vide de quatorze jours. Elles reflètent les pertes potentielles de la viande lors de la mise en barquette. Plus les différences de croissance entre l'estivage et la phase de finition augmentent, plus ces pertes augmentent également, la différence de 18% entre les extrêmes étant significative. Par contre, les pertes après une maturation sous vide (3,2%), après décongélation (4,3%) et après cuisson (8,8%) ne varient pas.

Teneurs de la viande

La composition du muscle LT en protéines, en graisse intramusculaire et en fer héminique n'est pas affectée par les différentes vitesses de croissance (tabl. 5). Ces dernières n'influencent pas le niveau d'oxydation de la viande après cuisson, celui-ci étant semblable quel que soit le groupe examiné et d'un niveau faible.

Variables liées à la tendreté et analyses sensorielles

Les variables liées à la tendreté sont présentées dans le tableau 6 et la figure 5. L'état de contraction des myofibrilles musculaires, mesuré par la longueur des sarcomères, est en moyenne normal et ne présente pas de différence entre les classes de GMQ. Les différences de niveau de croissance entre l'estivage et la finition ne modifient pas l'indice de fragmentation myofibrillaire. L'évaluation instrumentale de la tendreté, mesurée par la force de cisaillement (fig. 5a), ne permet pas de mettre en évidence des différences significatives de dureté. En moyenne, la résistance mécanique enregistrée est à consi-

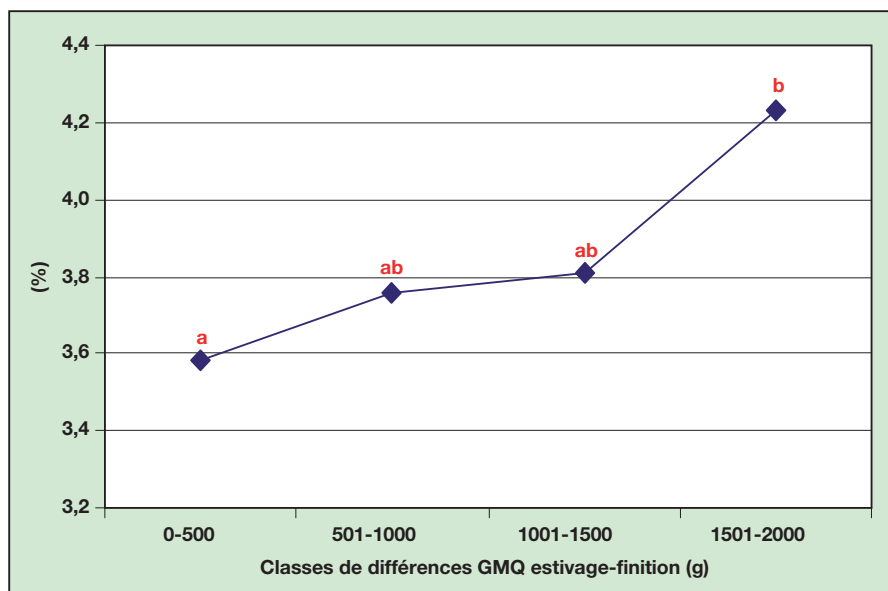


Fig. 4. Pertes d'exsudats par classe de différence de GMQ.

Tableau 4. Pouvoir de rétention d'eau du muscle LT¹.

	Classes de différences GMQ (estivage-finition)				Statistique (p)
	0-500 g	501-1000 g	1001-1500 g	1501-2000 g	
Pertes maturation (%)	3,1	3,1	3,3	3,0	0,57
Pertes décongélation (%)	4,5	4,2	4,1	4,2	0,38
Pertes cuisson (%)	8,2	8,4	8,1	7,8	0,75

¹Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls, $\alpha = 0,05$).

dérer comme basse. Toutefois, il semble exister une relation négative entre la dureté de la viande (-14%) et l'augmentation des différences de vitesse de croissance, relation également corroborée par les résultats de tendreté obtenus en

analyse sensorielle (fig. 5b). L'ensemble des perceptions perçues par le panel indique que la préférence (fig. 5c) va dans le même sens que la tendreté en présentant des différences significatives entre les différences de croissance extrêmes.

Tableau 5. Teneurs en différents constituants du muscle LT¹.

	Classes de différences GMQ (estivage-finition)				Statistique (p)
	0-500 g	501-1000 g	1001-1500 g	1501-2000 g	
Protéines (%)	22,1	22,2	22,2	22,1	0,93
Graisse intramusculaire (%)	1,6	1,6	1,5	1,3	0,51
Fer héminique (%)	1,58	1,49	1,47	1,48	0,34
TBARS ²	0,329	0,329	0,278	0,272	0,53

¹Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls, $\alpha = 0,05$).

²TBARS: mesures de l'oxydation des viandes ou ensemble des substances qui réagissent à l'acide thiobarbiturique.

Tableau 6. Variables liées à la tendreté¹.

	Classes de différences GMQ (estivage-finition)				Statistique (p)
	0-500 g	501-1000 g	1001-1500 g	1501-2000 g	
Sarcomères (μm)	1,77	1,78	1,82	1,79	0,36
MFI ²	111	126	121	121	0,22

¹Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls, $\alpha = 0,05$).

²MFI: indice de fragmentation myofibrillaire.

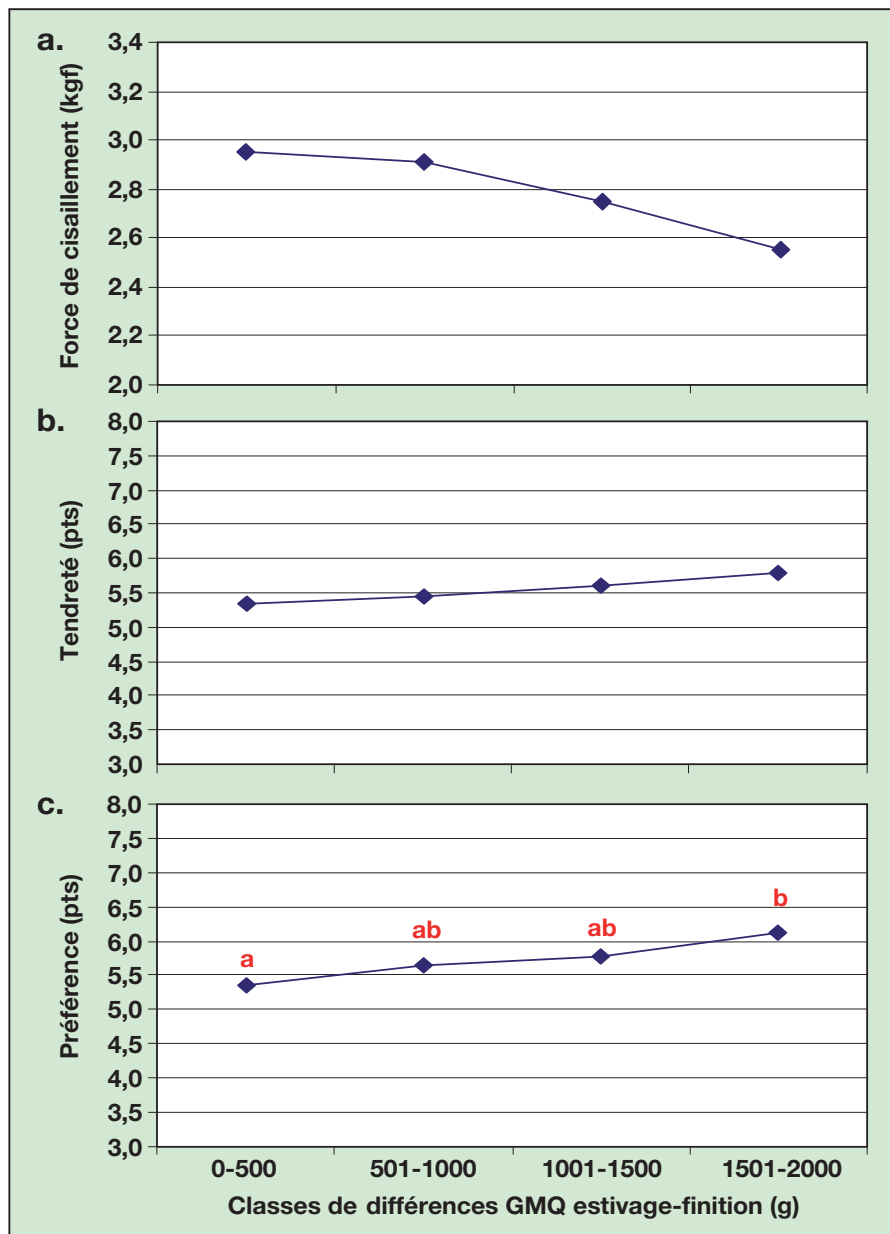


Fig. 5. Variables physiques et sensorielles liées à la tendreté par classe de différence de GMQ.

Discussion

Cette compilation de trois essais a permis de mesurer les effets sur la qualité de la viande d'une vitesse de croissance différente entre une période de faibles apports alimentaires liés à une estive en moyenne montagne et une période de finition. Les quatre classes de différences formées varient fortement: la classe de GMQ la plus élevée – 1501-2000 g – reflète en moyenne une différence de croissance (1678 g) huit fois plus élevée que la classe la plus faible (202 g).

Comme mentionné dans l'introduction, plusieurs auteurs étrangers ont observé une baisse de la **tendreté** de la viande lorsque le potentiel de croissance des animaux n'est qu'en partie exploité ou lors d'une phase de restriction alimen-

taire, par rapport à des animaux ayant eu un régime alimentaire intensif durant toute la période d'engraissement (Aberle *et al.*, 1981; Fishell *et al.*, 1985; Van Koevering *et al.*, 1995; Vestergaard *et al.*, 2000b). Dans la présente étude, où la comparaison est effectuée par niveau de différence de GMQ entre une période de faibles apports alimentaires (estivage) et la finition, une telle tendance semble également se dégager, mais dans une moindre mesure. Cela est vraisemblablement dû à deux raisons:

- la comparaison s'est faite sur la différence de vitesse de croissance limitée à huit semaines de finition en moyenne, et non pas avec des animaux engraisés intensivement sur une longue période;

- le niveau de tendreté obtenu par le groupe le moins bon est situé dans la catégorie des viandes considérées comme très tendres (< 3,2 kg), avec une valeur de la force de cisaillement à 2,95 kg. A ce niveau de tendreté, la marge d'amélioration est plus restreinte. Par comparaison, la plupart des études sur ce sujet proviennent des Etats-Unis, pays dans lequel l'utilisation de stimulateurs de performance sous forme d'implants stéroïdiens ou de β -agonistes est généralisée. Ces substances ont la propriété de rendre la viande plus dure (Foutz *et al.*, 1997; Gerken *et al.*, 1995).

Dans ces conditions de production, il est vraisemblable que les effets d'une finition ou d'une augmentation de la vitesse de croissance sur une période également plus étendue soient amplifiés.

Lorsque les poids d'abattage sont différents après la finition, les résultats peuvent être très contradictoires, puisque la conformation, l'état d'engraissement et par conséquent l'abaissement de la température de la carcasse et du pH vont interagir avec l'activité protéolytique responsable des processus de maturation et d'attendrissement. Larick *et al.* (1987), par exemple, ont observé après huit semaines une amélioration légèrement supérieure à la nôtre (19 vs 14%), tandis qu'avec le même dispositif expérimental que ces derniers, aucun effet sur la tendreté n'avait été observé dans une étude précédente (Dufey, 2006). D'autres auteurs (Sinclair *et al.*, 2001; Cerdeño *et al.*, 2006) arrivent également aux mêmes conclusions, pour des durées de finition respectivement de vingt et neuf semaines. L'intérêt de ce travail était que, contrairement à la plupart des études entreprises sur ce sujet, les animaux en moyenne ne différaient pas quant au poids d'abattage, à la charnure et à l'état d'engraissement. Les conditions d'abattage ainsi que la cinétique de refroidissement des carcasses ont été les mêmes, limitant ainsi les interactions et en faisant ressortir l'effet étudié.

Une prolongation de la durée de finition ne se justifie pas économiquement dans nos conditions, puisque la durée choisie permet déjà d'obtenir une carcasse de qualité (Chassot et Dufey, 2006) remplissant les conditions du marché.

Les **pertes d'exsudats** augmentent avec l'élévation de la différence de vitesse de croissance entre l'estivage et la finition, la corrélation s'élevant à $r = 0,37$. Elles s'approchent en moyenne de la limite de 4,5% à ne pas dépasser. Cette augmentation est à mettre en relation

avec un pH final plus bas chez ces animaux, puisque l'abaissement du pH durant les cinq premières heures après l'abattage est identique et n'a pas été influencé par des différences de températures, le poids moyen des carcasses étant semblable. Le muscle LT des animaux ayant eu les écarts de croissance les plus importants est donc légèrement plus acide ($r = -0,47$). Cette différence d'acidité dans les muscles provient d'une teneur en glycogène, réserve énergétique, plus élevée chez les animaux avec les GMQ les plus élevés, ces mêmes animaux ayant un muscle LT composé d'une plus forte proportion de fibres glycolytiques blanches. Ces observations ont également été décrites par Geay *et al.* (2002) et Hoch *et al.* (2003) lors de croissance compensatrice.

Conclusions

Pour un poids d'abattage semblable:

- Une relation est établie entre la différence de vitesse de croissance et la composition en différentes fibres musculaires;
- une augmentation de la vitesse de croissance engendre des pertes d'exsudats plus importantes;
- selon le contexte de production, un gain de tendreté pourrait être attendu en relation avec l'augmentation de la vitesse de croissance.

Bibliographie

Aberle E. D., Reeves E. S., Judge M. D., Hunsley R. E. & Perry T. W., 1981. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. *J. Anim. Sci.* **52** (4), 757-763.

Brooke M. H. & Kaiser K., 1970. Muscle fiber type: how many and what kind? *Archives of Neurology* **23**, 369-379.

Cerdeño A., Vieira C., Serrano E., Lavin P. & Mantecón A. R., 2006. Effects of feeding strategy during a short finishing period on performance, carcass and meat quality in previously-grazed young bulls. *Meat Science* **72**, 719-726.

Chassot A. & Dufey P.-A., 2005. Effets de la complémentation énergétique au pâturage sur les performances zootechniques de bœufs croisés en finition après une période d'estive. *12^{es} Rencontres Recherches Ruminants*, Paris, 255-255.

Chassot A. & Dufey P.-A., 2006. Durée de finition de bœufs après estivage et performances d'engraissement. *Revue suisse Agric.* **38**, 291-295.

Chassot A. & Dufey P.-A., 2008. Finition de bœufs après estivage: effets de l'intensité d'alimentation sur les performances d'engraissement. *Revue suisse Agric.* **40**, 157-161.

Chassot A. & Troxler J., 2006. Engraissement extensif de bœufs avec estivage. *Revue suisse Agric.* **38** (5), 241-246.

Dufey P.-A., 2006. Durée de finition de bœufs après estivage et qualité de la viande. *Revue suisse Agric.* **38** (6), 296-302.

Summary

Finishing of steers following a summering period on mountain pastures: effect of increased growth rate on meat quality

This compilation of three tests was aimed at measuring the effect on meat quality of differences in growth rate between a period of reduced feeding level during summering on mountain pastures and a period of finishing. A total of 117 Limousin (LI) × Red Holstein (FT) crossbred steers were used for this synthesis comprising various modes and levels of feeding during the finishing period. The animals were divided into four classes based on the average daily growth rate (DGR) between the two experimental periods, 0-500 g, 501-1000 g, 1001-1500 g and 1501-2000 g. On average, at slaughter, the carcass weight, the conformation, and the fattiness score were similar. The tissue composition of sirloin was similar. In the *longissimus dorsi* muscle, the distribution but not the size of the different types of muscle fibres was modified. The greater the difference in DGR, the more fibres were of the rapid contraction and glycolytic type (IIX), the more losses of exudates and the lower the final pH. On the other hand, there seemed to be a positive correlation with tenderness measured by sensory analysis as well as measured by shear force whereas the sarcomere length and myofibrillar fragmentation index remained unchanged.

Key words: crossbred steers, beef cattle, compensatory growth, meat quality, tenderness, fiber type.

Zusammenfassung

Ausmast von Ochsen nach Alpung: Erhöhung der Wachstumsgeschwindigkeit und Einfluss auf die Fleischqualität

Diese Zusammenstellung dreier Versuche hatte zum Ziel, die Wirkung auf die Fleischqualität einer Differenz des Tageszuwachses (TZW) zwischen einer Phase mit geringer Nährstoffzufuhr während der Sömmerung im Mittelgebirge und einer Endmastphase zu untersuchen. Für diese Synthese standen insgesamt 117 Limousin (LI) × Fleckvieh-Ochsen im Versuch, die mit unterschiedlichen Fütterungsarten und -niveaus ausgemästet worden sind. Die Tiere wurden in Abhängigkeit der Differenz des TZW zwischen den beiden Versuchsperioden in vier Klassen eingeteilt: 0-500 g, 501-1000 g, 1001-1500 g und 1501-2000 g. Zum Zeitpunkt der Schlachtung waren Schlachtgewicht, Fleischigkeit und Ausmastgrad gleich. Auch die Gewebeszusammensetzung des Nierstücks war ähnlich. Im Muskel *longissimus dorsi* war zwar die Verteilung, nicht aber die Grösse der verschiedenen Muskelfasertypen verändert. Je grösser die Differenz des TZW ist, um so eher gehören die Muskelfasern zum schnell kontrahierenden, glykolytischen Typ (IIX), um so erheblicher sind die Tropfsaftverluste und um so tiefer ist der End-pH-Wert. Es scheint jedoch ein positiver Zusammenhang mit der sensorisch oder instrumentell gemessenen Zartheit zu bestehen, wohingegen die Sarkomerlänge und der myofibrilläre Fragmentationsindex unverändert blieben.

Fishell V. K., Aberle E. D., Judge M. D. & Perry T. W., 1985. Palatability and muscle properties of beef as influenced by prelaughter growth rate. *J. Anim. Sci.* **61** (1), 151-157.

Foutz C. P., Dolezal H. G., Gardner T. L., Gill D. R., Hensley J. L. & Morgan J. B., 1997. Anabolic implant effects on steer performance, carcass traits, subprimal yields, and longissimus muscle properties. *J. Anim. Sci.* **75**, 1256-1265.

Geay Y., Bauchart D., Hocquette J. F. & Culioli J., 2002. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod. Nutr. Develop.* **41**, 1-26.

Gerken C. L., Tatum J. D., Morgan J. B. & Smith G. C., 1995. Use of genetically identical (clone) steers to determine the effects of oestrogenic and androgenic implants on beef quality and palatability characteristics. *J. Anim. Sci.*, **73**, 3317-3324.

Hoch T., Begon C., Cassar-Malek I., Picard B. & Savary-Auzeloux I., 2003. Mécanisme et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants. *INRA Prod. Anim.* **16** (1), 49-59.

Larick D. K., Hedrick H. B., Bailey M. E., Williams J. E., Hancock D. L., Garner G. B. & Morrow R. E., 1987. Flavor constituents

of beef as influenced by forage- and grain-feeding. *J. Food Sci.* **52** (2), 245-251.

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. Factors influencing beef eating quality – 1. Effects of nutritional regimen and genotype on organoleptic properties and instrumental texture. *J. Anim. Sci.* **72**, 269-277.

Van Koeveering M. T., Gill D. R., Owens F. N., Dolezal H. G. & Strasia C. A., 1995. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscles. *J. Anim. Sci.* **73**, 21-28.

Vestergaard M., Oksbjerg N. & Henckel P., 2000a. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Sci.* **54**, 177-185.

Vestergaard M., Therkildsen M., Henckel P., Jensen L. R., Andersen H. R. & Sejrsen K., 2000b. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. *Meat Sci.* **54**, 187-195.