

A. CLINQUART, D. MICOL*,
C. BRUNDSEAUX, I. DUFRASNE,
L. ISTASSE

Université de Liège, Fac. Méd. Vétérinaire,
Nutrition Animale, B43, Sart Tilman,
4000 Liège (Belgique)

* INRA, Laboratoire
Adaptation aux Milieux,
Theix, 63122 St-Genès-Champanelle

Utilisation des matières grasses chez les bovins à l'engraissement

L'incorporation de matières grasses dans la ration de la vache laitière à haut niveau de production a été beaucoup étudiée au cours des 20 dernières années et de nombreux articles de synthèse ont traité des effets sur les performances animales et la qualité du lait. Par contre, il n'existe pas de synthèse sur le sujet chez le bovin à l'engraissement. L'introduction de matière grasse dans l'alimentation des bovins à l'engraissement est une pratique de plus en plus courante. Diverses raisons permettent de la justifier : utilisation de matières premières produites en grandes quantités par l'industrie, augmentation de la densité énergétique de la ration, amélioration de la finition des animaux et enfin manipulation de la teneur en acides gras des graisses.

Les rations d'engraissement se caractérisent par une densité en énergie très élevée. L'ensilage de maïs ou les pulpes de betteraves sont souvent utilisées comme aliments de base. Ces aliments sont complétés par des céréales, des tourteaux et certains autres sous-produits. Les teneurs en extrait étheré

de telles rations sont faibles et généralement voisines de 2 à 3 % dans la matière sèche. Un des buts de la complémentation par des graisses est d'atteindre une teneur en extrait étheré d'environ 5 %. Cette pratique est utilisée dans la formulation industrielle lorsque certains ingrédients de la ration sont de den-

Résumé

L'incorporation de matière grasse dans les rations d'engraissement de bovins est une technique courante. Différents buts sont poursuivis : augmenter la teneur en énergie de la ration, faciliter la finition des animaux ou manipuler la teneur en acides gras insaturés de la graisse. L'incorporation des matières grasses se fait sous forme de graisses purifiées d'origine végétale ou animale ou sous forme de graines ou de fèves oléagineuses. Généralement, ces dernières subissent des traitements technologiques, avec comme conséquence, par exemple, une augmentation des acides gras à chaîne plus courte et saturés. Vu l'origine extrêmement variée des graisses utilisées, les effets observés chez les animaux sont parfois divergents.

L'utilisation de graisses dans des rations d'engraissement a tendance à réduire l'intensité des fermentations dans le rumen et à les orienter vers une production plus importante d'acide propionique. Les données de la littérature indiquent que l'incorporation de matière grasse a tendance à réduire la digestibilité apparente de la matière sèche et de la matière organique et à augmenter la digestibilité de l'extrait étheré.

Les principaux effets sur les performances zootechniques sont une réduction de la durée d'engraissement, une augmentation des gains de poids, une réduction des ingestions, et par conséquent une amélioration de l'indice de consommation. Les auteurs signalent généralement une augmentation du poids des carcasses et du rendement à l'abattage. Les carcasses sont souvent plus grasses. La composition chimique de la viande et celle du muscle, c'est-à-dire de la viande maigre, ne semblent pas être modifiées. La supplémentation avec des graisses d'origine animale entraîne une diminution plus ou moins importante de la proportion des acides gras insaturés. A l'opposé, l'utilisation des graisses d'origine végétale se caractérise par une augmentation de la proportion des acides gras insaturés.

sité énergétique moindre ou lorsque l'aliment, bien que composé de matières premières nobles, est destiné à des fins particulières telles que la finition des animaux. Un autre but de l'incorporation des matières grasses est de manipuler la composition en acides gras de la graisse produite par l'animal en vue d'obtenir une viande répondant mieux aux critères de la diététique. En effet, d'aucuns prétendent que l'augmentation de la proportion des acides gras polyinsaturés diminue le risque d'apparition de certaines pathologies cardio-vasculaires. L'augmentation de la teneur en acides gras polyinsaturés dans les tissus animaux suppose une protection des acides gras contre les hydrogénations réalisées par les micro-organismes dans le rumen.

Les matières grasses utilisées sont soit d'origine végétale, sous forme de graines oléagineuses ou d'huile purifiée, soit d'origine animale. De façon générale, les graisses d'origine végétale sont plus riches en acides gras insaturés. La proportion des acides gras varie d'une espèce végétale à l'autre. A titre d'exemple, l'huile de colza est particulièrement riche en acide oléique (C18:1), les huiles de soja, de maïs et de tournesol en acide linoléique (C18:2) et enfin l'huile de lin en acide linoléique (C18:3). Les graines oléagineuses nécessitent un traitement thermique - toastage, floconnage ou extrusion - afin de dénaturer les facteurs antinutritionnels. Ce traitement peut modifier la composition en acides gras des graisses en augmentant la proportion d'acides gras à courte chaîne et la

portion d'acides gras saturés (Clinquart *et al* 1993). Préalablement à la fabrication de l'aliment composé, les huiles végétales purifiées sont souvent incorporées à un support absorbant tel que le rebulet, les rafles de maïs ou le tourteau de cocotier. Les graisses animales sont caractérisées par une teneur plus élevée en acides gras saturés. Elles peuvent être distribuées sous forme de sous-produit purifié tel que le suif (graisse bovine), le saindoux (graisse de porc) ou sous forme de mélanges de diverses graisses de composition variable telles que la « graisse jaune » ou les « graisses recyclées ».

Cet article rassemble les données relatives aux effets de l'ajout de matières grasses dans des rations d'engraissement de bovins sur le métabolisme dans le rumen, la digestibilité, les performances zootechniques, la qualité de la carcasse, la composition chimique de la viande, la composition en acides gras des graisses et la qualité de la viande. Les effets sur les métabolites et hormones plasmatiques sont également évoqués.

1 / Digestion

Il existe de nombreuses synthèses relatives aux effets des matières grasses sur la digestion dans le rumen. Parmi les synthèses récentes, on citera Tamminga et Doreau (1991), Chilliard (1993), Jenkins (1993) et Doreau et Ferlay (1994). Elles rassemblent le plus souvent des données obtenues chez la

Tableau 1. Modifications du pH et de la concentration des acides gras volatils dans le liquide du rumen (modifications exprimées en % des valeurs obtenues pour la ration témoin).

Référence	Matières grasses utilisées	Suppl. (%)	pH	A.G.V. totaux (mmol/l)	Acétate (%)	Propionate (%)	Butyrate (%)
Esplin <i>et al</i> 1963	Témoin	0		79,1	48,3	26,1	20,1
	+ Suif	4		+13,6%	+1,9%	+6,5%	-4,5%
	+ Gr. vég. & anim. hydrog.	4		+7,6%	+1,6%	+0,8%	+1,5%
Dinius <i>et al</i> 1974	Témoin	0	6,4	61,3	66,2	15,4	13,4
	+ Huile de carthame	5	+1,6%	-11,6%	-4,1%	+45,4%	-32,8%
	+ Huile de carthame	10	+3,1%	-20,4%	-11,2%	+57,8%	-37,3%
Zinn 1988	Témoin	0	5,9	50,9	39,9	9,2	
	+ 'Graisse jaune'	4	+2,4%		-2,6%	+6,8%	-15,2%
Zinn 1989b	Témoin	0	6,3		65,1	17,8	17,1
	+ 'Graisse jaune'	4	-0,8%		-7,5%	+43,8%	-17,0%
	+ 'Graisse jaune'	8	-2,2%		-14,6%	+66,3%	-12,9%
	+ Gr. vég. & anim.	4	-0,9%		-9,8%	+41,6%	-6,4%
	+ Gr. vég. & anim.	8	-0,6%		-13,4%	+46,6%	+2,3%
	+ Gr. vég. & anim. + lécithine	6+2	+1,6%		-5,0%	+36,0%	-18,7%
Malcom <i>et al</i> 1990	Témoin	0	6,3		66,9	15,8	12,9
	+ Graines de coton	3,1	-0%		+2,8%	-2,5%	16,3%
Ngidi <i>et al</i> 1990	Témoin	0		106	52,8	29,6	12,3
	+ Savon calcique	2		+6,6%	-4,3%	+9,4%	-3,1%
	+ Savon calcique	4		+9,4%	-0,9%	+15,6%	-29,2%
	+ Savon calcique	6		+7,5%	-2,9%	+9,5%	-8,5%
Clinquart <i>et al</i> 1991c	Témoin	0	6,4	127,8	66,9	19,4	13,3
	+ Huile de soja	3,3	-1,2%	+3,2%	-0,3%	+0,9%	-3,1%

vache laitière ; peu de résultats sont disponibles pour les bovins à l'engraissement. Il ne faut pas extrapoler systématiquement chez le taurillon les données obtenues chez la vache laitière parce que celles-ci sont très souvent en bilan énergétique négatif. De plus, les rations des bovins à l'engrais sont caractérisées par une densité énergétique élevée, et donc par une proportion importante de concentrés. A titre d'exemple, l'utilisation de rations riches en concentrés favorise le développement d'une flore amylolytique entraînant une réduction du processus d'hydrogénation des acides gras dans le rumen, avec pour conséquence une plus grande incorporation d'acides gras insaturés dans les graisses de la carcasse (Doreau et Ferlay 1994). Dans cet article, il est donc préférable de limiter la discussion à ce cadre précis.

Le tableau 1 décrit les effets de la supplémentation en matière grasse sur le pH et la production d'acides gras volatils dans le rumen. Les matières grasses utilisées étaient d'origine végétale (soja, carthame, tournesol, colza ou coton ; protégées ou non) et d'origine animale (suif, saindoux, mélange de graisses appelé « graisse jaune », graisses d'animaux marins ; hydrogénées ou non), à un taux d'incorporation moyen de 5 %. De manière générale, les tendances observées sont une réduction du pH et une augmentation de la concentration des acides gras volatils totaux, une réduction des concentrations d'acide acétique et d'acide butyrique et une augmentation de la concentration d'acide propionique. Ces effets sont influencés par le taux d'incorporation mais pas par l'origine des matières grasses ou le traitement qu'elles ont subi.

L'ajout de matières grasses aux rations entraîne une faible réduction de la digestibilité de la MS, de la MO et des fibres.

Tableau 2. Digestibilité apparente des rations supplémentées en lipides chez les bovins à l'engrais (modifications exprimées en % des valeurs obtenues pour la ration témoin).

Référence	Composition de la ration	Matières grasses utilisées	Digestibilité apparente					
			Suppl. (%)	Matière sèche (%)	Matière organ. (%)	Matière azotée (%)	Extrait étheré (%)	Fibres (%)
Esplin <i>et al</i> 1963	30% foin	Témoin	0	67,8		57,3	59,9	27,9
	7% mélasse	+ Suif	4	+2,3%		+8,4%	+33,2%	+11,8%
	57% céréales	+ Gr. anim. & vég. hydrog.	4	+4,4%		+11,0%	+31,4%	+18,6%
Johnson <i>et al</i> 1973	Ensilage de maïs	Témoin	0	67,9	69,3	74,9	85,7	45,6
		+ Gr. anim. & vég. hydrog.	4	-7,8%	-7,3%	-4,0%	+3,0%	-18,6%
		+ Gr. anim. & vég. hydrog.	8	-3,5%	-2,3%	-1,1%	+5,1%	+6,4%
		+ Gr. anim. & vég. hydrog.	12	-1,2%	-0,1%	-0,5%	+8,9%	+6,4%
		+ Huile de maïs	4	-3,0%	-3,0%	-0,3%	+1,5%	-11,8%
	+ Huile de maïs	8	-13,7%	-13,4%	-7,3%	+6,5%	-36,8%	
Dinius <i>et al</i> 1974	65% foin	Témoin	0	62,3		71,6	60,9	49,1
	8% carthame	+ Huile de carthame	5	-1,4%		-22,8%	+37,6%	-12,6%
	25% maïs	+ Huile de carthame	10	-1,1%		-11,0%	+40,9%	-21,0%
Garret <i>et al</i> 1976b	17% foin	Témoin	0		79,0	74,0	67,6	39,6
	71% orge	+ Graines tournesol & soja	6,2		-1,4%	-5,9%	+25,7%	-12,1%
	4% trt. coton	+ Graines tournesol & soja	12,4		-2,9%	-3,0%	+29,7%	-32,3%
	8% mélasse	+ Suif & fèves de soja	6		-0%	-3,0%	+23,0%	-0,3%
	+ Suif & fèves de soja	10		-1,8%	-2,4%	+22,5%	-19,9%	
Moore <i>et al</i> 1986	69% paille	Témoin	0	51,1	58,3	61,0	40,9	35,9
	8% trt. coton	+ Graines de coton	10	+1,0%	-2,2%	+12,8%	+48,4%	-14,5%
	6% mélasse	+ Huile de coton	6,3	-4,7%	-7,4%	-1,5%	+52,6%	-19,5%
	15% far. coton	+ Graisse animale	6,3	-7,6%	-9,6%	+3,1%	+43,0%	-23,7%
		Témoin	0	54,4	59,9	64,6	25,3	42,5
	76% paille	+ Graisse animale	2	-3,3%	-0%	-9,6%	+66,0%	-0%
	+ Graisse animale	4	-2,4%	+1,2%	-8,5%	+109,9%	-5,6%	
	+ Graisse animale	8	-14,0%	-13,0%	+4,6%	+95,6%	-37,2%	
Zinn 1988	12% foin	Témoin	0		80,8	74,6	41,4	31,8
	77% conc.	+ 'Graisse jaune'	4		-1,8%	-0%	+77,8%	-7,9%
Zinn 1989b	12% foin 77% conc.	Témoin	0		85,0	78,5		45,5
		+ 'Gr.jaune' ou gr.anim. & vég.	4		-1,5%	-2,5%		-9,7%
		+ 'Gr.jaune' ou gr.anim. & vég.	8		-4,9%	-3,3%		-17,8%
		+ 'Gr.jaune' + gr.anim. & vég.	4-8		-2,7%	-2,9%		-16,7%
		+ 'Gr.jaune' + gr.anim. & vég.	4-8		-4,3%	-3,3%		-10,8%
	+ Gr.anim. & vég. + lécithine	6+2		-4,7%	-4,2%		-22,4%	
Ngidi <i>et al</i> 1990	85% conc.	Témoin	0	67,8		52,8	66,4	
	15% ens. maïs	+ Savon calcique	2	-2,8%		+7,4%	+9,6%	
		+ Savon calcique	4	-5,6%		+11,0%	-1,8%	
		+ Savon calcique	6	-6,2%		+12,7%	-21,8%	
Clinquart <i>et al</i> 1991c	10% paille	Témoin	0	76,7	78,3	72,8	62,9	67,9
	90% concentré	+ Huile de soja	3,3	+1,4%	+1,4%	-1,2%	+31,9%	+3,3%

Tableau 3. Effets de la supplémentation en matière grasse sur les performances zootechniques (modifications exprimées en % des valeurs obtenues pour la ration témoin).

Référence	Matières grasses utilisées	Suppl. (%)	Nbre anim.	Durée (j)	Poids initial (kg)	GMQ (kg/j)	Consommation (kg/j)	Indice de conso. (kg/kg)
Roberts <i>et al</i> 1964	Témoin	0	6	133	317	1,01		9,15
	+ Huile de colza	5	6	133	313	+10,4%		-9,2%
	+ Huile de tournesol	5	6	133	313	+19,4%		-10,6%
	+ Suif	5	5	133	318	+6,0%		-7,3%
Broster <i>et al</i> 1965	Témoin	0	24	74	298	0,74		
	+ Huile de foie de morue	5	24	74	298	+19,0%		
	Témoin	0	24	74	250	0,59		
	+ Huile de foie de morue	5	24	74	250	+10,8%		
	Témoin	0	24	74	314	0,51		
	+ Huile de foie de morue	5	24	74	321	+17,7%		
Cuitun <i>et al</i> 1975	Témoin	0	3	159	285	1,23	9,0	7,24
	+ Graines de carthame	5,9	3	190	285	-33,3%	-16,7%	+30,4%
	+ Graines de carthame prot.	5,2	5	189	285	-30,0%	-23,3%	+8,4%
Dinius <i>et al</i> 1975	Témoin	0	4	56	383,5	0,79	8,13	
	+ Huile de carthame prot.	5	4	56	383,5	-46,8%	-17,0%	
	+ Huile de carthame prot.	10	4	56	383,5	-79,7%	-44,9%	
	+ Huile de carthame prot.	15	4	56	383,5	-91,1%	-52,1%	
Garret <i>et al</i> 1976b	Témoin	0	10	115	260	1,36	9,12	6,7
	+ Graines de tournesol & soja	6,2	10	115	259	-5,1%	-5,0%	-0%
	+ Graines de tournesol & soja	12,4	9	115	260	+1,5%	-5,2%	-6,0%
	+ Suif & fèves de soja	6	10	115	257	+11,0%	-2,5%	-12,0%
	+ Suif & fèves de soja	10	10	115	260	-11,8%	-23,3%	-6,0%
Haaland <i>et al</i> 1981	Témoin	0	60		351	1,45	9,58	6,61
	+ Suif	5	60		351	+3,4%	+1,7%	-1,8%
	+ Suif	10	60		351	-4,8%	-5,1%	-0,3%
Park <i>et al</i> 1983	Témoin	0	5	70	255	0,85	6,61	7,77
	+ Graines de tournesol	1,3	5	70	255	+1,2%	-14,5%	-15,4%
	+ Graines de tournesol	2,6	5	70	255	-2,3%	-19,1%	-17,1%
	+ Graines de tournesol	3,9	5	70	255	-1,2%	-17,1%	-16,1%
Zinn 1988	Témoin	0	48	140	268	1,04	6,91	6,66
	+ 'Graisse jaune'	4	48	140	266	+12,5%	-0,3%	-11,1%
	Témoin	0	72	94	333	1,14	8,97	7,91
	+ 'Graisse jaune'	4	72	94	331	+4,4%	-2,4%	-6,5%
Brosh <i>et al</i> 1989	Témoin	0		203	255	1,16	8,14	7,02
	+ Graines de coton	1,5		201	257	-3,0%	-12,6%	-9,5%
	+ Graines de coton	3		214	256	-11,2%	-14,6%	-3,3%
	+ Graines de coton	6		222	255	-12,3%	-15,6%	-3,4%
Zinn 1989b	Témoin	0	32	125	306	0,83	6,19	
	+ 'Graisse jaune'	4	32	125	304	+11,0%	-0,2%	
	+ 'Graisse jaune'	8	32	125	304	+23,0%	+4,0%	
	+ Gr. anim. & vég.	4	32	125	304	+14,0%	-0%	
	+ Gr. anim. & vég.	8	32	125	304	+20,0%	+2,2%	
	+ Gr. anim. & vég. + lécithine	6+2	32	125	302	+20,0%	+0,5%	
Brandt <i>et al</i> 1990	Témoin	0	35	127	368	1,42	8,9	6,27
	+ Huile de soja	3,5	35	127	363	+8,4%	+0,1%	-7,5%
	+ Suif	3,5	35	127	363	+5,6%	-2,6%	-0,8%
	+ 'Graisse jaune'	3,5	35	127	370	+12,0%	+2,5%	-8,4%
	Témoin	0	45	89	364	1,77	9,83	5,55
	+ Savon huile de soja	3,5	45	89	364	+2,8%	+0,3%	-2,7%
	+ Savon huile de soja & suif	3,5	45	89	364	+4,5%	-2,8%	-7,2%
	+ Suif	3,5	45	89	364	+3,4%	-3,5%	-7,2%
	+ 'Graisse jaune'	3,5	36	89	364	-2,2%	-6,2%	-3,9%
Fiems <i>et al</i> 1990	Témoin	0	36	254	399	1,26	8,86	7,04
	+ Graisse hydrolysée	2,5	36	244	398	+4,8%	-2,7%	-7,1%
	+ Graisse hydrolysée	5	36	239	398	+5,5%	-2,2%	-7,5%
	+ Saindoux	5	37	240	398	+4,8%	-6,3%	-10,8%
Ngidi <i>et al</i> 1990	Témoin	0	27	79	364	1,46	8,4	5,93
	+ Savon calcique	2	27	79	363	+2,0%	-2,4%	-1,8%
	+ Savon calcique	4	27	79	364	-5,0%	-7,1%	-5,0%

Référence	Matières grasses utilisées	Suppl. (%)	Nbre anim.	Durée (j)	Poids initial (kg)	GMQ (kg/j)	Consommation (kg/j)	Indice de conso. (kg/kg)
Bock <i>et al</i> 1991	+ Savon calcique	6	27	79	364	-14,4%	-18,0%	-6,6%
	Témoin	0	23	111	367	1,41	9,25	6,6
	+ Huile soja + 0,6 s. calc.	3,5	23	111	367	+12,1%	+2,8%	-8,4%
	+ Huile soja + 0,9 s. calc.	3,5	23	111	366	+17,7%	+6,5%	-10,1%
	+ Suif + 0,6 s. calc.	3,5	23	111	367	+21,3%	+5,9%	-12,6%
Clinquart <i>et al</i> 1991a	+ Suif + 0,9 s. calc.	3,5	23	111	366	+10,6%	+2,5%	-6,7%
	Témoin	0	23	129,7	347	1,52		
	+ Huile de soja	2,2	23	126,0	346	+5,3%		
	Témoin	0	20	119,0	373	1,70	9,56	5,76
	+ Huile de soja	2,2	19	116,8	382	+2,4%	-1,3%	-4,9%
Clinquart <i>et al</i> 1991b	+ Graines de lin floconnées	3	21	114,2	371	-1,2%	-3,0%	-0,2%
	Témoin	0	6	146,0	337	1,40	8,74	6,32
Clinquart <i>et al</i> 1991d	+ Huile de soja	3,3	6	146,0	337	+1,4%	-59%	-7,9%
	Témoin	0	23	172,0	376	1,30		
Dufrasne <i>et al</i> 1991	+ Graines de lin floconnées	3	22	175,7	369	+0,1%		
	Témoin	0	8	72	420	1,44	9,42	6,65
Hill <i>et al</i> 1991	+ Graines de lin floconnées	2	8	77	420	+12,5%	-1,8%	-11,3%
	Témoin	0	5	42	354	1,16	9,7	8,5
Brandt <i>et al</i> 1992	+ Savon	4,5	4	42	357	-23,3%	+2,1%	+44,7%
	Témoin	0	15	51	354	1,9	10,9	5,9
	+ Savon	4,5	15	51	355	-7,3%	-11,0%	-6,8%
	Témoin (sorgho)	0	35	100	370,5	1,79	9,68	5,4
Zinn 1992	+ 'Graisse jaune'	4	35	100	370,5	+4,5%	-0%	-4,1%
	Témoin (maïs)	0	35	100	370,5	1,79	9,77	5,5
	+ 'Graisse jaune'	4	35	100	370,9	+4,5%	-2,8%	-5,9%
	Témoin	0	40	121	324	1,3	7,82	6,1
Hollo <i>et al</i> 1993	+ 'Graisse jaune'	6	40	121	323	+8,5%	-5,1%	-12,7%
	+ Savon huile de coton	6	40	121	323	+6,1%	-2,7%	-8,2%
	Témoin	0	6	190,5	311	1,49	8,89	5,97
	+ Huile de soja	4	6	188,5	311	-0%	-1,9%	-2,0%

La dégradabilité des fibres dans le rumen est généralement réduite suite à l'incorporation de matière grasse dans la ration. Plusieurs mécanismes ont été proposés. Le premier suggéré d'après les résultats de Kowalczyk *et al* (1977) consiste en un recouvrement mécanique de la fibre par la graisse, empêchant le contact étroit entre les bactéries cellulolytiques ou leurs enzymes hydrolytiques et les particules alimentaires. Des modifications de la flore ont également été proposées pour expliquer les effets de l'addition de matière grasse. Ikwuegbu et Sutton (1982) et Bauchart *et al* (1985) rapportent une élimination des protozoaires et une augmentation du nombre total de bactéries chez le mouton et la vache laitière. Enfin, les matières grasses peuvent produire des effets cytotoxiques sur les microorganismes en modifiant le fonctionnement des membranes cellulaires (Drackley *et al* 1985, Jenkins 1993). Les groupements carboxyles libres seraient responsables de cette cytotoxicité. C'est pourquoi les sels calciques et les triglycérides perturbent dans une moindre mesure la digestion des fibres. Le degré de saturation influence aussi la cytotoxicité, les effets étant plus marqués avec les acides gras insaturés (Galbraith et Miller 1973, Henderson 1973, Jenkins 1993).

Il semble que, dans certains cas, l'incorporation de matières grasses ait stimulé le

métabolisme des micro-organismes dans le rumen ainsi qu'en témoignent les résultats rapportés par Clinquart *et al* (1991c) avec une ration d'engraissement à base de pulpes séchées complétée par de l'huile de soja à raison de 3,3 %. La dégradabilité *in sacco* de différents aliments tels que céréales, pulpes, tourteaux, fèves et graines a été améliorée de façon systématique par la supplémentation en huile de soja.

Les effets de l'addition de matière grasse à des rations d'engraissement sur leur digestibilité ont été rapportés par différents auteurs et résumés dans le tableau 2. Les tendances générales que l'on peut dégager sont les suivantes : faible réduction des digestibilités apparentes de la matière sèche, de la matière organique et des fibres, augmentation importante de la digestibilité apparente de l'extrait éthéré et effets très variables sur la digestibilité de la matière azotée. Il faut noter que les réductions de la digestibilité de la matière sèche ou de la matière organique ont été supérieures à 10 % lors de l'incorporation de 10 % d'huile de maïs (Johnson et Mc Clure 1973) ou de 8 % de graisse animale (Moore *et al* 1986). Par contre, lors de l'incorporation de 3,3 % d'huile de soja à une ration à base de pulpes séchées (Clinquart *et al* 1991c), la digestibilité apparente de tous les composants chimiques de la ration, à l'exception de la matière azotée, a été augmentée. De façon

**La
supplémentation
en matières
grasses réduit
généralement
l'ingestion et
augmente le gain
de poids.**

presque générale, la digestibilité apparente des fibres diminue en fonction du taux d'incorporation ; cette diminution est réduite lors de l'incorporation de graisses protégées (Dinius *et al* 1974) ou de graisses saturées d'origine animale (Garret *et al* 1976b). D'après Drackley *et al* (1985), lorsque les matières grasses réduisent la dégradabilité des nutriments dans le rumen, un phénomène de digestion compensatrice se développerait dans la partie postérieure du tube digestif, entraînant une moindre réduction de la digestibilité apparente de la fibre. Il est plus difficile d'interpréter l'effet de la supplémentation en matière grasse sur la digestibilité des matières azotées en raison du remaniement que ces dernières subissent dans le rumen. L'amélioration de la digestibilité apparente de l'extrait étheré a été d'autant plus importante que le taux d'incorporation a été élevé ou que les matières grasses étaient emprisonnées dans une structure cellulaire (Bauchart *et al* 1990, Doreau et Ferlay 1994).

2 / Métabolites et hormones plasmatiques

Peu d'articles décrivent les effets de l'incorporation de matières grasses sur les métabolites et les hormones plasmatiques au cours de l'engraissement des bovins. De telles données sont particulièrement nombreuses chez la vache ou la brebis en production laitière et chez la génisse en croissance. Les principaux effets en production de viande bovine ou ovine sont, comme en production laitière, une augmentation des teneurs plasmatiques en lipides totaux, cholestérol, triglycérides, phospholipides et acides gras non estérifiés (Devier et Pfander 1974, Dinius *et al* 1974 et 1975, Steele 1980, Dufrasne *et al* 1991, Van Eenaeme *et al* 1991, Lough *et al* 1992, Solomon *et al* 1992). L'élévation de la teneur en cholestérol dans le plasma serait à relier avec des besoins plus élevés pour assurer l'absorption et le transfert des matières grasses de l'intestin. Les concentrations d'azote α -aminé et d'urée dans le plasma ne sont pas modifiées par l'addition de matières grasses, même lorsque les taux d'incorporation sont très élevés (Dinius *et al* 1974). Cette absence d'effet peut être mise en relation avec les effets très variables enregistrés au niveau de la digestibilité de la matière azotée dans le rumen. La glycémie a tendance à augmenter et cette augmentation peut être la résultante de la production plus élevée de propionate et de l'effet d'épargne du glucose due à l'oxydation des acides gras libres apportés par la ration.

Chez les ruminants, lors de la supplémentation lipidique, les effets observés sur les teneurs plasmatiques en insuline, hormone de croissance, Insulin-like Growth Factor-I et hormones thyroïdiennes ont été faibles et contradictoires (Chilliard et Ollier 1994). En ce qui concerne l'insuline, Cummins et Sartin (1987) ont enregistré une élévation de sa teneur plasmatique chez des vaches au 50^e

jour de lactation lors de la distribution de graines de coton. Par contre, Khorasani *et al* (1992) rapportent une réduction de l'insulinémie chez la vache supplémentée avec des graines de colza. Chez des taurillons à l'engrais recevant une ration à base de pulpes séchées contenant de l'huile de soja, Van Eenaeme *et al* (1991) ont noté une augmentation de l'insulinémie associée à une légère réduction de la glycémie. Dans ce cas, l'augmentation de la sécrétion d'insuline aurait été induite par des teneurs plus élevées en acides gras libres dans le plasma, comme le suggèrent Gerich *et al* (1976) et Cummins et Sartin (1987).

3 / Performances zootechniques

Les données disponibles dans la bibliographie concernent principalement 5 paramètres : la durée de l'engraissement, le poids de départ, le gain de poids, la consommation et l'indice de consommation (tableau 3). De manière générale, l'incorporation de matière grasse entraîne une amélioration du gain de poids associée à une réduction de l'ingestion, ce qui se traduit par une amélioration de l'indice de consommation de l'ordre de 5 à 10 %. La diminution des gains, observée dans quelques cas, pourrait être liée à un taux d'incorporation de matière grasse souvent supérieur à 5 %. Ces effets négatifs pourraient être expliqués par une réduction importante de la dégradabilité dans le rumen et/ou une réduction de l'appétibilité de la ration. Il est tentant de relier l'augmentation ou la diminution du gain quotidien à l'apport énergétique de la ration. La quantification de ces apports n'est pas aisée lors de la supplémentation avec des matières grasses. D'une part, et d'un point de vue théorique, la valeur calorique des lipides est supérieure à celle des autres constituants alimentaires. D'autre part, cette supplémentation induit des effets multiples qui modifient le métabolisme énergétique en sens divers et opposés. En effet, l'apport de graisse réduit l'ingestion et peut diminuer la digestibilité de certains composants tels que les fibres, même si ceux-ci peuvent néanmoins être valorisés dans la partie terminale du tube digestif. Enfin, le rendement de l'utilisation de l'énergie pourrait être amélioré suite à la réduction de la production de méthane dans le rumen et grâce à l'utilisation directe des acides gras à longue chaîne dans les voies métaboliques sans recours à l'acétate et au glucose. Un calcul précis des apports en énergie nette est donc aléatoire en raison de l'interaction de ces différents effets.

Lors de nombreuses expériences rapportées au tableau 3, la durée de l'engraissement a été fixée et semblable dans les groupes témoins et traités. Lorsqu'elle n'était pas fixée, elle a été soit plus courte avec une amélioration du gain de poids (Fiems *et al* 1990), soit plus longue suite à une détérioration du gain de poids des animaux (Cuitun *et al* 1975, Brosh *et al* 1989).

Tableau 4. Effets de la supplémentation en matières grasses sur les caractéristiques de la carcasse (modifications exprimées en % des valeurs obtenues pour la ration témoin).

Référence	Matières grasses utilisées	Suppl. (%)	Nbre anim.	Poids carc. chaude (kg)	Rendement carcasse (%)	Composition de la carcasse		
						Muscle (%)	Graisse (%)	Os (%)
Garrett <i>et al</i> 1976b	Témoin	0	10	284	61,6		26,5	
	+ Graines de tournesol & soja	6,2	10	-2,4%	-0,3%		+12,4%	
	+ Graines de tournesol & soja	12,4	9	+0,6%	-1,0%		+24,1%	
	+ Suif & fèves de soja	6	10	+3,9%	+0,3%		+17,3%	
	+ Suif & fèves de soja	10	10	-4,6%	-1,8%		+14,3%	
Haaland <i>et al</i> 1981	Témoin	0	60	312	64,3			
	+ Suif	5	60	+3,0%	+0,1%			
	+ Suif	10	60	-1,0%	-0,1%			
Zinn <i>et al</i> 1989b	Témoin	0	32		50,6		24,6	
	+ 'Graisse jaune'	4	32		-0,2%		+3,2%	
	+ 'Graisse jaune'	8	32		-1,6%		+10,0%	
	+ 'Graisse jaune'	4	32		-1,2%		+8,0%	
	+ Gr. anim. & vég.	4	32		-0,4%		+5,3%	
	+ Gr. anim. & vég.	8	32		-1,8%		+9,3%	
	+ Gr. anim. & vég. + lécithine	6+2	32		-0,6%		+5,0%	
Brandt <i>et al</i> 1990	Témoin	0	35	343,2	63,4			
	+ Huile de soja	3,5	35	+2,8%	+1,8%			
	+ Suif	3,5	35	+2,0%	+1,1%			
	+ 'Graisse jaune'	3,5	35	+4,7%	+1,1%			
	Témoin	0	45	323,6	62,1			
	+ Savon huile de soja	3,5	45	+0,9%	+0,1%			
	+ Savon huile de soja & suif	3,5	45	+1,3%	~0%			
	+ Suif	3,5	45	+1,0%	~0%			
Fiems <i>et al</i> 1990	Témoin	0	36		68,4	74,6	12,6	12,8
	+ Graisse hydrolysée	2,5	36		+1,3%	+0,3%	+2,4%	-4,0%
	+ Graisse hydrolysée saindoux	5	36		+1,2%	-0,4%	+3,2%	-0,8%
		5	37		+1,3%	+0,5%	~0%	-3,0%
Bock <i>et al</i> 1991	Témoin	0	23	325	61,3			
	+ Huile de soja + 0.6 s. calc.	3,5	23	+3,4%	+1,1%			
	+ Huile de soja + 0.9 s. calc.	3,5	23	+4,9%	+2,1%			
	+ Suif + 0.6 s. calc.	3,5	23	+6,1%	+2,3%			
	+ Suif + 0.9 s. calc.	3,5	23	+2,8%	+0,6%			
Cliquart <i>et al</i> 1991b	Témoin	0	6	304,7	57,8			
	+ Huile de soja	3,3	6	+1,4%	+1,6%			
Dufasne <i>et al</i> 1991	Témoin	0	8	289,0	56,4	67,5	18,4	14,1
	+ Graines de lin floconnées	3	8	+5,5%	+0,2%	-2,0%	+13,0%	-7,1%
Brandt <i>et al</i> 1992	Témoin (sorgho)	0	35	346	63,8			
	+ 'Graisse jaune'	4	35	+1,1%	-0,3%			
	Témoin (maïs)	0	35	346	63,0			
Schwarz <i>et al</i> 1992	+ 'Graisse jaune'	4	35	+1,1%	+0,3%			
	Témoin	0	~7	356,3	56,0	67,2	14,4	15,8
	+ Huile de soja	7,8	~7	-0,6%	-1,1%	+1,5%	-7,6%	~0%
Tesfa <i>et al</i> 1992	Témoin	0	3	229,0	48,8	67,6	20,7	11,7
	+ Huile de colza	5	3	-6,6%	+0,6%	+2,1%	+0,5%	-11,8%
	+ Savon calcique	5	3	-6,2%	+0,4%	+2,7%	-1,0%	-13,7%
	+ Suif	5	3	-12,7%	-1,6%	+11,4%	-28,0%	-16,2%
Zinn 1992	Témoin	0	40	309	63,7		28	
	+ 'Graisse jaune'	6	40	+2,6%	+2,2%		+4,6%	
	+ Savon huile de coton	6	40	+1,6%	+1,4%		+6,8%	
Hollo <i>et al</i> 1993	Témoin	0	6	390,2	67,3	71,2	15,1	13,6
	+ Huile de soja	4	6	-3,8%	-2,4%	-1,8%	+7,9%	-0,7%

4 / Composition de la carcasse

L'addition de matière grasse dans les rations d'engraissement de bovins a entraîné de légères augmentations du poids de la carcasse

(tableau 4). L'augmentation moyenne a été de l'ordre de 3 % et le rendement à l'abattage a été légèrement amélioré (+ 0,3 %). Une augmentation de la proportion de graisse dans la carcasse a été rapportée par tous les auteurs sauf Tesfa *et al* (1992) et Schwarz *et al* (1993).

Tableau 5. Influence de la supplémentation en matières grasses sur la composition chimique du muscle *Longissimus Dorsi* (modifications exprimées en % des valeurs obtenues pour la ration témoin).

Référence	Matières grasses utilisées	Suppl. (%)	Nbre anim.	Humidité (%)	Protéines brutes (%)	Extrait étheré (%)	Cendres (%)	Cholestérol (mg/100g)
Mc Cartor <i>et al</i> 1979	Témoin '89 jours'	0	20	73,0		13,7		
	+ Suif protégé	-8	20	-0,3%		+14,6%		
	Témoin '119 jours'	0	20	72,5		16,0		
	+ Suif protégé	-8	20	-0,3%		+11,9%		
Van Eenaeme <i>et al</i> 1991	Témoin	0	6	74,2	21,6	23	1,1	37,2
	+ Huile de soja	3,3	6	-0,3%	-3,0%	+15,7%	-0,9%	-1,9%
Brandt <i>et al</i> 1992	Témoin 'sorgho'	0	20	71,8	22,0	5,2	0,8	49
	+ 'Graisse jaune'	4	20	-0,8%	+2,7%	+5,8%	-4,9%	+8,2%
	Témoin 'maïs'	0	20	71,6	22,4	5,0	0,9	49
	+ 'Graisse jaune'	4	20	-0,4%	-1,3%	+8,0%	-2,1%	+4,1%
Tesfa <i>et al</i> 1992	Témoin	0	3	71,5	19,0	7,2	2,3	
	+ Huile de colza	5	3	+2,1%	+5,3%	-34,7%	-0%	
	+ Savon calcique	5	3	+1,3%	-0,0%	-6,9%	-16,3%	
	+ Suif	5	3	+1,4%	+6,8%	-22,2%	-20,6%	
Hollo <i>et al</i> 1993	Témoin	0	?	74,5	22,4	0,92	1,2	
	+ Huile de soja	3,3	?	+1,4%	-4,4%	+10,9%	-17,2%	
Schwarz <i>et al</i> 1993	Témoin	0	~7			2,4		
	+ Huile de soja	7-8	~7			-25,3%		
Clinquart <i>et al</i> (non publié)	Témoin	0	6	71,0	25,1	2,1	1,1	
	+ Fèves de soja extr.	15	6	+1,5%	-3,0%	-11,7%	-2,8%	

L'addition de matières grasses à la ration augmente la proportion de gras dans la carcasse, avec un dépôt plus important d'acides gras insaturés lorsqu'elles sont d'origine végétale.

Actuellement, les carcasses grasses sont particulièrement dépréciées sur le marché de la viande. Il faut donc à tout prix veiller à ce que l'ajout de matière grasse ne conduise pas à la production de carcasses trop grasses.

5 / Composition chimique de la viande

L'influence de la supplémentation en matière grasse sur la composition chimique du muscle *Longissimus Dorsi* est résumée dans le tableau 5. Dans quatre expériences, une augmentation de la teneur en extrait étheré a été observée. Cette augmentation n'a pas été proportionnelle au taux de supplémentation. Les résultats de Tesfa *et al* (1992) et Schwarz *et al* (1993) sont étonnants. En effet, dans ces deux expériences, le taux de supplémentation relativement important (5 à 8 %) a entraîné une réduction de plus de 20 % en moyenne de la teneur en extrait étheré. Néanmoins, cet effet n'a pas été associé à une réduction de la proportion de tissu adipeux dans la carcasse, si ce n'est avec le suif dans l'expérience de Tesfa *et al* (1992). Il est à noter que dans ces deux expériences, les gains journaliers avaient été réduits de 12 à 13 % en moyenne lors de la supplémentation. Même si les résultats sont peu nombreux, il semble que la supplémentation en matière grasse n'affecte pas la teneur en cholestérol. Il est vrai que d'autres études ont montré qu'il n'existe pas de relation entre les teneurs en graisse et en cholestérol dans la viande (Rhee *et al* 1982a et 1982b).

6 / Composition en acides gras des graisses de la carcasse

Un des buts de l'incorporation de matières grasses est de pouvoir manipuler la composition en acides gras des carcasses et de la viande en vue d'augmenter la teneur en acides gras mono et polyinsaturés pour en faire un produit qui réponde mieux aux critères de la diététique. Le tableau 6 résume les données disponibles chez le bovin à l'engraissement. Les données concernent la composition en acides gras de la graisse périrénale et de la graisse intra-musculaire dans le muscle *Longissimus Dorsi*. De manière générale, il apparaît que la supplémentation avec des graisses d'origine animale entraîne une diminution plus ou moins importante de la proportion des acides gras insaturés. A l'opposé, l'utilisation de graisses d'origine végétale est associée à une augmentation de la proportion des acides gras insaturés. Lorsque les matières grasses sont des huiles végétales purifiées non protégées, l'augmentation de la teneur en acides insaturés est relativement faible, même si les matières grasses sont riches en acide linoléique, comme l'huile de tournesol ou l'huile de soja. Par contre, les acides gras de ces huiles ont été retrouvés dans les graisses des animaux ayant reçu ces matières premières sous forme protégée telle que des sels de calcium. Les effets des ajouts de matières grasses sont moins marqués dans la graisse intra-musculaire que dans la graisse périrénale ; cette différence peut être expliquée partiellement par la teneur initiale plus élevée en acides gras insaturés dans la graisse intra-musculaire. Dans 3 essais rapportés par Clinquart *et al* (1991a,b et 1992) dans les-

Tableau 6. Effets de la supplémentation en matières grasses sur la composition en acides gras de la graisse (modifications exprimées en % des valeurs obtenues pour la ration témoin).

Référence	Matières grasses utilisées	Suppl. (%)	Graisse prélevée	Proportions molaires (%)							
				C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	Ins.	Sat.
Roberts <i>et al</i> 1964	Témoin	0	périrénale	3,2	24,8	2,3	29,4	35,5	2	42,6	57,4
	+ Huile de colza	5		-6,2%	-15%	-8,7%	-2%	-3,4%	-15%	+10,1%	-7,8%
	+ Huile de tournesol	5		-12,5%	-16,1%	-13,0%	+8,5%	+4,5%	+40%	+4,4%	-3,3%
	+ Suif	5		-0%	+4%	+26%	+1,7%	-8,2%	+30%	-3,5%	+2,6%
Dryden <i>et al</i> 1973	Témoin	0	L. Dorsi	2,8	25,3	4,1	14,4	42,6	3,1	53,9	46
	+ Graisse animale	6		+21,4%	+1,6%	+9,8%	+16,0%	-6,3%	+3,2%	-10,2%	-0,2%
	+ Huile de carthame	6		+21,4%	+0,4%	+19,5%	+7,6%	-3,0%	+58,0%	-5,7%	-6,2%
	Témoin	0	L. Dorsi	2,8	24,5	3,6	14,8	34,8	3,7	50,0	50,0
	+ Graisse animale	5		+14,3%	+2,9%	+22,2%	+1,3%	+4,6%	+5,4%	-3,9%	+3,5%
	+ Graisse animale	10		+21,4%	+1,2%	+14,0%	+9,4%	-1,7%	+21,6%	-2,9%	+2,6%
	+ Graisse animale	15		+28,6%	+2,4%	+16,7%	+8,1%	-4,6%	+21,6%	-1,8%	+2,5%
	Témoin	0	périrénale	2,9	24,6	2,2	27,4	37,3	1,6	37,8	62,2
	+ Graisse animale	6		+34,5%	+14,2%	+36,4%	+1,5%	-15,0%	-18,8%	-6,6%	-9,5%
	+ Huile de tournesol	6		+27,5%	+3,2%	-9,0%	-0,8%	-0%	+93,7%	+39,4%	-23,9%
Garrett <i>et al</i> 1976a	Témoin	0	périrénale	4,0	22,1	2,6	23,8	40,0	2,3	47,4	52,6
	+ Graisse animale	5		-15,0%	+13,6	+15,4%	+6,3%	-11,2%	-13,0%	-4,2%	+3,8%
	+ Graisse animale	10		-5,0%	+15,4%	+42,3%	+0,4%	-11,0%	-21,7%	+2,7%	-2,8%
	+ Graisse animale	15		+5,0%	+17,2%	+57,7%	+0,4%	-16,5%	-0%	-5,3%	-4,7%
	Témoin	0	périrénale	3,5	24,8	3,0	27,2	37,8	1,8	43	57
	+ Graines tournesol & soja	12,6		-51,4%	-37,1%	-46,7%	+11,4%	-27%	+1061%	+18%	-17%
Garrett <i>et al</i> 1976b	Témoin	0	L.Dorsi	3,3	31,5	5,5	13,3	40,4	4,6	51,9	48,1
	+ Graines tournesol & soja	6,2		-15,1%	-13,3%	-29,1%	+23,3%	-10,6%	+159%	-0%	-3,3%
	+ Graines tournesol & soja	12,4		-12,2%	-18,7%	-38,2%	+24,8%	-10,1%	+196%	+2,7%	-6,2%
	Témoin	0	périrénale	3,0	30,3	2,4	28,7	32,7	1,7	37,3	62,7
Brandt <i>et al</i> 1990	+ Graines tournesol & soja	6,2		-16,7%	-23,1%	-25,0%	+6,0%	-9,5%	+541%	+13,4%	-10,0%
	+ Graines tournesol & soja	12,4		-30%	-32,3%	-33,3%	+10,4%	-12,2%	+612%	+14,7%	-13,4%
	Témoin	0	L.Dorsi	3,0	24,7	4,7	11,6	47,9	2,4	56,4	41,7
	+ Huile de soja	3,5		-2,3%	-2,0%	-7,7%	+9,8%	-1,4%	+20,4%	-1,1%	+1,4%
	+ Savon huile de soja & suif	3,5		+4,7%	+1,5%	-3,6%	+10,9%	-4,7%	+16,2%	-3,1%	+4,8%
	+ Suif	3,5		+1,0%	+3,7%	+7,3%	+19,2%	-6,1%	-8,5%	-6,0%	+8,1%
Bock <i>et al</i> 1991	+ 'Graisse jaune'	3,5		-0,3%	+2,0%	-0,4%	+5,6%	-2,5%	+11,1%	-1,4%	+1,2%
	Témoin	0	L.Dorsi	3,3	29,4		5,1	45,6	2,3	53,3	46,7
	+ Huile soja + 0.6 s. calc.	3,5		+7,3%	-2,7%		-1,0%	-0,5%	+13,5%	-0%	-0%
	+ Huile soja + 0.9 s. calc.	3,5		+4,9%	-2,7%		-2,5%	+1,6%	+14,4%	+1,7%	-2,0%
	+ Suif + 0.6 s. calc.	3,5		-2,1%	-2,0%		-3,5%	+0,8%	+7,4%	+0,6%	-0,6%
Cliquart <i>et al</i> 1991a	+ Suif + 0.9 s. calc.	3,5		+1,8%	-1,0%		-9,2%	-1,5%	-0%	-2,1%	+2,3%
	Témoin	0	périrénale	6,5	30,4		23,8	30,8	6,6	39,3	60,7
	+ Huile de soja	2,2		-13,0%	+4,3%		-21,4%	+14,3%	+4,6%	+11,7%	-7,6%
Cliquart <i>et al</i> 1991b	+ Graines de lin floconnées	3		-16,6%	-7,5%		-45,9%	+16,7%	+108%	+36,3%	-23,6%
	Témoin	0	périrénale	4,3	34,0		28,4	28,3	2,1	32,8	67,2
	+ Huile de soja	3,3		-22,8%	-21,0%		+2,0%	+34,1%	-8,7%	+23,7%	-11,5%
Cliquart <i>et al</i> 1992	Témoin	0	L.Dorsi	2,4	27,4		19,8	35,7	10,3	49,7	50,3
	+ Huile de soja	3,3		+0,4%	-10,8%		+3,8%	+2,3%	+7,1%	+3,4%	-3,4%
	Témoin	0	périrénale	3,9	28,4	1,6	29,0	32,2	4,0	38,6	61,4
	+ Fèves de soja extrudées	15		-4,9%	-3,1%	-12,9%	-2,2%	+5,5%	+4,5%	+4,5%	-2,8%
	Témoin	0	L.Dorsi	3,1	30,6	2,6	19,2	36,3	6,8	47,2	52,8
	+ Fèves de soja extrudées	15		-1,3%	-1,3%	+3,9%	-2,2%	+2,1%	+3,8%	+1,8%	-1,6%

quels des graines de lin floconnées, des fèves de soja extrudées ou de l'huile de soja avaient été incorporées à des rations d'engraissement, la proportion d'acides gras insaturés a augmenté dans la graisse périrénale, l'augmentation la plus importante ayant été observée avec les graines de lin floconnées (53,6 vs 39,3 % d'acides gras insaturés). La proportion plus élevée des acides gras insaturés dans le tissu adipeux a été reliée à la nature du supplément lipidique : les graines

assurent une protection partielle des acides gras contre l'hydrogénation par les microorganismes du rumen. Elle peut être liée d'autre part au degré d'insaturation des acides gras : l'huile de lin est riche en C18:3. En effet, selon Doreau et Ferlay (1994), l'intensité de l'hydrogénation du C18:3 n'augmente pas de manière proportionnelle à sa concentration dans l'aliment contrairement à d'autres acides gras tels que le C18:2. Dans de telles conditions, une proportion importante de C18:3 peut

Tableau 7. Influence de la supplémentation en matières grasses sur la qualité du muscle *Longissimus Dorsi* (modifications exprimées en % des valeurs obtenues pour la ration témoin). T : tendreté, J : jutosité, F : flaveur, C : couleur.

Référence	Matières grasses utilisées	Méthode instrumentale							Evaluation sensorielle				
		Suppl. (%)	Nbre	pH ult.	Capacité rét. eau			Force cisail. (kg)	Lumin. CIE L* (%)	T (8)	J (8)	F (8)	C(1)
					Jus expr. (%)	Pertes écou. (%)	Pertes cuisson (%)						
Dinius <i>et al</i> 1974	Témoin	0	5					16,0		6,3	5,2	5,5	
	+ Huile carthame prot.	-2,5	5					+13,1%		-7,9%	-3,8%	-1,8%	
Mc Cartor et Smith 1978	Témoin	0	17							4,9	4,5	4,5	
	+ Suif protégé	-8	17							-0%	+4,4%	-6,7%	
Mc Cartor <i>et al</i> 1979	Témoin '89 jours'	0	20					9,5		6,2	5,0	5,7	
	+ Suif protégé	-8	20					-1,1%		-4,8%	-4,0%	+1,8%	
	Témoin '119 jours'	0	20					8,9		6,2	4,8	5,6	
St John <i>et al</i> 1987	+ Suif protégé	-8	20					+2,2%		-3,2%	+4,2%	+3,6%	
	Témoin	0	6				23,5	4,0		5,5	5,8	5,8	
Brandt <i>et al</i> 1992	+ Graines de colza	20	6					+2,2%	+5,0%	-5,5%	-17,2%	-17,2%	
	Témoin 'sorgho'	0	20					4,0		6,2	5,9	6,2	4,9
Tesfa <i>et al</i> 1992	+ 'Graisse jaune'	4	20					-0%		-1,6%	-0%	-1,6%	-10,2%
	Témoin 'maïs'	0	20					3,9		6,2	6,0	6,1	4,7
	+ 'Graisse jaune'	4	20					+2,6%		-0,0%	-0%	+1,6%	-6,4%
Hollo <i>et al</i> 1993	Témoin	0	3	5,5				18,8		5,6	3,8	5,3	
	+ Huile de colza	5	3	-0%				-6,4%		+7,1%	+13,2%	+3,8%	
	+ Savon calcique	5	3	+2%				-24,5%		+7,1%	+23,7%	+7,5%	
	+ Suif	5	3	+2%				-37,2%		+1,8%	+50,0%	+13,2%	
Patil <i>et al</i> 1993	Témoin	0	?	5,60	24,0	4,50	32,6	6,55	36,8				
	+ Huile de soja	3,3	?	-1,8%	+48,3%	+17,8%	+1,2%	+5,6%	+5,4%				
Schwarz <i>et al</i> 1993	Témoin	0	24					24,4	5,21		5,6	5,0	5,4
	+ Suif	0,30(2)	24					-2,9%	-11,1%		-2,2%	-4,6%	-1,8%
	+ Suif	0,67(2)	24					+2,5%	-7,7%		-6,3%	+1,4%	+0,2%
Cliquart <i>et al</i> (non publié)	Témoin	0	~7					19,6	4,4	41,5	4,3(3)	3,6(3)	3,5(3)
	+ Huile de soja	7-8	~7					-3,1%	+7,5%	-1,4%	-19,0%	-3,3%	-8,9%
Cliquart <i>et al</i> (non publié)	Témoin	0	6	5,47	33,2	9,13	34,0	3,44	34,9				
	+ Fèves soja extrud.	15	6	-0,2%	+0,9%	+8,4%	-4,1%	+19,0%	+6,9%				

(1) Couleur notée de 1 à 10, à l'abattage : 1=rouge cerise clair, 10=rouge très foncé

(2) en % du poids vif

(3) Note sur 6

Les effets des apports de matières grasses sur les qualités technologiques et organoleptiques des viandes sont variables et mériteraient d'être plus systématiquement étudiés.

échapper à l'hydrogénation dans le rumen et être incorporée dans le tissu adipeux. Cette hypothèse est corroborée par les résultats de Clinquart *et al* (1991a) qui ont montré qu'après 8 heures d'incubation *in sacco*, la proportion de C18:3 de graines de lin floconnées sur support d'orge était encore de 38 %.

7 / Qualité de la viande

L'influence de la supplémentation en matière grasse sur la qualité de la viande, déterminée classiquement sur le muscle *Longissimus Dorsi*, a été décrite par quelques auteurs dont les résultats sont présentés au tableau 7. Les qualités organoleptiques de la viande peuvent être évaluées par des méthodes instrumentales ou sensorielles. Ces dernières, plus souvent citées, nécessitent un jury bien entraîné. Celui-ci évalue chaque qualité sensorielle sous forme d'une note variant de 1 (appréciation minimale) à 8 (appréciation maximale). Exception faite des résultats de Tesfa *et al* (1992), la supplémentation en matière grasse n'a pas amélioré la

tendreté. Ces résultats peuvent être complétés par la mesure de la force de cisaillement. Cette méthode instrumentale met en évidence les mêmes tendances, à savoir une tendreté équivalente ou altérée. Ce phénomène n'est pas expliqué par la modification de la composition chimique puisqu'il est généralement admis qu'une augmentation de la teneur en graisse intramusculaire influence favorablement la tendreté. Les altérations les plus importantes de la tendreté (Mc Cartor *et al* 1979, Schwarz *et al* 1993, Clinquart *et al* non publié) peuvent être mises en relation avec une réduction des gains journaliers. A l'inverse, quand la supplémentation améliore les gains journaliers, cet effet n'est pas associé à une altération de la tendreté sauf dans l'expérience de Patil *et al* (1993) dans laquelle le niveau de supplémentation était élevé. Les résultats de Tesfa *et al* (1992) semblent étonnants : ils montrent une amélioration de la tendreté malgré une diminution importante des gains journaliers et de la teneur en extrait étheré. De plus, les valeurs obtenues pour la force de cisaillement sont anormalement élevées dans les quatre groupes.

La supplémentation en matière grasse a influencé de manière variable la saveur de la viande, les effets les plus négatifs ayant été rapportés St John *et al* (1987) avec des graines de colza. Aucun auteur n'a évalué l'oxydation des graisses dans ces viandes souvent enrichies en acides gras insaturés. Cependant Ford *et al* (1976) ont montré que les notes de saveur de la viande bovine diminuent de 15 % lorsque la proportion d'acide linoléique passe de 1 % à 20 %. Le rancissement et ses effets défavorables devraient pourtant être pris en compte.

Peu de données sont disponibles pour la couleur et pour la capacité de rétention d'eau. Les tendances doivent donc être considérées avec prudence. Il semble ne pas y avoir d'effet de la supplémentation en matière grasse sur les pertes de jus à la cuisson et ce malgré une augmentation inexplicée des pertes par écoulement lors du stockage (Hollo *et al* 1993, Clinquart *et al* non publié). La supplémentation peut altérer la couleur de la viande (Brandt *et al* 1992). Ces effets pourraient être expliqués par l'apparition d'une viande plus pâle, comme l'indiquent des valeurs de luminosité plus élevées (Hollo *et al* 1993, Clinquart *et al* non publié).

Conclusion et perspectives

La supplémentation lipidique des rations d'engraissement présente un intérêt croissant. De façon générale, elle peut augmenter les performances des bovins lorsque le taux d'incorporation ne dépasse pas 5 %. A un taux supérieur, elle entraîne le plus souvent une diminution des performances expliquée par des effets négatifs importants sur la digestion dans le rumen, surtout s'il s'agit de graisses insaturées et non protégées.

Un effet très important de la supplémentation lipidique est la modification de la composition de la carcasse. Une augmentation de la teneur en graisse de la viande est très souvent observée. Celle-ci peut atteindre 10 %. Les données publiées sont le plus souvent

basées sur des suppléments de longue durée. Il serait intéressant de déterminer dans quelle mesure un traitement plus court permettrait d'éviter une telle augmentation de la teneur en graisse de la viande parce que celle-ci peut altérer la qualité diététique de la viande. Cet effet est fort heureusement compensé par une amélioration de la qualité de la graisse de la viande si le supplément utilisé est d'origine végétale et, mieux encore, si ces graisses végétales sont fortement insaturées et si elles sont protégées.

La qualité de la viande n'est pas souvent prise en compte. Pourtant les effets de la supplémentation lipidique ne sont pas négligeables. Certains effets, tels que l'amélioration de la saveur de la viande, sont liés à une augmentation de la teneur en graisse de la viande. D'autres, tels que l'altération de la tendreté souvent rapportée, ne sont pas expliqués à ce jour. Une étude approfondie de la maturation de telles viandes devrait être réalisée.

L'élaboration de rations supplémentées en matières grasses repose sur l'utilisation des valeurs énergétiques théoriques de ces suppléments. Il faut néanmoins tenir compte d'une surestimation fréquente de ces valeurs, suite à la diminution possible de la valorisation énergétique des autres composants de la ration. De plus, les caractéristiques propres des rations d'engraissement empêchent toute comparaison fiable avec les données obtenues chez la vache laitière.

La supplémentation en matières grasses présente un intérêt économique si l'augmentation du coût de l'aliment qu'elle entraîne est compensée par une amélioration de l'indice de consommation supérieure à 5 % et par une augmentation du rendement de carcasse.

Remerciements

Cette recherche a été réalisée grâce à la collaboration financière de l'Institut pour l'encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA, Bruxelles, Belgique).

Références bibliographiques

- Bauchart D., Doreau M., Legay-Carmier F., 1985. Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion des ruminants. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 61, 65-77.
- Bauchart D., Legay-Carmier F., Doreau M., 1990. Ruminant hydrolysis of dietary triglycerides in dairy cows fed liquid-supplemented diets. Reprod. Nutr. Dev., 30 (Suppl.2), 187S.
- Bock B.J., Harmon D.L., Brandt R.T., Schneider J.E., 1991. Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion, and metabolism. J. Anim. Sci., 69, 2211-2224.
- Brandt R.T., Anderson S.J., 1990. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. J. Anim. Sci., 68, 2208-2216.
- Brandt R.T., Kuhl G.L., Campbell R.E., Kastner C.L., Stroda S.L., 1992. Effects of steam-flaked sorghum grain or corn and supplemental fat on feedlot performance, carcass traits, Longissimus composition, and sensory properties of steers. J. Anim. Sci., 70, 343-348.
- Brosh A., Holzer Z., Levy D., 1989. Cottonseed for protein and energy supplementation of high-roughage diets for beef cattle. Anim. Prod., 48, 1513-1518.
- Broster W.H., Sutton J.D., Tuck V., Balch C.C., 1965. The effect of addition of large amounts of cod liver oil to the rations of yearling heifers on their rate of live weight gain. J. Agric. Sci., 65, 227-232.
- Chilliard Y., 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs and rodents : a review. J. Dairy Sci., 76, 3897-3931.

- Chilliard Y., Ollier A., 1994. Alimentation lipidique et métabolisme du tissu adipeux chez les ruminants. Comparaison avec le porc et les rongeurs. *INRA Prod. Anim.*, 7, 293-308.
- Clinquart A., Istasse L., Dufrasne I., Mayombo A., Van Eenaeme C., Bienfait J.M., 1991a. Effects on animal performance and fat composition of two fat concentrate in diets for growing-fattening bulls. *Anim. Prod.*, 53, 315-320.
- Clinquart A., Istasse L., Van Eenaeme C., Dufrasne I., Hollo V., Bienfait J.M., 1991b. Soya oil in diet for growing-fattening bulls : effects on animal performance and fatty acid composition. *Anim. Prod.*, 52, 591.
- Clinquart A., Van Eenaeme C., Istasse L., Neirinck K., Midy G., Bienfait J.M., 1991c. Soya oil in diet for growing-fattening bulls : effects on metabolism in the rumen and apparent digestibility. *Anim. Prod.*, 52, 590-591.
- Clinquart A., Van Eenaeme C., Neirinck K., Midy G., Istasse L., 1991d. Effets sur les performances zootechniques de l'incorporation de graines de lin floconnées dans une ration à base d'ensilage de maïs pour taureaux à l'engrais. *Féd. Eur. Zootech.*, 42^e Réunion, Berlin, 434.
- Clinquart A., Van Eenaeme C., Istasse L., Baldwin P., Hornick J.L., Bienfait J.M., 1992. Effects of a restricted growing diet and/or a fat supplemented fattening diet on fatty acid composition in carcasses of bulls. 38th Int. Congr. Meat Sci. Technol., 2, 13-15.
- Clinquart A., Istasse L., Van Eenaeme C., Diez M., Dufrasne I., Bienfait J.M., 1993. Effects of extrusion of linseed mixed with barley, pea mixed with rapeseed and soya bean on degradability in the rumen of nitrogen and ether extract and on fatty acid composition. *Ann. Zootech.*, 42, 130-131.
- Cuitun L.L., Hale W.H., Theurer B., Dryden F.D., Marchello J.H., 1975. Protein protected fat for ruminants. I. Digestion and performance in fattening steers. *J. Anim. Sci.*, 40, 691-696.
- Cummins K.A., Sartin J.L., 1987. Response of insulin, glucagon, and growth hormone to intravenous glucose challenge in cows fed high fat diets. *J. Dairy Sci.*, 70, 277-283.
- Devier C.V., Pfander W.H., 1974. Source and level of dietary fat on fatty acid and cholesterol in lambs. *J. Anim. Sci.*, 38, 669-675.
- Dinius D.A., Oltjen R.R., Lyon C.K., Kohler G.H., Walker H.G., 1974. Utilization of a formaldehyde-treated casein safflower oil complex by growing and finishing steers. *J. Anim. Sci.*, 39, 124-133.
- Dinius D.A., Edmondson L.F., Kimoto W., Oltjen R.R., 1975. Growth, blood parameters and tissue lipids of finishing cattle fed a formaldehyde-treated casein safflower oil complex. *J. Anim. Sci.*, 40, 358-365.
- Doreau M., Ferlay A., 1994. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, 45, 379-396.
- Drackley J.K., Clark A.K., Sahlu T., 1985. Ration digestibilities and ruminal characteristics in steers fed sunflower seeds with additional calcium. *J. Dairy Sci.*, 68, 356-367.
- Dryden F.D., Marchello J.A., 1973. Influence of dietary fats upon carcass lipid composition in the bovine. *J. Anim. Sci.*, 37, 33-39.
- Dufasne I., Gielen M., Istasse L., Van Eenaeme C., Gabriel A., Clinquart A., Bienfait J.M., 1991. Effets de l'incorporation de graines de lin floconnées sur support d'orge chez le taurillon à l'engraissement. *Ann. Zootech.*, 40, 9-18.
- Esplin G., Hale W.H., Hubbert F.J., Taylor B., 1963. Effect of animal tallow and hydrolysed vegetable and animal fat on ration utilization and rumen volatile fatty acid production with fattening steers. *J. Anim. Sci.*, 22, 695-698.
- Fiems L.O., Boucque C.V., Cottyn B.G., Buysse F.X., 1990. Effect of energy density by dietary incorporation of fats on the performance of double-muscling bulls. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 30, 267-274.
- Ford A.L., Park R.J., Ratcliff D., 1976. Effect of a protected lipid supplement on flavor properties of beef. *J. Food Sci.*, 41, 94-96.
- Galbraith H., Miller T.B., 1973. Physicochemical effects of long chain fatty acids on bacterial cells and their protoplasts. *J. Appl. Bacteriol.*, 36, 647-658.
- Garret W.N., Yang Y.T., Dunkley W.L., Smith L.M., 1976a. Increasing the polyunsaturated fat content of beef and lamb. *J. Anim. Sci.*, 42, 845-853.
- Garret W.N., Yang Y.T., Dunkley W.L., Smith L.M., 1976b. Energy utilization, feedlot performance and fatty acid composition of beef steers fed protein encapsulated tallow or vegetable oils. *J. Anim. Sci.*, 42, 1522-1533.
- Gerich J.E., Charles M.A., Grodsky G.M., 1976. Regulation of pancreatic insulin and glucagon secretion. *Ann. Rev. Physiol.*, 38, 353-388.
- Haaland G.L., Matsushima J.K., Johnson D.E., Ward G.M., 1981. Effect of replacement of corn by protected tallow in a cattle finishing diet on animal performance and composition. *J. Anim. Sci.*, 52, 696-702.
- Henderson C., 1973. The effects of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. *J. Agric. Sci., Camb.*, 81, 107-112.
- Hill G.M., West J.W., 1991. Rumen protected fat in kline barley or corn diets for beef cattle : digestibility, physiological, and feedlot responses. *J. Anim. Sci.*, 69, 3376-3388.
- Hollo V., Marche C., Dufrasne I., Van Eenaeme C., Istasse L., 1993. Effects on performance and meat characteristics of a diet supplemented with fat during the finishing period of growing fattening bulls. Winter Meeting of Br. Soc. Anim. Prod., Scarborough, 214.
- Ikwuegbu O.A., Sutton J.D., 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.*, 48, 365-374.
- Jenkins T.C., 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 76, 3851-3863.
- Johnson R.R., Mc Clure K.E., 1973. High fat rations for ruminants. II. Effects of fat added to corn plant material prior to ensiling on digestibility and voluntary intake of the silage. *J. Anim. Sci.*, 36, 397-406.
- Khorasani G.R., Deboer G., Robinson P.H., Kennelly J.J., 1992. Effect of canola fat on ruminal and total tract digestion, plasma hormones, and metabolites in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75, 492-501.

- Kowalczyk J., Orskov E.R., Robinson J.J., Steward C.S., 1977. Effect of fat supplementation on voluntary food intake and rumen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.*, 37, 251-257.
- Lough D.S., Solomon M.B., Rumsey T.S., Elsasser T.H., Slyter L.L., Kahl S., Lynch G.P., 1992. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 70, 1153-1158.
- Malcolm K.J., Kiesling H.E., 1990. Effects of whole cottonseed and live yeast culture on ruminal fermentation and fluid passage rate in steers. *J. Anim. Sci.*, 68, 1965-1970.
- Mc Cartor M.M., Smith G.C., 1978. Effects of a protected lipids on feedlot performance and carcass characteristics of short-fed steers. *J. Anim. Sci.*, 47, 270-275.
- Mc Cartor M.M., Carpenter Z.L., Hutcheson D., 1979. Substitution of a protected tallow product for grain sorghum in the diet of fattening steers fed for 89 or 118 days. *J. Anim. Sci.*, 48, 1057-1064.
- Moore J.A., Swingle R.S., Hale W.H., 1986. Effects of whole cottonseed oil or animal tallow fat on digestibility of wheat straw diets by steers. *J. Anim. Sci.*, 63, 1267-1273.
- Ngidi M.E., Lørch S.C., Fluharty F.L., Palmquist D.L., 1990. Effects of calcium soaps of long chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. *J. Anim. Sci.*, 68, 2555-2565.
- Park C.S., Rafalowski W., Marx G.D., 1983. Effect of dietary fat supplement on lipid metabolism of Holstein steers. *J. Dairy Sci.*, 66, 528-534.
- Patil A.R., Goetsch A.L., Lewis P.K., Heird C.E., 1993. Effects of supplementing growing steers with high levels of partially hydrogenated tallow on feed intake, digestibility, live weight gain, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 71, 2284-2292.
- Rhee K.S., Dutson T.R., Smith G.C., 1982a. Effects of changes in intermuscular and subcutaneous fat levels on cholesterol content of raw and cooked beef steaks. *J. Food Sci.*, 47, 1638-1642.
- Rhee K.S., Dutson T.R., Smith G.C., Hostettler-Allen R.L., Reiser R., 1982b. Cholesterol content of raw and cooked beef longissimus muscles with different degrees of marbling. *J. Food Sci.*, 47, 716-719.
- Roberts W.K., Mc Kirdy J.A., 1964. Weight gains, carcass fat characteristics and ration digestibility in steers as affected by dietary rape seed oil, sunflower seed oil and animal tallow. *J. Anim. Sci.*, 23, 682-687.
- Schwarz F.J., Kirchgessner M., Augustini C., 1993. Fattening characteristics, carcass and meat quality after feeding soya oil or corn to finishing simmental bulls. *Zuchtungskunde*, 65, 28-37.
- Solomon M.B., Lynch G.P., Lough D.S., 1992. Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics and lipid composition of carcass tissues of growing ram and ewe lambs. *J. Anim. Sci.*, 70, 2746-2751.
- Steele W., 1980. The effects of soya-bean oil and type of forage in the diet on plasma lipid composition of sheep. *Br. J. Nutr.*, 44, 333-341.
- St John L.C., Young C.R., Kbnabe D.A., Thompson L.D., Schelling G.T., Grundy S.M., Smith S.B., 1987. Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated mono-unsaturated fat diet. *J. Anim. Sci.*, 64, 1441-1447.
- Tamminga S., Doreau M. 1991. Lipids and rumen digestion. In : Jouany J.P. (Editor) *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*, INRA Editions Paris, 151-163.
- Tesfa A.T., Tuori M., Syrjalaqvist L., 1992. The influence of partial replacement of barley with dietary fat sources on growth and feed conversion efficiency of growing bulls. *Agric. Sci. Finl.*, 1, 267-278.
- Van Eenaeme C., Clinquart A., Baldwin P., Mayombo P., Istasse L., Bienfait J.M., 1991. Metabolic and hormonal effects of a fat concentrate in the diet of growing fattening bulls of different breeds. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 56, 1601-1610.
- Zinn R.A., 1988. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.*, 66, 213-227.
- Zinn R.A., 1989a. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diet for steers : feedlot cattle growth and performance. *J. Anim. Sci.*, 67, 1029-1037.
- Zinn R.A., 1989b. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers : metabolism. *J. Anim. Sci.*, 67, 1038-1049.
- Zinn R.A., 1992. Comparative feeding value of supplemental fat in steam-flaked corn-based and steam-flaked wheat-based finishing diets for feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 70, 2959-2969.

Abstract

Use of fat in fattening diets for cattle.

The incorporation of dietary fat is quite usual with fattening cattle. The objectives are an increase of the energy content of the diet, a better finishing period and the ability to manipulate the unsaturated fatty acids content of fat in the carcass. Fat is incorporated either as purified fat of vegetable or of animal origin or as an oil producing seed or bean. Usually, feedstuffs are treated with as result, for example, an increase of the content in saturated fatty acids with shorter chains. Since fat sources of various origins have been used in the different trials, opposite results were sometimes reported.

The incorporation of fat in fattening diet tended to reduce the extent of fermentation in the rumen and direct the fermentation to a larger proportion of propionic acid. From the literature it appeared also that fat reduced apparent digestibility of dry matter and organic matter and increased digestibility of ether extract.

The main effects on animal performances were a reduction of the length of the fattening period, an improvement of live weight gain, and a decrease of food intakes with as result an improvement of the feed conversion ratio. The authors reported usually an increase in the carcass weight and the killing-out proportion. Carcass were also fatter. The chemical composition of the carcass and of the muscle and the lean meat was not largely affected. The supplementation with fat of animal origin induced a decrease of variable extent in the unsaturated fatty acids content. By contrast, the incorporation of fat of vegetable origin was characterized by an increase of desaturated fatty acids.

CLINQUART A., MICOL D., BRUNDSEAUX C., DUFRASNE I., ISTASSE L., 1995. Utilisation des matières grasses chez les bovins à l'engraissement. INRA Prod. Anim., 8 (1), 29-42.