

Influence de l'incorporation de saindoux dans l'aliment concentré sur la croissance et les qualités de carcasse chez l'agneau mâle sevré précocement

G Bozzolo ¹, M Bouillier-Oudot ¹, P Quenardelle ¹, M Candau ¹

avec la collaboration technique de D Grasset ² et H Manse ¹

¹ ENSAT, École nationale supérieure agronomique, 31076 Toulouse cedex;

² GEBRO, Groupement des éleveurs de brebis du bassin de Roquefort, 12001 Millau cedex, France

(Reçu le 27 octobre 1991; accepté le 13 février 1992)

Résumé — L'effet de l'addition de 3% de saindoux dans l'aliment d'engraissement est analysé sur la croissance, l'état des profils fermentaires dans le rumen et les caractéristiques de carcasse (conformation, rendement, importance et qualité de l'état d'engraissement) d'agneaux mâles Lacaune. L'aliment comprenant du saindoux (ALS) a été comparé à un témoin (ALT) isoénergétique (1 UFV/kg MS) et iso-azoté (160 g MAT/kg MS). Ils ont été offerts à volonté, après distribution d'un aliment commun de démarrage durant 22 j. Les animaux, âgés de 28 j et pesant 12 kg en moyenne au sevrage, ont été abattus au poids vif moyen de 40 kg. La comparaison des caractéristiques de croissance et de carcasse a été réalisée à partir d'un échantillon normalisé (80 agneaux/lot) sur la base du gain moyen quotidien entre 0 et 20 j d'engraissement ($GMQ_{0-20j} = 146$ g/j; $cv = 52\%$). L'évolution des profils fermentaires du rumen a été suivie à partir de prélèvements effectués à 20, à 50 j d'engraissement et à l'abattage sur 6 agneaux par lot, et en fermenteurs semi-continus (Rusitec). Les vitesses de croissance ne diffèrent pas entre les 2 lots sur l'ensemble de l'engraissement ($GMQ_{0-Aba} = 310$ g/j; $GMQ_{20-Aba} = 361$ g/j). Alors que les critères de rendement carcasse, de conformation et d'état d'engraissement ne diffèrent pas, la qualité des gras externes est améliorée par l'apport de saindoux ($P < 0.05$). La proportion de carcasses fermes est supérieure dans ce cas (61,3 vs 46,3% pour ALT); les carcasses de couleur blanche sont plus nombreuses (50 vs 35%). La présence de saindoux ne perturbe pas l'évolution des facies fermentaires dans le rumen. Enfin, les indices de consommation ne diffèrent pas sur l'ensemble de l'engraissement ($IC_{0-Aba} = 3,49$). L'absence d'effet néfaste sur les performances de croissance et sur l'efficacité alimentaire permet de penser qu'une augmentation du taux d'incorporation est envisageable pour renforcer l'effet bénéfique constaté sur la qualité des carcasses.

agneau mâle / saindoux / croissance / qualité des carcasses

Summary — Influence of lard incorporation in the fattening diet upon growth and carcass quality of early weaned male lambs. The influence of 3% lard incorporation in the fattening diet was investigated on growth parameters, rumen fermentation (VFA balance) and carcass characteristics of early weaned male lambs, intensively fattened in the pen during winter. Lacaune lambs (12 kg

live weight and 28 d old at weaning) were randomized in 2 groups and fed the same starter pelleted diet for 22 days. The fattening diet was then provided consisting of 3% lard (ALS) and compared with a reference diet (ALT), with the following isoenergetic and isoproteic values: ME: 2.77 Mcal; CP:16% DM. Ratios of alimentary fats were 5.5% for ALS and 3.2% of DM for ALT. The stearic and palmitic percentages were respectively 0.54% and 1.23% vs 0.23% and 0.67%. The animals were slaughtered at 40 kg = live weight. Comparisons of growth and carcass characteristics were made with a normalised sample (80 lambs per group) based on their ADG between 0 and 20 d with the same starter diet ($ADG_{0-20d} = 146$ g/d; $cv = 52\%$). The rumen fermentary balance (VFA%) was followed up from 3 samples taken with an esophageal cannula (at day 20, 40 and at slaughter) in 6 lambs per diet and with semi-continuous incubators (Rusitec) during the transition period between the post-weaning and fattening diets. The average growth rate did not differ between the 2 groups during the entire fattening period ($ADG_{0-Abn} = 310$ g/d; $ADG_{20-Abn} = 361$ g/d). The dressing percentage, conformation and state for fattening criteria were not different, but lard significantly ($P < 0.05$) improved the external fat carcass quality. The firm carcass ratio was higher in this case (61.3 vs 46.3% for the reference diet); likewise, white carcasses were more numerous (50 vs 35%). The presence of lard in the diet does not alter the fermentary balance in the rumen. During the entire fattening period, VFA rates evolve in both groups until they attain the acetic, propionic and butyric acid percentages of 52, 35 and 7 respectively. Finally, feed conversion ratios do not differ over the total growing period ($IC_{0-Abn} = 3.49$ kg DM/kg live gain). The lack of negative influence on growth scores and alimentary efficiency lead us to believe that higher ratios of lard in the diet will possibly increase carcass quality.

ram lamb / lard / growth / carcass quality

INTRODUCTION

Le rythme de croissance des agneaux de bergerie dépend de l'origine génétique des animaux mais aussi de leur régime alimentaire, élément essentiel de la conduite d'élevage (Ørskov *et al*, 1975; Busboom *et al*, 1981; Turgeon *et al*, 1986; Aurousseau, 1986). Les qualités de la carcasse intégrée, en plus des aspects technologiques classiques (poids et conformation de la carcasse, état d'engraissement), des critères de nature plus subjective comme la tenue et la couleur des gras de carcasse après ressuyage et réfrigération.

L'apparition de graisses molles, pour la plupart colorées, est un phénomène complexe. Celle-ci est souvent associée aux régimes d'engraissement à forte concentration énergétique d'origine céréalière, par nature propiogéniques (Garton *et al*, 1972; Molénat et Thériez, 1973; Ørskov *et al*, 1975; Field *et al*, 1978; Miller *et al*, 1980; Aurousseau, 1981). Ces rations

aboutissent à la formation et au dépôt de triglycérides à bas point de fusion, riches en acides gras saturés de type ramifié et en acides gras insaturés, par ailleurs sensibles à l'oxydation durant la conservation des carcasses (l'Estrange et Mulvihill, 1975; Bremmer *et al*, 1976; Palmer *et al*, 1986; Faustman *et al*, 1989).

L'évidence d'une interaction entre rythme de croissance et qualité de carcasse (Aurousseau *et al*, 1973; Crouse *et al*, 1978) notamment chez l'agneau de Roquefort (Bozzolo *et al*, 1990), nous a conduit à analyser les effets directs ou indirects de l'incorporation de lipides alimentaires sur les rythmes de croissance et la qualité des graisses produites. Aurousseau *et al* (1973), chez l'agneau préruminant, mentionnaient l'incidence rémanente des corps gras introduits dans l'aliment d'allaitement. Bozzolo *et al* (1991) ont confirmé l'influence positive de l'huile de coprah incorporée dans le régime de transition d'agneaux Lacaune néorumi-

nants, sevrés précocement, surtout pour les plus légers d'entre eux au sevrage. Bien que l'apport fut limité dans le temps (20 j), cette influence se reportait 2 mois plus tard sur la qualité de l'engraissement. Or, le rythme d'accrétion des lipides dans le processus d'adipogénèse s'accroît dès que l'agneau dépasse environ 30% de son poids de maturité (Andrews et Ørskov, 1970; Vezinhet *et al*, 1976; Robelin *et al*, 1977; Thériez *et al*, 1981; Thompson et Parks, 1985). Si les acides gras à chaîne moyenne apportés par l'huile de coprah, en période de transition, peuvent avoir une influence bénéfique sur le rythme de croissance en raison de leur disponibilité énergétique immédiate dans cette situation de précarité énergétique (Cera *et al*, 1989; Arousseau *et al*, 1989; Mahan, 1991), il en va différemment pendant la phase de finition. À ce stade, l'approvisionnement énergétique n'est plus limitant mais est plutôt excédentaire pour des animaux nourris *ad libitum*. Sa maîtrise reste donc une clef essentielle pour guider la constitution et la qualité des tissus de réserve.

Compte tenu de la particularité des ruminants à synthétiser la majorité des triglycérides dans la cellule adipeuse à partir d'acides gras produits par la synthèse *de novo* intra-adipocytaire et/ou issus de la lipolyse des triglycérides circulants (Christie, 1981; Annisson, 1984), la nature des acides gras alimentaires peut influencer directement la qualité des graisses de l'agneau, durant cette période de finition. Ces acides gras alimentaires sont en grande proportion saturés à cause de l'hydrogénation réalisée dans le rumen de ce ruminant désormais accompli. Ceux-ci pourraient donc équilibrer la production endogène (*de novo*) d'acides gras, en majorité insaturés (Ray *et al*, 1975), pour peu que leur digestibilité soit bonne et que la capacité d'hydrogénation

de la flore du rumen ne soit pas réduite dans le cas des AG alimentaires longs et insaturés (Miller et Rice, 1967; Cameron et Hogue, 1968; Bauchart *et al*, 1985). Pour les AG saturés, plusieurs inconvénients peuvent apparaître : l'incorporation de graisses alimentaires saturées a pour effet de réduire l'appétit des animaux (Kowalczyk *et al*, 1977; Sutton *et al*, 1983), de diminuer leur digestibilité par la formation de savons (Devendra et Lewis, 1974; Jenkins et Palmquist, 1982; Jenkins et Jenny, 1989; Bock *et al*, 1991) mais aussi de conduire à des triglycérides à plus bas point de fusion en raison de l'activité des désaturases tissulaires s'exerçant notamment sur l'acide stéarique (Wahle et Garton, 1972; Christie, 1981).

Par ailleurs, Crouse *et al* (1978) invoquent que les régimes à forte concentration énergétique induisent, à poids constant, une maturité plus précoce des agneaux. Chez les mâles de race La-caune, les individus dotés d'une forte vitesse de croissance sont, à poids constant, moins précoces (anabolisme protidique plus élevé, degré d'engraissement moindre) et sont candidats à générer des carcasses aux graisses molles (Bozzolo *et al*, 1990). Dans ces conditions, l'incidence d'une supplémentation en acides gras longs saturés, à partir d'une source facilement digestible comme c'est le cas du saindoux (Thieulin, 1968) paraissait intéressante à considérer. En effet, l'hydrolyse des triglycérides dans le rumen peut-être plus ou moins prononcée selon leur origine (de 95 à 35%) et reste plus faible pour les graisses animales (Church, 1979). Ce travail rapporte les effets observés d'une telle incorporation dans l'aliment de croissance-finition, tant sur les performances de croissance et l'efficacité alimentaire que sur la qualité des carcasses produites.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Animaux

Cet essai alimentaire a été réalisé avec des agneaux mâles de race Lacaune (rameau laitier), sevrés précocement (entre 4 et 5 semaines). Ceux-ci ont été nourris en bergerie, en hiver-printemps et abattus sur la base d'un poids constant (40 kg) après un tri hebdomadaire. Au total 230 agneaux, répartis en 2 lots, dans la même bergerie, ont été contrôlés individuellement. Les animaux mis en comparaison sur les caractéristiques de croissance et de carcasse ont été sélectionnés pour réaliser des échantillons normalisés et de sorte à respecter au mieux des conditions de départ identiques. C'est sur la base du gain moyen quotidien entre 0 et 20 j d'engraissement (GMQ_{0-20}) qu'a été constitué l'échantillonnage (fig 1). Nous avons considéré cet indicateur comme une mesure indirecte de la variabilité des effets non maîtrisés (génétique, stress, adaptation) durant la période de transition alors que les agneaux étaient soumis à un même régime alimentaire. En effet, les conditions d'application d'un traitement par covariance n'étaient pas remplies. La standardisation a été réalisée en retenant pour contraintes

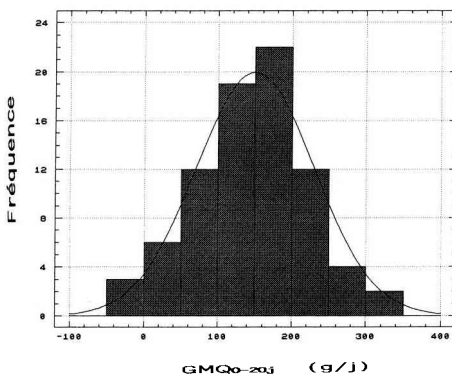


Fig 1. Composition des échantillons d'agneaux comparés : histogramme des fréquences après standardisation des échantillons respectifs : témoin et saindoux, sur la base des GMQ entre 0 et 20 jours – superposition de la courbe de distribution des fréquences de la loi normale ($n = 80$; $GMQ_{0-20j} = 146$ g/j; $sd = 77$ g/j).

le respect d'un effectif semblable (pour les 2 lots) dans chaque classe de 50 g de part et d'autre de la moyenne, et en se rapprochant au mieux de la loi normale. À l'intérieur de chaque classe, les individus ont été choisis par tirage aléatoire. Pour chacun des lots, 80 agneaux ont été retenus.

Aliments

Deux régimes alimentaires ont été distribués successivement. Le premier était un aliment commercial d'adaptation conçu pour assurer, après sevrage, la transition des agneaux vers une alimentation solide. Celui-ci était complétement avec un prémix antibiotosupplémenté afin de mieux maîtriser le risque sanitaire de groupe et les effets de stress. Il a été offert à raison de 12 kg en moyenne par agneau, couvrant la période des 22 premiers j d'engraissement. Le second régime, dit «d'engraissement» a été substitué progressivement au premier durant 5 j. La formulation de ce dernier aliment était différente pour chacun des lots : ALT, aliment commercial, a servi de témoin, ALS a été fabriqué en incorporant 3% de saindoux (30 g/kg d'aliment brut) sur une base isoénergétique et iso-azotée par rapport à l'aliment témoin. La composition chimique et la valeur nutritive des aliments font ressortir un taux de matières grasses supérieur pour ALS (5,5 vs 3,2%), compensé en partie sur la base du poids par un taux de cellulose légèrement supérieur (tableau I). La valeur énergétique est proche de 1 UFV/kg de MS et la teneur en MAT est de 16%. Les acides gras des lipides alimentaires reflètent bien les caractéristiques du saindoux pour ce qui est de la teneur en acide palmitique. Par contre, les teneurs en acides stéarique et oléique sont faibles et celle d'acide linoléique élevée. En effet, le saindoux incorporé ne représente que 60% des lipides totaux dans ALS et les régimes diffèrent plus par leurs quantités respectives d'AG que par leur composition. La composition en acides gras de ALT est liée en partie à la présence de 1,1% de graisses d'os hydrogénées (bovosol) dans sa formulation. Les autres matières premières dans les 2 aliments ont la même origine mais leur proportion est différente pour permettre d'assurer des niveaux énergétique et azoté identiques. Au total, ALS contient 1,9% d'acides gras saturés et 3,6% d'acides gras insaturés contre 1 et 2,2% respec-

Tableau I. Composition chimique et valeur nutritive des aliments expérimentaux. tr : trace, inférieure à 0,01%.

	Aliment de démarrage	Aliments de «croissance-engraissement»	
		ALT (témoin)	ALS (saindoux)
Mat sèche (g/kg aliment)	902	905	909
<i>Composition de la matière sèche (g/kg)</i>			
Mat minérale	90	82	80
Mat cellulosique	67	79	92
Lignine	29	30	34
Mat azotées (N x 6,25)	176	165	161
Mat grasse	28	32	55
<i>Valeur énergétique</i>			
UFV/kg mat sèche	0,96	0,97	0,98
EM en Mcal/kg mat sèche	2,72	2,75	2,80
<i>Composition en acides gras des matières grasses (en % du poids des esters méthyliques totaux)</i>			
C12	tr	0,4	0,6
C14	1,2	1,8	1,4
C14 = 1	0,3	tr	tr
C15	0,4	0,3	tr
C16	20,0	21,1	22,4
C16 = 1	1,6	1,7	1,7
antéiso C17	0,5	0,4	0,2
C17	1,1	0,8	0,4
C17 = 1	1,1	0,6	0,4
C18	5,6	7,3	9,8
C18 = 1	27,8	30,1	30,1
C18 = 2	35,2	31,4	29,6
C18 = 3	4,9	3,7	3,2
C20 = 1	0,3	0,2	0,3
∑ AG saturés	28,8	32,1	34,7
∑ AG mono insaturés	31,1	32,7	32,5
∑ AG poly insaturés	40,1	35,1	32,8

tivement pour l'aliment témoin. L'acide palmitique est particulièrement bien représenté (> 20% des AG totaux) et est 1,8 fois plus abondant dans l'aliment saindoux.

L'aliment d'engraissement, sous forme de granulés, a été distribué chaque jour, de façon à assurer en permanence une alimentation à volonté. Complémentairement, les agneaux ont eu accès à de la paille mise à leur libre disposition.

Paramètres zootechniques

Les paramètres de croissance mesurés individuellement sont : l'âge et le poids en début d'engraissement (AG_{Gen} , P_0), les poids à 20, 40, 60 j et à l'abattage (P_{Aba}), la durée d'engraissement (D_{uen}), les vitesses de croissance dérivées (respectivement $GMQ0-20$, $GMQ20-40$, $GMQ40-60$, $GMQ60-Aba$, $GMQ20-Aba$, $GMQ0-Aba$), et la modalité de naissance (Nais).

Les paramètres de carcasse ont été déterminés de la façon suivante :

– pour les aspects technologiques les contrôles ont été réalisés en abattoir, 18 h après resuyage en chambre froide (4 °C). Ils ont porté sur le poids carcasse (P_{car}), l'état d'engraissement ($NGext$), la notation de la conformation ($Nconf$) selon la classification Europa et le rendement commercial (Rdt);

– des mesures complémentaires de l'adiposité ont permis d'apprécier l'épaisseur (en mm) du gras dorsal ($EGdo$) à partir d'une fente au scalpel à hauteur des quatrième et cinquième vertèbres lombaires, l'importance des gras de carcasse de type périrénal ($NGro$, exprimé en g) et intercostal ($NGic$, exprimé selon une échelle de 1 à 5), la fermeté du gras externe ($Nten$, jugée d'après d'une échelle de 4 degrés : 1 = gras mou, huileux; 4 = gras ferme, «caillé» (Bouillier-Oudot et al, 1992)) et la couleur du gras de couverture ($Ncoul$, appréciée par référence au nuancier Munsell en 7 classes précisées par Bozzolo et al (1990): 1 = blanc; 7 = bistre avec reflets verdâtres). Un seul et même examinateur expérimenté a procédé à l'ensemble des relevés sur carcasse.

L'efficacité alimentaire a été mesurée globalement par sommation des quantités d'aliment distribuées chaque jour et en la rapportant au nombre d'agneaux présents dans le lot. Les indices moyens de consommation (lc_m) ont été calculés par référence aux séquences de croissance (0–20 j, 20–40 j, 40–60 j, 60–Aba, 20–Aba, 0–Aba) sur l'ensemble de l'échantillon initial ($n = 2 \times 115$). L'estimation d'un écart type ($Sd(lc_m)$) a été approchée par le calcul en considérant la relation des quantités ingérées (Q) avec le poids vif (P) selon la fonction allométrique : $Q = aP^b$. Dans ces conditions lc_m (moyen journalier) calculé entre P_i et P_{i+1} est égale à :

$$dQ/dP = abP_m^{b-1} \quad [1]$$

En conséquence : $Sd(lc) = lc_m \times (b - 1) \times Sd(P_m) / P_m$. En effet, le développement limité de Taylor au voisinage de la moyenne donne, pour la fonction : $lc = f(P)$, l'approximation:

$$lc = lc_m + (P - P_m) \times f'(P_m), \text{ d'où : } \\ Sd(lc) = Sd(P) \times f'(P_m)$$

La valeur de b est estimée entre P_0 et P_{Aba} par l'ajustement des moindres carrés à partir de la forme linéaire de [1]:

$$\ln(lc_m) = \ln(ab) + (b - 1) \times \ln(P_m)$$

Enfin : $Sd(P_m)$

$$= 1/2 \sqrt{Sd^2(P_i) + Sd^2(P_{i+1}) + 2r \times Sd(P_i) \times Sd(P_{i+1})}$$

avec r : coefficient de corrélation entre P_i et P_{i+1} .

Au total, l'écart type estimé (Sd) est égal à :

$$Sd(lc_m) = lc_m (b - 1) \\ \times \sqrt{Sd^2(P_i) + Sd^2(P_{i+1}) + 2r \times Sd(P_i) \times Sd(P_{i+1})} \\ / (P_i + P_{i+1})$$

Paramètres fermentaires

Pour suivre l'évolution des profils fermentaires dans le rumen, plusieurs prélèvements de liquide ruminal ont été effectués à l'aide d'une sonde œsophagienne sur 6 agneaux dans chacun des lots T et S, respectivement à 20, 50 j et à l'abattage. Pour déterminer les concentrations molaires en acides gras volatils (AGV : acétique, propionique, isobutyrique, butyrique, isovalérique, valérique et caproïque) les prélèvements (30 ml) ont été traités, conservés puis analysés par chromatographie en phase gazeuse, selon la méthode décrite par Jouany (1982).

Parallèlement, afin de suivre plus précisément l'évolution des faciès fermentaires durant la période de transition en fonction des régimes alimentaires distribués, 2 fermenteurs semi-continus (Rusitec) par régime ont été inoculés avec du jus de rumen prélevé durant la fin de la période de transition de post-sevrage (20 j). Le rythme d'introduction des sachets de nylon, respectivement remplis avec les aliments concernés (aliment de démarrage, puis ALT et ALS), complémentés avec 12% de paille fractionnée en brins d'environ 1 cm, a été de 24 h pour un temps d'incubation de 48 h, selon un protocole décrit par Blanchart et al (1989). L'observation a porté sur une période de 11 j pour l'aliment de «démarrage» et de 8 j pour les aliments de «croissance-engraissement». Chaque jour, un prélèvement a été réalisé sur les effluents liquides stabilisés par adjonction de $HgCl_2$ et les échantillons ont été stockés à $-18^\circ C$ pour analyse ultérieure des AGV.

Traitement des données

Les observations de nature qualitative ou semi-quantitative ($Nten$, $Ncoul$, $Nais$) sont comparées

par l'examen de leur profil de répartition à l'aide du test du χ^2 . Dans le cas d'une répartition significativement différente, chaque pourcentage est comparé selon l'écart normal centré réduit.

Pour les paramètres quantitatifs, les comparaisons sont réalisées à l'aide du test t de Snedecor (Snedecor et Cochran, 1957). Compte tenu de l'auto-corrélation des performances de croissance en fonction du temps d'engraissement, et de la non-sphéricité de la matrice de variance et covariance, les profils de croissance sont examinés au travers de l'ajustement polynomial individuel des *GMQ* en fonction du temps et la comparaison des coefficients correspondants (Allen *et al.*, 1983). De même, à partir de ces ajustements, sont calculés le *GMQ* maximum (*GMQ*_{max}) et la durée d'engraissement associée (*J*_{max}).

Les indices de consommation (*Ic*) sont comparés, par période, à partir de l'estimation calculée de leur écart type.

Les paramètres fermentaires sont traités selon un plan factoriel 2(Régimes) x 3(Périodes) avec interaction et 6 répétitions, sur les données préalablement modifiées par la transformation angulaire $\arcsin \sqrt{x}$. Les profils de fermentation obtenus avec Rusitec, très homogènes selon les 2 répétitions, sont simplement comparés en fonction de l'évolution de leur moyenne en début de transition alimentaire.

RÉSULTATS

Paramètres de croissance

Les caractéristiques initiales d'élevage (*P*₀, *AGen*, *GMQ*₀₋₂₀) sont identiques pour les 2 lots (tableau II). Cependant, les jumeaux sont plus nombreux dans le lot témoin (70 vs 56%), mais la répartition sur l'ensemble des naissances n'est pas significativement différente. En fait, ce critère intervient peu sur les paramètres de croissance et de carcasse ($r < 10,161$ pour les 2 lots).

Les différentes séquences de croissance ne diffèrent pas significativement à $P < 0,05$, exceptée la vitesse de croissance entre 60 j et l'abattage supérieure

de 7,6% pour le lot témoin ($P < 0,02$). Pour l'ensemble de la durée d'élevage en station (0 j–Aba) et sur la période propre à la consommation des régimes testés (20 j–Aba), les vitesses de croissance sont semblables et atteignent en moyenne 310 et 361 g respectivement. La durée d'engraissement moyenne est en conséquence identique (92 j; $cv = 14\%$).

L'observation des coefficients moyens de l'ajustement polynomial selon les lots (tableau III) ne permet pas de déceler une évolution très différente des courbes de croissance (fig 2). Une tendance apparaît cependant en phase terminale par le biais des 2 coefficients des termes quadratique et cubique ($P < 0,15$; $P < 0,09$) : elle traduit une forme plus régulière obtenue avec le lot complété au saindoux (fig 2), alors que pour le régime témoin, la croissance serait biphasique.

Paramètres de carcasse

Les différents critères technologiques (*Pcar*, *Rdt*, *Nconf*) et d'engraissement ne diffèrent pas d'un lot à l'autre (tableau IV).

En ce qui concerne la qualité des gras externes (tableau V), la répartition des profils de tenue selon les lots extériorise un effet globalement significatif du saindoux ($P < 0,02$). Celui-ci permet d'obtenir une plus grande proportion de carcasses fermes (*NTen*₃ et *NTen*₄) : 61,3 contre 46,3% pour le lot témoin ($P < 0,06$) et surtout moins de carcasses classées *Nten*₂ (27,5 contre 48,7%; $P < 0,01$).

Il en va de même pour les caractéristiques de coloration du tissu gras externe ($P < 0,03$; tableau V). Le régime enrichi en saindoux produit plus de carcasses blanches (*Ncou*₁ : 19 vs 6%; $P < 0,02$), ceci essentiellement en substitution de la teinte bistre claire (*Ncou*₄ : 15 vs 30%; $P < 0,03$). Les autres nuances ne présen-

Tableau II. Incidence des régimes alimentaires sur les paramètres de croissance. S* significatif à $P < 0,05$ (*); ns : non significatif à $P < 0,20$ (test de Student).

Paramètres zootechniques	Lot témoin (es)		Lot saindoux (es)		S*(%)
<i>Caractéristiques initiales d'élevage des 2 lots mis en comparaison</i>					
Effectif	80		80		
Poids en début d'engraissement (kg)	12,2	(0,20)	12,2	(0,17)	ns
Age en début d'engraissement (j)	28	(0,36)	28	(0,37)	ns
Mode de naissance (fréquence) :	1	25%	36%		} ns
	2	70%	56%		
	3	4%	8%		
Gain moyen quotidien (g) (0-20 j)	145	(8,7)	147	(8,5)	ns
Indice de consommation (0-20 j)	3,18	(0,24)	2,85	(0,26)	ns
<i>Paramètres d'élevage durant la période d'engraissement comparée</i>					
Gain moyen quotidien (GMQ en g/j)					
GMQ _{20-40 j}	356	(8,9)	354	(8,2)	ns
GMQ _{40-60 j}	364	(11,8)	380	(9,6)	ns
GMQ _{60 j-Aba}	370	(8,7)	344	(7,0)	*
GMQ _{0 j-Aba}	313	(4,3)	308	(4,0)	ns
GMQ _{20 j-Aba}	366	(5,6)	356	(5,1)	ns
Poids abattage (kg)	40,5	(0,1)	40,4	(0,1)	ns
Durée d'engraissement (j)	92	(1,5)	93	(1,5)	ns
Indice de consommation ($lc = \delta MSi / \delta Pds$)					
lc 20-40 j	2,54	(0,22)	2,81	(0,26)	ns
lc 40-60 j	3,79	(0,34)	3,35	(0,28)	ns
lc 60 j-Aba	3,56	(0,15)	4,14	(0,15)	ns
lc 0 j-Aba	3,28	(0,07)	3,47	(0,08)	9%
lc 20 j-Aba	3,35	(0,09)	3,59	(0,10)	8%
b (coef d'allométrie 20 j-Aba)	1,52	(0,24)	1,60	(0,04)	ns

Tableau III. Profils de croissance – comparaison des coefficients de l'ajustement polynomial des GMQ individuels en fonction de la durée d'engraissement et selon la nature du régime alimentaire ($y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$). S* (%) seuil de signification; ns : non significatif à $P < 0,20$ (test de Student).

Régimes	Témoin (es)		Saindoux (es)		S*(%)
	(n = 80)		(n = 80)		
Coefficients de l'ajustement					
a ₀	-95	(24)	-54	(32)	ns
a ₁	29,7	(3,0)	24,0	(3,6)	ns
a ₂	-0,61	(0,10)	-0,41	(0,09)	15%
a ₃	0,004	(0,0007)	0,002	(0,0008)	9%
Gain moyen quotidien maximum (GMQmax) (g/j)	427	(8)	424	(8)	ns
Durée d'engraissement jusqu'au GMQmax (j)	43	(1,6)	45	(1,5)	ns

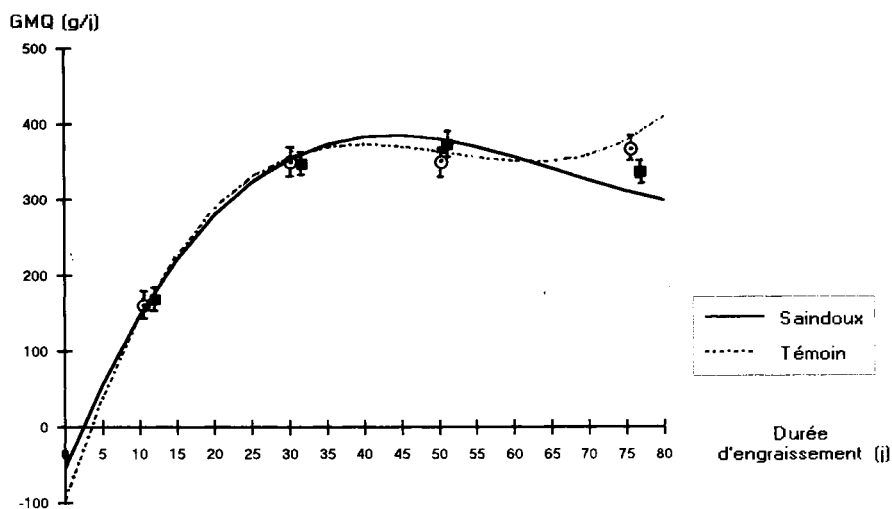


Fig 2. Profil de croissance des agneaux engraisés avec les régimes «témoin» et «saindoux» en fonction de la durée d'engraissement. Ajustement polynomial : $y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$. O, ■ : GMQ moyen observé $\pm 2 \times$ (es) dans les lots témoin et saindoux respectivement.

Tableau IV. Incidence des régimes alimentaires sur les paramètres de carcasse. * S(%) seuil de signification; ns (non significatif à $P < 0,20$) (test de Student).

Régimes	Témoin (es) (n = 80)		Saindoux (es) (n = 80)		S*(%)
Paramètres					
Poids carcasse (kg)	19,9	(0,1)	19,9	(0,1)	ns
Rendement carcasse (%)	52	(0,2)	52	(0,2)	ns
Note de conformation	2,4	(0,09)	2,3	(0,08)	ns
Note de gras externe	2,4	(0,07)	2,5	(0,07)	ns
Épaisseur de gras dorsal (mm)	2,3	(0,17)	2,6	(0,2)	ns
Note de gras périrénal (g)	222	(14)	230	(14)	ns
Note de gras intercostal	2,9	(0,07)	2,8	(0,08)	ns

tent pas de proportions significativement différentes.

Paramètres fermentaires dans le rumen

Les évolutions en fonction du temps sont assez comparables d'un régime à l'autre, avec un enrichissement de la proportion d'acide acétique et une dimi-

nution de celle d'acide propionique (approchant respectivement 52 et 35% en fin d'engraissement; tableau VI). L'interaction fait ressortir une diminution de la teneur de l'acide propionique plus lente dans le temps avec le régime témoin, soit après 30 j de consommation (42,7 vs 36,2%; $P < 0,05$). Pour les acides butyrique et valérique la tendance est inversée avec, respectivement après 30 j :

Tableau V. Incidence du régime d'engraissement sur la qualité du tissu gras sous-cutané de carcasses d'agneaux (tenue, couleur) – Profils de répartition en % ($n = 2 \times 80$). ^{a,b} Pourcentage significativement différent à $P < 0,05$.

<i>Note de fermeté</i>	1	2	3	4
<i>Régimes</i>				
Témoin	5,0	48,7 ^a	43,8	2,5
Saindoux	11,3	27,5 ^b	52,5	8,8
Ensemble	8,1	38,1	48,1	5,6
$\chi^2 = 10,07; P(\alpha) = 1,8\%$				

<i>Note de coloration</i>	1	2	3	4	5	6	7
<i>Régimes</i>							
Témoin	6,2 ^a	28,8	18,8	30,0 ^a	2,5	6,2 ^a	7,5
Saindoux	18,8 ^b	31,3	11,3	15,0 ^b	3,8	15,0 ^b	5,0
Ensemble	12,5	30,0	15,0	22,5	3,1	10,6	6,2
$\chi^2 = 14,07; P(\alpha) = 2,9\%$							

Tableau VI. Profils de répartition des AGV fermentaires (% molaires) selon le régime alimentaire et selon la durée d'engraissement ($n = 6$). *F* : signification du *F* de Snedecor au seuil de $P < 0,001$ (***), $P < 0,01$ (**), $P < 0,05$ (*), ns (non significatif) pour les effets : Périodes (Pér), Interaction (Inter), Régimes, calculés à partir des valeurs transformées $\arcsin\sqrt{x}$. ^{a, b} différences significatives au seuil $P = 0,05$ (Newmans–Keuls).

	<i>Transition</i>	<i>Régimes</i>				<i>F</i>			
		<i>Témoin</i>	<i>Saindoux</i>						
Durée d'engraissement	20 j	50 j	Abattage	50 j	Abattage	es	Pér	Inter	Régimes
AGV (% molaires)									
Acétique	39,9	46,1	51,0	46,9	52,2	0,6	***	ns	ns
Propionique	44,4 ^a	42,7 ^a	34,2 ^b	36,2 ^b	35,1 ^b	0,7	***	*	ns
Isobutyrique	0,2	1,3	1,2	0,2	1,1	0,8	***	ns	ns
Butyrique	11,1 ^a	6,7 ^b	8,0 ^{ab}	10,5 ^a	6,4 ^b	0,8	***	*	ns
Isovalérique	0,3	0,2	1,8	0,3	1,4	0,5	***	ns	ns
Valérique	3,7 ^{ab}	2,6 ^a	3,4 ^{ab}	5,3 ^b	3,4 ^{ab}	0,8	ns	*	*
Caproïque	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,8	*	ns	ns

6,7 et 2,6% vs 10,5 et 5,3% pour les lots témoin et saindoux respectivement ($P < 0,05$).

Dans les fermenteurs de type Rusitec, le taux de propionate diminue tandis que ceux d'acides acétique et caproïque aug-

mentent, notamment pour le régime ALS (fig 3). En revanche les teneurs des acides en C4 et C5 restent stables. Globalement, il apparaît que les profils ne diffèrent pas d'un régime à l'autre. Par ailleurs, les proportions sont différentes de celles observées *in vivo* après une phase de stabilisation des fermenteurs correspondant à leurs caractéristiques propres.

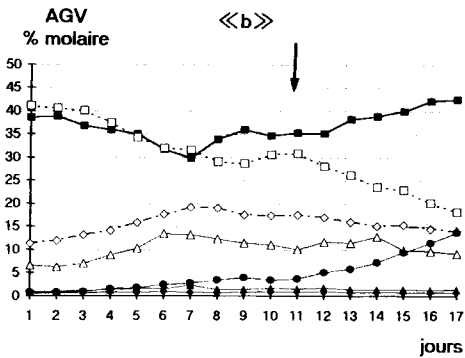
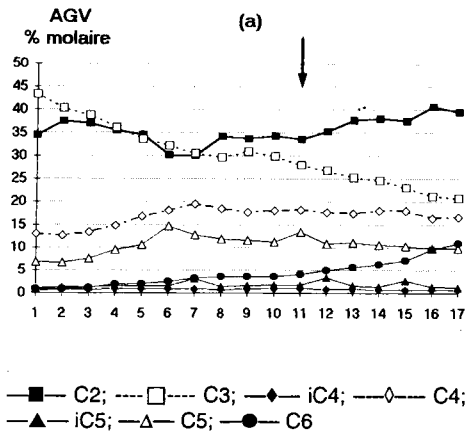


Fig 3. Évolution des profils fermentaires (% AGV) dans les incubateurs semi-continus (Rusitec) en fonction de la nature des aliments, au moment de la transition entre aliments de démarrage et d'engraissement-finition». a) Régime d'engraissement témoin (ALT); b) régime d'engraissement pourvu en saindoux (3%) (ALS). † : Passage de l'aliment de «démarrage» aux aliments d'«engraissement» (ALT et ALS).

Indices de consommation

Si l'on considère les 3 séquences de croissance de la période d'engraissement, il n'apparaît de différence significative que pour l'indice de consommation $I_{C_{60-Aba}}$ entre les 2 lots. Cet indice est détérioré dans le lot saindoux (+0,61 point), précédé cependant par une évolution inverse (-0,4 point). Par contre, une brusque élévation est marquée au cours de la période 40-60 j dans les 2 lots (3,6 vs 2,7), c'est-à-dire à un poids vif moyen correspondant dans les 2 cas à 26 kg.

En conséquence, $I_{C_{0-Aba}}$ et $I_{C_{20-Aba}}$ sont identiques pour les 2 lots et atteignent respectivement 3,37 et 3,47 kg de MS ingérée/kg de gain de poids vif. De même, les coefficients d'allométrie correspondant à la période d'engraissement, après transition (entre 48 et 120 j de vie) sont semblables ($b = 1,52$ et $b = 1,60$ pour les lots ALT et ALS respectivement).

DISCUSSION

Croissance des animaux

L'incorporation de saindoux à raison de 3% de la matière brute de l'aliment, soit 60% des lipides totaux (5,5% de la MS) dans le régime de croissance-finition d'agneaux de bergerie de type Lacaune et sevrés précocement, n'induit pas de modification significative ($P < 0,05$) des performances de croissance, même lorsque les agneaux sont soumis à un rythme intensif (361 g/j en moyenne durant cette phase) en comparaison d'un régime commercial contenant 3% de matières grasses. Ponctuellement, le meilleur *GMQ* des agneaux du lot témoin en phase terminale d'engraissement pourrait correspondre à un effet de croissance compensatrice si on se

réfère à l'évolution des courbes de croissance avec le temps. Celle-ci permet aux agneaux de rattraper le retard de la période précédente. La mise en évidence de cette différence significative est aussi à relier à la moindre variabilité intralot en période de finition. Ces régimes permettent de produire des agneaux de boucherie de 20 kg de poids-carcasse en 93 j d'engraissement, soit à un âge moyen de 120 j. Par ailleurs, les caractéristiques quantitatives de l'adiposité des carcasses ne sont pas affectées et ne nuisent pas à leurs qualités commerciales ($NG_{ext} < 2,5$). De plus, les indices de consommation enregistrés sont conformes à ceux obtenus par ailleurs pour cette même catégorie d'agneaux (ITCF, 1981) et ne diffèrent pas entre ALT et ALS sur l'ensemble de l'engraissement. Cependant, la reprise de croissance comparative du lot témoin en période de finition caractérisée par un indice de consommation moindre ($I_{C_0-Aba} = 3,56$ vs 4,14), pourrait être liée à un mécanisme d'interrelation hormono-nutritionnelle. En effet, chez les mâles, l'état prépubertaire et le niveau élevé de progestatone sérique pourraient exacerber l'activité de l'hormone de croissance dans le cas d'une lipémie plus faible (Waghorn *et al*, 1987).

En conséquence, un taux d'incorporation supérieur (5–7%) de saindoux dans l'aliment pourrait être envisagé, d'autant que pour un régime de finition, une éventuelle diminution de la digestibilité des constituants pariétaux (Palmquist et Conrad, 1980; McAllan *et al*, 1983; Sutton *et al*, 1983; Bock *et al*, 1991), ne constitue pas un problème majeur. De même, Jenkins et Jenny (1989) montrent que, chez la vache laitière, l'incorporation de graisses préalablement hydrogénées dans l'aliment à des taux de 3 et 5%, supprime les effets de réduction de l'ingestion habituellement constatée avec l'emploi des corps gras de type insaturés.

Qualité du gras de couverture

Pour cette catégorie d'agneaux ayant une forte prédisposition à produire des carcasses de médiocre qualité sur le plan de la tenue (54% dans le lot témoin, ce qui rejoint les observations de De Boissesson et Mahmoudi (résultats non publiés)), l'addition de saindoux améliore sensiblement la proportion des carcasses de bonne valeur commerciale (N_{ten3} et N_{ten4} : +15%). De même, l'éventail des colorations observées par référence au nuancier Munsell, montre la faible proportion de carcasses claires dans le lot témoin (35%), catégorie recherchée par la profession, confirmant un précédent constat réalisé sur des agneaux de Roquefort (Bozzolo *et al*, 1991). L'introduction de saindoux permet d'accroître ce taux à 50%. Cette amélioration des qualités du gras externe rejoint l'observation de Solomon et Lynch (1988).

La mise en évidence d'une réduction importante de la proportion de carcasses bistre clair (N_{cou4} , réf 7.5YR8/6 : -15%), associée à une plus grande fréquence de gras fermes, laisse supposer qu'il s'agit d'une diminution de la part des triglycérides à faible point de fusion, riches en acides gras insaturés et/ou ramifiés (l'Estrange et Mulvihill, 1975; Prache *et al*, 1990; Bouillier-Oudot *et al*, 1992). Bock *et al* (1991) constatent d'ailleurs un accroissement de la proportion d'acide stéarique et une diminution de celle de l'acide palmitoléique dans le tissu gras intermusculaire. Cette orientation peut être expliquée par l'importance croissante de la part des acides gras alimentaires dans la constitution des dépôts adipeux en période de finition (Christie, 1981; Arousseau, 1986). Non seulement l'aspect quantitatif de l'incorporation des matières grasses dans l'aliment est à souligner, mais aussi les caractéristiques propres du saindoux. Contrairement à la plupart des AG en C18,

l'acide palmitique ne semble pas être remanié et conduit à des graisses de dépôt à haut point de fusion (Christie, 1981). Dans notre essai, l'apport quantitatif d'acides stéarique et palmitique dans l'aliment «saindoux» est 2 et 1,8 fois plus élevé que dans ALT (0,54 vs 0,24% et 1,23 vs 0,67% respectivement). Devier et Pfander (1974) signalaient déjà l'accroissement des proportions d'AG saturés dans le tissu gras, en particulier de C18 = 0, avec l'incorporation de suif dans l'aliment (2,5 et 4%) en comparaison de celle d'huile de maïs.

Paramètres fermentaires

Le niveau des taux d'AGV dans le liquide du rumen et l'évolution de leur profil selon la durée d'engraissement ne fait pas ressortir de différence importante entre régimes alimentaires, rejoignant les résultats de Bock *et al* (1991) sur bouvillons, de Chalupa *et al* (1986) sur vache laitière et les résultats sur vache laitière et sur mouton rapportés par Bauchart *et al* (1985) pour des taux d'incorporation de matières grasses compris entre 2 et 10%. Les profils évolutifs mis en évidence par les fermentations *in vitro*, durant la courte période de transition, confirment les tendances observées *in vivo*, bien que les taux d'AGV soient différents. Par contre, l'évolution des teneurs en acide caproïque n'est pas constatée *in vivo* après 30 j d'engraissement; ce qui est certainement dû à une déviation propre aux fermenteurs. La présence d'avoparcine pourrait d'ailleurs contribuer à amplifier ce phénomène par un effet de majoration de son activité dans cette enceinte non conforme à la réalité du rumen (absorption transépithéliale, paramètres des flux alimentaires, caractéristiques de la salive).

Le taux élevé d'acide propionique (> 34%) dans le contenu ruminal apparaît

comme un facteur favorisant l'apparition de carcasses défectueuses si on se réfère aux recommandations d'Ørskov *et al* (1975) pour qui des taux supérieurs à 30% sont critiques. Cependant, nous remarquons que, même dans ces conditions défavorables pour la qualité des dépôts gras, les acides gras alimentaires longs et saturés permettent de réduire la proportion des carcasses défectueuses. Les teneurs en acides butyrique et isobutyrique sont nettement moindres (presque du simple au double) que celles obtenues par Murphy et L'Estrange (1977) avec des régimes céréaliers, renforçant en conséquence la présence relative des AGV acétique et propionique. Dans ces conditions, l'utilisation métabolique de l'acide propionique par le foie pourrait être plus élevée, réduisant ainsi la synthèse d'acides gras ramifiés par le tissu adipeux, générateurs des graisses molles. En effet, Aiello *et al* (1989) et Demigné *et al* (1991), ont montré une action inhibitrice du butyrate sur la transformation hépatique du propionate en glucose.

Ce constat irait dans le sens d'un effet exercé par les acides gras longs sur l'augmentation des taux d'acides propionique et valérique au détriment de l'acide butyrique (Church, 1979). En fait, l'absence de différence prononcée entre nos 2 régimes ne permet pas d'aboutir à cette conclusion. Ce profil particulier constitue probablement un effet secondaire lié à la présence d'avoparcine dans les 2 aliments (0,2% d'avotan/kg d'aliment). Cet additif est connu pour son action sélective sur la flore en favorisant la production d'acide propionique au détriment de l'acide butyrique (Macgregor, 1983). Au contraire, la supplémentation des régimes en saindoux met à jour une légère tendance à l'abaissement plus rapide du taux d'acide propionique et à l'élévation des taux d'acides butyrique et valérique au cours de l'engraissement. La différence de qualité

de carcasse observée entre lot témoin et lot supplémenté serait donc plutôt à rechercher dans la plus forte participation des AG longs saturés alimentaires (notamment, l'acide palmitique) à la construction des triglycérides adipocytaires que dans une éventuelle modification des orientations fermentaires dans le rumen.

CONCLUSION

Les nombreux essais de supplémentation en lipides alimentaires non protégés, réalisés antérieurement chez les ruminants et les agneaux en particulier font ressortir que les modifications sur la composition en acides gras des tissus adipeux sont mineures lorsque leurs taux d'incorporation (< 10%) sont compatibles avec une ingestibilité normale (Church, 1979; Christie, 1981; Bauchart *et al*, 1985). Ce constat est souvent expliqué d'une part, par l'hydrogénation des AG insaturés dans le rumen et/ou leur incorporation préférentielle dans les esters de cholestérol des particules lipoprotéiques, fractions lipidiques non hydrolysées par la lipoprotéine lipase (Christie *et al*, 1986), ne contribuant pas ainsi à la synthèse des triglycérides neutres de réserve et, d'autre part, par les niveaux de digestibilité et les remaniements potentiels des AG saturés. Dans le cas d'agneaux engraisés intensivement, issus de races au développement tardif comme c'est le cas des mâles Lacaune, l'emploi de saindoux dans l'aliment d'engraissement, riche en AG longs saturés (spécialement en C16 = 0), permet d'enregistrer un effet probant sur la fermeté et la coloration du tissu gras sous-cutané. L'observation de performances de croissance non modifiées, avec un profil d'évolution plus régulier en fonction de la durée d'engraissement et des indices de consommation non détériorés, conduit à penser qu'une augmentation du taux d'incor-

poration du saindoux pourrait renforcer l'amélioration constatée sur l'apparence des gras externes de carcasse.

REMERCIEMENT

Travail subventionné par le Conseil régional de Midi-Pyrénées pour l'encouragement de la Recherche scientifique (n° de contrat 9000743).

RÉFÉRENCES

- Allen OB, Burton JH, Holt JD (1983) Analysis of repeated measurements from animal experiments using a polynomial regression. *J Anim Sci* 57, 765-770
- Aiello RJ, Armentano LE, Bertics SJ, Murphy AT (1983) Volatile fatty acid uptake and propionate metabolism in ruminant hepatocytes. *J Dairy Sci* 72, 942-949
- Andrews RP, Ørskov EE (1970) The nutrition of the early weaned lamb: II. The effect of dietary protein concentration, feeding level and sex on body composition at two live weights. *J Agric Sci Camb* 75, 19-26
- Annison EF (1984) The metabolism of neutral acidic lipids by tissues of the ruminant. In: *Herbivore nutrition in the subtropics and tropics* (FMC Gilchrist, RI Mackie, eds) The Science Press, Craighall, South Africa, 549-570
- Aurousseau B (1981) Élaboration des lipides corporels et valeur des carcasses des ruminants. *Bull Tech CRVZ Theix INRA* 45, 43-50
- Aurousseau B (1986) Influence des facteurs d'élevage sur l'état d'engraissement et la qualité des carcasses chez les ovins. In: *Qualités des produits chez les ovins et les caprins*. 11^{es} Journ rech ovine et caprine, INRA-ITOVIC, SPEOC, Paris, 210-235
- Aurousseau B, Thériez M, Daniel M (1973) Influence de la nature des matières grasses incorporées dans l'aliment d'allaitement sur le métabolisme lipidique de l'agneau de bergerie. *Ann Biol Anim Biochim Biophys* 13, 93-105
- Aurousseau B, Vermorel M, Thériez M, Vezinhet A (1989) Effects of substitution of tricaprylin or coconut oil for tallow in milk replacers of-

- ferred to pre-ruminant lambs. *Ann Zootech* 38, 49-59
- Bauchart G, Doreau M, Legay-Carmier F (1985) Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant. *Bull Tech CRVZ Theix INRA* 61, 65-77
- Blanchart G, Durand M, Barry JL, Bouillier-Oudot M, Jouany JP (1989) Intérêts et limites des fermenteurs à flux semi-continu de type Rusitec dans l'étude des fermentations du rumen. *Ann Zootech* 38, 285-314
- Bock BJ, Harmon DL, Brandt RT, Schneider Jr, Schneider JE (1991) Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion and metabolism. *J Anim Sci* 69, 2211-2224
- Bouillier-Oudot M, Bozzolo G, Phrem G (1992) Optimisation du jugement de la fermeté du gras de couverture des carcasses d'agneaux de bergerie. *Ann Zootech*, 185-201
- Bozzolo G, Bouillier-Oudot M, De Boissesson E, Ghassan M, Grasset D (1990) Influence des performances zootechniques sur les caractéristiques des tissus adipeux d'agneaux de bergerie, sevrés précocement et alimentés avec un régime à forte concentration énergétique. *Ann Zootech* 39, 77-94
- Bozzolo G, Bouillier-Oudot M, Aoun M, Grasset D, Manse H (1991) Incidence des acides gras alimentaires à chaîne moyenne, incorporés dans le régime de transition en post-sevrage, sur les caractéristiques de croissance et de carcasse d'agneaux sevrés précocement et engraisés intensivement en bergerie en été. *Ann Zootech* 40, 85-105
- Bremner HA, Ford AL, Mac Farlan JJ, Ratcliff D, Russel NT (1976) Meat with high linoleic acid content: oxidative changes during frozen storage. *J Food Sci* 41, 757-761
- Busboom JR, Miller CJ, Field RA, Crouse JD, Riley ML, Nelms GE, Ferrell CL (1981) Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. *J Anim Sci* 52, 83-92
- Cameron CW, Hogue DE (1968) Effect of varying dietary corn oil and hay grain ratio on lamb growth and fat characteristics. *J Anim Sci* 27, 553-556
- Cera KR, Mahan DC, Reinhart CA (1989) Apparent fat digestibilities and performance responses of post-weaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. *J Anim Sci* 67, 2040-2047
- Chalupa W, Vecchiarelli B, Elser AE, Kronfeld DS, Sklan D, Palmquist DL (1986) Ruminant fermentation *in vivo* as influenced by long chain fatty acids. *J Dairy Sci* 69, 1293-1301
- Christie WW (1981) The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk. In: *Lipid Metabolism in ruminant animals* (WW Christie, ed) Pergamon Press, Oxford, 193-225
- Christie WW, Noble RC, Clegg RA (1986) The hydrolysis of very low density lipoproteins and chylomicrons of intestinal origin by lipoprotein lipase in ruminants. *Lipids* 21, 252-253
- Church DC (1979) Lipid utilization and requirements. In: *Digestive physiology and nutrition of ruminants: nutrition*. Oxford Press, Portland, OR, vol 2, 167-186
- Crouse JD, Field RA, Chant JL, Ferrell CL, Smith GM, Harrison VL (1978) Effect of dietary energy intake on carcass composition and palatability of different weight carcasses from ewe and ram lambs. *J Anim Sci* 47, 1207-1218
- Demigné C, Yacoub C, Morand C, Rémésy C (1991) Interaction between propionate and amino acid metabolism in isolated sheep hepatocytes. *Br J Nutr* 65, 301-317
- Devendra C, Lewis D (1974) The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. *Anim Prod* 19, 67-76
- Devier CV, Pfander WH (1974) Source and level of dietary fat on fatty acid and cholesterol in lambs. *J Anim Sci* 38, 669-675
- Faustman C, Cassens RG, Schaefer DM, Buege DR, Williams SN, Scheller KK (1989) Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. *J Food Sci* 54, 858-862
- Field RA, Williams JC, Ferrell CL, Crouse JD, Kunsman JE (1978) Dietary alteration of palatability and fatty acids in meat from light and heavy weight ram lambs. *J Anim Sci* 47, 858-864
- Garton GA, Howell FDD, Duncan WRH (1972) Influence of dietary volatile fatty acids on the fatty acid composition of lamb triglycerides with special reference to the effect of propionate on the presence of branched chain components. *Br J Nutr* 28, 409-416

- ITCF (1981) Maïs grain, plante entière, épi pour l'engraissement des agneaux. In : *Utilisation des céréales et des fourrages par les animaux*. Rapport 1981 sept (8), 39
- Jenkins TC, Palmquist DL (1982) Effect of added fat and calcium on *in vitro* formation of insoluble fatty acid soaps and cell wall digestibility. *J Anim Sci* 55, 957-963
- Jenkins TC, Jenny BF (1989) Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion and lactation performance of dairy cows. *J Dairy Sci* 72, 2316-2324
- Jouany JP (1982) Volatile fatty acid and alcohol determination in digestive contents silage juices, bacterial cultures and anaerobic fermentor contents. *Sci Alim* 2, 131-144
- Kowalczyk JE, Ørskov ER, Robinson JJ, Stewart CS (1977) Effect of fat supplementation on voluntary intake and rumen metabolism in sheep. *Br J Nutr* 37, 251-257
- L'Estrange JL, Mulvihill TA (1975) A survey of fat characteristics of lambs with particular reference to the soft fat condition in intensively fed lambs. *J Agric Sci (Camb)* 84, 281-290
- Mac Allan AB, Knight R, Sutton JD (1983) The effect of free and protected oils on the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and duodenum of sheep. *Br J Nutr* 49, 433-440
- Macgregor RC (1983) Growth promoters and their importance in ruminant livestock production. In: *Recent advances in animal nutrition* (W Haresign, ed) Butterworths, UK, 17, 163-177
- Mahan DC (1991) Efficacy of initial postweaning diet and supplemental coconut oil or soybean oil for weanling swine. *J Anim Sci* 69, 1397-1402
- Miller CJ, Rice RW (1967) Lipid metabolism in lambs as affected by fattening rations of roughage and concentrate. *J Anim Sci* 26, 1153-1159
- Miller GJ, Kunsman JE, Field RA (1980) Characteristics of subcutaneous fat in ram lambs fed corn and corn-silage diets. *J Food Sci* 45, 279-282
- Molénat G, Thériez M (1973) Influence du mode d'élevage sur la qualité de la carcasse de l'agneau de bergerie. *Ann Zootech* 22, 279-293
- Murphy J, L'Estrange JL (1977) The performance and carcass fat characteristics of lambs fattened on concentrate diets. 1. Effect of maize and barley as the cereal source and of dietary supplementation with roughage, vitamin E, cobalt and vitamin B₁₂. *Ir J Agric Res* 16, 187-204
- Ørskov ER, Duncan WR, Carnie CA (1975) Cereal processing and food utilization by sheep. III. Effect of replacement whole barley by whole oats on food utilization and firmness and composition of subcutaneous fat. *Anim Prod* 21, 51-59
- Palmer DN, Husband DR, Winter PJ, Blunt JW, Jolly RD (1986) Ceroid lipofuscinosis in sheep. 1.bis (monoacylglycerol) phosphate, dolichol, ubiquinone, phospholipids, fatty acid and fluorescence in liver lipopigment lipids. *J Biol Chem* 261, 1766-1772
- Palmquist DL, Conrad HR (1980) High fat rations for dairy cows: tallow and hydrolysed blended fat at two intakes. *J Dairy Sci* 63, 391-395
- Prache S, Arousseau B, Thériez M, Renner M (1990) Les défauts de couleur du tissu adipeux sous-cutané des carcasses d'ovins. *INRA Prod Anim* 3, 275-285
- Ray EE, Kromann RP, Cosma EJ (1975) Relationships between fatty acid composition of lamb fat and dietary components. *J Anim Sci* 41, 1767-1774
- Robelin J, Thériez M, Arnal M, Ferrara M (1977) Évolution de la composition chimique de jeunes agneaux mâles jusqu'à l'âge de 16 semaines. *Ann Zootech* 26, 69-81
- Snedecor GN, Cochran WG (1971) *Méthodes statistiques*. Association de coordination, Techniques Agricoles, Paris
- Solomon MB, Lynch GP (1988) Biochemical, histochemical and palatability characteristics of young lambs affected by diet and electrical stimulation. *J Anim Sci* 65, 1955-1962
- Sutton JD, Knight R, Mc Allan AB, Smith RH (1983) Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. *Br J Nutr* 49, 419-432
- Thériez M, Tissier M, Robelin J (1981) The chemical composition of the intensively fed lambs. *Anim Prod* 32, 29-37
- Thieulin C (1986) Les divers facteurs influant sur l'utilisation digestive des matières grasses. *Ann Nutr Alim* 22, 245-258
- Thompson JM, Parks JR (1985) Food intake, growth and body composition in Australian

- merino sheep selected for high and low weaning weight: 3. Energy balance. *Anim Prod* 40, 85-91
- Turgeon OA, Brink DR, Bartle SJ, Klopfenstein TJ, Ferrell CL (1986) Effects of growth rate and compensatory growth on body composition in lambs. *J Anim Sci* 63, 770-780
- Veizinhel A, Nougues J, Vigneron P (1976) Aspects généraux du développement et de la croissance des tissus musculaires et adipeux : caractéristiques chez les ovins. *In* : *Croissance, engraissement et qualité des carcasses*. 2^{es} Journées Rech Ovine et Caprine INRA-ITOVIC, SPEOC, Paris, 27-43
- Waghorn GC, Flux DS, Ulyatt MJ (1987) Effect of dietary protein and energy intakes on growth hormone, insulin, glucose tolerance and fatty acid synthesis in young wether sheep. *Anim Prod* 44, 143-152
- Wahle KWJ, Garton GA (1972) Desaturation of stearic acid by sheep tissue microsomes. *Proc Nutr Soc* (abstr) 31, 110-A