



## PASTO: viande bovine de montagne et qualité

P.-A. DUFEY<sup>1</sup>, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

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

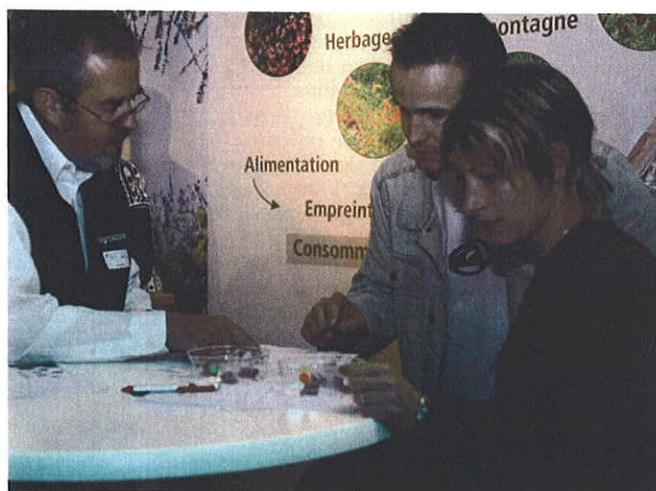
### Résumé

Cette étude visait à caractériser la viande produite en montagne. Au total, 88 bœufs de la race rustique suisse Hérens ont été comparés. Les animaux provenaient d'exploitations herbagères extensives de montagne situées dans les Alpes (1200 et 1800 m) et dans le Jura (1200 m), ainsi que d'une exploitation de plaine pratiquant un engraissement intensif sans herbe. Les viandes produites à moyenne altitude (1200 m) n'ont pas présenté de caractéristiques sensorielles particulières après deux semaines de maturation. En revanche, après trois semaines de maturation, les viandes produites en montagne avaient une saveur pastorale plus prononcée que celles de plaine. La viande produite à 1800 m sur des pâturages maigres et escarpés avait une tendreté inférieure de 30% à celle produite en plaine et a été la moins appréciée lors d'un test de consommateurs. L'alimentation à base d'herbe a modifié la composition en acides gras de la viande et en a amélioré la qualité nutritionnelle. Les acides gras constituent d'excellents biomarqueurs du terroir qui permettent d'envisager une traçabilité analytique en discriminant à 100% les différents lieux de production.

### Introduction

La qualité de la viande d'animaux issue de systèmes de production extensifs dans les régions de montagne est méconnue. La consommation d'herbe pourrait constituer un lien au terroir et conférer à la viande des caractéristiques particulières. Pourtant, plusieurs observations indiquent que ces effets pourraient se révéler plus ou moins négatifs selon les marchés concernés. Ainsi, une alimentation à base d'herbe en plaine donne une couleur plus sombre à la viande (Priolo *et al.*, 2001). D'autres travaux (French *et al.*, 2000; Larick *et al.*, 1987; Maruri *et al.*, 1992) ont montré des différences de saveur. La viande des animaux nourris à l'herbe se distingue fréquemment par sa saveur et son odeur pastorales (ou herbacées – en anglais *grassy*) plus intenses. Cette saveur pastorale est perçue par les consommateurs nord-américains comme déplaisante (Priolo *et al.*, 2001). La question du caractère plaisant ou déplaisant de cette saveur pastorale reste

<sup>1</sup>Avec la collaboration scientifique de J. Messadene, P. Silacci et M. Collomb.



Tests réalisés auprès des consommateurs au Salon suisse des goûts et terroirs de Bulle en 2007, avec un total de plus de 1300 participants (photo O. Bloch, ALP).

posée pour le marché européen et en particulier pour le marché suisse. En outre, une diminution de la tendreté a été observée chez les animaux au pâturage, en raison, notamment, d'une augmentation de l'activité physique (Vestergaard *et al.*, 2000) et de changement dans le métabolisme musculaire (Cassar-Malek *et al.*, 2004). Dans le contexte d'une production de viande à base d'herbe de montagne, les différences mentionnées ci-dessus pourraient être amplifiées, mais très peu d'études sont disponibles. Par ailleurs, il est important de rechercher des biomarqueurs liés aux modes de production, notamment afin de permettre l'authentification de ces produits par une traçabilité analytique et par la mise en évidence de molécules responsables de différences sensorielles.

### Matériel et méthodes

#### Animaux et dispositif expérimental

**1<sup>er</sup> essai:** au total, 43 bœufs de la race d'Hérens, une race rustique du Valais (Suisse), ont été engraisés en stabulation libre à 380 m d'altitude (**Plaine**), à 1200 m d'altitude dans deux régions de montagne différentes – les Alpes valaisannes (**MontVS**) et le Jura (**MontJU**). Les animaux du groupe Plaine ont reçu une ration intensive composée d'ensilages de maïs épi complet (20%), de maïs plante entière (40%) et de luzerne (40%) et n'ont pas eu accès à la pâture. Les animaux des groupes MontVS et MontJU, après un hivernage sur le site, ont passé en moyenne 100 et 140 jours au pâturage avant l'abattage. L'âge moyen des bœufs à l'abattage était de 18 (Plaine), 20 (MontVS) et 21 mois (MontJU).

**2<sup>e</sup> essai:** un deuxième essai comparatif, comportant 45 animaux, a été effectué dans les mêmes conditions que celles de l'essai précédent, à l'exception du groupe des Alpes valaisannes dont les animaux ont pâturé sur Le Larzey, à 1800 m d'altitude en moyenne, sur des pâturages plus escarpés et plus extensifs que le précédent (**MontVS 1800**). L'âge moyen des bœufs à l'abattage était de 20 (Plaine), 21 (MontVS 1800) et 22 mois (MontJU).

## Abattages et échantillonnages

Les animaux ont été abattus dans un abattoir industriel du Valais pour le premier essai et du canton de Fribourg pour le deuxième essai. Les distances et durées de transport ont été standardisées. 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*), partie de l'entrecôte ou faux-filet, a été prélevé entre les 8/9<sup>e</sup> et 12/13<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> jour à compter du jour d'abattage pour le premier essai et jusqu'au 21<sup>e</sup> jour pour le deuxième essai. A l'exception des échantillons destinés à mesurer les pertes d'exsudats (+48 h), tous les autres échantillons ont été congelés à -20 ou -80°C.

## Mesures et analyses

Lors des deux essais, un ensemble de méthodes a été mis en œuvre afin d'appréhender la qualité de la viande en utilisant des techniques:

- physico-chimiques: pH et température, perte de poids, force de cisaillement, fer total, graisse intramusculaire, profil des acides gras;
- colorimétriques: potentiel glycolytique, oxydation des lipides dans le muscle, pigments (fer hémique);
- spectrophotométriques: couleur de la viande et des graisses, oxygénation (rapport de réflectance);
- chromatographiques: terpénoïdes, cétones, aldéhydes, nez électronique;
- électrophorétiques: protéines myofibrillaires, protéases;
- histologiques: état de contraction des sarcomères, typage des fibres;
- sensorielles: grandeurs sensorielles simples, profil, étude de préférence.

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

## Analyse des données

Le traitement statistique des résultats a été réalisé par analyse de variance des variables ayant une distribution normale des résidus, par *scatter plot* et par analyse factorielle discriminante (NCSS, 2000). Les comparaisons multiples des moyennes ont été réalisées avec le test de Newman-Keuls ( $\alpha = 0,05$ ).

## Résultats

Seuls quelques résultats préliminaires sont présentés ci-après, essentiellement ceux du premier essai car la totalité des analyses n'est pas encore disponible.

### Analyses sensorielles, tendreté et étude de préférence

La viande issue de la race d'Hérens produite en moyenne altitude dans le Jura et en Valais ne présentait pas de caractéristiques sensorielles particulières. Étonnamment, la saveur pastorale ou herbacée était peu présente quel que

soit le système de production (tabl. 1a). Après une période de maturation augmentée d'une semaine, les viandes d'Hérens produites en montagne se distinguaient par un profil de saveur quelque peu différent, marqué par une acidité légèrement supérieure, une saveur herbacée plus prononcée et une note céréales moins intense (tabl. 1b). Produite à plus haute altitude, sur des pâturages plus maigres et plus escarpés, cette viande était perçue par des experts en analyses sensorielles comme moins tendre que la viande produite dans les conditions intensives (Plaine; tabl. 1b). Ce résultat a été confirmé par les analyses instrumentales (fig. 1b); la viande

**Tableau 1. Effets des systèmes d'élevage (SE) sur quelques descripteurs sensoriels du muscle LT<sup>1</sup> (échelle non structurée de 10 cm<sup>2</sup>).**

a. Système d'élevage (SE)	Plaine	MontVS	MontJU	Effet du SE (p)	
<b>1<sup>er</sup> essai (maturation 2 semaines)</b>					
Flaveur	– Acide	1,7	2,2	1,9	NS
	– Herbacée	1,2	1,1	1,4	NS
	– Céréales	1,2	1,3	1,2	NS
Jutosité	4,4	4,2	4,6	NS	
Tendreté	4,8	4,5	4,6	NS	
b. Système d'élevage (SE)	Plaine	MontVS1800	MontJU	Effet du SE (p)	
<b>2<sup>e</sup> essai (maturation 3 semaines)</b>					
Flaveur	– Acide	2,0b	2,5a	2,3a	< 0,01
	– Herbacée	1,6b	2,5a	2,4a	< 0,001
	– Céréales	2,1a	1,5b	1,4b	< 0,001
Jutosité	4,7	5,2	5,0	NS	
Tendreté	6,5a	5,3b	5,9ab	< 0,01	

<sup>1</sup>Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls,  $\alpha = 0,05$ ). NS: non significatif.

<sup>2</sup>Echelle: 0 = intensité inexistante ou non perçue, extrêmement sec ou dur; 10 = intensité extrêmement forte, extrêmement juteux ou tendre.

**Tableau 2. Tests de consommateurs: appréciation hédonique globale<sup>1</sup> (échelle de cotation de 9 points<sup>2</sup>).**

Système d'élevage (SE)	Appréciation	Mise en valeur
<b>a. 1<sup>er</sup> essai</b>		
Plaine	6,03	301 participants p > 0,05
MontVS	6,23	
MontJU	6,00	
<b>b. 2<sup>e</sup> essai</b>		
Plaine	6,67a	526 participants p < 0,05
MontVS1800	5,83b	
MontJU	6,47ab	
<b>c. Autres comparaisons</b>		
Hérens	6,57a	478 participants p < 0,05
Brésil	5,92b	
Suisse (hors label)	6,17ab	

<sup>1</sup>Les valeurs d'une même colonne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls,  $\alpha = 0,05$ ). NS: non significatif.

<sup>2</sup>Echelle hédonique: 1 = très désagréable; 9 = très agréable.

Fig. 1. Evolution de la dureté de la viande  $\Delta$  après 2, 14 et 21 jours de maturation par des mesures de forces de cisaillement (kg) du 1<sup>er</sup> essai (a) et du 2<sup>e</sup> essai (b)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Les valeurs dans les colonnes portant des indices différents sont significativement différentes.

de MontVS1800 était de 31% et 28% plus dure que celle de Plaine après 14 et 21 jours de maturation. La viande issue des pâturages du Jura occupait une position intermédiaire. Sur l'ensemble des deux essais (fig. 1a et 1b), la maturation pratiquée a permis un gain de tendreté de 32% entre le 2<sup>e</sup> et le 14<sup>e</sup> jour après l'abattage. Le gain supplémentaire de tendreté, après une semaine supplémentaire de maturation, s'est élevé à 6%.

Ces différentes viandes ont été soumises à trois tests de consommateurs lors du Salon suisse des goûts et terroirs à Bulle en 2007. Plus de 1300 questionnaires ont été validés. Lors de deux premiers tests, correspondant aux essais 1 et 2, les participants ont goûté trois sortes de viande: une de plaine et deux de montagne. Les viandes de moyenne altitude (1200 m), produites dans le Jura ou en Valais, ont obtenu une appréciation semblable à celle issue de la production de plaine (tabl. 2a). Par contre, la viande produite à plus haute altitude, sur des pâturages plus maigres et plus escarpés, a obtenu de moins bons résultats (tabl. 2b) en raison de sa moins bonne tendreté.

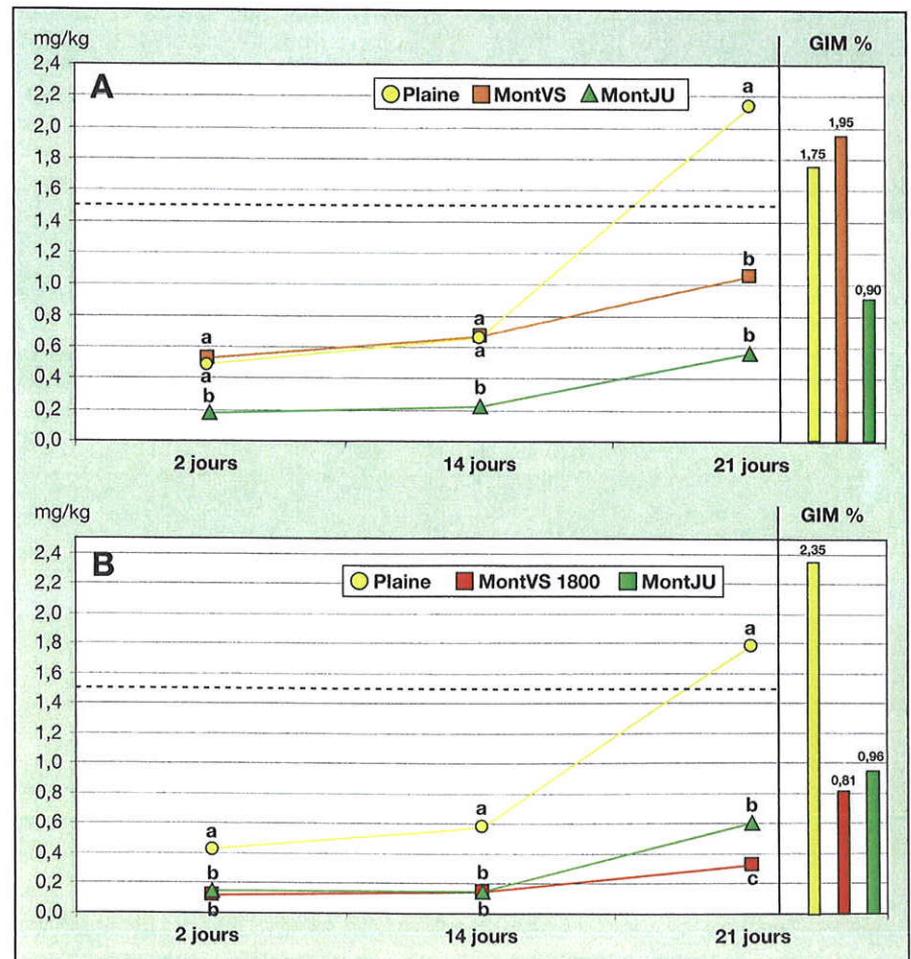
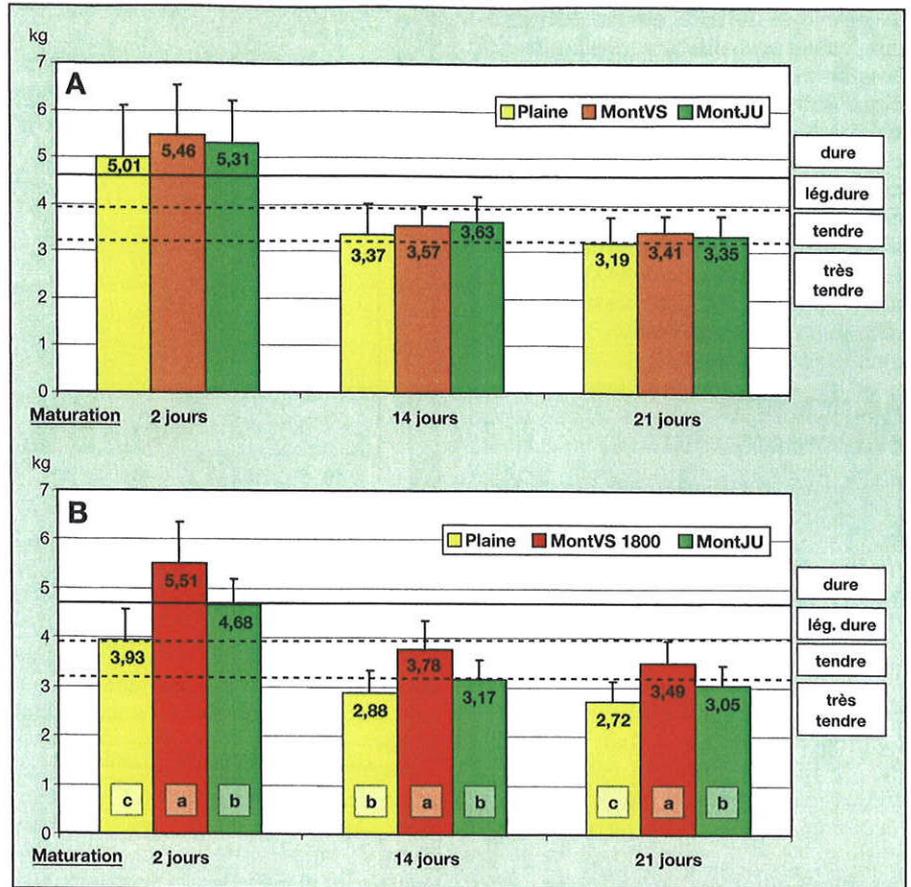
Le troisième test a permis de comparer la viande d'Hérens, mélange d'une production de plaine et de montagne, avec de la viande importée du Brésil et avec de la viande suisse non labellisée. La viande d'Hérens a été préférée à celle du Brésil, la viande suisse non labellisée occupant une position intermédiaire (tabl. 2c).

## Résistance à l'oxydation

Les TBARS sont une mesure de l'oxydation des viandes, c'est-à-dire de la somme des substances oxydées qui réagissent à l'acide thiobarbiturique. Le seuil moyen à partir duquel l'homme détecte des altérations de goût (*off flavors*) dans la viande cuite est de 1,5 mg/kg. Dans les deux essais (fig. 2a et 2b), ce seuil était dépassé par les viandes du groupe Plaine à partir d'une maturation de trois semaines. Avant ce stade de maturation, les différences significatives

Fig. 2. Evolution de l'oxydation du muscle  $\Delta$  LT après 2, 14 et 21 jours de maturation par des mesures de TBARS et quantité de graisse intramusculaire (GIM) du 1<sup>er</sup> essai (a) et du 2<sup>e</sup> essai (b)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Les points pour une période de maturation donnée, portant des indices différents, sont significativement différents.



de niveau de TBARS étaient dues principalement aux différences de quantité de graisse intramusculaire, comme l'indique la figure 2. Par contre, après trois semaines de maturation, les différences s'expliquaient par une meilleure résistance à l'oxydation des viandes des animaux ayant pâturé en montagne; cette résistance résulte probablement d'une teneur plus élevée en antioxydants naturels dans ces viandes, comme la vitamine E (analyses en cours).

## Acides gras et biomarqueurs

Une partie de l'ensemble des acides gras analysés est présentée dans le tableau 3. A teneur en lipides semblables (Plaine-MontVS), l'alimentation à base d'herbe de montagne augmente surtout la proportion de C18:3 n-3 d'un facteur 3, ainsi que la part totale de n-3 par rapport à une alimentation basée principalement sur l'ensilage de maïs. La proportion de n-6 n'étant pas modifiée, le rapport n-6/n-3 a été réduit en conséquence, passant au-dessous des recommandations ( $\leq 5$ ). La viande des animaux MontJU se distingue de celle des autres groupes par sa teneur inférieure en lipides totaux – la contribution des lipides membranaires, beaucoup plus riches en acides gras polyinsaturés (AGPI), étant proportionnellement plus importante. C'est la raison pour laquelle la viande du groupe MontJU a une proportion importante d'AGPI (proche de 20%). Celle-ci est compensée par une réduction des acides gras

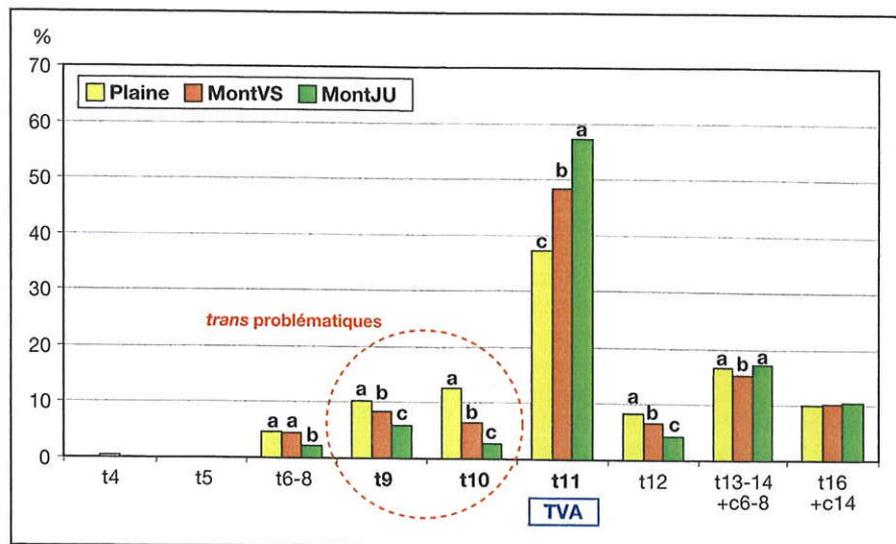


Fig. 3. Répartition des isomères *trans* C18-1 en fonction du système d'élevage, maïs/luzerne (Plaine) et herbes de montagne (MontVS/MontJU). TVA: acide gras *trans* vaccénique. Pour un isomère donné, les colonnes portant des indices différents sont significativement différentes.

mono-insaturés et non par une diminution des acides gras saturés comme dans le lait.

Comme le montre la figure 3, la répartition des isomères *trans* du C18:1 était plus favorable chez les animaux MontVS et MontJU que chez les animaux de plaine: les proportions des isomères problématiques *trans*-9 et *trans*-10 étant plus faibles et celle de l'isomère *trans*-11 (ou acide gras *trans* vaccénique TVA, précurseur du CLA 9c11t), plus importante. Les CLA ont des propriétés anti-carcinogénique et anti-athérogénique.

Comme indiqué ci-dessus, la comparaison du profil des acides gras entre les

différents régimes alimentaires est souvent problématique à cause de l'interaction avec la quantité de lipides totaux. Une solution consiste à mettre chaque acide gras (en mg par 100 g de muscle) en relation avec la quantité de lipides totaux (*scatter plot*). Cette approche graphique a permis de mettre en évidence, pour certains d'entre eux, une relation spécifique aux différents régimes alimentaires, les pentes pouvant être très différentes même entre deux régimes à base d'herbe comme pour le CLA 11t13c (fig. 4a).

Par ailleurs, l'acide C18:3 n-6 semble être un indicateur de la consommation d'herbe, puisque cet acide gras n'a pas été détecté dans le muscle des animaux Plaine (fig. 4b). Comme illustré à la figure 4c, une analyse factorielle discriminante a permis de reconnaître, à l'aide de quelques acides gras, chaque animal en fonction de son appartenance à un groupe donné avec une réattribution correcte à 100%.

## Discussion

L'utilisation des acides gras comme biomarqueurs de l'alimentation et du lieu de production semble très prometteuse. Une **traçabilité** analytique pourrait être envisagée pour des viandes produites dans certaines conditions comme celles de la montagne. L'effet terroir laisse une empreinte dans le produit qui semble être mesurable. Plusieurs auteurs (Cornu *et al.*, 2001; Prache *et al.*, 2005; Priolo *et al.*, 2004) ont décrit les molécules susceptibles d'être utilisées comme traceurs de l'alimentation des ruminants. Toutefois c'est la première fois, à notre connaissance, qu'une discrimination entre

Tableau 3. Effets des systèmes d'élevage (SE) sur la teneur en lipides totaux et la composition de certains acides gras du muscle LT (expression en % de la somme des AG identifiés)<sup>1,2</sup>.

Système d'élevage (SE)	Plaine	MontVS	MontJU	Effet du SE (p)
Lipides totaux (g/100g muscle)	1,75a	1,95a	0,90b	< 0,001
C18:2 (n-6)	5,9b	6,7b	8,3a	< 0,01
C18:3 (n-3)	0,4c	1,3b	3,5a	< 0,001
C20:5 (n-3) EPA	0,2b	0,4b	1,5a	< 0,001
C22:5 (n-3) DPA	0,5b	0,6b	1,5a	< 0,001
C22:6 (n-3) DHA	0,06b	0,06b	0,14a	< 0,001
Σ AGS	45,7	47,2	45,4	NS
Σ AGMI	43,4a	40,7b	35,3c	< 0,001
Σ AGPI	10,9b	12,2b	19,4a	< 0,001
Σ Oméga 6 (n-6)	9,7b	9,5ab	12,0a	< 0,05
Σ Oméga 3 (n-3)	1,4c	2,6b	7,1a	< 0,001
n-6/n-3	6,8a	3,7b	1,7c	< 0,001

<sup>1</sup>Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (test de Newman-Keuls,  $\alpha = 0,05$ ). NS: non significatif.

<sup>2</sup>Σ: somme; AGS: acides gras saturés; AGMI: acides gras monoinsaturés; AGPI: acides gras polyinsaturés.

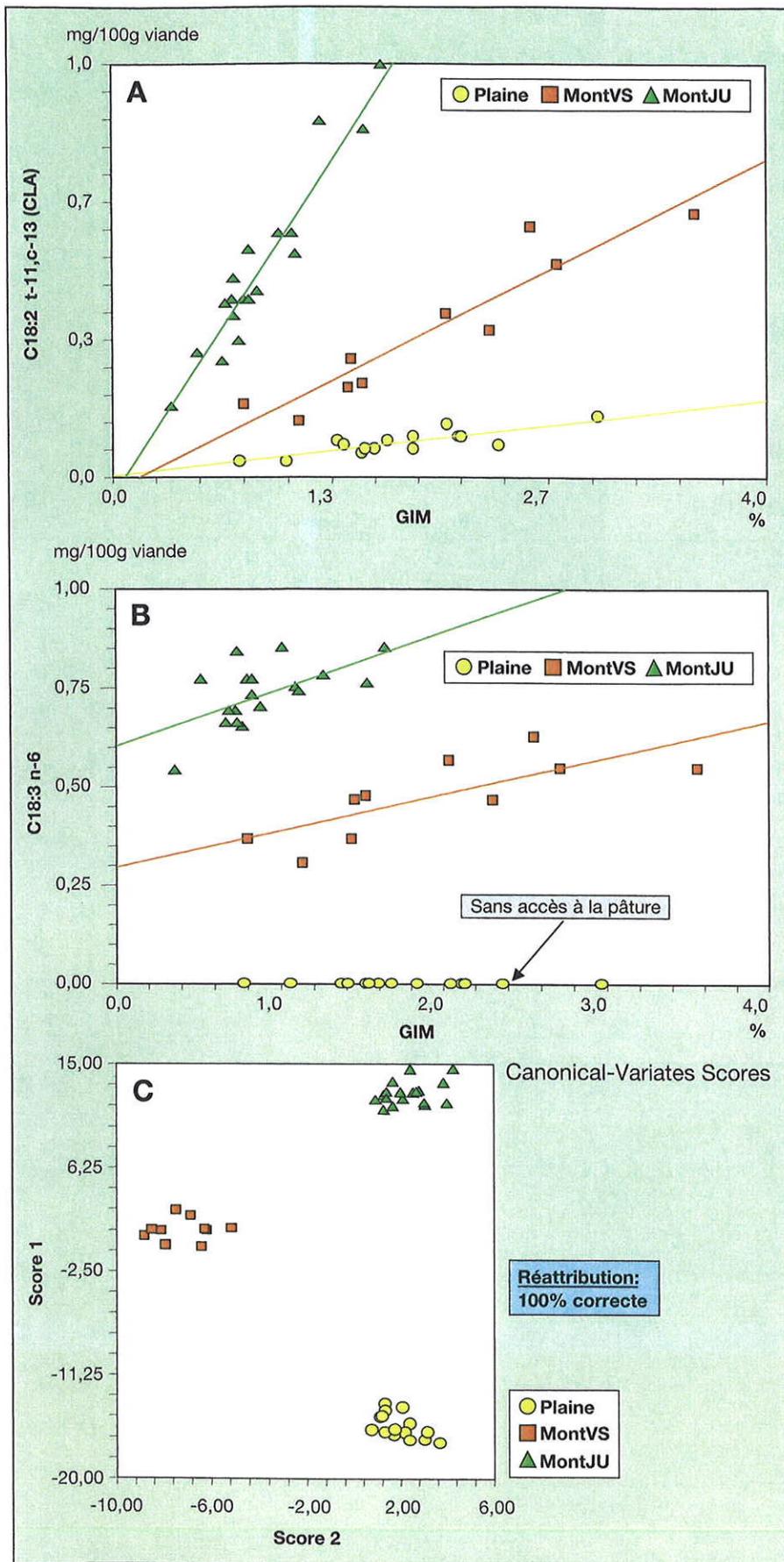


Fig. 4. Présence des acides gras C18:2 11t13c (CLA; 4a) et C18:3 n-6 (4b) en fonction de la quantité de graisse intramusculaire (GIM) et du système d'élevage. (4c) Analyse factorielle discriminante en fonction du système d'élevage. Régime alimentaire: maïs/luzerne (Plaine) et herbes de montagne des Alpes valaisannes (MontVS) et du Jura (MontJU).

divers lieux de production est démontrée à partir d'une différence de pentes établies entre un ou des acides gras donnés et la quantité totale de graisse intramusculaire. L'ensemble de ces démarches analytiques et statistiques ouvre des perspectives extrêmement intéressantes et mérite la poursuite d'études complémentaires afin d'étayer la validité et la robustesse de ces techniques utilisant des biomarqueurs.

Dans les conditions expérimentales de cette étude, la **flaveur pastorale** dans la viande des animaux ayant pâturé ne pose pas de problème aux consommateurs et ne donne pas non plus une spécificité particulière au produit. Le caractère plaisant ou déplaisant de cette flaveur pour le consommateur suisse n'a pas pu être mis en évidence en raison de sa faible intensité. Les raisons de cette faible intensité restent à expliquer; en effet, d'autres auteurs (Larick *et al.*, 1987; Priolo *et al.*, 2001) font état d'intensité relativement forte. Il se pourrait que cette faible intensité soit liée à la race d'Hérrens elle-même. Rustique, peu sélectionnée sur ses performances lait-viande, la race d'Hérrens n'est pas évaluée sur sa capacité à valoriser la ration ou à assimiler de façon optimale les nutriments, et donc probablement aussi certaines molécules à l'origine de la flaveur pastorale. L'effet race n'est donc pas à négliger et devrait également être étudié.

Les différences de **tendreté** d'environ 30% mesurées dans le deuxième essai sont vraisemblablement liées aux conditions d'engraissement et de pâture, c'est-à-dire à une faible croissance et à l'augmentation de l'activité physique sur des pâturages de plus haute altitude, plus maigres et beaucoup plus escarpés que ceux du premier essai. Ces différences pourraient péjorer la qualité du produit dans des conditions d'abattage moins idéales que celles qui ont prévalu dans cette étude. Des précisions devraient être apportées (étude en cours) sur les effets réels des conditions de pâture, notamment pour différents types de bovins, et sur les moyens de réduire cet impact négatif, par exemple par une finition (type-durée).

A ce stade de l'étude et de la mise en valeur, il serait hasardeux de tirer des conclusions définitives ou d'émettre des recommandations. Les résultats préliminaires d'une reconnaissance des produits par nez électronique sont également très prometteurs. Les analyses spectrophotométriques et chromatographiques, actuellement en cours de traitement, permettront également de mieux préciser les spécificités de ces viandes produites en montagne.

## Conclusions partielles

- La viande produite en montagne avec de l'herbe a des qualités nutritionnelles supérieures (acides gras, résistance à l'oxydation) que celle produite avec un régime à base de maïs.
- Certains acides gras sont des biomarqueurs pertinents et pourraient permettre une traçabilité des produits (alimentation-lieux de production).
- La flaveur pastorale ou herbacée est peu présente dans la viande de la race d'Hérens.
- Une production de viande de montagne issue de pâturages escarpés sans régime de finition pourrait péjorer la tendreté.

## Bibliographie

- Cassar-Malek I., Jurie C., Bernard C., Barnola I., Gentes G., Guivier N., Dozias D., Micol D. & Hocquette J. F., 2004. La conduite des bœufs au pâturage modifie les caractéristiques métaboliques des muscles et l'expression de certains gènes musculaires. *Renc. Rech. Ruminants* **11**, 124.
- Cornu A., Kondjoyan N., Frençia J. P. & Berdague J. L., 2001. Tracer l'alimentation des bovins. Déchiffrer le message des composés volatils des tissus adipeux. *Vandes Prod. Carnés* **22**, 35-38.
- 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 quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Sci.* **56**, 173-180.
- 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**, 245-251.
- Maruri J. L. & Larick D. K., 1992. Volatile concentration and flavor of beef as influenced by diet. *J. Food Sci.* **57**, 1275-1281.
- Prache S., Cornu A., Berdague J. L. & Priolo A., 2005. Traceability of animal feeding diet in the meat and milk of small ruminants. *Small Ruminant Research* **59**, 157-168.
- Priolo A., Micol D. & Agabriel J., 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research* **50**, 185-200.
- Priolo A., Cornu A., Krogmann M., Kondjoyan N., Micol D. & Berdague J.-L., 2004. Fat volatiles tracers of grass feeding in sheep. *Meat Sci.* **66**, 475-481.
- Vestergaard M., Therkildsen M., Henckel P., Jensen L. R., Andersen H. R. & Sejrsen K., 2000. 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.

## Zusammenfassung

### PASTO: Qualität von Rindfleisch aus dem Berggebiet

Diese Studie hatte zum Ziel, im Berggebiet produziertes Rindfleisch zu charakterisieren. Insgesamt wurden 88 Rinder der robusten Schweizer Eringer-Rasse miteinander verglichen, die von extensiven Grünlandbetrieben im Berggebiet (1200 und 1800 m) und im Jura (1200 m) stammten sowie von einem Talbetrieb, welcher Intensivmast ohne Grünfütterung betreibt. Das in mittlerer Höhe produzierte Fleisch (1200 m) wies nach zweiwöchiger Reifung keine besonderen sensorischen Eigenschaften auf. Nach einer weiteren Woche der Reifung war der Grasgeschmack bei Fleisch aus dem Berggebiet hingegen deutlicher ausgeprägt als bei demjenigen aus der Talzone. Das auf steilen Magerweiden in 1800 m Höhe produzierte Fleisch war um 30% weniger zart als das Fleisch aus der Ebene und bei einem Konsumententest am wenigsten beliebt. Die auf Grünfütterung basierende Fütterung hat das Fettsäurenmuster des Fleisches verändert und den Nährwert verbessert. Da die verschiedenen Produktionsorte mit Hilfe der Fettsäuren hundertprozentig unterschieden werden konnten, erweisen sich die Fettsäuren als exzellente Biomarker der Herkunftsgegend und eröffnen die Möglichkeit, eine analytische Nachverfolgbarkeit ins Auge zu fassen.

## Summary

### PASTO: quality of mountain beef

The aim of this study was to characterise mountain-produced meat. A total of 88 steers of the hardy Swiss Herens breed were compared. The animals came from extensive grassland mountain farms in the Alps (1200 and 1800 m) and in the Jura (1200 m) and from a lowland farm practising intensive fattening without grass. The meat produced at medium altitude (1200 m) did not have any particular sensory characteristics after maturing for two weeks. On the other hand, after three weeks maturing, the mountain-produced meat had a stronger pastoral flavour than the lowland meat. The meat produced at an altitude of 1800 m on poor, steep pasture was 30% less tender than the lowland meat and was the least acceptable in a consumer test. Grass-based feeding altered the fatty acid composition of the meat and improved its nutritional quality. By enabling the different production sites to be fully distinguished from one another, the fatty acids proved to be excellent «terroir» biomarkers, indicating the possibility of analytical traceability.

**Key words:** Herens cattle breed, meat quality, tracers, tenderness, consumer test.

## Riassunto

### PASTO: carne bovina di montagna e qualità

L'obiettivo di questo studio era la caratterizzazione della carne prodotta in montagna. È stato effettuato un confronto tra 88 bovini della razza svizzera d'Hérens provenienti da aziende con pascoli estensivi di montagna nelle Alpi (1200 e 1800 m) e nel Giura (1200 m) e da un'azienda di pianura con capi da ingrasso intensivo cui non veniva somministrata erba. La carne prodotta a un'altitudine media (1200 m) non presentava caratteristiche organolettiche particolari dopo due settimane di frollatura. Dopo tre settimane, invece, la carne prodotta in montagna aveva un gusto erbaceo più pronunciato rispetto a quella di pianura. La carne prodotta a 1800 metri da animali tenuti su pascoli magri e scoscesi era del 30 per cento meno tenera di quella prodotta in pianura, ed è risultata la meno apprezzata in un test effettuato sui consumatori. L'alimentazione a base d'erba ha modificato la composizione in acidi grassi della carne migliorandone le proprietà nutrizionali. Gli acidi grassi si sono rivelati degli ottimi bioindicatori, permettendo una discriminazione al 100% dei vari luoghi di produzione, lasciando preporre un loro possibile utilizzo per un'analisi di tracciabilità.