

Effets des lipides de la ration sur les performances de croissance, la qualité des carcasses et la composition en acides gras de la viande d'agneau

NORMAND J. (1), BERTHELOT V. (2), DELMOTTE C. (3), POTTIER E. (4), SAGOT L. (4), DOBBELS M. (5), BAS P. (2)

(1) Institut de l'Élevage, service Qualité des viandes, AGRAPOLE, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07

(2) INRA-AgroParisTech, UMR physiologie de la nutrition et alimentation, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris cedex 05

(3) RW, DGA, Direction du développement et de la vulgarisation, 12 rue des Champs Élysées, 5590 Ciney, Belgique

(4) Institut de l'Élevage / CIIRPO, Ferme expérimentale du Mourier, 87800 Saint-Priest-Ligoure

(5) Centre de recherche et d'expérimentation ovin de Glane, 24420 Coulaures

RESUME – L'incidence de la supplémentation lipidique sur les performances de croissance, la qualité des carcasses et la composition en acides gras des muscles a été étudiée à partir de dix essais réalisés sur différents types d'agneaux. Plusieurs niveaux et formes d'apport de graines de lin ont été testés, ainsi qu'un apport de graines de colza ou de soja et de tourteaux fermiers de colza contenant 13 à 22 % de matière grasse. L'apport de lipides dans la ration n'a pas d'incidence marquée sur la vitesse de croissance des agneaux, y compris pour des teneurs supérieures à 5 %. De même, la qualité des carcasses (état d'engraissement, fermeté et couleur du gras de couverture) n'est pas influencée par la supplémentation lipidique. En revanche, l'apport de graines de lin permet d'enrichir significativement les muscles en C18:3 *n*-3 (+1,44 % avec 10 % de lin dans la ration), conférant à la viande une meilleure qualité nutritionnelle. Avec de la graine ou du tourteau fermier de colza riche en huile, l'effet est moindre (respectivement +0,43 et +0,21 %). Par ailleurs, l'incorporation de lin dans la ration tend à augmenter la teneur en CLA et en acides gras *trans* totaux du muscle.

Effects of dietary lipids on growth performances, carcass quality and fatty acid composition of lamb's meat

NORMAND J. (1), BERTHELOT V. (2), DELMOTTE C. (3), POTTIER E. (4), SAGOT L. (4), DOBBELS M. (5), BAS P. (2)

(1) Institut de l'Élevage, Service Qualité des Viandes, AGRAPOLE, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07

SUMMARY – The incidence of lipid supplements on growth performances, quality of carcasses and fatty acid composition of intramuscular lipids were studied in 10 trials with different types of lambs. Several amounts of linseed distributed under different forms of presentation were tested, as well as rapeseed, soybean and rapeseed cake (13 to 22% fat content). The supply of lipids in the ration has no marked incidence on the average daily gain of the lambs, even with high fat rations (more than 5%). In the same way, the quality of the carcasses (fatness, firmness and colour of subcutaneous fat) is not influenced by the lipid supplements. On the contrary, C18:3 *n*-3 content of muscles is highly increased (+1.44%) with 10% of linseed in the ration, thus improving the nutritional quality of the meat. With rapeseed or rapeseed cake, the effect is lower (respectively, +0.43% and +0.21%). Besides, with linseed, contents of CLA and total trans fatty acids of the muscle tend to be higher.

INTRODUCTION

Des matières grasses peuvent être incorporées dans les rations des ruminants pour en accroître la densité énergétique et / ou en modifier la composition avec pour buts d'améliorer la vitesse de croissance et l'état d'engraissement des animaux ainsi que le profil en acides gras (AG) des produits. A cause de l'hydrogénation ruminale de leurs AG, les lipides de la ration ont peu d'influence sur la composition en AG des tissus adipeux des ruminants en comparaison avec les monogastriques (Wood et Enser, 1997, Nuernberg *et al.*, 1998). Cependant des différences de composition en AG et de caractéristiques sensorielles entre les agneaux élevés au pâturage et ceux élevés avec des rations à base d'aliments concentrés sont maintenant bien établies (Kemp *et al.*, 1980, Bas et Morand-Fehr, 2000). Depuis une décennie environ, ce sujet a un regain d'intérêt en raison des conséquences de la consommation de viande de ruminant sur la santé des consommateurs. L'objectif est d'obtenir une viande plus diététique, moins grasse et plus riche en acides gras polyinsaturés (AGPI) et plus particulièrement en AGPI de la série *n*-3 aux dépens de ceux de la série *n*-6. La teneur en AGPI *n*-3 est généralement plus élevée dans la viande de ruminants alimentés avec une ration à base de fourrages verts plutôt qu'avec une ration à base de concentrés à fort pourcentage de céréales (Bas et Morand Fehr, 2000, Nuernberg *et al.*, 2005). Mais avec des aliments concentrés contenant des dérivés de poisson ou de graine de

lin, la viande d'agneau est plus riche en AGPI *n*-3 (Berthelot *et al.*, 2004, Delmotte *et al.*, 2005, Bas *et al.*, 2007). Il est également admis que la viande de ruminant et plus particulièrement celle d'agneaux élevés avec des rations à base de concentrés enrichis en lipides, est une source d'acides gras *trans*, généralement considérés comme préjudiciables pour la santé des consommateurs (Bessa *et al.*, 2005, Bas *et al.*, 2007). Cependant, une exception est faite pour certains acides gras *trans*, isomères conjugués de l'acide linoléique (CLA) qui sont spécifiques des ruminants, et dont on cherche à accroître les teneurs avec des concentrés supplémentés en matières grasses insaturées ou avec des rations à base de fourrage (Daniel *et al.*, 2004). L'objectif de cette communication est d'étudier l'influence des lipides de la ration de finition sur les performances zootechniques des agneaux, la qualité des carcasses et la composition en AG de la viande.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

L'incidence de la supplémentation lipidique sur les performances zootechniques, les consommations d'aliments, la qualité des carcasses et la composition en AG des tissus adipeux intramusculaires a été étudiée dans dix essais. Ces essais ont été conduits à la ferme expérimentale du Mourier (87, Institut de l'élevage / CIIRPO, trois essais), à la ferme expérimentale de Grignon (78, Unité mixte de recherche

INRA-AgroParisTech, trois essais), à la ferme expérimentale de Glane (24, un essai) et dans trois élevages en Belgique (Ministère de la région wallonne). Ils regroupaient trente-quatre modalités expérimentales et environ six cent vingt agneaux. Sept essais étaient centrés sur l'incorporation de graine de lin dans la ration des agneaux pour un enrichissement en AGPI *n-3* des lipides de leur viande (tableau 1). Différents paramètres ont été testés : la quantité d'apport de lin (de 3 à 15 % des concentrés de la ration), la forme de présentation de la graine (entière, aplatie, extrudée), le type d'agneau engraisé (agneau de bergerie, agneau d'herbe fini en bergerie), la nature de la céréale de base (blé vs. maïs). Dans deux essais (tableau 2), l'utilisation de tourteaux fermiers de colza ou de tournesol à forte teneur en matière grasse (MG, 13 à 22 %) a été comparée à l'utilisation de tourteaux de soja ou de colza industriels (environ 3 % de MG). Enfin, deux essais (tableau 3) traitaient d'une supplémentation lipidique à partir de graine de soja et de graine de colza de différentes variétés (classique vs. oléique).

Ces conduites ont été mises en œuvre sur des agneaux de bergerie, sauf dans les essais 2 et 9 où il s'agissait d'agneaux d'herbe finis en bergerie (un lot fini seulement à l'herbe dans l'essai 9). Elles concernaient uniquement la période de finition des agneaux, excepté dans les essais 1, 8 et 10 où la supplémentation lipidique était apportée dès trois semaines d'âge, lorsque les animaux commençaient à consommer du concentré. Il s'agissait d'agneaux de différents types génétiques (Mouton Vendéen, Romane (ex INRA 401), Suffolk, croisés Ile de France), sevrés plus ou moins tardivement (entre 80 et 100 j). Toutefois, dans l'essai 10, les agneaux ont été abattus non-sevrés.

1.2. MESURES REALISEES

Dans les différents sites expérimentaux, les animaux ainsi que les quantités d'aliments consommées étaient régulièrement pesés. A l'abattage, l'état d'engraissement des carcasses a été noté suivant la grille OFIVAL. Dans les essais 4, 5 et 6, il était également apprécié par pesée des gras périrénaux. Dans les essais 1, 2, 3 et 7, la couleur et la tenue du gras de couverture ont été notées de façon visuelle et tactile suivant les grilles de l'Institut de l'élevage.

Tableau 1 : Dispositifs expérimentaux « graine de lin »

Site	Le Mourier			Belgique			Grignon	
Année	2003	2003	2004	2001	2002	2004	2003	
Essai	1	2	3	8	9	10	4	
Race	Mouton Vendéen			Type Ile de France			Suffolk	Romane
Type d'agneau	Bergerie	Herbe + berg.	Bergerie	Bergerie	Herbe / Herbe + berg.	Bergerie	Bergerie	
Effectif par lots	44	18	24	20	12	14	10	
Sexe	22 ♂ + 22 ♀	12 ♂ + 6 ♀	14 ♂ + 10 ♀	10 ♂ + 10 ♀	6 ♂ + 6 ♀	7 ♂ + 7 ♀	Mâle	
Nb de lots	2	2	4	4	3	4	3	
Taux d'incorp.* (%)	0 / 6	0 / 6	0 / 3 / 6 / 9	0 / 3 / 10 / 15	0 / 12,5	0 / 3,5	0 / 10	
Forme de présentation		Lin extrudé		Lin extrudé	Lin extrudé	Entier / Aplati / Extrudé	Lin extrudé	
Durée d'apport (j)	88	46	41	89	66	75	44	
Ration de base		Céréales			Céréales		Blé / Maïs	
Age MEL (j)	21	227	78	21	107	23	100	
Poids MEL (kg)	8,1	32,2	23,6	10,6	27,2	10,7	31,8	
Poids carcasse (kg)	16,9	16,4	17,3	15,8	18,8	18,1	20,4	

* Taux d'incorporation du lin dans la ration. MEL : mise en lots.

Tableau 2 : Dispositifs expérimentaux « tourteaux fermiers »

Site	Glane	Belgique
Année	2006	2004
Essai	7	10
Race	Ile de Fr. x Lacaune	Suffolk
Effectif par lots	26	14
Sexe	17 ♂ + 9 ♀	7 ♂ + 7 ♀
Nb de lots	5	2
Tourteaux testés	<ul style="list-style-type: none"> • Soja industriel (1,4 % MG) • Colza industriel (3,0 % MG) • Tournesol fermier (13,4 % MG) • Colza fermier (13,5 % MG) • Colza fermier (17,8 % MG) 	<ul style="list-style-type: none"> • Soja industriel (1,9 % MG) • Colza fermier (22 % MG)
Taux d'incorp.*	30 %	7,8 %
Age MEL (j)	103	22
Poids MEL (kg)	30,0	10,4
Poids carcasse (kg)	18,0	18,3

* Taux d'incorporation des tourteaux fermiers. MEL : mise en lots.

Tableau 3 : Dispositifs expérimentaux « graine de colza »

Site	Grignon	
Année	2004	2005
Essai	5	6
Race	Romane	Romane
Effectif par lots	10	10
Sexe	Mâle	Mâle
Nb de lots	3	3
Source lipidique (graine)	<ul style="list-style-type: none"> • Soja (16,4 % MG) • Colza (38,9 % MG) • Colza oléique (42,8 % MG) 	<ul style="list-style-type: none"> • Colza (38,9 % MG) • Colza oléique (42,8 % MG)
Taux d'incorp.*	10 %	14 %
Ration de base	Orge + lin extrudé	Céréales
Age MEL (j)	90	90
Poids MEL (kg)	30,5	29,2
Poids carcasse (kg)	22,1	20,8

* Taux d'incorporation des graines de colza. MEL : mise en lots.

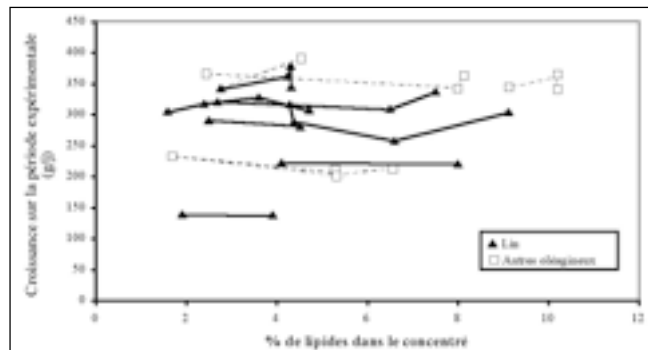
Pour huit à dix animaux par lot, la composition en acides gras du muscle long dorsal (essais 1, 2, 3, 8 et 9) ou d'un muscle de l'épaule (essais 4, 5, 6 et 10) a été déterminée après extraction lipidique et analyse des AG par chromatographie en phase gazeuse (Bas *et al.*, 2007).

2. RESULTATS

2.1. PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Dans les différents essais, la supplémentation lipidique n'a pas eu d'incidence marquée sur la vitesse de croissance des agneaux, et ce quels que soient la nature de la supplémentation lipidique et le taux de lipides dans la ration (figure 1). Globalement, en intra-essai, la vitesse de croissance moyenne obtenue avec les rations supplémentées en lipides (4-5 %) a été plus élevée d'environ 4 % (soit +14 g / j, non significatif (NS)) qu'avec les rations « témoin » contenant 2 à 3 % de lipides. Avec les rations contenant plus de 5 % de lipides, l'écart moyen est devenu négatif mais reste faible : -5 %, soit -14 g / j (NS). Ceci provient essentiellement de l'essai 7 : les gains moyens quotidiens (GMQ) des lots recevant les tourteaux fermiers de tournesol ou de colza ont été plus faibles qu'avec les tourteaux de soja et colza industriels, respectivement -20 à -30 g / j et -35 à -45 g / j. Cette diminution du GMQ a été particulièrement marquée en début d'essai et traduisait une chute de consommation du concentré alors que les consommations de fourrage sont restées stables. Elle s'est atténuée par la suite. On peut noter que dans les essais 5 et 8, avec des teneurs en MG très élevées (9 à 10 %), la croissance des animaux a été très satisfaisante, respectivement, de l'ordre de 350 et 303 g / j.

Figure 1 : Variation de la vitesse de croissance en fonction du taux de lipides de l'aliment concentré



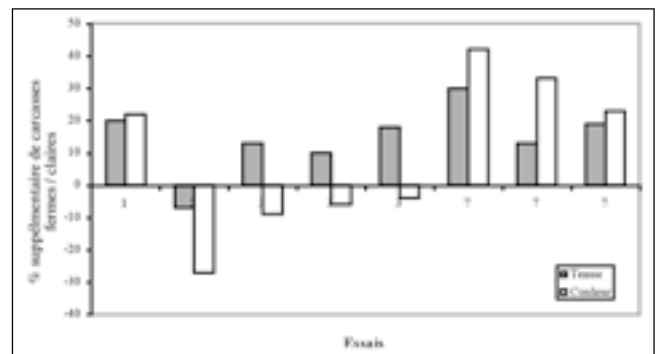
2.2. QUALITE DES CARCASSES

Comme pour la vitesse de croissance, l'incorporation de lipides dans la ration n'a pas eu d'influence sur le poids de carcasse des agneaux. De même, bien qu'ils soient riches en lipides, les régimes supplémentés n'ont pas induit de différence majeure d'état d'engraissement des carcasses. Tout au plus, un écart d'un sixième de classe (NS) a été enregistré dans l'essai 7 entre le lot recevant du tourteau de colza fermier à 18 % de MG (6,6 % de MG dans la ration) et le lot témoin (1,8 % de MG). Dans l'essai 6, les lots supplémentés en graines de colza riches en lipides (8 % de MG dans la ration) n'ont pas présenté un dépôt adipeux périrénal plus important que le lot témoin (2,5 % de MG), respectivement 1,35 et 1,38 % du poids de carcasse *vs.* 1,36 %.

En terme de qualité du gras de couverture, malgré l'apport d'AGPI à faible point de fusion, aucune dégradation de la fermeté ou de la couleur du gras n'a été enregistrée. Au contraire, une amélioration de ces deux critères a même été

observée dans respectivement sept et quatre essais (en moyenne, +15 % de carcasses jugées fermes ou très fermes et +10 % de carcasses jugées blanches ou légèrement colorées). Ceci pourrait s'expliquer en partie, par une moindre teneur en acides gras impairs et ramifiés des tissus adipeux.

Figure 2 : Incidences de la supplémentation lipidique sur la fermeté (■) et la couleur (□) du gras de couverture



2.3. COMPOSITION EN ACIDES GRAS DES MUSCLES

Les lipides des muscles sont constitués à la fois de phospholipides (constitutifs des membranes, plus riches en AGPI) et de triglycérides (lipides de réserve, plus riches en acides gras saturés (AGS)). Leur teneur varie avec le type de muscle et l'état d'engraissement de l'agneau. Dans nos essais, selon le muscle prélevé, la teneur en lipides a varié de 1 à 4 g / 100 g de muscle.

2.3.1. Apport de graines de lin

L'apport isoénergétique de graines de lin extrudées n'a modifié ni les teneurs en lipides des muscles ni les proportions d'AGS, d'acides gras monoinsaturés et d'AGPI totaux, sauf pour l'essai 1. Suite à l'introduction de graines de lin extrudées chez des agneaux de bergerie, on a observé dans tous les essais une augmentation significative de la teneur en C18:3 *n-3* du muscle ($p < 0,001$). Cet accroissement est linéaire :

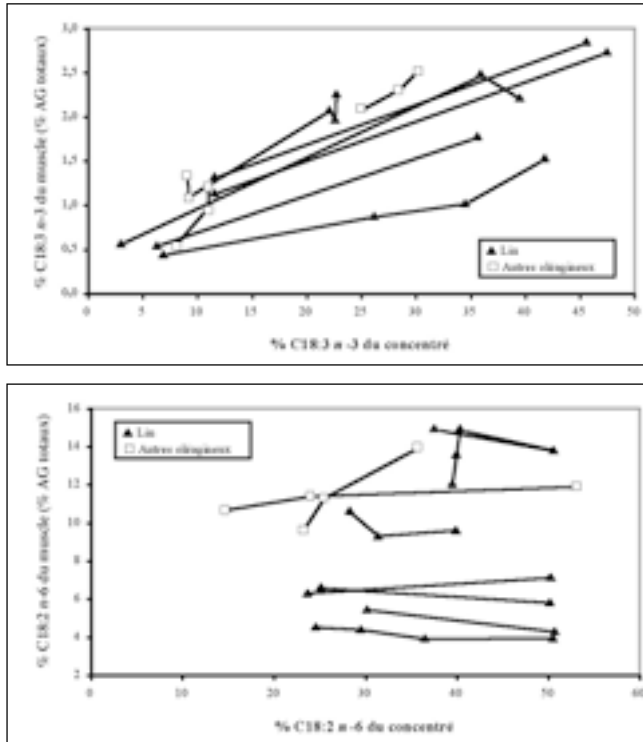
$C18:3 \text{ } n-3 \text{ muscle } (\%) = 0,516 + 0,044 \times C18:3 \text{ } n-3 \text{ concentré } (\%)$, $ETR = 0,227$, $n_{exp} = 7$, $n_{obs} = 17$, $p < 0,001$, (figure 3). Toutefois, on n'a pas observé d'augmentation de la proportion des AGPI à longue chaîne de la série *n-3*, excepté dans l'essai 1. Dans ce dernier, une faible augmentation des teneurs en C20:5 *n-3* et C22:5 *n-3* a été mesurée, sans que ce soit le cas pour le C22:6 *n-3*.

L'incorporation de graines de lin extrudées chez des agneaux de bergerie a ainsi conduit à des proportions de C18:3 *n-3* proches de celles observées au pâturage (Rondia *et al.*, 2003). En revanche, aucune relation n'a été observée entre la teneur en C18:2 *n-6* du concentré et celle du muscle. L'incorporation de graines de lin a faiblement mais significativement augmenté la proportion de C18:2 *cis-9,trans-11* :

$CLA \text{ muscle } (\%) = 0,400 + 0,003 \times C18:3 \text{ } n-3 \text{ concentré } (\%)$, $ETR = 0,049$, $n_{exp} = 7$, $n_{obs} = 17$, $p < 0,01$.

Toutefois, selon les essais, les teneurs de cet acide gras ont été extrêmement variables, de 0,05 à 0,19 % des AG totaux pour les essais 1, 3 et 4 selon les traitements et de 0,65 à 1,04 % pour les essais 8, 9 et 10. Ceci pourrait être lié à une faible disponibilité en précurseur (C18:1 *trans-11*) avec des rations très riches en aliments concentrés et à un très haut niveau d'énergie ingérée.

Figure 3 : Relation entre les pourcentages de C18:3 n-3 et C18:2 n-6 dans les aliments concentrés et dans les muscles avec une supplémentation en graines de lin extrudées ou avec d'autres graines oléoprotéagineuses



L'incorporation de graines de lin extrudées a augmenté la teneur du muscle en C18:1 *trans* totaux :

C18:1 *trans* = 3,15 + 0,05 x C18:3 n-3 concentré (%),

ETR = 0,70, $n_{\text{exp}} = 5$, $n_{\text{obs}} = 15$, $p < 0,01$.

Pour l'essai 3, le profil des acides gras C18:1 *trans* du muscle a été analysé (Bas *et al.*, 2007). Les C18:1 *trans*-10 et *trans*-11 sont les deux AG *trans* prépondérants, représentant respectivement, 45 à 58 % et 14 à 28 % des AG *trans* totaux. Le fort niveau de *trans*-10 pourrait être lié au fort pourcentage d'aliments concentrés dans la ration des agneaux de bergerie (90 %) mais aussi aux fortes teneurs en lipides des concentrés. En revanche, l'incorporation de C18:3 n-3 dans la ration modifie peu les teneurs en C18:1 *trans*-10 et *trans*-11 mais augmente les autres C18:1 *trans*. Contrairement aux bovins où une baisse de la teneur en C18:3 n-3 du muscle a déjà été observée avec l'utilisation de graine de lin aplatie par rapport au lin extrudé (Normand *et al.*, 2005), chez l'agneau de bergerie, aucune différence n'a été observée entre graines de lin entières, aplaties ou extrudées. Cela semble indiquer une digestion comparable du lin quelle que soit sa forme de présentation chez l'agneau.

2.3.2. Apport d'autres graines oléoprotéagineuses

L'incorporation de 15 % de graine de colza laminée dans la ration a significativement augmenté la proportion de C18:3 n-3 du muscle (+0,43 % des AG totaux) mais dans une proportion largement inférieure à celle observée avec de la graine de lin (+1,44 des AG totaux à un taux d'incorporation de 10 %). Le rapport n-6 / n-3 se trouve également significativement amélioré. En revanche, l'utilisation de

tourteau de colza gras n'a pas conduit à une augmentation significative de la teneur en C18:3 n-3 du muscle (+0,21 % des AG totaux, NS).

Lorsque l'on associe de la graine de lin extrudée à d'autres graines oléoprotéagineuses riches en C18:2 n-6 (graine de soja toastée) ou en C18:1 (graine de colza oléique), aucune modification significative du transfert de C18:3 n-3 dans le muscle n'est observée. En revanche, une augmentation significative du C18:2 n-6 dans le muscle est mesurée avec l'augmentation du C18:2 n-6 ingéré, ce qui n'a pas été retrouvé dans les autres essais (figure 3).

CONCLUSION

La supplémentation lipidique ne semble pas avoir d'effet majeur sur les performances zootechniques des agneaux, même pour des niveaux d'incorporation de lipides dans la ration très supérieurs à la limite de 5 % habituellement recommandée. Il faut toutefois être relativement prudent lors des transitions alimentaires. De même, aucun effet n'est observé sur l'état d'engraissement des carcasses ou sur la qualité du gras de couverture, couleur ou fermeté, et ce, même avec un apport d'AGPI à faibles points de fusion. En revanche, l'incorporation de lipides dans la ration permet de moduler sensiblement la composition en AG des lipides intramusculaires. L'apport de graines de lin, notamment, permet d'enrichir la teneur en C18:3 n-3 du muscle et améliore ainsi la qualité nutritionnelle de la viande. Cette augmentation varie de façon linéaire avec la quantité de C18:3 n-3 apportée par la ration. Cependant, en augmentant la teneur en C18:3 n-3 du muscle, on augmente parallèlement la teneur en AG *trans*. Par rapport à de la graine de lin, l'utilisation de graines de colza, et *a fortiori* de tourteau fermier de colza, ne confère pas les mêmes qualités nutritionnelles à la viande d'agneau. Leur utilisation ne doit donc pas être raisonnée sur ce critère.

Bas P., Morand-Fehr P., 2000. *Livest. Prod. Sci.*, 64, 61-79

Bas P., Berthelot V., Pottier E., Normand J., 2007. *Meat Sci.*, sous presse

Berthelot V., Poissonnet P., Saade M., Bas P., 2004. *Renc. Rech. Ruminants*, 11, 77

Bessa R.J.B., Portugal P.V., Mendes I.A., Santos-Silva J., 2005. *Livest. Prod. Sci.*, 96, 185-194

Daniel Z.C.T.R., Wynn R.J., Salter A.M., Buttery P.J., 2004. *J. Anim. Sci.*, 82, 747-758

Delmotte C., Rondia P., Raes K., Decruyenaere V., Servais V., Famerey J., 2005. *Renc. Rech. Ruminants*, 12, 393

Kemp J.D., Mahyuddin M., Ely D.G., Fox J.D., Moody W.G., 1980. *J. Anim. Sci.*, 51, 321-330

Normand J., Bastien D., Bauchart D., Chaigneau F., Chesneau G., Doreau M., Farrié J.P., Joulie A., Le Pichon D., Peyronnet C., Quinsac A., Renon J., Ribaud D., Turin F., Weill P., 2005. *Renc. Rech. Ruminants*, 12, 359-366

Nuernberg K., Wegner J., Ender K., 1998. *Livest. Prod. Sci.*, 56, 145-156

Nuernberg K., Nuernberg G., Ender K., Dannenberger D., Schabbel W., Grumbach S., Zupp W., Steinhart H., 2005. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 107, 737-745

Rondia P., Delmotte C., Dehareng F., Maene D., Toussaint J.F., Bartiaux-Thill N., 2003. *Renc. Rech. Ruminants*, 10, 227-230

Wood J.D., Enser M., 1997. *Br. J. Nutr.*, 78 (Suppl. 1), S49-S60