

## L'ALLAITEMENT ARTIFICIEL DES AGNEAUX

### IV. — COMPARAISON DE DIFFÉRENTES SOURCES DE MATIÈRES AZOTÉES EN REMPLACEMENT DE LA POUDRE DE LAIT

M. THÉRIEZ, M. PROTAIS et G. MOLÉNAT  
avec la collaboration technique de J. LEROUX et J. M. MANSART

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,  
Centre de Recherches de Clermont Ferrand, I. N. R. A.,  
Theix 63110 Beaumont*

---

#### RÉSUMÉ

Nous avons offert à des agneaux 4 aliments d'allaitement dont les matières azotées provenaient soit en totalité de la poudre de lait écrémé, soit pour moitié de l'une des trois sources de matières azotées de remplacement étudiées : hydrolysate de poisson, levures d'alcane, lactoprotéines et, pour le reste, d'un mélange de poudre de lait écrémé et lactosérum.

Chacun de ces aliments a été offert à volonté, jusqu'à l'âge de 45 jours à un groupe de 12 agneaux séparés de leur mère 8 heures après la naissance. Un lot supplémentaire de 9 agneaux, élevés par leur mère, a été sevré au même âge et engraisé avec le même aliment aggloméré complet (48 p. 100 de luzerne, 52 p. 100 de concentré) et de la paille. Les animaux ont été abattus à 37 kg de poids vif ou à 140 jours au plus.

La digestibilité des matières azotées des trois sources d'azote est inférieure à celle de la poudre de lait (96,8 contre 92,9 p. 100 pour les mélanges de lactosérum et de levures, hydrolysate ou lactoprotéines). La digestibilité de la matière organique des aliments d'allaitement « poudre de lait » et « lactoprotéines » est supérieure à celle des aliments « hydrolysate de poisson » (différence NS) et levures ( $P < 0,05$ ).

L'hydrolysate de poisson a entraîné une réduction significative de la consommation d'aliment d'allaitement et de la vitesse de croissance au cours de la phase lactée. Nous n'avons par contre observé aucune différence significative, ni sur la consommation d'aliment aggloméré, ni sur la vitesse de croissance sur l'ensemble de la durée de l'expérience, ni sur l'état d'engraissement et la qualité des carcasses.

---

#### INTRODUCTION

L'allaitement artificiel de l'agneau est une méthode d'élevage dont l'emploi se généralise dans les troupeaux conduits de manière intensive. Cependant cette technique restera limitée par son coût. Il est en effet nécessaire de poursuivre l'allaitement

TABLEAU I  
Utilisation des protéines de remplacement par le veau

Origine des protéines et proportion de l'azote total dans l'aliment	Auteur	Constituants de l'aliment d'allaitement (p. 100)	Composition de l'aliment d'allaitement (p. 100)	CUD apparent (p. 100)	Coefficient de rétention de l'azote	Indice consomm. (kg MS/kg gain)	Vitesse de croissance (g/j) et durée (j)	Azote retenu par kg de gain
Protéines de soja (75 p. 100)	PARUELLE <i>et al.</i> , 1972	Lactosérum : 40,4 Farine de soja : 34,0 Matières grasses : 21,7 CMV : 3,5 Méthionine : 0,4	MAT : 23,8 MG : 22,6	MO : 87,6 MAT : 79,3 (74,6) MG : 87,9	71,7	1,91	804 (81 j)	41,8 g
Levures d'alcanees 50 µ (70 p. 100)	d°	Lactosérum : 50,0 Levures 50 µ : 25,0 Matières grasses : 22,0 CMV : 2,45 Méthionine : 0,55	MAT : 24,4 MG : 23,3	MO : 91,0 MAT : 87,3 (84,7) MG : 87,0	65,0	1,66	1 024 (81 j)	35,1 g
Lactoprotéines (100 p. 100)	TOULLEC et MATHIEU 1971		MAT : 31,7 MG : 19,2	MS : 93,6 MAT : 90,1 (90,4) MG : 93,8	63,2	1,71	925	
Hydrolysat de poisson (73 p. 100)				MO : 94,9 MAT : 91,9 (91,0)	65			

MO : matière organiques ; MAT : matières azotées totales ; MG : matières grasses ; MS : matière sèche.

artificiel jusqu'à un âge minimum de 6 semaines (MOLENAT, THERIEZ et AGUER, 1971) et les quantités d'aliment d'allaitement consommées varient de 10 à 12 kg dans les meilleurs cas. Elles peuvent atteindre, voire dépasser 20 kg chez certains éleveurs, utilisant des machines automatiques, sans limitation des quantités de « lait » offertes et sevrant les animaux à 8 semaines ou plus. Dans de telles conditions, et sous réserve de produire des carcasses de bonne qualité, la technique ne sera valable sur le plan économique que si le prix des aliments d'allaitement est réduit de manière importante. Ceci peut être obtenu en diminuant la proportion de poudre de lait incorporée dans ces aliments et en la remplaçant par d'autres sources moins onéreuses de matières azotées.

De tels travaux ont été réalisés ou sont en cours sur le veau de boucherie. PARUELLE *et al.* (1971) dont nous avons reporté les principaux résultats sur le tableau 1, ont obtenu des croissances satisfaisantes avec des laits synthétiques dont une partie, plus ou moins importante des matières azotées était apportée par des lactoprotéines, des levures d'alcanes ou de la farine de poisson partiellement hydrolysée. Le remplacement d'une fraction (75 p. 100) des protéines du lait par de la farine de soja n'a pas permis par contre d'atteindre des gains de poids suffisants. Compte tenu de ces résultats, nous avons retenu trois sources possibles de matières azotées que nous avons comparées à la poudre de lait :

- les lactoprotéines obtenues par chauffage du lactosérum en milieu acide ;
- les levures cultivées sur alcanes dont la teneur en fer ne présente pas, dans le cas de l'agneau, les mêmes inconvénients que chez le veau ;
- un hydrolysate soluble de poisson de préférence à la farine qui se dépose dans les appareils d'allaitement.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons comparé les consommations et les croissances d'agneaux qui recevaient un aliment d'allaitement témoin dans lequel les matières azotées étaient apportées en totalité par la poudre de lait ou l'un des 3 aliments expérimentaux. Les matières azotées de ces aliments provenaient pour moitié de l'une des trois sources de remplacement étudiées : hydrolysate de poisson, levures d'alcanes ou lactoprotéines et, pour la seconde moitié, de poudre de lait écrémé et de lactosérum. Nous n'avons pas remplacé en totalité le lait écrémé par les différents aliments comparés, d'une part parce que les essais sur veaux ont généralement conduit à des résultats décevants (WARNER, 1969) et d'autre part, parce que l'incorporation des matières grasses par voie humide nécessitait l'utilisation d'un minimum de lait qui, après passage à la tour de déshydratation représentait au moins 20 p. 100 de la matière sèche de l'aliment d'allaitement.

Nous avons mesuré les coefficients de digestibilité et de rétention azotée des différents aliments comparé l'état d'engraissement et la qualité des carcasses obtenues dans les différents lots. Nous disposons en outre pour ces comparaisons de carcasses d'agneaux de même âge, engraisés dans les mêmes conditions que les animaux des lots expérimentaux, mais qui avaient été allaités par leur mère.

### *Animaux*

L'étude a porté sur 81 agneaux mâles *Limousins* ou *Limousins* × *Romanov*.

Soixante ont été répartis en 12 lots de 5 à raison de 3 répétitions par régime. Douze ont été utilisés pour mesurer la digestibilité des différents laits et déterminer les coefficients de rétention et d'utilisation pratique de l'azote. Neuf ont été élevés par leur mère, sevrés au même âge, au même poids moyen que les animaux des lots expérimentaux et engraisés avec le même aliment aggloméré.

*Aliments offerts*

Les 3 sources de matières azotées étudiées, dont les caractéristiques sont précisées dans le tableau 2 (hydrolysate de poisson, levure 50  $\mu$  et lactoprotéines) ont été incorporées dans les aliments d'allaitement isoénergétiques (5 800 kcal d'énergie brute/kg MS) et isoazotées (240 g de MAT/kg MS) où elles apportaient 50 p. 100 de la matière azotée totale. Le reste de l'azote était apporté par de la poudre de lait et du lactosérum. Ces sources ont été comparées à la poudre de lait. Les aliments contenaient 25 p. 100 de matière grasse (16 p. 100 de suif et 9 p. 100 d'huile de coprah). Leurs caractéristiques sont précisées dans le tableau 3.

TABLEAU 2

*Composition chimique des sources de matières azotées utilisées*

En p. 100 de la MS	Hydrolysate de poisson	Levures 50 $\mu$	Lactoprotéines
Matières azotées .....	90,0	67,5	72,5
Matières grasses .....	1,0	1,3	—
Matières minérales .....	6,0	8,5	1,7

TABLEAU 3

*Composition des « laits »*

Constituants (p. 100)	Poudre de lait	Poisson	Levures	Lacto-protéines
Poudre de lait .....	71,5	23,6	24,9	26,5
Lactosérum .....	—	34,0	28,0	26,0
Hydrolysate de poisson .....	—	13,5	—	—
Levures 50 $\mu$ .....	—	—	18,0	—
Lactoprotéines .....	—	—	—	19,0
Suif .....	16,0	16,0	16,0	16,0
Huile de coprah .....	9,0	9,0	9,0	9,0
Alginate .....	—	—	0,2	—
Méthionine .....	—	0,4	0,4	—
Lécithine .....	1,0	1,0	1,0	1,0
Ferments lactiques vita- minisés .....	2,5	2,5	2,5	2,5
Composition chimique (p. 100 MS)				
Matières azotées .....	25,82	25,38	26,02	27,02
Matières grasses .....	27,04	27,75	26,76	27,54
Énergie (kcal/g MS) .....	5 845	5 792	5 664	5 846

Après sevrage, les animaux ont reçu un aliment aggloméré complet composé de 48 p. 100 de luzerne déshydratée, 20 p. 100 d'orge, 20 p. 100 de blé, 10 p. 100 de tourteau d'arachide et 2 p. 100 de compléments minéraux. Le coefficient de digestibilité (MS), mesuré sur 4 agneaux pendant 10 jours, est de 66 p. 100.

### *Conduite des animaux*

Les agneaux, séparés de leur mère 6 heures après la naissance, ont été élevés en lots pendant 3 jours environ au cours desquels ils ont appris à téter. Pendant cette première phase ils ont tous reçu le même aliment à base de poudre de lait. La répartition par lot a été faite en tenant compte du poids à la naissance. Les animaux disposaient des différents « laits » distribués *ad libitum* pendant les 5 premières semaines. Ces « laits », préparés par dilution de 200 g de poudre par litre d'eau, étaient offerts tous les matins à la température ambiante, dans des récipients munis de tétines ; ils restaient pendant 24 heures à la disposition des animaux. Dès l'âge de 15 j, un aliment aggloméré complet, de la paille d'orge et de l'eau ont été mis à la disposition des animaux. Le sevrage a eu lieu au cours de la 6<sup>e</sup> semaine, en réduisant progressivement les quantités de lait distribuées conformément aux observations de MOLENAT, THERIEZ et AGUER (1971).

### *Mesures*

Les animaux ont été pesés à la naissance, à la mise en lots, en début et en fin de sevrage et tous les mardis.

Les agneaux étaient abattus dès que leur poids vif dépassait 37 kg ou à 140 jours pour ceux qui n'avaient pas atteint ce poids.

Les quantités de lait consommées ont été déterminées chaque jour. On apportait quotidiennement une quantité connue d'aliment aggloméré complet, et les refus étaient pesés deux fois par semaine.

### *Abattage*

A l'abattage, les mesures suivantes ont été effectuées : poids vif, poids de carcasse froide, poids de toilette et de gras périrénal, épaisseur du gras mesurée au niveau de la première vertèbre lombaire.

Chaque carcasse a fait l'objet d'une notation subjective portant sur la qualité du gras, note variant de 3 à 15 (3 pour les gras huileux, 15 pour les gras durs).

Le muscle susépineux a été prélevé afin d'estimer l'influence du régime avant sevrage sur la composition et sur l'importance des muscles dans la carcasse (PRUDHON, REYNE et GARAMBOIS, 1972). Des mesures de matière sèche, de matière azotée, d'énergie et de coloration ont été effectuées sur ce muscle.

### *Mesures du coefficient de digestibilité.*

Pour chaque régime, les mesures ont porté, pendant 11 jours, sur 3 agneaux âgés de 7 à 13 jours en début de mesure et nourris à volonté (10 p. 100 de refus). Les animaux placés en cage à bilan étaient munis d'un appareil collecteur de fèces (BRISSON, BOUCHARD et MORISSET-ROCHETTE, 1970). Les fèces de chaque agneau ont été séchées à l'étuve à 80°C pendant 3 jours.

L'urine était recueillie dans un bac contenant 50 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique 5 p. 100 afin d'éviter les pertes d'azote. Une quantité aliquote d'urine, conservée à la chambre froide jusqu'à l'analyse, a été prélevée pour dosage de l'azote.

La période expérimentale a été divisée en 2 sous périodes de 5 et 6 jours en regroupant les données et échantillons correspondants.

On a procédé à l'élimination de l'échantillon de la première période de 2 agneaux, pour cause de diarrhée.

Les analyses et calculs relatifs à la matière sèche, la matière organique, aux matières azotées et à l'énergie ont été réalisées séparément pour chaque animal. Pour la matière grasse, ils ont été réalisés sur un échantillon moyen pour chaque régime.

La teneur en énergie des laits et des fèces secs a été déterminée par combustion à la bombe calorimétrique, la teneur en azote par la méthode de Kjeldahl et la teneur en cendres par incinération au four à 600°C. La teneur en matière grasse des laits a été déterminée par la méthode de FOLCH. Pour les fèces, on effectue une hydrolyse acide à chaud suivie de 3 extractions au chloroforme. La phase grasse est lavée et séchée sous vide. Par pesée, on obtient les lipides totaux.

## RÉSULTATS

### *Troubles sanitaires*

A l'issue de la phase d'allaitement, un agneau du lot « poudre de lait » <sup>(1)</sup> a été éliminé, faute d'un poids suffisant pour un sevrage à 6 semaines. Le groupe auquel il appartenait a été exclu de la comparaison de l'appétibilité et de l'indice de consommation, par contre, il a été inclus dans la comparaison de la croissance qui a été calculée sur les 4 animaux restant.

Au cours de la phase d'engraissement, 4 animaux sont morts ou ont dû être abattus d'urgence (2 dans les lots « poisson », 1 dans les lots « lactoprotéines » et 1 dans les lots « levures »). L'origine de ces pertes : entérotoxémie (1 cas), lithiase (3 cas), ne semble pas liée à l'aliment. Aucun trouble, tel que diarrhée, n'est à signaler.

### *Digestibilité des différents aliments ; rétention azotée*

Les valeurs du coefficient de digestibilité obtenues au cours des deux sous périodes étant identiques, nous les avons confondues dans la présentation des résultats.

Les 4 « laits » sont très digestibles, le CUD de la matière organique varie de 95,5 à 97,2 p. 100 (tabl. 4). Les valeurs observées pour les aliments « poudre de lait » et « lactoprotéines » d'une part et l'aliment « levures » d'autre part sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ). Ceci est dû aux différences de digestibilité des matières azotées : 96,8 p. 100 pour l'aliment « poudre de lait », 92,9 à 93,9 p. 100 pour les 3 autres aliments ( $P < 0,05$ ). Si l'on suppose que la digestibilité des protéines du lait n'a pas varié d'un aliment à l'autre, les CUD des matières azotées de remplacement (source étudiée + lactosérum + méthionine éventuellement) sont respectivement les suivants : 92,2 ; 90,3 et 92,3 p. 100 pour les laits de remplacement « poisson », « levures » et « lactoprotéines ».

La digestibilité de l'énergie et des matières grasses varie peu entre les différents laits.

Le coefficient de rétention azotée des aliments « poudre de lait », « poisson » et « lactoprotéines » est compris entre 61 et 63 p. 100 au cours de la première période, il est significativement supérieur à celui de l'aliment « levures » (41 p. 100) (tabl. 4).

Ces valeurs augmentent de 7 à 10 p. 100 au cours de la seconde période pour les 3 premiers « laits » et de 21 p. 100 pour l'aliment « levures » dont le coefficient de rétention reste cependant le plus faible. La grande variabilité des résultats obtenus avec cet aliment ne permet pas d'obtenir des différences significatives.

Des résultats analogues ont été obtenus pour le coefficient d'utilisation pratique de l'azote. Les valeurs observées pour les 3 aliments « poudre de lait », « poisson », et « lactoprotéines » sont voisines tant au cours de la première période (57 à 60 p. 100) qu'au cours de la seconde (66 à 71 p. 100) et supérieures à celles obtenues avec l'aliment « levures ».

<sup>(1)</sup> Nous désignerons ultérieurement les régimes et les lots correspondants par la nature de la source de matières azotées utilisées : allaitement maternel, poudre de lait, lactoprotéines, levures et hydrolysats de poisson.

TABLEAU 4  
Utilisation digestive et rétention azotée des aliments

	Poudre de lait	Poisson	Levures	Lactoprotéines
Coefficient d'utilisation digestive apparent (p. 100) <sup>(1)</sup>				
Matière sèche.....	97,09 ± 1,48 <sup>(2)a</sup>	96,22 ± 1,61 <sup>ab</sup>	95,19 ± 0,90 <sup>b</sup>	96,51 ± 1,36 <sup>a</sup>
Matière organique.....	97,25 ± 0,83 <sup>a</sup>	96,46 ± 1,23 <sup>ab</sup>	95,50 ± 0,50 <sup>b</sup>	96,75 ± 0,93 <sup>a</sup>
Énergie.....	96,66 ± 1,07	95,95 ± 1,50	94,83 ± 0,63	96,17 ± 1,28
Matières azotées.....	96,79 ± 0,84 <sup>a</sup>	93,60 ± 1,87 <sup>b</sup>	92,93 ± 2,59 <sup>b</sup>	93,91 ± 1,82 <sup>b</sup>
Matières grasses.....	94,79	95,41	94,13	95,32
Coefficient de rétention apparent de l'azote (p. 100)				
1 <sup>re</sup> période (10 <sup>e</sup> au 15 <sup>e</sup> jour d'âge).....	62,5 ± 3,4	63,5 ± 5,0	43,4 ± 13,5	61,2 ± 5,0
2 <sup>e</sup> période (16 <sup>e</sup> au 21 <sup>e</sup> jour d'âge).....	74,1 ± 0,8	70,7 ± 1,3	64,1 ± 19,0	73,1 ± 7,3
Coefficient d'utilisation pratique de l'azote (p. 100)				
Première période.....	60,5 ± 4,1	59,2 ± 2,5	40,8 ± 12,4	57,4 ± 4,8
Deuxième période.....	71,7 ± 1,0	66,3 ± 0,6	59,5 ± 19,4	68,7 ± 7,7
Quantité d'azote apparemment fixée (g) <sup>(1)</sup>				
Par agneau et par jour.....	7,60 ± 0,73	7,56 ± 0,76	5,68 ± 4,13	5,72 ± 0,42
Par kg de gain.....	36,4	31,8	30,7	26,5

<sup>(1)</sup> Moyenne et écart type des deux périodes.

<sup>(2)</sup> Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents (P < 0,05).

Les agneaux recevant les aliments « poisson » et « poudre de lait » ont fixé 7,6 g d'azote/jour, quantité plus élevée (différence NS) que celle fixée par les animaux des lots « lactoprotéines » ou « levures » (5,7 g/j) (tabl. 4). Ces différences correspondent aux écarts de composition des aliments dont le rapport : azote digestible (g) par mégacalorie d'énergie digestible, varie respectivement de 7,5 à 7,2 pour les aliments « poudre de lait » et « poisson » à 6,3 et 6,0 pour les aliments « levures » et « lactoprotéines ».

### Quantités d'aliment ingérées

#### Lait de remplacement.

A l'âge d'une semaine les agneaux ingèrent 1,8 kg de lait par jour en moyenne sauf ceux du lot « poisson » qui ne consomment que 1,4 kg (fig. 1). Ces quantités augmentent régulièrement dans tous les lots, atteignant 2,6 kg/agneau/jour à 35 jours (début de sevrage) sauf dans le cas du lot « poisson » pour lequel le niveau maximum n'est que de 2,1 kg.

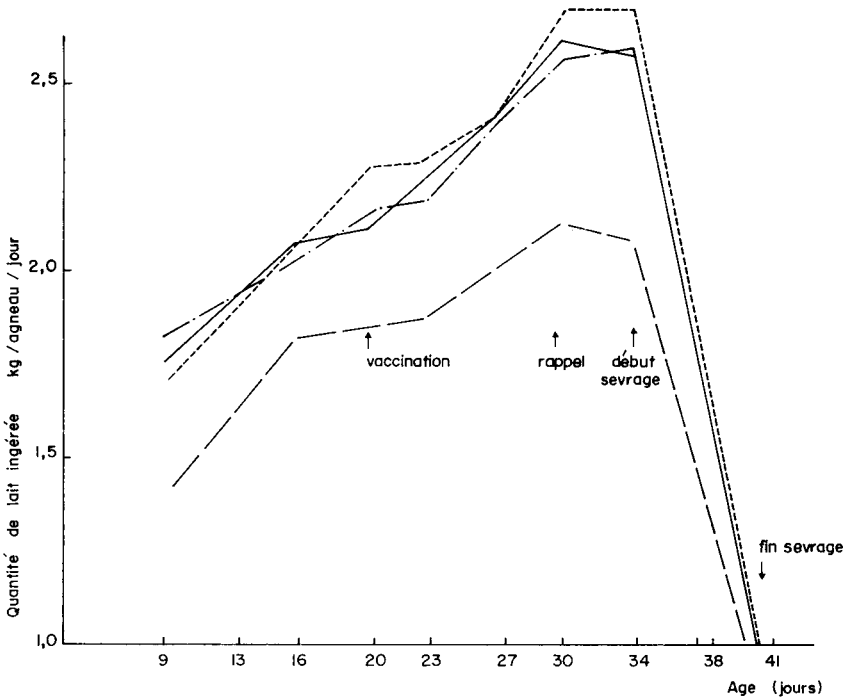


FIG. 1. — Consommation d'aliment d'allaitement

- aliment poudre de lait
- - - - - aliment levures
- · - · - aliment lactoprotéines
- - - - - aliment poisson

L'évolution des quantités de matière sèche ingérées ne suit pas exactement celle du « lait » car les aliments « levures » et « lactoprotéines » déposaient au fond des seaux. Les refus de ces « laits » contenaient respectivement 24,5 et 25,8 p. 100 de matière sèche (16,6 p. 100 dans les repas offerts).



TABLEAU 5  
*Consommation des agneaux pendant la durée de l'expérience (kg/agneau)*

Quantités ingérées	Régime					Maternel
	Lait	Poisson	Levures	Lactoprotéines		
Liquide (6-20 j) .....	27,97 ± 0,04 <sup>a</sup> (1)	22,85 ± 0,19 <sup>b</sup>	28,66 ± 0,18 <sup>a</sup>	27,95 ± 0,19 <sup>a</sup>		
MS (6-20 j) .....	4,48 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,63 ± 0,03 <sup>b</sup>	4,21 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,99 ± 0,03 <sup>ab</sup>		
Liquide (20-34 j) .....	34,58 ± 0,41 <sup>a</sup>	29,19 ± 0,22 <sup>b</sup>	34,99 ± 0,36 <sup>a</sup>	34,74 ± 0,30 <sup>a</sup>		
MS (20-34 j) .....	5,54 ± 0,07	4,62 ± 0,04	5,12 ± 0,07	4,94 ± 0,06		
Liquide (6-45 j) .....	68,05 ± 0,45 <sup>a</sup>	56,64 ± 4,42 <sup>b</sup>	69,15 ± 0,53 <sup>a</sup>	68,19 ± 0,44 <sup>a</sup>		
MS (6-45 j) .....	10,89 ± 0,07 <sup>a</sup>	8,95 ± 0,07 <sup>b</sup>	10,10 ± 0,41 <sup>a</sup>	9,68 ± 0,09 <sup>ab</sup>		
Granulé (15-100 j) .....	62,64 ± 2,43	58,75 ± 3,21	62,02 ± 4,28	53,96 ± 8,56		55,78 ± 0,39 (2)
MS granulé (15-100 j) .....	58,88 ± 3,88	55,22 ± 3,04	58,30 ± 4,03	50,72 ± 8,05		52,43 ± 0,36 (2)
MS totale (6-100 j) .....	68,58 ± 2,86 <sup>a</sup>	63,44 ± 3,40	67,63 ± 3,70	59,65 ± 7,77		

(1) Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents (P < 0,05).

(2) 34 jours (sevrage) à 100 jours.

Nous avons reporté sur le tableau 5 les consommations globales des différents lots, au cours des périodes de 6 à 20 jours (phase d'adaptation) et de 20 à 34 jours (début de sevrage) ainsi que sur l'ensemble de la phase lactée (6 à 45 jours). Les agneaux du lot « levures » ont bu la plus forte quantité de « lait », et ceux du lot « poudre de lait » ingéré le maximum de matière sèche. Les agneaux du lot « poisson » ont consommé significativement moins de « lait » ( $P < 0,05$ ). Aucun des écarts observés entre les lots « poudre de lait », « levures » et « lactoprotéines » n'est significatif.

#### *Aliment aggloméré complet.*

La consommation d'aliment aggloméré est faible au cours de la phase lactée, elle ne devient appréciable (plus de 20 g/agneau/jour) qu'à partir de la 5<sup>e</sup> semaine.

Après le sevrage, la consommation de l'aliment complet augmente rapidement, passant de 250 g/jour au cours de la 7<sup>e</sup> semaine à 800 et 1 400 g/j au cours des 8<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaines. Les consommations de matière sèche sont identiques pour les différents lots à 60 jours (760 g/j) et à 100 j (1 290 g/j).

#### *Matière sèche.*

La quantité totale de matière sèche ingérée, exprimée en p. 100 du poids vif, diminue régulièrement jusqu'au sevrage à 6 semaines, passant de 40 à 45 g/kg de

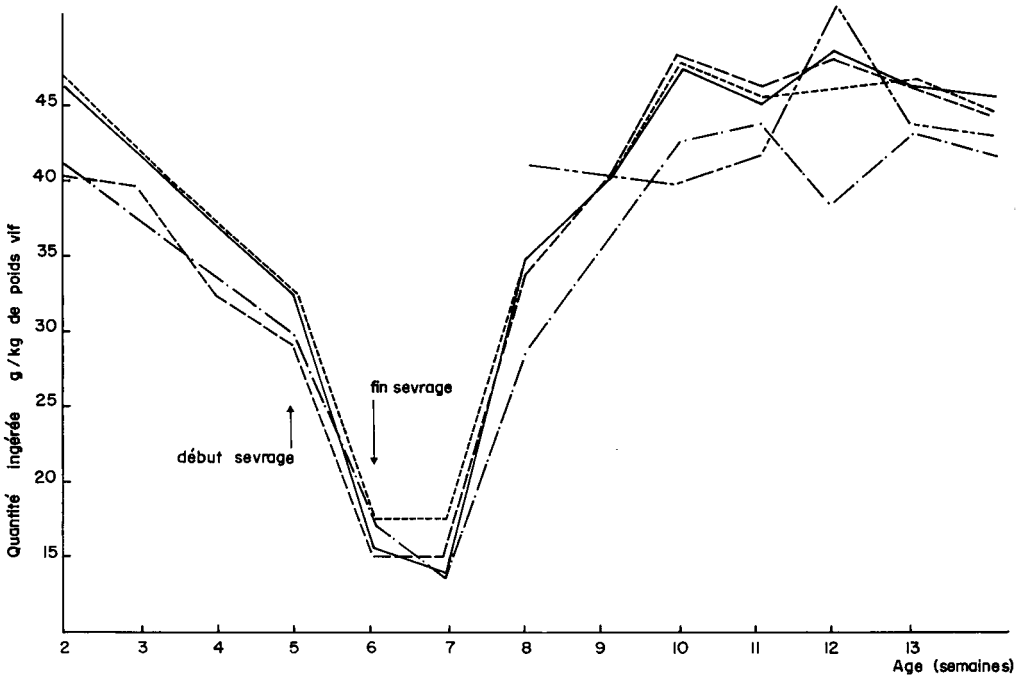


FIG. 2. — Quantité de matière sèche ingérée en fonction de l'âge (g/kg de poids vif)

- lot poudre de lait
- ..... lot levures
- · - · - lot lactoprotéines
- lot poisson
- - - - - lot allaitement maternel

poids vif à 7 jours à 15-18 g à 42 jours (fig. 2). Après sevrage, la consommation augmente rapidement jusqu'à la 12<sup>e</sup> semaine, atteignant 46 g/kg de poids vif, puis reste stable jusqu'en fin d'engraissement. La consommation des lots « lactoprotéines » est significativement inférieure ( $P < 0,05$ ) à celle des autres lots.

### *Croissance des agneaux*

Au cours de la phase lactée, les agneaux des lots « poudre de lait » et « lactoprotéines » ont eu des vitesses de croissance élevées (respectivement 302 et 294 g/j), supérieures à celles des lots « levures » (288 g/j) et « poisson » (267 g/j). Seule la différence entre le lot « poisson » et celle des 2 premiers lots est significative ( $P < 0,05$ ). Au cours de la période de sevrage (34 à 52j), la croissance des animaux a diminué fortement (140 à 180 g/j) ; aucune des différences observées entre les différents lots n'est significative et l'écart entre les poids moyens des lots avant sevrage est identique à celui que l'on observe au 52<sup>e</sup> jour.

Après le sevrage, la croissance est très rapide, supérieure à 300 g/j pour l'ensemble des lots (« levures » : 346 g/j ; « poisson » : 320 ; « lactoprotéines » : 317 ; « poudre de lait » : 315, différences non significatives). Ces croissances sont supérieures à celles observées chez les agneaux élevés sous la mère (268 g/j ; tabl. 6).

TABLEAU 6

### *Croissance des agneaux*

	Poudre de lait	Poisson	Levure	Lactoprotéines	Maternel
Poids (kg)					
naissance.....	3,67 ± 0,20	3,73 ± 0,28	3,72 ± 0,10	3,70 ± 0,17	3,39 ± 0,83
34 j (début sevrage) .....	13,95 ± 0,77 <sup>a</sup>	12,81 ± 0,52 <sup>b</sup>	13,53 ± 0,60 <sup>ab</sup>	13,71 ± 0,61 <sup>a</sup>	
52 j (fin phase sevrage) ..	17,19 ± 0,11	15,98 ± 0,80	16,71 ± 0,38	16,24 ± 1,52	16,50 ± 0,36
100 j .....	32,33 ± 0,39	31,33 ± 1,61	33,32 ± 3,53	31,49 ± 2,62	29,38 ± 0,85
Gain quotidien moyen (g/j)					
0-34 j (phase lactée) ....	302 ± 17 <sup>a</sup>	267 ± 14 <sup>b</sup>	288 ± 14 <sup>ab</sup>	294 ± 12 <sup>a</sup>	
52-100 j (phase engraisse- ment).....	315 ± 18	320 ± 20	346 ± 74	317 ± 32	268 ± 25
0-100 j .....	287 ± 4	276 ± 7	296 ± 37	278 ± 28	260 ± 7

A 100 jours, les poids des agneaux des différents lots se classent ainsi : « levures » (33,3 kg), « poudre de lait » (32,3 kg), « lactoprotéines » (31,5 kg) et « poisson » (31,3 kg) (aucune différence significative). Ce poids est supérieur à celui des agneaux élevés sous la mère (29,4 kg), mais la différence n'est pas significative.

Sur l'ensemble de la période d'élevage (0-100 j), les croissances sont comprises entre 275 et 296 g/j (tabl. 6).

*Indices de consommation*

Au cours de la phase d'alimentation lactée, entre 6 et 10 kg de poids vif, les agneaux des différents lots ont eu des indices de consommation compris entre 1,09 et 1,20 kg de matière sèche/kg de gain (tabl. 7). aucune des différences n'étant significative.

TABLEAU 7

*Indice de consommation*  
(kg de matière sèche/kg de gain)

	Phase lactée (6-10 kg)	Phase d'engraissement (8-14 semaines)
Lait .....	1,12 ± 0,01	3,61 ± 0,36
Poisson .....	1,09 ± 0,08	3,25 ± 0,13
Levures .....	1,20 ± 0,05	3,16 ± 0,37
Lactoprotéines .....	1,10 ± 0,07	3,01 ± 0,41
Maternel .....		3,56 ± 0,11

L'hydrolysate de poisson et les lactoprotéines ont permis d'obtenir des valeurs très satisfaisantes de l'indice de consommation.

Après sevrage, ce rapport augmente jusqu'à 3 et 3,6 kg de MS/kg de gain, les agneaux ayant reçu des sources d'azote de remplacement ont eu des indices plus faibles que ceux qui ont été élevés par leur mère ou allaités avec un aliment ne contenant que de la poudre de lait.

*Résultats d'abattage*

Les agneaux ont été abattus au poids moyen de 36,5 kg à l'âge de 120 jours (tabl. 8). Les poids de carcasse sont identiques ainsi que le rendement commercial moyen (45,5 p. 100).

L'état d'engraissement est analogue pour les carcasses d'agneaux provenant des différents lots, en effet les poids moyens de gras péritonéal (toilette 655 g), de gras périrénal (284 g) et l'épaisseur moyenne du gras dorsal (5,2 mm) varient peu d'un lot à l'autre. La note subjective moyenne attribuée est de 7,4 ; elle n'est pas différente d'un lot d'agneaux à l'autre.

Les poids moyens de muscle sus épineux varient selon les régimes (« poudre de lait » : 102 g, « poisson » : 97 g, « levures » : 101 g, « lactoprotéines » : 100 g et « maternel » : 103 g), cependant aucune différence significative n'existe.

La composition chimique de ce muscle (teneur en matière sèche, en énergie et en fer) varie très peu en fonction du régime offert au cours de la phase lactée (tabl. 8). Si la teneur en azote est comprise entre 115 mg/g de matière sèche pour les animaux du lot « levures » à 123 mg/g de MS pour ceux du lot « poisson », aucune différence n'est cependant significative.

TABEAU 8

Résultats d'abattage

	Lait	Poisson	Levures	Lactoprotéines	Maternel
Nombre d'animaux	14	13	14	14	9
Age d'abattage (j)	124 ± 12	123 ± 12	118 ± 13	121 ± 14	128 ± 10
Poids vif (kg)	37,3 ± 1,5	36,4 ± 2,5	36,5 ± 1,1	37,1 ± 1,0	35,0 ± 2,6
Poids de carcasse (kg)	16,84 ± 0,73	16,45 ± 1,33	16,94 ± 0,63	16,66 ± 1,02	16,08 ± 1,54
Rendement commercial (p. 100)	45,20 ± 1,51	45,27 ± 2,69	46,34 ± 1,26	44,97 ± 2,48	45,91 ± 1,67
Poids de gras péritonéal (g)	707 ± 219	594 ± 188	685 ± 177	638 ± 150	643 ± 159
Poids de gras périrénal (g)	291 ± 73	271 ± 99	302 ± 70	286 ± 61	258 ± 31
Poids de gras périrénal (g)	5,75 ± 1,64	5,23 ± 1,51	5,46 ± 1,70	5,04 ± 1,46	4,33 ± 1,22
Épaisseur gras dorsal (mm)	7,29 ± 1,38	7,31 ± 1,65	7,00 ± 1,41	7,07 ± 1,00	8,89 ± 2,67
Note					
Poids du muscle sus-épineux (g)	102 ± 7	97 ± 7	100 ± 4	100 ± 9	103 ± 10
<i>Composition du muscle sus-épineux:</i>					
Matière sèche (p. 100)	23,68 ± 0,68	23,50 ± 0,33	24,43 ± 1,28	24,33 ± 1,15	24,16 ± 0,77
Matières azotées (mg N/g MS)	119,92 ± 3,70	123,32 ± 1,78	114,85 ± 9,03	117,01 ± 7,10	119,13 ± 4,65
Énergie (cal/g MS)	6 029 ± 108	5 998 ± 78	6 190 ± 299	6 158 ± 177	6 067 ± 153
Couleur (γ fer/mg muscle)	9,17 ± 0,77	9,15 ± 0,73	9,87 ± 0,86	9,72 ± 1,41	10,11 ± 0,86

## DISCUSSION ET CONCLUSION

L'incorporation de matières azotées de remplacement dans les aliments d'allaitement pour agneaux n'a fait l'objet jusqu'à ce jour, que d'un nombre très limité d'essais (TREACHER, 1972). La principale source étudiée est le soja, soit sous forme de tourteau non déshuilé (GORRILL *et al.*, 1973), soit sous forme de concentrat protéique (GORRILL et NICHOLSON, 1972 ; GORRILL *et al.*, 1973). De telles sources ont par contre été utilisées plus fréquemment dans les aliments d'allaitement pour veau par PARUELLE *et al.* (1971, 1972) en particulier.

Alors que PARUELLE *et al.* (1971 et 1972) ont observé, chez le veau, une augmentation avec l'âge de la digestibilité des matières azotées d'aliments d'allaitement contenant des levures d'alcanes ou des lactoprotéines, chez l'agneau, le CUD de la matière organique ou des matières azotées n'a pas varié entre les deux séries de mesures. Il est vrai toutefois que tous les aliments offerts contenaient plus de 20 p. 100 de poudre de lait, ils ont donc pu coaguler dans la caillette, et que la différence d'âge entre les deux séries de mesures est faible, environ 6 jours.

La digestibilité apparente des matières azotées des différents laits est liée à la nature des protéines de remplacement qui sont moins digestibles que la poudre de lait. Les valeurs obtenues sur agneaux sont supérieures aux résultats correspondants sur veaux tant pour les sources azotées de remplacement que pour la poudre de lait dont le CUD des matières azotées serait de 95 p. 100 chez le veau selon TOULLEC et MATHIEU (1969) alors que nous avons obtenu une valeur de 96,8 p. 100, en accord avec les résultats de NORTON et WALKER (1971) sur agneau également (96,6 p. 100). Cependant d'autres facteurs modifient la digestibilité des matières azotées (mode de préparation des aliments, traitement des échantillons de fèces en particulier) et les différences observées entre veaux et agneaux ne peuvent être attribuées uniquement à l'espèce.

Les valeurs élevées du coefficient de rétention azotée et leur augmentation entre la première et la seconde période de mesure confirment le bon équilibre en acides aminés des différents aliments.

Les résultats obtenus avec l'aliment « levures » sont d'une manière générale inférieurs à ceux des autres aliments (CUD, rétention azotée, quantité d'azote fixée par jour), mais ils sont également très variables d'un animal à l'autre. Ainsi, le coefficient de variation de la quantité moyenne d'azote fixée par agneau et par jour est inférieure à 10 p. 100 pour les aliments « poudre de lait », « poisson » et « lactoprotéines » il atteint 70 p. 100 avec l'aliment « levures ». Il en est de même pour la vitesse de croissance de 0 à 100 jours. Ce sont les agneaux des lots « levures » qui ont eu en moyenne la meilleure vitesse de croissance mais c'est parmi ces animaux que nous avons observé les gains de poids vif individuels les plus élevés et les plus faibles.

Nous ignorons la cause exacte de ces variations individuelles, elles pourraient traduire une inadaptation de certains jeunes agneaux à digérer les nucléotides ou les membranes cellulaires des levures.

L'incorporation d'hydrolysate de poisson a permis d'obtenir un aliment d'allaitement très digestible, dont le coefficient de rétention azotée est élevé, qui permet aux

agneaux de fixer quotidiennement une quantité d'azote voisine de celle observée sur les animaux recevant uniquement de la poudre de lait. Cet aliment, incorporé au taux de 13,5 p. 100 de la MS a par contre entraîné une réduction très importante de la quantité de matière sèche ingérée. Cette réduction est apparue dès les premiers jours de distribution et nous n'avons pas observé d'adaptation des agneaux dont la consommation a évolué parallèlement à celle des autres lots. SEVE et AUMAITRE (1973) qui ont utilisé le même hydrolysate de poisson dans des laits de remplacement pour porcelet ont également observé une réduction de consommation, mais celle-ci n'apparaît qu'après 9 jours d'expérience et elle était due à l'effet dépressif de l'hydrolysate de poisson sur la croissance. PARUELLE (communication personnelle) qui a offert à des veaux un aliment d'allaitement dont 70 p. 100 des matières azotées provenaient de cette même source de matières azotées, n'a par contre pas eu de difficultés pour faire consommer ce « lait » aux animaux.

Si la composition du lait de remplacement et plus particulièrement son rapport énergie/azote entraîne une modification de la composition du gain de poids et de la carcasse de l'agneau avant sevrage (JAGUSH, NORTON et WALKER, 1970), la nature des matières azotées incorporées pourrait également avoir un effet. Celui-ci est mis en évidence par les différences de quantités d'azote fixées par kg de gain. Cependant, contrairement aux effets de la nature des matières grasses ingérées au cours de la phase lactée sur la composition des dépôts adipeux à l'abattage (AUROUSSEAU, THERIEZ et DANIEL, 1973), nous n'avons pas pu mettre en évidence un effet significatif de l'origine de l'azote du lait de remplacement sur l'état d'engraissement de la carcasse ou sur le poids et la composition chimique du muscle sus épineux. Il semble donc possible de remplacer jusqu'à 50 p. 100 des matières azotées du lait artificiel par l'une des 3 sources étudiées.

Nous pouvons en outre tirer des conclusions particulières pour chacune des matières premières utilisées.

— L'hydrolysate de poisson est une très bonne source de matières azotées. Incorporé au taux de 13 p. 100, il a réduit l'appétibilité de l'aliment d'allaitement sans compromettre, toutefois, la croissance sur l'ensemble de la période d'élevage.

— Les lactoprotéines sont une source intéressante de matières azotées. Néanmoins il est nécessaire de résoudre un problème technologique lié à la difficulté du maintien en suspension de l'émulsion.

— La valeur alimentaire des levures d'alcanes ne peut pas être précisée clairement, compte tenu de la variabilité des résultats (croissance, digestibilité, rétention azotée). Comme dans le cas des lactoprotéines, les levures ne restent pas suffisamment longtemps en suspension. Bien que ces levures aient permis d'obtenir la croissance moyenne la plus élevée de la naissance à l'abattage, il est indispensable de déterminer l'origine des variations individuelles avant d'envisager leur emploi dans la pratique.

*Reçu pour publication en février 1974.*

## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'Institut Technique de l'Élevage ovin et caprin (Paris) qui a contribué à la réalisation de ce travail.

## SUMMARY

## ARTIFICIAL REARING OF LAMBS.

IV. — COMPARISON OF VARIOUS CRUDE PROTEIN SOURCES  
USED AS MILK POWDER SUBSTITUTES

Comparison was made between various milk replacers, the crude protein of which was derived either totally from milk powder or for the first half from the following sources : alkane yeasts, fish hydrolysate or lactoprotein hydrolysate (protein obtained by the heating of whey in acid medium) (Table 2) and for the other half from a mixture of skim milk powder and whey. The feeds were isonitrogenous (25 p. 100 total protein) and isoenergetic (5 700 Kcal crude energy per g dry matter). They contained 27 p. 100 fat in the form of tallow and coconut oil, in the proportions : 2/3 and 1/3 (table 3).

We measured the digestibility of these feeds and determined the effects of the different protein sources on the feed intake in groupe-fed lambs, on their growth rate before and after weaning (45 days) and on their carcass quality. Control lambs were reared by their dams.

After weaning, all lambs were fattened with the same complete pelleted diet (48 p. 100 dehydrated lucerne, 40 p. 100 cereals, 10 p. 100 peanut oil-meal and 2 p. 100 of minerals and vitamins + barley straw *ad libitum*). The animals were slaughtered at a live weight of 35 kg or at a maximum age of 140 days.

1. The apparent digestibility of the crude protein varied from 96.8 p. 100 for milk powder to 93.9, 93.6 and 92.9 p. 100 respectively for the feeds containing lactoprotein, fish hydrolysate or alkane yeast (table 4). The apparent digestibility of the crude protein in the whey mixtures and in each of the 3 substitutes represented 92.5 p. 100 (lactoprotein), 92.3 p. 100 (fish hydrolysate) and 90.3 p. 100 (yeasts) considering that the apparent digestibility coefficient of the milk powder crude protein was constant. The nitrogen retention coefficient increased between the first and the second period of measurements. It was lower for the « yeast » groups and equivalent for the 3 other sources.

2. The lambs of the « fish » groups showed a significant lower « milk » and dry matter intake than those of the other groups. The other differences were not significant (table 5). During the fattening period, the animals ate the same amounts of complete pelleted feeds.

3. During the milk feeding period (from birth to 34 days), the weight gains were very similar from one group to another, except for the « fish » groups showing significantly lower growth than that of the lambs from the « milk powder » and « lactoprotein » groups.

After weaning, the artificially reared lambs gained more than 300 g/day (315 to 346) and the controls reared by their dams : 270 g/day. None of the differences recorded were significant (table 6).

4. The feed conversion ratio of the milk replacer (kg dry matter per kg gain) was about 1.1 between 6 and 10 kg live weight, except for the lambs of the « yeast » groups (1.2, non significant difference) (table 7).

5. The lambs were slaughtered between the age of 118 and 128 days, at a mean weight of 35 kg (control group reared by the dams) and 37.3 kg (milk powder groups). As regards the age or weight at slaughter, the degree of fatness or carcass quality and the composition of the *Supra spinatus* muscle, no significant differences were observed between the animals of the various groups (table 8).

The utilization possibilities and value of the different crude protein sources are discussed.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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 boucherie. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 93-105.
- BRISSEON G. J., BOUCHARD R., MORISSET-ROCHETTE M., 1970. Equipment for nutritional studies with lambs weaned at 3 days of age and reared on experimental diets. *J. Animal Sci.*, **31**, 417-421.



- FRANTZEN J. F., TOULLEC R., MATHIEU C. M., 1971. Influence de la coagulation des protéines sur l'utilisation digestive d'un lait de remplacement par le veau préruminant. *X<sup>e</sup> Congrès International de Zootechnie. Versailles. Juillet 1971.*
- GORRILL A. D. L., NICHOLSON J. W. G., 1972. Alkali treatment of soybean protein concentrate in milk replacer : its effects on digestion, nitrogen retention and growth of lambs. *Can. J. Anim. Sci.*, **52**, 665-670.
- GORRILL A. D. L., BRISSON G. J., EMMONS D. B., St LAURENT G. J., 1973. Artificial rearing of young lambs. *Ministère de l'Agriculture Canada. Publication 1507.*
- JAGUSH K. T., NORTON B. W., WALKER D. M., 1970. Body composition studies with the milk fed lamb. *J. Agric. Sci.*, **75**, 273-277.
- MOLENAT G., THERIEZ M., AGUER D., 1971. L'allaitement artificiel des agneaux. I. Détermination de l'âge minimal au sevrage pour la production d'agneaux de boucherie. *Ann. Zootech.*, **20**, 339-352.
- NORTON B. W., WALKER D. M., 1971. Nitrogen balance studies with the milk fed lamb. VII. Effect of age the lambs. *Brit. J. Nutr.*, **26**, 1-6.
- PARUELLE J. L., TOULLEC R., FRANTZEN J. F. et MATHIEU C. M., 1971. Utilisation digestive des protéines de remplacement par le veau préruminant. *X<sup>e</sup> Congrès international de zootechnie. Versailles. Juillet 1971.* Thème VII.
- 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.
- PRUD'HON M., REYNE Y., GARAMBOIS X., 1972. Estimation de la composition corporelle d'agneaux Mérinos d'Arles abattus à des stades de croissance compris entre la naissance et un an. *Ann. Zootech.* **21**, 299-309.
- SEVE B., AUMAITRE A., 1973. Possibilités d'utilisation de concentrés de protéines solubles de poisson dans les aliments d'allaitement artificiel pour porcelets. *Journées de Recherche porcine en France. Paris, 95-104*, I. T. P. ed.
- TREACHER T. T., 1972. Artificial rearing of lambs. A review. *23<sup>rd</sup> annual meeting European, association Animal. Production. Verona.*
- 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.
- TOULLEC R., MATHIEU C. M., 1971. Utilisation des protéines du lactosérum par le veau préruminant à l'engrais. *Symposium international sur l'engraissement du veau. Prague, 8-9 juin 1971.*
- WALKER D. M., COOK J. L., JAGUSH K. T., 1967. Nitrogen balance studies with the milk-fed lamb. V. Effect of frequency of feeding. *Br. Nutr.*, **21**, 275-287.
- WARNER R. G., 1969. Relative values of several protein sources in calf milk replacers. *Proc. Cornell Nutr. Conf. Fd Manuf.*, 69-74.
-