

Influence de la race et du type de finition sur la composition en acides gras du muscle *rectus abdominis* chez la génisse

OURY M.P. (1), HORNICK J.L. (2), DUFRASNE I. (2), ROUX M. (1), ISTASSE L. (2), CABARAUX J.F. (2)

(1) ENESAD, équipe URANIE, BP 87999, 21079 Dijon Cedex, France, mp.oury@enesad.fr

(2) Service de nutrition, Bât. B43, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique, jfcabaraux@ulg.ac.be

RESUME – La viande bovine a souvent mauvaise presse auprès des consommateurs car elle est considérée comme trop riche en lipides totaux et en acides gras saturés (AGS). L'objet de la présente étude a été de mesurer les effets de la ration de finition et de la race sur la teneur et le profil en acides gras (AG) du muscle *rectus abdominis* (RA) chez la génisse. L'étude a concerné vingt-neuf génisses réparties en trois lots. Le premier lot était constitué de neuf génisses Charolaises engraisées avec une ration à base d'ensilage de maïs, le deuxième de onze génisses Charolaises engraisées avec une ration riche en céréales et tourteaux, et le troisième de neuf génisses de race Blanc Bleu Belge (BBB) engraisées avec une ration riche en pulpe de betterave, céréales et tourteaux.

Chez la génisse de race Charolaise, la finition à base d'ensilage de maïs a été à l'origine de viandes plus grasses que la finition à base d'aliments concentrés (5,4 vs. 4,0 mg d'AG / 100 g de muscle). Le profil en AG a également été modifié, les teneurs (/ 100 g de muscle) en AGS et monoinsaturés (AGMI) étant supérieures pour les rations à base d'ensilage de maïs. La part des CLA cis 9 trans 11 (CLA c9,t11) dans 100 g d'AG (0,4 vs. 0,7 %) ainsi que le rapport entre acides gras polyinsaturés (AGPI) et AGS (0,08 vs. 0,13) ont été inférieurs dans le cas d'un régime à base d'ensilage de maïs. La ration de finition n'a pas influencé les rapports n-6 / n-3 (4,3 en moyenne).

La race BBB a été à l'origine d'une viande plus pauvre en lipides que la race Charolaise (1,5 vs. 4,0 mg d'AG / 100 g de muscle). Le rapport n-6 / n-3 (3,0 vs. 4,5) et le rapport AGPI / AGS (0,3 vs. 0,1) ont également été diététiquement plus favorables pour les viandes BBB que pour les viandes Charolaises. Les muscles de génisses BBB ont présenté des teneurs en AGS, AGMI et AGPI mais également en AG gras n-6 et CLA c9,t11 significativement inférieures aux muscles de génisses Charolaises.

Parce qu'elle est plus pauvre en lipides, la viande de BBB satisfait aux recommandations européennes qui conseillent de réduire l'ingestion de lipides et en particulier de réduire l'ingestion d'AGS. Les apports en AGPI n-3 ont été similaires avec les trois types de viande, alors que ceux en CLA c9,t11 ont été largement plus faibles avec la viande de génisses BBB.

Influence of breeds and finishing diets on the fatty acid content in the *rectus abdominis* muscles of heifers

OURY M.P. (1), HORNICK J.L. (2), DUFRASNE I. (2), ROUX M. (1), ISTASSE L. (2), CABARAUX J.F. (2)

(1) ENESAD, équipe URANIE, BP 87999, 21079 Dijon Cedex, France. mp.oury@enesad.fr

SUMMARY – Beef meat is often considered as unhealthy due to the high contents in total fat and in saturated fatty acids (SFA). The aim of this study was to measure the effects of the fattening diet and of the breed on fatty acids (FA) content and profile of the *rectus abdominis* muscle in heifers. Twenty-nine heifers were allocated into three groups: the first one was composed of 9 Charolais heifers fattened with a diet based on maize silage, the second one consisted of 11 Charolais heifers fed with a concentrate based diet and the third one was composed of 9 Belgian Blue (BB) heifers fattened with a diet based on concentrate. The *rectus abdominis* muscles of the Charolais heifers were fatter in the maize silage based diet group than in the concentrate based diet group (5.4 vs 4.0 g of FA/100g of meat). The FA profile was also affected, SFA and mono-unsaturated fatty acid (MUFA) contents (/100 g muscle) being higher in the maize based diet group. The proportions in 100 g FA of cis-9 trans-11 CLA (c9,t11 CLA) (0.4 vs 0.7%) and the polyunsaturated fatty acid (PUFA) / SFA ratio (0.08 vs 0.13) were lower in the maize silage based diet. The n-6/n-3 ratio (4.3 in average) was not affected by the finishing diet.

The *rectus abdominis* muscles from the BB heifers have a lower intramuscular fat content (1.5 vs 4.0 mg of FA/100 g of meat). The n-6/n-3 (3.0 vs 4.5) and PUFA/SFA (0.3 vs 0.1) ratios were also healthier for the BB meat than for the Charolais heifers. BB muscles contained lower SFA, MUFA and PUFA but also n-6 FA and c9,t11 CLA contents than Charolais muscles.

Owing to the leanness, BB meat satisfies the European recommendations in which the lipid ingestion and particularly SFA ingestion are reduced. The n-3 FA amounts were similar in the 3 types of meat whereas the c9,t11 CLA contents were lower with the BB meat.

INTRODUCTION

Pour l'homme, la viande est une source importante de protéines et de micro-nutriments tels que le fer, le sélénium, les vitamines A, B9 (acide folique) et B12, ... (Nohr et Biesalski, 2007). Elle est également une source d'acides gras polyinsaturés (AGPI) des séries oméga-3 (n-3) ou oméga-6 (n-6) qui sont des acides gras (AG) essentiels. Les AG n-3 ont des effets avérés ou possibles dans la prévention ou le traitement des maladies inflammatoires, des maladies cardiovasculaires, des cancers, du diabète, de l'obésité (Astrog *et al.*, 2006). Néanmoins, la viande de bœuf a souvent mauvaise presse auprès des consommateurs car elle

est considérée comme trop riche en lipides totaux et en acides gras saturés (AGS). Son faible rapport AGPI / AGS lui est également reproché (Wood *et al.*, 1999). En effet, de nombreuses études ont montré qu'un excès d'AGS avait des conséquences néfastes sur la santé en augmentant notamment les risques de maladies cardiovasculaires. Afin de satisfaire les recommandations nutritionnelles chez l'homme, il serait souhaitable de limiter les teneurs en AGS des viandes bovines, d'augmenter celles en AGPI et donc d'accroître le rapport AGPI / AGS (Scollan *et al.*, 2005).

Dès lors, il est utile de s'intéresser aux facteurs susceptibles de conduire à une diminution à la fois des teneurs en lipides

et du degré de saturation des AG. Selon la bibliographie, les deux facteurs les plus probants paraissent être le régime alimentaire et le génotype de l'animal (Scollan *et al.*, 2005). L'objet de la présente étude était d'évaluer l'effet respectif de la race et du mode de finition sur la composition en AG des viandes bovines.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET ALIMENTS

Trois lots de génisses ont été constitués :

- le lot M-CH, constitué de neuf génisses Charolaises finies en 170 jours avec une ration à base d'ensilage de maïs complétementée de 2 kg de céréales,

- le lot C-CH constitué de onze génisses Charolaises engraisées pendant 170 jours avec une ration à base de paille et de 10 kg d'aliments concentrés (80 % céréales et 20 % tourteaux),

- le lot C-BBB, constitué de neuf génisses de race Blanc Bleu Belge (BBB) abattues après une finition de 130 jours basée sur une ration constituée de paille et de 10 kg d'aliments concentrés (40 % pulpes de betterave, 40 % céréales, 20 % tourteaux).

Les génisses des trois lots ont été abattues à un même poids de carcasse (387 kg en moyenne, tableau 1). Les deux lots de génisses Charolaises (M-CH et C-CH) ont été abattus à même âge (34 mois en moyenne) alors que les génisses BBB ont été abattues significativement plus âgées que les génisses Charolaises finies de façon similaire (respectivement 40,7 et 35,2 mois pour C-BBB et C-CH).

Tableau 1 : Gain moyen, âge et poids de carcasse chaude (PCC) des génisses des différents lots

Lot	M-CH	C-CH	C-BBB	Effet finition ¹	Effet race ²
Effectif	9	11	9		
Âge (mois)	32,7	35,2	40,7	ns	***
PCC (kg)	395	390	374	ns	ns

¹ Effet de la ration de finition : comparaison des lots C-CH et M-CH,

² Effet de la race : comparaison des lots C-CH et C-BBB, *** : $p < 0,001$,

** : $p < 0,01$, * : $p < 0,05$, +, $p < 0,10$, ns : $p > 0,10$

1.2. PRELEVEMENTS ET ANALYSES

Le muscle *rectus abdominis* (RA) a été prélevé 24 h après abattage. Le profil en AG des échantillons a été déterminé par chromatographie en phase gazeuse après extraction et trans-estérification selon la méthode de Sukhija et Palmquist (1988) adaptée à la viande lyophilisée. Cette méthode a été présentée précédemment par Cuvelier *et al.* (2005).

1.3. ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées selon un modèle linéaire généralisé à l'aide du logiciel SAS. L'effet de la ration a été évalué en comparant les lots M-CH et C-CH. L'effet de la race a été testé en comparant les lots C-CH et C-BBB. Le facteur âge étant significativement différent entre ces deux groupes, il a été ajouté comme facteur de covariance dans le modèle.

2. RESULTATS

2.1 EFFET DE LA RATION DE FINITION SUR LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DU MUSCLE RECTUS ABDOMINIS

Chez la génisse Charolaise, le type de finition a influencé significativement les teneurs en AG du muscle RA. Les génisses finies avec de l'ensilage de maïs ont présenté des

viandes plus grasses que les génisses finies avec des aliments concentrés (5,4 vs. 4,0 g d'AG / 100g de muscle, $P < 0,05$, tableau 2).

Tableau 2 : Teneurs en différents AG du muscle RA en fonction de la ration de finition et de la race et exprimées en mg / 100 g de muscle

Lot	M-CH	C-CH	C-BBB	Effet finition ¹	Effet race ²
C14: 0	186,1	120,4	34,0	*	***
C15: 0	24,5	23,7	7,2	ns	**
C16: 0	1699,2	1160,9	381,8	*	***
C18: 0	774,5	615,8	231,9	ns	**
C20: 0	5,6	4,6	1,0	ns	**
C14: 1	40,9	21,8	7,4	*	**
C16: 1 n-7	245,7	174,6	53,3	+	***
C18: 1	2181,9	1603,8	583,5	*	***
C18: 2 n-6	100,1	115,6	90,1	ns	*
C18: 3 n-6	0,5	0,7	0,5	+	ns
C20: 2 n-6	1,5	1,5	1,4	ns	ns
C20: 3 n-6	9,0	11,5	7,9	*	**
C20: 4 n-6	23,0	28,7	21,2	*	**
C22: 4 n-6	3,5	3,7	2,1	ns	*
C18: 3 n-3	29,7	23,3	17,1	ns	ns
C20: 3 n-3	0,6	0,7	1,3	ns	ns ³
C20: 5 n-3	2,6	4,4	7,6	+	*
C22: 5 n-3	11,3	14,3	15,1	+	ns
C22: 6 n-3	0,8	0,9	1,0	ns	ns
CLA cis-9 trans-11	23,1	25,8	6,0	ns	***
AGS	2689,9	1925,5	655,9	+	***
AGMI	2468,4	1800,1	644,3	*	***
AGPI	195,6	230,7	171,2	+	**
AGI	2664,0	2030,9	815,4	+	***
AGPI / AGS	0,08	0,13	0,32	**	***
Somme AG n-6	137,6	161,5	123,1	ns	**
Somme AG n-3	35,0	43,4	42,1	ns	ns
n-6 / n-3	4,08	4,49	2,95	ns	ns
Somme des AG	5353,9	3956,4	1471,3	*	***

^{1,2} cf. tableau 1

³ L'effet de la covariance liée à l'âge a été significatif ($p < 0,01$) seulement pour ce paramètre.

Des teneurs en AG totaux significativement différentes dans les muscles modifient le profil en AG. Les teneurs en AGS (C14: 0 et C16: 0) ont été supérieures ($P < 0,05$) pour le RA des animaux qui ont reçu la ration d'ensilage de maïs. Ce mode de finition a également entraîné une augmentation des teneurs en AGMI (C14: 1 et C18: 1 ; $P < 0,05$).

Une finition à base d'ensilage de maïs a conduit à des teneurs en C20: 3 n-6 et C20: 4 n-6 plus faible ($P < 0,05$) qu'une finition à base d'aliments concentrés. En outre, la finition à base d'aliments concentrés a eu tendance à favoriser les teneurs en C20:5 n-3 et C22:5 n-3 ($P < 0,10$). Malgré ces tendances, aucun écart significatif des teneurs en AG n-3 et n-6 n'a été noté entre les deux rations de finition ($P > 0,10$) et le rapport n-6 / n-3 a ainsi été équivalent entre les deux modes d'alimentation (4,3 en moyenne).

Ces différentes modifications du profil en AG se sont accompagnées d'un rapport AGPI / AGS plus faibles chez les animaux recevant une ration de finition à base d'ensilage de maïs (0,08 vs. 0,13, $P < 0,01$).

Par contre, lorsque les proportions des différents AG étaient exprimées en pourcentage du total des AG (tableau 3), les observations ont été différentes.

Ainsi, si les teneurs en acides linoléiques conjugués cis 9 trans 11 (CLA c9,t11) dans 100 g de viande n'ont pas été influencées par la ration de finition, les proportions en CLA

c9,t11 dans 100 g d'AG ont été significativement différentes selon le mode d'alimentation. Les rations à base d'aliments concentrés ont été à l'origine de proportions supérieures en CLA c9,t11 dans le RA en comparaison des rations à base d'ensilage de maïs (1,2 vs. 0,8 g / 100 g d'AG, P < 0,05). Il est également ressorti que les proportions en AGPI et en AG n-6 étaient significativement supérieures dans le cas d'une finition à base d'aliments concentrés (P < 0,01).

Tableau 3 : Proportions en différents AG des muscles RA de génisses en fonction de la ration de finition et de la race (exprimées en % des AG totaux)

Lot	M-CH	C-CH	C-BBB	Effet finition ¹	Effet race ²
CLA cis-9 trans-11	0,4	0,7	0,4	*	*
AGS	49,9	48,0	43,9	ns	*
AGMI	46,1	45,9	42,5	ns	+
AGPI	4,0	6,1	13,6	**	***
AGI	50,1	52,0	56,1	ns	*
Somme AG n-6	2,8	4,2	9,7	**	***
Somme AG n-3	0,8	1,2	3,5	+	**

^{1,2} cf. tableau 1

2.2 EFFET DE LA RACE SUR LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DU MUSCLE *RECTUS ABDOMINIS*

Pour une même ration de finition, la race a influencé significativement les teneurs en AG des muscles RA (tableau 2). Ainsi, les génisses BBB ont présenté des teneurs en AG significativement plus faibles que les génisses Charolaises (1,5 vs. 4,0 g / 100g de viande, P < 0,001). Il en a été de même pour les teneurs en AGS, AGMI, AGPI et AGI (P < 0,001 ou 0,01). Les muscles des génisses BBB ont également été caractérisés par des teneurs en CLA c9,t11 significativement inférieures à celles des muscles de génisses Charolaises (6,0 vs. 25,8 mg / 100g de viande). Les faibles teneurs en AGPI des viandes en comparaison de celle des AGS, et les faibles teneurs en AGS des viandes de génisses BBB en comparaison de celle de génisses Charolaises ont conduit à un rapport AGPI / AGS significativement supérieur pour les viandes de génisses BBB (0,32 vs. 0,13). Bien que les teneurs en AG n 6 aient été supérieures (P < 0,01) dans les viandes de génisses Charolaises, et celles en AG n-3 non significativement différentes, les rapports n-6 / n-3 n'ont pas été significativement différents entre les viandes des deux races (3,7 en moyenne).

Les proportions en AG n-3 et n-6 dans 100 g d'AG ont été en revanche significativement supérieures pour la race BBB (3,5 vs. 1,2 g / 100 g d'AG, P < 0,01 et 9,7 vs. 4,2 g / 100 g d'AG, P < 0,001 respectivement, tableau 3). Il en a été de même pour les teneurs en AGPI (13,6 vs. 6,1 g / 100 g d'AG, P < 0,001).

3. DISCUSSION

La ration de finition a influencé significativement les teneurs en AG totaux de la viande, la finition à base d'ensilage de maïs étant à l'origine d'une viande plus riche en lipides que celle à base d'aliments concentrés.

La comparaison des races a montré que la race BBB est à l'origine d'une viande plus pauvre en AG totaux que la race Charolaise. Cette teneur plus faible en gras des viandes BBB a été fréquemment mise en évidence, lors de comparaison à des viandes d'animaux Limousins, Charolais ou Angus (Dufresne *et al.*, 2001, Raes *et al.*, 2003, Cuvelier *et al.*, 2005).

L'augmentation des teneurs en AG dans la viande s'est faite en parallèle de celle des teneurs en AGS et AGMI (figure 1) alors que les teneurs en AGPI n'ont été modifiées que dans une faible mesure (figure 2), les AGPI ne représentant qu'entre 3 et 8 % des AG totaux. En effet, il a précédemment été établi qu'une forte teneur en lipides intramusculaires s'accompagne d'une forte proportion en triglycérides, relativement aux phospholipides. On sait que les triglycérides sont composés principalement par des AGS et AGMI alors que les phospholipides sont essentiellement caractérisés par des teneurs élevées en AGPI. Aussi, il n'est pas étonnant de constater que les muscles les moins gras (C-CH vs. M-CH ; C-BBB vs. C-CH) aient été moins riches en AGS et AGMI que les muscles dont les teneurs en AG étaient supérieures. De tels résultats avaient été mis en évidence précédemment par Cuvelier *et al.* (2005) lors de la comparaison d'animaux de races différentes.

Figure 1 : Relations entre la somme des AG (mg / 100 g de muscle) et les teneurs en AGS + AGMI au sein du muscle RA des génisses des trois lots

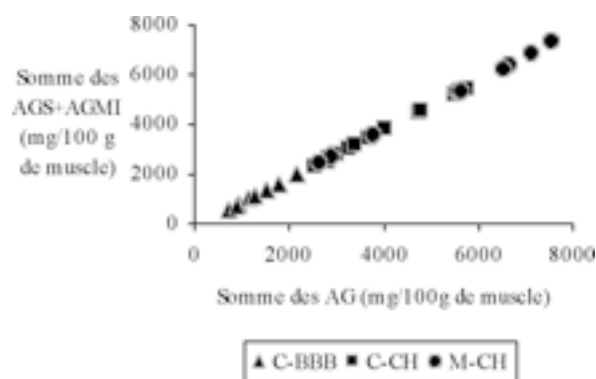
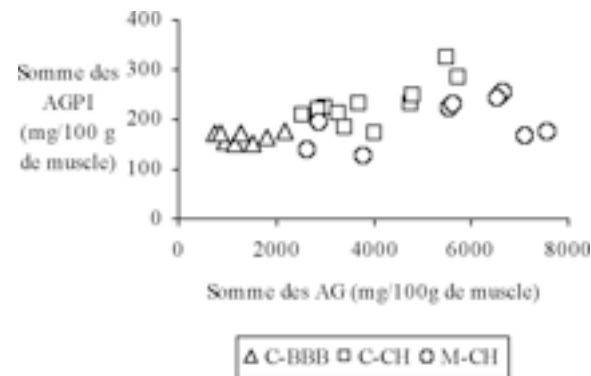


Figure 2 : Relations entre la somme des AG (mg / 100 g de muscle) et les teneurs en AGPI au sein du muscle RA des génisses des trois lots



Les plus fortes teneurs en AGS et en AGMI observées dans les RA des M-CH par rapport à celles des RA des C-CH devraient donc être mises en relation avec la teneur totale en AG plutôt qu'avec le type régime. Il ne faut cependant pas oublier que le type de régime influence le dépôt de gras chez les bovins. Un effet strict du régime n'aurait pu être mis en évidence que si les génisses Charolaises avaient présenté des teneurs en AG identiques. Dans un tel cas, les teneurs en AGPI sont significativement supérieures dans les RA des C-CH en comparaison de ceux des M-CH (figure 2). Néanmoins, ce résultat est à prendre avec précaution en raison de la variabilité des teneurs en AG totaux des échantillons. Le même raisonnement peut être tenu dans la comparaison des groupes C-CH et C-BBB.

Des rapports AGPI / AGS supérieurs à 0,4 dans la viande sont actuellement recommandés (Wood *et al.*, 2003). Ce rapport était plus favorable pour les viandes de génisses BBB que pour celles de génisses Charolaises, comme mis en évidence par Raes *et al.* (2003) et Cuvelier *et al.* (2005). De même, chez les génisses Charolaises, ce rapport a été plus favorable dans le groupe fini avec une ration riche en concentrés. Ces observations étaient prévisibles. Etant donné que la teneur en AGS augmente parallèlement à celle en AG totaux et que l'amplitude de variations des teneurs en AGPI dans la viande est relativement faible, les viandes maigres présenteront toujours un rapport AGPI / AGS plus favorable.

La ration de finition n'a pas influencé les teneurs en CLA c9,t11 dans 100 g de viande mais bien les proportions dans 100 g d'AG, qui ont été significativement supérieures pour des rations à base d'aliments concentrés que pour des rations à base d'ensilage de maïs. Ce travail confirme les résultats de De La Torre *et al.* (2006), obtenus sur les muscles RA de taurillons Charolais conduits avec ces mêmes types de rations.

Les muscles de génisses BBB ont présenté des teneurs en CLA c9,t11 dans 100 g de viande significativement inférieures à celles des muscles de génisses C-CH. Les teneurs obtenues en CLA c9,t11 de la viande de génisse BBB ont été proches de celles relevées par Raes *et al.* (2003) dans le muscle *longissimus thoracis* de taurillons BBB (de 3 à 5 mg / 100 g de viande). Selon De Smet *et al.* (2004), de telles différences s'expliquent par le fait que la teneur en CLA c9,t11 dans la viande semble être positivement corrélée à la teneur totale en AG.

Les CLA ont fait l'objet de nombreuses études récentes, en raison de leurs propriétés bénéfiques pour la santé humaine (De La Torre *et al.*, 2006). Ainsi, des effets anti-cancérigènes ont été mis en évidence dans le cas d'un apport quotidien de l'ordre de 3 g de CLA (Scimeca et Thompson, 1995). Cependant, selon l'AFSSA (2007), la consommation moyenne en France de CLA n'est que de 180 mg / j.

En considérant une ration journalière de 100 g de viande, un apport de 24,5 mg de CLA c9,t11 sera réalisé par un morceau de RA de génisse Charolaise finie avec de l'ensilage de maïs ou des concentrés. Par contre l'apport en lipides totaux sera plus élevé avec la viande de génisse M-CH (5,3 vs. 4,0 g / 100 g de viande). A l'opposé, un steak de 100 g provenant de génisses BBB n'apportera que 6 mg de CLA c9,t11 et seulement 1,5 g d'AG totaux. Aussi, quelle que soit la race et le régime considérés, il apparaît que la viande bovine n'est pas une source significative de CLA c9,t11.

Bien que les trois lots de génisses aient été à l'origine de viandes en teneurs en AG totaux significativement différentes, les teneurs en AG n-3 sont apparues équivalentes (40 mg / 100 g de RA). Il paraît donc possible de consommer une viande moins grasse, qui apporte néanmoins des teneurs en AG n-3 similaires. Par contre, pour cette même teneur en AG n-3, les teneurs en AGS apportées ont été significativement décroissantes entre des steaks de génisse M-CH, C-CH et C-BBB (Cuvelier *et al.*, 2006).

Des rapports n-6 / n-3 inférieurs à 4 sont également recommandés dans la viande (Wood *et al.*, 2003). Bien que la différence n'était pas significative, le rapport n-6 / n-3 pour les viandes BBB a été numériquement plus favorable que celui observé pour les viandes Charolaises (2,95 vs. 4,29 mg / 100 g de muscle).

CONCLUSION

Parce qu'elle est plus maigre, la viande de BBB satisfait aux recommandations européennes qui conseillent de réduire l'ingestion de lipides et en particulier de réduire l'ingestion d'AGS. Les apports en AGPI n-3 ont été similaires avec les trois types de viande, alors que ceux en CLA c9,t11 ont été significativement plus faibles avec la viande de génisses BBB. Par contre, il est probable que cette richesse moindre en graisse se répercute négativement sur l'intensité de la saveur et / ou la jutosité des viandes.

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 ainsi que de la Direction générale de l'agriculture de la région wallonne (Belgique).

AFSSA, 2007. Saisine n°2006-SA-0156

Astrog P., Guesnet P., Alessandri J. M., Galan P., Lavialle M., 2006. Sciences des aliments, 26, 8-28.

Cuvelier C., Dotreppe O., Cabaraux J. F., Dufrasne I., Istasse L., Hornick J. L., 2005. In : *Indicators of milk and beef quality*, J.F. Hocquette and S. Gigli (Ed), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 409-418

Cuvelier C., Clinquart A., Hocquette J. F., Cabaraux J. F., Dufrasne I., Istasse L., Hornick J. L., 2006. *Meat Science*, 74, 522-531

De La Torre A., Gruffat D., Durand D., Micol D., Peyron A., Scislawski V., Bauchart D., 2006. *Meat Science*, 73, 258-268

De Smet S., Raes K., Demeyer D., 2004. *Anim. Res.* 53, 81-98

Dufrasne I., Cabaraux J. F., De Behr V., Hornick J. L., Clinquart A., Istasse L., 2001. *Rencontres Recherches Ruminants*, 8, 109

Nohr D., Biesalski H. K., 2007. *Animal*, 1, 309-316

Raes K., De Smet S., Balcaen A., Claeys E., Demeyer D., 2003. *Reproduction Nutrition Development*, 42, 331-345

Scimeca J. A., Thompson H., 1995. *Nutrition and Cancer*, 24, 241-247

Scollan N. D., Richardson I., De Smet S., Moloney A. P., Doreau M., Bauchart D., Nuernber K., 2005. In : *Indicators of milk and beef quality*, J.F. Hocquette and S. Gigli (Ed), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 151-162

Sukhija P. S., Palmquist D. L., 1988. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 36, 1202-1206.

Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Richardson R. I., Sheard P. R., 1999. *Proceedings of Nutrition Society*, 58, 363-370

Wood J. D., Richardson R. I., Nute G. R., Fisher A. V., Campo M. M., Kasapidou E., Sheard P. R., Enser M., 2003. *Meat Science*, 66, 21-32