

Influence du remplacement d'une partie du suif d'un aliment d'allaitement par de la tricaprolyne ou de l'huile de coprah sur l'utilisation de l'énergie et de l'azote par le veau préruminant

B. AUROUSSEAU, M. VERMOREL, J. C. BOUVIER

avec la collaboration technique de F. DUBOISSET, M. MARTINAUD, S. GASNET, C. LEOTY et R. SOUCHET

*Laboratoire d'Etude du Métabolisme Energétique, I.N.R.A.,
Theix, 63122 Ceyrat, France.*

Summary. *Effect on energy and nitrogen balances of substituting tricaprolylin or coconut oil for a part of the tallow in a milk replacer for the preruminant calf.*

The advantages of using caprylic acid in the feed of preruminant calf have been investigated and compared to those of coconut oil. Two trials were carried out.

Trial 1 studied the effect on the appetibility and digestibility of a conventional milk replacer when tricaprolylin (TC8) was substituted for one-half of the tallow in the replacer. Trial 2 investigated diet digestibility and energy and nitrogen balances in 3 groups of 6 Friesian male preruminant calves each, using two open-circuit respiratory chambers. Group 1 was fed a control diet based on skim-milk powder and tallow (diet 1). In group 2, 2/3 of the tallow was replaced by coconut oil (diet 2). In group 3, 1/3 of the tallow was replaced by coconut oil and the other 1/3 by TC8 (diet 3).

Apparent digestibility of energy (94.4 vs 90.7 % ; $P < 0.05$) and nitrogen (93.2 vs 89.7 % ; $P < 0.10$) and energy metabolizability, q (91.6 vs 88.1 % , NS) were higher with diet 2 than with diet 1. TC8 intake also favoured a higher apparent digestibility of energy (98.0 vs 92.9 % ; $P < 0.01$) and nitrogen (96.9 vs 93.0 % ; $P < 0.001$) in trial 1 but not in trial 2 where diet 3 had only a slightly higher apparent digestibility than diet 1 (92.9 % for energy and 90.7 % for nitrogen ; $P < 0.10$).

Adjusted protein gains observed in trial 2 were 52.3 ± 3.4 , $58.9^b \pm 5.3$ and $56.5^{ab} \pm 5.4$ kcal/d/kg $W^{0.75}$, respectively, for each of the 3 diets ; adjusted lipid gains were $66.8^a \pm 4.0$, $59.6^b \pm 4.2$ and $61.2^{ab} \pm 6.7$ kcal/d/kg $W^{0.75}$; and adjusted energy gains were 119.2 ± 6.2 , 118.4 ± 6.1 and 117.5 ± 6.6 kcal/d/kg $W^{0.75}$ (a, b = data with different superscripts are significantly different ; $P < 0.05$). Metabolizable energy (EM) efficiency for tissue deposition was of the order of 0.67 ± 0.14 , and maintenance requirements amounted to an average of 95 kcal EM/d/kg $W^{0.75}$.

Introduction.

Les résultats concernant l'utilisation de tricaproïne ou d'huile de coprah chez l'Agneau ou le Veau montrent que les triglycérides d'acides gras à chaîne moyenne présentent pour l'alimentation des animaux préruminants le double inté-

rêt d'améliorer l'utilisation digestive des aliments auxquels ils sont incorporés (Walker et Stokes, 1970 ; Thériez *et al.*, 1973, chez l'Agneau ; Toullec et Mathieu, 1969 ; Veen, 1970 ; Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983, chez le Veau) et de favoriser la fixation de protéines dans les tissus (Veen, 1970 ; Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983). Les résultats obtenus chez le Rat montrent cependant que les différents acides gras n'ont pas des effets identiques (Aurousseau, 1972 ; Caster *et al.*, 1975). Il était donc intéressant de chercher à préciser les effets de l'ingestion d'huile de coprah et d'étudier ceux de la tricapyryline (TC8) chez le Veau préruminant en croissance intensive.

Matériel et méthodes.

Dispositif expérimental.

Au cours d'un premier essai, deux laits iso-énergétiques et iso-azotés comportant 24 % de protéines et 20 % de matières grasses ont été préparés (tabl. 1) :

- un lait témoin « suif » à base de suif et de poudre de lait écrémé ;
- un lait expérimental « suif-coprah » obtenu par remplacement des 2/3 du suif par de la tricapyryline.

Trois veaux mâles de race frisonne ont reçu l'aliment témoin « suif » jusqu'à l'âge de 6 semaines, puis l'aliment expérimental « suif-TC8 » pendant 2 semaines consécutives. Les animaux, pour des raisons d'ordre sanitaire, ont été soumis à une période de restriction alimentaire correspondant à la satisfaction des besoins d'entretien jusqu'au 7^e jour. Puis un plan d'alimentation intensif leur a été proposé, permettant l'obtention de gains de poids vif (GMQ) de 1 000 g/j en 2^e semaine (correspondant à un niveau d'ingestion de 260 kcal d'énergie métabolisable EM/j/kg P^{0,75}), de 1 200 g/j en 3^e semaine (ingestion de 300 kcal EM/j/kg P^{0,75}), et de 1 400 g/j de la 4^e à la 8^e semaine (ingestion de 340 kcal EM/j/kg P^{0,75}).

Au cours d'un second essai, 3 laits iso-énergétiques et iso-azotés comportant 27 % de protéines et 22 % de matières grasses ont été préparés (tabl. 1) :

- un lait témoin « suif » à base de suif et de poudre de lait écrémé ;
- un lait expérimental « suif-coprah » obtenu par remplacement des 2/3 du suif par de l'huile de coprah ;
- un lait expérimental « suif-coprah-TC8 » obtenu par remplacement de 2/3 du suif pour moitié par de l'huile de coprah et pour moitié par de la tricaproïne.

Dans tous les cas, les matières grasses ont été incorporées aux laits par voie humide suivie d'un séchage en tour spray. Pour le premier essai, la tricapyryline avait été introduite en l'état et pour le second elle était utilisée sous forme intérestérifiée avec le suif.

Ce second essai a porté sur 18 veaux mâles de race frisonne achetés à un âge de 4 à 8 jours. Les animaux ont été placés en cases individuelles et affectés dès leur arrivée à l'un des traitements décrits ci-dessus. Après une période de 4 jours de restriction alimentaire correspondant à la satisfaction des besoins

TABLEAU. 1
Composition et caractéristiques des aliments d'allaitement.

Essais	Essai 1		Essai 2	
	« Suif »	« Suif-TC8 »	« Suif »	« Suif-coprah » « Suif-coprah-TC8 »
<i>Composition (g/kg MS)</i>				
Poudre de lait écrémé	689	685	753,2	751,2
Suif	190	95	201,2	47,1 (*)
Huile de coprah	—	—	134,1	88,9
Tricapryline	—	99	—	67,2 (*)
Emulsifiant	25	25	24,9	24,9
Composé minéral et vitaminique	20	20	20,7	20,7
<i>Caractéristiques</i>				
Energie brute (kcal/kg MS)	5 094	5 030	5 452	5 297
Azote (g N/kg MS)	27,90	38,56	42,8	43,3
Lipides (g/kg MS)	199	204	226	224
<i>Principaux acides gras alimentaires</i>				
(% AG totaux)				
Caprylique	—	52,0	—	35,0
Laurique + myristique	4,2	2,2	4,5	25,0
Palmitique + stéarique	46,3	22,9	47,8	20,0
Oléique	41,0	19,2	39,2	13,6
Linoléique	3,5	2,8	3,6	1,4

(*) Matières grasses intéressifiées.

d'entretien et mise en œuvre pour des raisons sanitaires, un plan d'alimentation unique leur a été proposé correspondant à l'obtention de gains de poids vif de 600 g par jour jusqu'au 15^e jour (ingestion de 180 kcal EM/j/kg P^{0,75}), de 1 000 g par jour du 15^e au 20^e jour (ingestion de 260 kcal EM/j/kg P^{0,75}) et de 1 200 g par jour à partir du 20^e jour et pendant la période des mesures (ingestion de 300 kcal EM/j/kg P^{0,75}).

Mesures et analyses.

Les animaux recevaient 2 repas égaux par jour ; les quantités d'aliments effectivement consommées ont été contrôlées et des échantillons aliquotes du lait ont été prélevés à chaque repas pendant toute la durée de l'étude en vue des analyses. L'évolution du poids des animaux a été contrôlée par des pesées hebdomadaires effectuées en début d'après-midi.

Les animaux utilisés lors du premier essai ont été attachés en cases individuelles et adaptés à l'âge de 25 jours au port des harnais destinés à la collecte des fèces qui a eu lieu entre 5 et 8 semaines. Des prélèvements de sang jugulaire ont été effectués au cours de la 8^e semaine, 5 h environ après le repas du matin, en vue d'examiner les effets de l'acide caprylique sur le métabolisme des acides aminés circulants. Les échantillons de sang étaient recueillis et analysés selon le protocole décrit par Patureau-Mirand, Prugnaud et Pion (1973).

Lors du second essai, les veaux ont été adaptés à l'âge de 15 jours au port de harnais pour la collecte séparée des fèces et des urines. Leur métabolisme énergétique a été étudié à un âge de 22 à 26 jours à l'aide de chambres respiratoires de type circuit ouvert au cours de périodes de 4 jours et après 3 jours d'adaptation à cet environnement. Les fèces et l'urine ont été récoltées pendant une période de 6 jours. Le protocole de récolte, de traitement et d'analyse des échantillons, les méthodes de mesure des échanges respiratoires et de calcul des bilans d'énergie ont été décrits antérieurement (Vermorel *et al.*, 1973). Les méthodes d'analyse de la teneur en lipides des aliments et de leur composition en acides gras ainsi que le principe d'analyse des résultats de fixation d'azote et d'énergie dans les tissus par covariance multiple ont également été décrites antérieurement (Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983). Rappelons que ces calculs prennent en compte à la fois l'énergie métabolisable ingérée (EM*, kcal/j/kg P^{0,75}) le niveau d'alimentation antérieur (EM* a, kcal/j/kg P^{0,75}) et les différences individuelles (δNd^* , mg/j/kg P^{0,75}) entre la quantité de matières azotées digestibles réellement ingérée et la quantité qui aurait été fournie, pour le même apport d'EM, si, pour chaque animal, le régime avait été équilibré au niveau moyen de 8,52 mg Nd/kcal EM.

Résultats.

A) *Déroulement de l'expérience.* — L'examen de la composition en acides gras des lipides alimentaires (tabl. 1) montre que l'acide caprylique représente 52 et 35 % des acides gras totaux et fournit 15,6 et 11,5 % de l'énergie brute des aliments expérimentaux dans les essais 1 et 2 respectivement. Les acides gras à chaîne moyenne de l'huile de coprah (28,3 ou 25,0 % des acides gras totaux res-

pectivement pour les laits « suif-coprah » ou « suif-coprah-TC8 ») ont apporté 10,1 ou 9,1 % de l'énergie totale respectivement pour chacun des deux aliments. Comme dans une étude précédente (Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983) les teneurs en acides gras à chaîne moyenne d'un des laits (« suif-coprah ») ne correspondent qu'imparfaitement au protocole expérimental. Apparemment, les difficultés techniques rencontrées lors de la préparation des faibles quantités d'aliments nécessaires ont conduit à la dilution des triglycérides d'acides gras à chaîne moyenne par les matières grasses traitées auparavant dans les installations de grande capacité. Enfin, lors du second essai, les apports d'acide linoléique ont été 2 fois plus importants dans le cas du lait « suif » que dans le cas des deux autres aliments.

Au cours du premier essai, le bon état de santé des animaux a permis d'obtenir des gains de poids vif de l'ordre de 1,3 kg/jour pendant les 4 semaines de mesures de la digestibilité des laits. En revanche, au cours du deuxième essai, quelques cas de diarrhées et de nombreux refus de lait ont été observés, aboutissant au moment des mesures à des niveaux d'alimentation plus faibles et plus variables que ne le prévoyait le protocole expérimental.

Les bilans d'énergie obtenus à partir des échanges respiratoires (bilan QR) ou à partir du bilan carbone-azote (bilan CN) ont été concordants, l'écart moyen entre les deux bilans s'élevant à 1,6 % seulement de l'énergie fixée soit 0,8 % de l'EM ingérée. La moyenne entre les deux valeurs a donc été retenue pour exprimer la quantité d'énergie fixée par les veaux.

B) *Utilisation digestive et métabolique des régimes.* — Au cours du premier essai, les coefficients d'utilisation digestive de l'énergie et de l'azote (fig. 1) sont significativement ($P < 0,001$) plus élevés dans le cas de l'aliment « suif-TC8 » ($98,0 \pm 0,3$ et $96,9 \pm 0,5$ respectivement) que dans le cas de l'aliment « suif » ($92,9 \pm 1,8$ et $93,0 \pm 0,4$ respectivement).

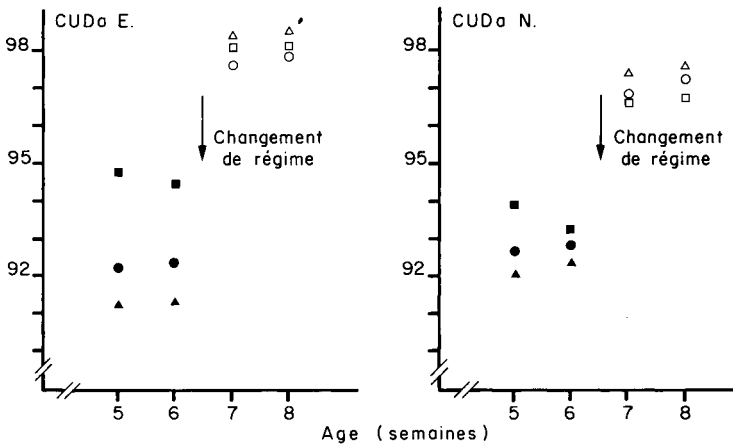


FIG. 1. — Modifications des coefficients d'utilisation digestive apparents de l'énergie et de l'azote lors du remplacement d'une partie du suif par de la tricapriline dans un lait de remplacement distribué à 3 Veaux préruminants (■ ▲ ● = aliment « suif » ; □ △ ○ = aliment « suif-TC8 » ; chaque point représente un animal).

TABLEAU 2
Effets de la présence d'acide caprylique dans le lait sur les acides aminés libres (AAL) chez le Veau préruminant (mg/100 g plasma).

	« Suif-TC8 »	« Suif » (*)	C.V. (*)	AAL dont la concentration est augmentée	« Suif-TC8 »	« Suif »	C.V.
<i>AAL dont la concentration est diminuée</i>							
Asparagine + glutamine	1,36	2,80	41	Sérine	2,01	1,33	15
Acide glutamique	1,69	2,23	25	Proline	3,19	1,95	21
Alaine	1,66	2,30	21	Glycine	3,65	2,71	14
Méthionine	0,47	0,80	15	Valine	4,90	2,97	19
				Isoleucine	2,26	1,33	18
<i>AAL dont la concentration est inchangée</i>							
Acide aspartique	0,43	0,39	20	Leucine	3,88	2,10	19
Thréonine	1,56	1,45	17	Tyrosine	2,39	1,38	17
Citrulline	1,70	1,37	33	Phénylalanine	1,62	0,99	19
Ornithine	1,26	1,16	22				
Lysine	3,05	2,62	17	<i>Somme des AAL</i>	21,63	14,21	13
Histidine	2,40	1,95	16	<i>Somme des AAN</i>	19,34	19,17	19
Arginine	1,49	1,55	23				

(*) Valeurs observées chez des animaux (n = 12) recevant un lait conventionnel identique au lait témoin « suif » (Patureau-Mirand, Prugnaud et Pion, 1973).

La digestibilité des régimes est en moyenne plus faible au cours du 2^e essai (tabl. 3). Le remplacement d'une partie du suif de l'aliment témoin par de l'huile de coprah dans le lait de remplacement améliore significativement ($P < 0,05$) la digestibilité apparente de l'énergie (+ 3,7 points) tandis que l'amélioration (+ 2,2 points) n'est pas significative dans le cas de l'utilisation du mélange huile de coprah-tricapryline. De même, la digestibilité apparente de l'azote est améliorée par les deux types de matières grasses (respectivement de + 3,5 points et de + 1,0 points) mais les effets observés ne sont pas significatifs. Enfin, les proportions d'EM sont accrues par la présence d'acides gras à chaîne moyenne de + 3,5 ou de + 1,9 points dans le cas du lait « suif-coprah » ou « suif-coprah-TC8 » respectivement (NS).

C) *Effets de l'acide caprylique sur les acides aminés libres du plasma.* — La composition des acides aminés libres circulants observée chez les animaux qui recevaient le lait « suif-TC8 » (essai 1) a été comparée à celle observée chez des veaux qui recevaient un lait conventionnel à base de suif et de poudre de lait écrémé, objet d'une étude contemporaine à l'essai 1 (Patureau-Mirand, Prugnaud et Pion, 1973). Les acides aminés libres (AAL) du plasma se répartissent en 3 groupes en fonction de leur réponse à la présence d'acide caprylique dans l'aliment d'allaitement (tabl. 2) :

- un premier groupe comportant un acide aminé indispensable (AAI) (la méthionine) et 4 acides aminés non indispensables (AANI) (glutamine, asparagine, alanine, acide glutamique) est constitué de ceux dont la concentration est diminuée (réduction de plus de 1/3) ;
- un second groupe comportant 4 AAI (arginine, histidine, lysine, thréonine) et 3 AANI (acide aspartique, citrulline, ornithine) ne montre aucune différence par rapport au témoin ;
- le dernier groupe, comportant 4 AAI (isoleucine, leucine, phénylalanine, valine), un acide aminé semi-indispensable (tyrosine) et 3 AANI (glycine, proline, sérine) est constitué de ceux dont la concentration est considérablement augmentée (accroissement de 60 à 80 %).

D) *Fixation de protéines dans les tissus.* — L'analyse de covariance montre que les paramètres des relations permettant d'estimer les quantités de protéines fixées dans les tissus (PF^* , kcal/j/kg $P^{0,75}$) à partir des quantités d'énergie ingérées (EM^* , kcal/j/kg $P^{0,75}$), du niveau d'alimentation antérieur ($EM^* a$, kcal/j/kg $P^{0,75}$) et des différences individuelles d'azote digestible ingéré (δNd^* , mg/j/kg $P^{0,75}$) ne sont pas significativement différents d'un groupe d'animaux à l'autre. Le niveau d'alimentation antérieur (EMa^*) est sans effet sur la quantité d'azote retenue dans les tissus. En revanche, la quantité de protéines fixées augmente de $2,17 \pm 0,55$ kcal (61 mg d'azote) lorsque, pour une même quantité d'énergie métabolisable ingérée, l'ingestion d'azote digestible augmente de 100 mg. Les quantités d'énergie déposées dans les tissus sous forme de protéines (PF^*) sont accrues en moyenne de $0,28 \pm 0,03$ kcal pour une augmentation de 1 kcal de EM^* ingérée (fig. 2). Enfin, les quantités moyennes ajustées d'énergie fixée sous forme de protéines sont supérieures de 12,6 % ($P < 0,05$) et de 8,0 %

TABLEAU 3
Essai 2 = Utilisation digestive et métabolique des aliments (moyenne et écarts-type).

	« Suif »	« Suif-Coprah »	« Suif-Coprah-TC8 »
Nombre d'animaux	6	6	6
Nombre de jours de diarrhées (1)	4	2	5
Fréquence de refus importants (jours/veau) (2)	2,5	4,0	4,3
Poids des veaux au moment des mesures (kg)	48,3 ± 5,2	47,5 ± 2,2	49,9 ± 2,2
Vitesse de croissance des veaux au moment des mesures (g/j)	1 038 ± 132	1 212 ± 164	976 ± 242
CUda Energie (%)	90,7 ^a ± 2,8	94,4 ^b ± 2,1	92,9 ^{ab} ± 3,1
CUda Azote (%)	89,7 ± 3,4	93,2 ± 3,6	90,7 ± 4,1
EM (% EB)	88,1 ± 2,8	91,6 ± 3,2	90,0 ± 3,2
EM ingérée (kcal/j/kg P ^{0,75})	287,3 ± 20,2	284,1 ± 26,1	256,1 ± 32,7
EM a (kcal/j/kg P ^{0,75}) (3)	234,2 ± 37,0	225,3 ± 33,4	205,7 ± 54,5
EF (kcal/j/kg P ^{0,75})	125,2 ± 20,2	122,8 ± 25,8	106,6 ± 11,2
EF (kcal/kg gain)	2 206,3 ± 187,2	1 821,9 ± 171,4	2 135,9 ± 443,1
EF (valeur ajustée, kcal/j/kg P ^{0,75})	119,2 ± 6,2	118,4 ± 6,1	117,5 ± 6,6
LF (kcal/j/kg P ^{0,75})	70,3 ± 14,2	57,9 ± 17,7	56,2 ± 8,8
LF (valeur ajustée, kcal/j/kg P ^{0,75})	66,8 ^a ± 4,0	59,6 ^b ± 4,2	61,2 ^{ab} ± 6,7
PF (kcal/j/kg P ^{0,75})	54,9 ± 7,4	64,9 ± 8,8	50,4 ± 12,5
PF (valeur ajustée, kcal/j/kg P ^{0,75})	52,3 ^a ± 3,4	58,9 ^b ± 5,3	56,5 ^{ab} ± 5,4

(1) Total des observations pour les 6 animaux de chaque lot au cours des quinze jours précédant les mesures.

(2) Refus correspondant à plus de 30 % des quantités d'aliments offertes au cours de la semaine précédant les mesures.

(3) Niveau d'énergie métabolisable ingérée observé au cours de la semaine précédant les mesures a, b = les données affectées d'exposants différents sont significativement différentes (P < 0,05).

($P < 0,10$) à celles calculées pour le lot « suif » (tabl. 3) dans le cas des lots « suif-coprah » et « suif-coprah-TC8 » respectivement.

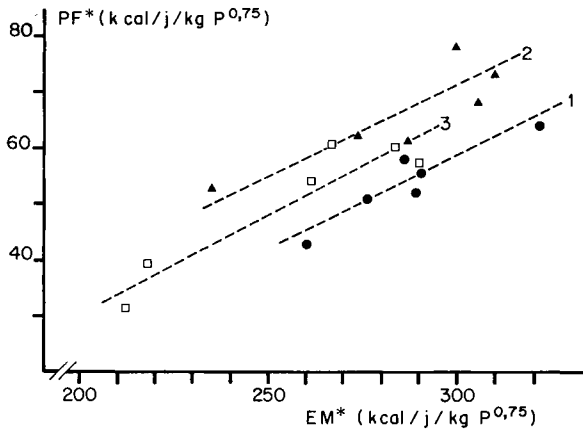


FIG. 2. — Influence de la nature des matières grasses alimentaires sur la fixation de protéines (PF) dans les tissus chez le Veau préruminant de 3 semaines (1 - ● - : lot « suif » ; 2 - ▲ - : lot « suif-coprah » ; 3 - □ - : lot « suif-coprah-TC8 »).

1. $PF^* = (0,28 \pm 0,08) EM^* - 24,9 \pm 3,4$ ($n = 6$; $r = 0,95$)
2. $PF^* = (0,28 \pm 0,10) EM^* - 18,3 \pm 5,3$ ($n = 6$; $r = 0,88$)
3. $PF^* = (0,30 \pm 0,04) EM^* - 26,2 \pm 3,4$ ($n = 6$; $r = 0,95$).

E) *Fixation de lipides dans les tissus.* — Les relations établies pour chaque groupe d'animaux sont mal définies et leurs paramètres ne sont pas différents d'une relation à l'autre. Les quantités d'énergie fixées sous forme de lipides (LF^* , kcal/j/kg $P^{0,75}$) ne sont pas modifiées par les variations des quantités d'azote digestible ingérées (δNd^*). Elles sont réduites en moyenne de $0,09 + 0,04$ kcal pour une augmentation de 1 kcal du niveau d'alimentation antérieur, EMa^* ; de plus, elles augmentent de $0,29 + 0,12$ kcal pour une augmentation de 1 kcal de EM^* ingérée. Enfin, les quantités moyennes ajustées d'énergie fixée sous forme de lipides sont inférieures de 10,8 % ($P < 0,05$) ou de 8,4 % ($P < 0,10$) à celles calculées pour le lot « suif » (tabl. 3) dans le cas des lots « suif-coprah » et « suif-coprah TC8 » respectivement.

F) *Fixation d'énergie dans les tissus.* — Comme pour la fixation de protéines ou la fixation de lipides, les relations individuelles concernant la liaison entre les quantités totales d'énergie fixée (EM^* , kcal/j/kg $P^{0,75}$) et les quantités d'énergie ingérées (EM^* , kcal/j/kg $P^{0,75}$) ne sont pas significativement différentes entre les 3 groupes (fig. 3). Les données regroupées conduisent aux relations suivantes selon que l'on prend en compte l'ensemble des bilans (relation 1) ou que l'on élimine au préalable (relation 2) les données significativement étrangères à la population (1 bilan provenant du groupe « suif », 2 bilans provenant du groupe « suif-coprah » et 1 bilan provenant du groupe « suif-coprah-TC8 ») :

- (1) $EF^* = (0,54 + 0,11) EM^* - 32,15 \pm 13,6$ ($n = 18$; $r = 0,77$)
- (2) $EF^* = (0,56 + 0,21) EM^* - 30,5 \pm 8,5$ ($n = 14$; $r = 0,91$) .

Ces deux relations conduisent à des valeurs faibles à la fois pour le rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable pour la croissance (54 ou 56 %) et pour les besoins d'entretien des animaux (55 à 60 kcal EM/j/kg $P^{0,75}$). La prise en compte du niveau d'énergie ingérée au cours de la semaine précédant les mesures (EMa^* , kcal/j/kg $P^{0,75}$) conduit avec l'ensemble des données à la relation 3 et, si on élimine les 4 données déjà signalées ci-dessus, à la relation 4 :

$$(3) EF^* = (0,69 + 0,12) EM^* - (0,18 + 0,11) EMa^* - 32,6 \pm 11,8 \quad (n = 18 ; r = 0,82)$$

$$(4) EF^* = (0,64 + 0,08) EM^* - (0,11 + 0,06) EMa^* - 30,2 \pm 6,9 \quad (n = 14 ; r = 0,93) .$$

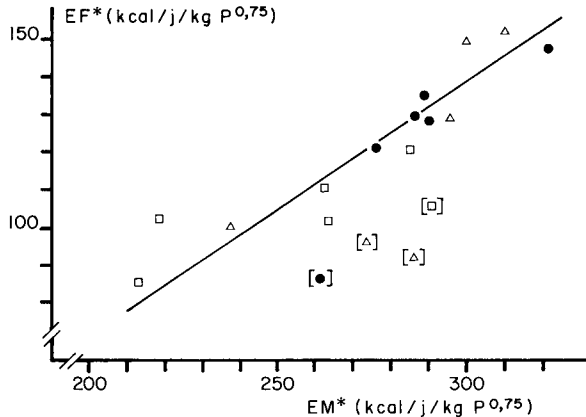


FIG. 3. — Influence de la nature des matières grasses alimentaires sur l'utilisation de l'énergie métabolisable (EM^*) ingérée pour la fixation d'énergie (EF^*) dans les tissus chez le Veau préruminant âgé de 3 semaines.

(● : lot « suif » ; △ : lot « suif-coprah » ; □ : lot « suif-coprah-TC8 » ; les 4 données entre parenthèses correspondent à des animaux présentant des dépenses énergétiques anormalement élevées).

Relation ajustée à $EMa^* = 220$ kcal/j/kg $P^{0,75} = EF^* = (0,69 \pm 0,12) EM^* - 72,2 \pm 11,8$ ($n = 18 ; r = 0,82$).

Le coefficient de régression reliant EF^* à EMa^* n'est pas significatif mais l'introduction de cette variable réduit cependant de façon significative la somme des carrés des écarts résiduels ($P < 0,025$). Ces relations conduisent à des estimations du rendement d'utilisation de EM pour la croissance (69 et 64 %) et des besoins d'entretien (87 et 106 kcal EM/j/kg $P^{0,75}$) plus élevés que ne le faisaient les relations 1 et 2. Les quantités moyennes d'énergie fixée totale ajustées selon les paramètres de la relation 3 ne sont pas différentes (tabl. 3).

Discussion.

A) *L'utilisation digestive des aliments.* — L'efficacité d'utilisation digestive des aliments est maximale chez le Veau après l'âge de 4 semaines (Paruelle *et al.*, 1972 ; Toullec, Frantzen et Mathieu, 1974). Les différences observées lors du premier essai (amélioration du CUDA de 5,1 points pour l'énergie et de 3,9 points

pour l'azote) ne semblent donc pas liées à l'âge des animaux, mais à la présence d'acide caprylique dans le lait. La similitude des digestibilités de l'aliment suif en 5^e et en 6^e semaines semble confirmer cette hypothèse (fig. 1). Cet effet est conforme aux résultats obtenus précédemment dans le cas de l'incorporation d'AGCM aux aliments d'allaitement (Toullec et Mathieu, 1969 ; Veen, 1970 ; Roy *et al.*, 1973). Cependant, il n'est que partiellement retrouvé dans le second essai pour le lait « suif-coprah » (amélioration significative du CUDa de l'énergie) et, en dépit d'un apport plus important d'AGCM, il n'est pas retrouvé pour le lait « suif-coprah-TC8 ». Comme précédemment (Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983), le stockage de longue durée des matières grasses intérestérifiées a pu provoquer un début d'altération, illustré dans le cas présent par la teneur en acide linoléique du lait « suif-coprah-TC8 » (tabl. 1) plus faible qu'au moment de la préparation de la poudre de lait. Par ailleurs, le lait « suif-coprah » a été préparé immédiatement avant l'essai dans le but d'obtenir des teneurs en acides laurique et myristique plus élevées que précédemment. Un lot de suif différent et vraisemblablement moins riche en acide linoléique a été utilisé.

B) *Acides aminés libres du plasma.* — Globalement, la présence d'acide caprylique dans l'aliment d'allaitement ne modifie pas la concentration du plasma en AANI, mais augmente celle des AAI, de 50 % en moyenne. Ce résultat est à rapprocher de ceux observés chez des veaux nourris au lait entier ou recevant des aliments d'allaitement enrichis en beurre (Rony, Desmarais et Brisson, 1975). Cependant, à la différence des résultats rapportés par ces auteurs, les concentrations des différents AAI ne sont pas affectées de la même façon. Ainsi, les animaux du groupe « suif-TC8 » montrent une réduction importante (de l'ordre de 50 %) de la teneur du plasma en méthionine libre qui semble indiquer un besoin accru chez ces animaux. Par ailleurs, les teneurs en histidine, lysine et thréonine ne sont pas modifiées de façon importante et les augmentations portent donc seulement sur les teneurs du plasma en isoleucine (+ 70 %), leucine (+ 85 %), phénylalanine (+ 64 %) et valine (+ 65 %). Des augmentations semblables de la teneur du plasma en ce type d'AAI sont observées habituellement chez des animaux recevant des aliments déséquilibrés en énergie et en azote, qu'ils soient carencés en énergie (Patureau-Mirand *et al.*, 1977) ou qu'ils reçoivent des rations très riches en protéines (Bergen et Potter, 1975 ; Patureau-Mirand *et al.*, 1977). Dans ces deux situations, la remobilisation des réserves d'énergie stockées dans les tissus adipeux aboutit à une métabolisation intense d'acides gras par le foie. L'acheminement de l'acide caprylique par voie porte en direction du foie aboutit à une situation semblable et peut expliquer la similitude d'effets sur les teneurs en AAI du plasma.

Par ailleurs, les teneurs du plasma en acide glutamique, alanine, asparagine et glutamine sont abaissées comme chez des veaux nourris au lait entier ou recevant des aliments d'allaitement enrichis en beurre (Rony, Desmarais et Brisson, 1975). Le phénomène pourrait être lié à une stimulation de leur utilisation pour la néoglucogenèse (Zaleski et Bryla, 1977).

C) *Fixation de protéines dans les tissus.* — La variabilité individuelle des bilans d'azote est trop élevée pour permettre l'obtention de relations précises

entre PR* et EM* pour des petits groupes d'animaux présentant une plage réduite de variation de EM* ingérée. Néanmoins, l'utilisation d'un coefficient unique, défini par analyse de covariance des données correspondant aux 3 lots d'animaux, a permis d'observer un accroissement significatif des quantités moyennes ajustées de protéines fixées chez les animaux du lot « suif-coprah » (+ 12,6 %, P < 0,05) par rapport au lot « suif ». Cet accroissement est du même ordre que celui obtenu précédemment chez des veaux dont la ration comportait environ 2 fois moins d'acides gras à chaîne moyenne (Arousseau, Vermorel et Bouvier, 1983). Les effets de l'ingestion d'acides laurique et myristique ne sont donc pas proportionnels à la dose employée et la réponse de l'organisme atteint un maximum.

Par ailleurs, l'augmentation des quantités de protéines fixées obtenue dans le cas du lait « suif-coprah-TC8 » (+ 8 %, P < 0,10) est inférieure de 4,6 points à celle observée dans le cas du lait « suif-coprah » ou la quantité d'huile de coprah ingérée était identique. Contrairement à ce qui a été obtenu avec l'acide caproïque (Arousseau, Vermorel et Bouvier, 1983), les effets de l'acide caprylique ne semblent pas additifs à ceux de l'huile de coprah. On peut aussi noter que les apports réduits d'acide linoléique par les laits « suif-coprah » et « suif-coprah-TC8 », à la limite des besoins, n'ont peut être pas permis l'expression complète des effets des acides gras à chaîne moyenne.

D) *Fixation d'énergie dans les tissus.* — Les résultats obtenus confirment les premières observations relatives aux effets du niveau d'alimentation antérieur sur le métabolisme énergétique du Veau de boucherie (Arousseau, Vermorel et Bouvier, 1983). L'utilisation énergétique du lait « suif-coprah » se montre identique à celle du lait « suif » et on ne retrouve pas l'accroissement des quantités de lipides fixés décrits précédemment pour ce type d'aliments (Roy *et al.*, 1973 ; Arousseau, Vermorel et Bouvier, 1983) et dont l'origine reste indéterminée. Des résultats contradictoires étaient obtenus de la même façon dans le cas de l'utilisation de l'acide caproïque chez le Rat en croissance (Chenat, Arousseau et Vermorel, 1976 ; Arousseau *et al.*, 1978).

Le mauvais état sanitaire des animaux a pu augmenter la dépense énergétique de certains d'entre eux. Ce phénomène diminue la précision des résultats obtenus (relations 1 à 4) et impose l'élimination des 4 données qui se distinguent significativement du reste de la population pour le calcul des coûts respectifs de la fixation de protéines ou de lipides. On obtient les relations suivantes, selon que l'on ne tient pas compte du niveau d'alimentation antérieur (équation 5) ou que l'on prend en compte ce paramètre (équation 6) :

$$(5) \text{ EM}^* = (1,94 + 0,30) \text{ PF}^* + (1,09 + 0,29) \text{ LF}^* + 94,4 \pm 15,7 \text{ (r = 0,91) .}$$

$$(6) \text{ EM}^* = (1,73 + 0,25) \text{ PF}^* + (0,99 + 0,15) \text{ LF}^* + (0,18 + 0,10) \text{ EMa}^* + 70,2 \pm 11,1 \text{ (r = 0,96) .}$$

Bien qu'une fois encore le coefficient de régression de EMa* ne soit pas significatif (0,10 > P > 0,05), la somme des carrés des écarts est significativement diminuée (P < 0,025) par la prise en compte de ce paramètre. On peut également noter que les valeurs de ce coefficient, bien que non significatives, sont du même ordre que celles déterminées avec plus de précision précédemment (Arousseau, Vermorel et Bouvier, 1983).

Le coût de fixation des lipides, voisin de 1 kcal EM/kcal lipides déposés, confirme le dépôt à peu près exclusif d'acides gras longs alimentaires déjà observé chez des animaux du même âge (Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983). En revanche, l'efficacité de fixation des protéines (50 % dans le cas de la relation 5 ou 58 % dans le cas de la relation 6) est supérieure aux valeurs de 43 % précédemment observées chez le Veau préruminant (Kirchgessner, Muller et Neesse, 1976 ; Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983).

Par ailleurs, la relation 5 conduit à une estimation du rendement d'utilisation de EM pour la fixation dans les tissus (kpf) de 68,3, 65,2 ou 67,8 % respectivement pour les lots « suif », « suif-coprah » ou « suif-coprah-TC8 », accompagnés de dépenses d'entretien de 92 kcal/j/kg $P^{0,75}$. Les valeurs obtenues l'aide de la relation 6 sont supérieures (kpg = 74 % en moyenne, dépenses d'entretien de 110 kcal EM/j/kg $P^{0,75}$). Les relations 3, 4 et 6 prenant en compte les effets du plan d'alimentation antérieur conduisent à des résultats plus homogènes que les relations 1, 2 et 5 qui ne tenaient pas compte de ce paramètre. Elles fournissent une valeur moyenne de 67 % pour le rendement d'utilisation de EM pour la fixation d'énergie dans les tissus et de 95 kcal EM/j/kg $P^{0,75}$ pour les besoins d'entretien des animaux, conformément à la majorité des résultats antérieurs (Vermorel *et al.*, 1974 ; Kirchgessner, Muller et Neesse, 1976 ; Vermorel, Bouvier et Geay, 1976 ; Aurousseau, Vermorel et Bouvier, 1983). Cependant, les résultats donnés par l'équation 6 semblent plus précis et ne doivent pas être négligés. L'observation d'un mauvais état général des animaux expérimentaux peut, en effet, correspondre à des dépenses énergétiques accrues et expliquer l'observation d'un niveau élevé de dépenses d'entretien (110 kcal/j/kg $P^{0,75}$).

Les écarts entre les différentes valeurs obtenues montrent les limites des méthodes d'analyse des résultats qui sont imparfaitement adaptées à la prise en compte de diminutions (cas de restrictions alimentaires sévères par exemple) ou d'augmentations importantes (cas de plans d'alimentation intensifs) des dépenses énergétiques des animaux. Ils soulignent l'intérêt d'élargir sensiblement la plage de variation des quantités de EM ingérées et des niveaux d'alimentation antérieur (EMa*) pour améliorer la fiabilité des résultats obtenus.

Conclusion.

Les résultats rapportés ci-dessus confirment les observations antérieures relatives à l'utilisation des acides gras à chaîne moyenne pour l'alimentation du jeune préruminant. L'incorporation d'acide caprylique ou d'huile de coprah dans les laits de remplacement améliore la digestibilité des matières azotées et de l'énergie ingérée et accroît la fixation de protéines dans les tissus aux dépens de la fixation de lipides. Contrairement à ceux de l'acide caproïque étudiés précédemment, les effets de l'acide caprylique sur la fixation de protéines ne sont pas additifs à ceux de l'huile de coprah. Le mode d'action de l'acide caprylique est donc probablement différent de celui de l'acide caproïque.

L'huile de coprah est bien adaptée à l'alimentation du Veau au cours des premières semaines de la vie et à la couverture de ses besoins en énergie. Cela est

vrai également pour l'acide caprylique, mais ce composé semble moins bien adapté que l'huile de coprah et l'acide caproïque à la couverture des dépenses d'énergie associées à une fixation importante de protéines. La différence peut résulter des conditions particulières rencontrées dans cette expérience et des études plus approfondies sont nécessaires si l'on veut mieux déterminer l'intérêt et les limites d'emploi de l'acide caprylique dans l'alimentation du jeune Veau préruminant.

Reçu en août 1983.

Accepté en décembre 1983.

Remerciements. — A MM. Patureau-Mirand et Prugnaud qui nous ont apporté leur concours pour le prélèvement et le traitement des échantillons de plasma et l'analyse de leur composition et de leurs teneurs en acides aminés.

Références

- AUROUSSEAU B., 1972. Utilisation énergétique des acides caprylique, laurique et myristique par le rat en croissance. Influence des restrictions alimentaires. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **12**, 263-280.
- AUROUSSEAU B., VERMOREL M., BOUVIER J. C., 1983. Influence du remplacement d'une partie du suif d'un aliment d'allaitement par de la tricaproïne ou de l'huile de coprah, sur l'utilisation de l'énergie et de l'azote par le veau préruminant ; influence du niveau d'alimentation antérieur. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, **23**, 587-598.
- AUROUSSEAU B., PEREZ J. M., BOUVIER J. C., VERMOREL M., 1978. Influence combinée de l'ingestion de tricaproïne et du mode de distribution des repas sur l'utilisation de l'énergie et de l'azote par le rat en croissance. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **18**, 1107-1115.
- BERGEN W. G., POTTER E. L., 1975. Effect of dietary protein level on plasma and tissue free amino acid concentrations in nursing lambs. *J. anim. Sci.*, **40**, 789-791.
- CASTER W. O., RESURRECTION A. V., CODY M., ANDREWS J. W. Jr, BARGMANN R., 1975. Dietary effects of the esters of butyric, caproic, lauric, myristic, palmitic and stearic acid on food intake, weight gain, plasma glucose and tissue lipid in the male white rat. *J. Nutr.*, **105**, 676-687.
- CHENAT M. C., AUROUSSEAU B., VERMOREL M., 1976. Influence de l'acide caprylique sur l'utilisation de l'énergie et de l'azote ingérés par le Rat en croissance en fonction de l'âge des animaux et de la teneur en azote des régimes. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **16**, 603-622.
- DEMARNE Y., TOURE M., DESNOYERS F., VODOVAR N., FLANZY J., 1974. Evolution des ressources lipidiques du jeune Rat en croissance du temps et de la qualité des lipides ingérés. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **14**, 793-811.
- KIRCHGESSNER M., MULLER H. L., NEESSE K. R., 1976. Energy retention and utilization by the veal calf, 201-204. In M. VERMOREL, *Energy metabolism of farm animals*, EAAP n° 19.
- PARUELLE J. L., TOULLEC R., FRANTZEN J. F., MATHIEU C. M., 1972. Utilisation des protéines par le Veau préruminant à l'engrais. I. Utilisation digestive des protéines de soja et des levures d'alcanes incorporées dans les aliments d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **21**, 319-331.
- PATUREAU-MIRAND P., PRUGNAUD J., PION R., 1973. Influence de la supplémentation en acides aminés soufrés d'un aliment d'allaitement sur l'acido-acidémie. Estimation du besoin en méthionine du veau préruminant. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 225-246.
- PATUREAU-MIRAND P., THÉRIEZ M., PRUGNAUD J., PION R., 1977. Influence du taux protéique et de la composition en acides aminés de l'aliment d'allaitement sur l'acido-acidémie de l'agneau préruminant. *Ann. Zootech.*, **26**, 315-328.
- RONY D. D., DESMARAIS M., BRISSON G. J., 1975. Effects of various dietary fats on the postprandial concentration of blood plasma free amino acids in young dairy calves. *Can. J. anim. Sci.*, **55**, 257-268.

- ROY J. H. B., STOBO I. J. F., GASTON H. J., SHOTTON S. M., GANDERTON P., 1973. The nutrition of the veal calf. I. The effect of ultra high (68 %) fat milk powders added to liquid skim-milk and a comparison with spray dried skim milk powder containing 20 % margarine fat. *Anim. Prod.*, **17**, 109-127.
- THÉRIEZ M., MOLENAT G., DANIEL M., AUROUSSEAU B., 1973. L'allaitement artificiel des agneaux. III. Influence de la nature des matières grasses incorporées dans l'aliment d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **22**, 185-197.
- TOULLEC R., FRANTZEN J. F., MATHIEU C. M., 1974. Influence de la coagulation des protéines du lait sur l'utilisation digestive d'un lait de remplacement par le Veau préruminant. *Ann. Zootech.*, **23**, 359-364.
- TOULLEC R., MATHIEU C. M., 1969. Utilisation digestive des matières grasses et de leurs principaux acides gras par le Veau préruminant à l'engrais. Influence sur la composition corporelle. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 139-160.
- VEEN W. A. G., 1970. Animal and vegetable fats in milk replacers for veal calves. 1. Digestibility coefficients of fat and nitrogen retention. *Zeitsch. Tierphysiol. Tierernähr. Futterm.*, **26**, 264-279.
- VERMOREL M., BOUVIER J. C., BONNET Y., FAUCONNEAU G., 1973. Construction et fonctionnement de 2 chambres respiratoires du type « circuit ouvert » pour jeunes Bovins. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 659-681.
- VERMOREL M., BOUVIER J. C., THIVEND P., TOULLEC R., 1974. Utilisation énergétique des aliments d'allaitement par le Veau préruminant à l'engrais à différents poids, 143-146. In MENKE K. M., *Proc. 6th Symp. Energy metabolism of farm animals*, EAAP n° 14.
- VERMOREL M., BOUVIER J. C., GEAY Y., 1976. The effect of the genotype (normal and double muscle Charolais and Friesian) on energy utilization by growing cattle at 2 and 16 months of age, 217-220. In VERMOREL M., *Proc. 7th Symp. Energy Metabolism of farm animals*, EAAP n° 19.
- WALKER D. M., STOKES G. B., 1970. The nutritive value of fat in the diet of the milk fed lamb. 1. The apparent and corrected digestibilities of different fat and their constituent fatty acids. *Brit. J. Nutr.*, **24**, 425-433.
- ZALESKI J., BRYLA J., 1977. Effects of oleate, palmitate and octanoate on gluconeogenesis in isolated rabbit liver cells. *Arch. Biochem. Biophys.*, **183**, 553-562.
-