

## DIGESTION ET UTILISATION DES ALIMENTS PAR LE VEAU PRÉRUMINANT A L'ENGRAIS

### I. — UTILISATION DES LAITS ENTIERS OU PARTIELLEMENT ÉCRÉMÉS

C.-M. MATHIEU et P.-E. BARRÉ

avec la collaboration technique de Jacqueline RIGAUD et J.-M. BOISSAU

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants  
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise)*

---

### SOMMAIRE

Le but de cet essai a été d'étudier la valeur alimentaire, pour le veau préruminant, de laits entiers ou partiellement écrémés ayant les teneurs en matières grasses suivantes : 5, 15, 25, 35 et 45 p. 1 000. Dix-sept veaux mâles de race *Normande* (2 à 5 par régime) ont été utilisés ; ils ont été maintenus en cage à bilan entre les âges de 14 et de 100 jours. Ils ont reçu des quantités de lait importantes comparables à celles qui sont habituellement distribuées aux veaux à l'engrais.

La digestibilité des 5 laits a été très élevée (96,0 à 98,5 p. 100 pour la matière organique) ; elle n'a varié ni avec l'âge ni avec la quantité consommée. La digestibilité apparente des matières grasses a été extrêmement élevée ; elle a été sensiblement réduite quand les veaux avaient la diarrhée, et a été plus faible pour le lait à 5 p. 1 000 que pour les autres laits. Le lactose a été entièrement absorbé.

Le coefficient de rétention de l'azote a augmenté jusqu'à l'âge d'un mois et demi à deux mois, puis a eu tendance à diminuer. Il a été d'autant plus élevé que les veaux recevaient un lait plus riche en matières grasses et, par suite, en énergie.

Les veaux qui recevaient les laits les plus riches en matières grasses ont eu en moyenne le gain de poids le plus élevé et ont présenté le meilleur état d'engraissement. Les laits contenant moins de 25 p. 1 000 de matières grasses ne permettent pas un état d'engraissement satisfaisant.

La glycémie des veaux est restée relativement constante avec l'âge. Elle a varié au cours de la journée ; deux heures après le repas, elle a été de 40 à 50 p. 100 plus élevée qu'elle n'était à jeun.

---

### INTRODUCTION

Les « veaux à l'engrais » représentent en poids près du quart de la viande bovine produite en France ; ils sont généralement abattus entre les âges de 2 et 3 mois après avoir eu une croissance rapide (plus de 1 000 g/j) ; ils n'ont consommé que du lait en quantité importante allant jusqu'à 20 l/j en fin d'engraissement. Depuis quelques

TABLEAU I  
Utilisation digestive du lait entier par le veau préruminant

Auteurs	Nombre de veaux	Age ou poids des veaux au début (j ou kg)	Durée (j)	Nombre de périodes	Quantités consommées (l/j)	Teneur du lait en matières grasses (g/l)	Coefficient d'utilisation digestive				Coefficient de rétention de l'azote	
							Matière sèche	Matière organique	Matières grasses	Fraction glucidique		Azote
FINGERLING (1908)	4	15 j	75	2	<i>ad libitum</i>		98,3		99,7	100	95,2	56,1
JACQUOT et TRIMBACH (1934)	2	50 kg	41	1							90,9	
BLACKWOOD et al. (1936)											93,3	
TOMME et TARANENKO (1939)											94,3	
BLAXTER et WOOD (1952)	1	5 j	40	3	2,6 à 5,8 3,4 à 6,6	30	96,3 96,6		94,7 96,4		94,3 93,4	
LERoy, LÉRY et ZELTER (1952)	4											61,7
PARRISH et al. (1953)	9	14 j	4	1	8 à 10 p.100 du P. vif		97,0		98,0	99,0	93,0	
NOLLER et al. (1956)	4	10 j	28				94,8		97,8	97,4	90,1	
RAVEN et ROBINSON * (1958)	2	10 j	12	2	4,5	37		95,6	96,0	98,9	90,5	61,0
GRIMES et GARDNER (1959)	6	15 j							96,2			
RAVEN et ROBINSON * (1959 a)	4	10 j	6	1	4,5	36		96,1	96,8	99,7	90,6	60,1
RAVEN et ROBINSON * (1959 b)	3	10 j	6	1	4,5	34		97,4	98,9	98,9	93,6	68,7
RAVEN et ROBINSON * (1960)	3	30 j	6	1	4,5	34		95,7	97,2	97,4	92,1	54,1
THOMKE (1963)	4	18 j	56	4		30		98,0	98,0	100,0	95,0	
MATHIEU et BARRÉ (1964)	5	15-20 j	80	12		36		98,5	99,4	98,9	97,0	64,6

\* Indique que les auteurs ont utilisé du lait entier en poudre (procédé Spray) reconstitué.

années on cherche à remplacer le lait par des aliments moins coûteux, qui sont consommés à l'état liquide puisque le veau à l'engrais reste préruminant ; mais, faute de connaissances assez étendues, la composition des laits de remplacement reste en partie dictée par des observations empiriques. Cela se conçoit aisément lorsqu'on sait le petit nombre de travaux concernant l'utilisation du lait par le veau préruminant (tabl. 1) ; encore, la plupart de ces études ont-elles été effectuées sur des veaux très jeunes qui ne consommaient que de faibles quantités de lait.

Il s'avérait donc souhaitable d'étayer la technique d'engraissement des veaux sur des bases plus précises, et c'est dans ce but que nous avons entrepris une série d'essais sur la digestion et l'utilisation des différents aliments par le veau préruminant à l'engrais. Dans cette première étude, nous rapportons les résultats obtenus avec des laits entiers ou partiellement écrémés (à 5, 15, 25, 35, 45 p. 1 000 de matières grasses) distribués à des veaux maintenus en cages à bilan entre les âges de 14 et de 100 jours. Nous avons mesuré la digestibilité apparente de ces laits et de leurs constituants, ainsi que la rétention apparente de l'azote. Nous avons essayé, en outre, d'estimer la composition corporelle des veaux à l'abattage, pour pouvoir la rapporter à la composition du lait ingéré.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODE

### *Animaux*

Cette expérience a été conduite sur 17 veaux mâles de race *Normande*, répartis entre les 5 régimes (tableau 2). Ces veaux achetés à l'âge d'environ 7 jours, étaient placés dès leur arrivée dans des cages à bilan décrites par BOCCARD et BOISSAU (1958). Les mesures ne commençaient qu'une semaine plus tard de façon à laisser les veaux s'adapter à la vie en cage ; pour quelques veaux malades dans les premiers jours, le début des mesures a dû être retardé (tableau 2). Étant donné le nombre de cages limité dont nous disposions, nous avons dû procéder en 7 séries échelonnées entre novembre 1958 et avril 1962.

Les veaux ont été pesés une fois par semaine le matin avant le premier repas, ainsi que le jour de leur abattage à l'âge de 95-100 jours.

### *Aliments*

Les aliments ont été préparés à partir d'un lait de mélange dont le taux butyreux était supérieur à 35 p. 1 000 ; ce lait provenait de la traite du soir du troupeau de la Station, et une partie était écrémée chaque jour. Par mélange en proportion convenable du lait entier et du lait écrémé, on obtenait des laits à 5, 15, 25 et 35 p. 1 000 de matières grasses. Quelques vaches laitières produisaient un lait de taux butyreux élevé, supérieur à 45 p. 1 000 ; ce lait était réservé à la préparation du lait à 45 p. 1 000 par mélange avec le lait écrémé.

Pour compenser l'élimination des vitamines liposolubles lors de l'écrémage, on a ajouté une fois par semaine, aux laits à 5, 15 et 25 p. 1 000, des vitamines A et D sur support de glucose (en milliers d'UI de vitamine A : 100, 75 et 50, de vitamine D : 10, 7 et 5).

Les différents laits ont été offerts individuellement dans des seaux, à une température d'environ 37°C, en deux repas. Les quantités distribuées chaque jour ont été les mêmes pour tous les veaux ; elles étaient importantes et augmentaient avec l'âge de 4 kg/j à 2 semaines jusqu'à un maximum de 14 kg/j à 10 semaines (tableau 3) ; elles étaient cependant légèrement inférieures aux quantités distribuées dans la pratique de l'engraissement des veaux, de façon à réduire les quantités refusées ; ces dernières ont été pesées pour chaque veau après les repas.

On a dosé l'azote d'un échantillon moyen hebdomadaire de chaque lait, préparé à partir de prélèvements quotidiens de 60 ml. Une deuxième série d'échantillons a été constituée par les prélèvements effectués pendant 2 jours consécutifs, chaque semaine ; elle était utilisée pour déterminer les teneurs en matière sèche et en cendres.

TABLEAU 2

*Condition de l'essai*

Dates	Âge des veaux au début de l'essai (j)	Numéro des veaux	Teneur du lait en matières grasses (g/kg)
24-11-1958	38	8 991	5
	38	8 790	15
	38	8 800	25
24-02-1959	24	9 406	5
	24	9 405	15
	24	9 409	25
	17	9 407	35
07-07-1959	28	9 558	35
21-02-1960	14	0 713	35
	14	0 716	35
	14	0 975	5
07-11-1960	14	0 976	5
	14	0 977	5
	14	0 973	45
	14	0 978	45
	14	0 978	45
24-04-1961	20	1 959	35
24-04-1962	14	2 954	25

*Collecte des excréta*

Les fèces et l'urine de chaque veau ont été recueillies séparément et pesées tous les jours sauf le dimanche. Les fèces de chaque veau ont été séchées et broyées chaque jour en totalité, et on a constitué un échantillon moyen hebdomadaire destiné à l'analyse.

Les prélèvements quotidiens d'une partie aliquote d'urine (le 1/20<sup>e</sup>, le 1/40<sup>e</sup> ou le 1/60<sup>e</sup> suivant les périodes) ont servi à préparer l'échantillon hebdomadaire dont on a dosé l'azote ; pour déterminer la glycosurie on a, de plus, constitué chaque semaine des échantillons à partir des récoltes d'urine de 2 jours consécutifs.

*Prélèvement de sang*

Les variations de la teneur du sang en sucres réducteurs ont été étudiées sur un veau de chaque régime au cours d'une journée par semaine ; à cette fin, des prélèvements ont été effectués dans la veine jugulaire immédiatement avant les 2 repas, et 2 heures plus tard, au moment où l'hyperglycémie postprandiale est maximum (DOLLAR et PORTER, 1957 ; OKAMOTO, THOMAS et JOHNSON, 1959 ; HUBER et *al.*, 1961).

*Abattage et étude de la carcasse*

Les veaux ont été abattus à l'âge de 95-100 jours ; la carcasse et les différentes parties de l'appareil digestif plein et vide ont été pesées. La qualité de la carcasse a été appréciée par un expert ; en particulier la conformation générale, l'état d'engraissement, l'importance de la graisse périrénale, ont été notés de 0 à 4 (0 = nul ; 1 = insuffisant ; 2 = moyen ; 3 = bon ; 4 = parfait) ; le jugement de la couleur a été fait de la même façon (0 = rouge ; 1 = rouge clair ; 2 = rose ; 3 = rose clair ; 4 = blanc). Quatre échantillons de muscles ont été prélevés sur chaque carcasse et analysés : une partie du muscle grand-droit de l'abdomen (« bavette »), une partie du muscle long du cou (« filet mignon »), le pilier médian du diaphragme (« onglet »), et un pilier latéral du diaphragme (« hampe »).

*Méthode d'analyse*

La teneur en matière sèche a été déterminée par séchage d'une part à l'étuve à vide à 45°C pour le lait et à 60°C pour les muscles hachés, et d'autre part, dans un four à circulation d'air à 70°C pour les fèces.

La teneur en cendres a été déterminée par incinération au four à 550°C et la teneur en azote par la méthode KJELDAHL.

Le dosage des matières grasses a été fait par la méthode GERBER pour les laits, et par double extraction à chaud par l'alcool et l'éther pour les fèces et les muscles.

Les sucres réducteurs ont été dosés par la méthode de SOMOGYI (1952); au préalable, l'urine avait été déféquée par des solutions d'acétate de zinc à 30 p. 100 et de ferrocyanure de potassium à 15 p. 100, et le sang par des solutions de sulfate de zinc à 5 p. 100 et de baryte 0,3 N.

La fraction glucidique du lait et des fèces a été obtenue par différence en soustrayant de la matière organique les matières grasses et les matières azotées totales ( $N \times 6,38$  pour le lait et  $N \times 6,25$  pour les fèces).

*Calcul des bilans*

Par semaine (6 jours de mesure), connaissant les quantités ingérées (I) et excrétées (fèces *E<sub>f</sub>* urine *E<sub>u</sub>*) et à partir des résultats d'analyse des échantillons moyens hebdomadaires, nous avons

calculé pour chaque veau : 1° le coefficient d'utilisation digestive apparent ( $C.U.D. = \frac{I - E_f}{I} \times 100$ )

pour tous les constituants du lait (matière sèche, matière organique, matières grasses, azote, fraction glucidique) ; 2° le coefficient de rétention apparent de l'azote : ( $C.R. = \frac{Ni - (Nf + Nu)}{Ni - Nf} \times 100$ )

et 3° le coefficient d'utilisation pratique apparent de l'azote : ( $C.U.P. = \frac{Ni - (Nf + Nu)}{Ni} \times 100$ ).

TABLEAU 3

*Quantités de lait offertes et consommées*  
(Kg/j par veau et par semaine)

Age (semaine)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Quantités offertes	6	8	10	10	12	12	14	14	14	14	14	14	14	
Quantités consommées	Veaux n°													
	8791				9,0	10,0	11,3	11,5	11,7	13,6	14,0	13,8	14,0	
	9406		4,0	6,0	8,0	9,7	11,2	10,0	8,2	6,7	11,0	7,8	7,6	
	0975	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	14,0		
	0976	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	14,0		
	0977	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	14,0		
	8790				9,0	10,0	11,7	11,8	11,9	13,2	14,0	12,9	14,0	
	9405		4,0	6,0	8,0	9,7	10,5	13,2	13,0	12,5	11,0	11,6	9,4	
	8800				9,0	10,0	11,7	11,4	11,1	12,0	12,9	11,5	14,0	
	9409	4,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	11,6	13,1	13,7	12,9	14,0	14,0	
	2954	6,0	8,0	10,0	10,0	12,0	12,0	14,0	11,7	10,8	14,0	14,0		
	9407	4,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	12,5	13,0	13,7	14,0	14,0	14,0	13,5
	9558			6,0	8,0	10,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	14,0	14,0	14,0
	0713	4,0	6,0	6,9	8,0	10,0	12,0	9,9	10,3	12,7	11,8	12,2	11,6	14,0
	0716	4,0	6,0	7,0	7,4	9,6	11,8	13,1	12,6	11,3	11,3	11,9	9,8	
1959		6,0	7,0	8,0	10,0	10,0	12,0	13,0	13,0	13,0	13,0			
0973	5,0	6,0	8,0	10,0	11,3	12,0	11,1	10,7	10,7	10,3	11,9			
0978	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	12,0	9,8	11,8	10,3	10,8	11,8			

## RÉSULTATS

*Croissance pondérale*

Le gain de poids des veaux a été dans l'ensemble d'autant plus élevé que le lait consommé était plus riche en matières grasses (tableau 6) ; il a été compris entre 850 et 900 g/j pour les lots qui recevaient les laits à 25, 35 et 45 p. 1 000 de matières grasses. Dans des conditions plus voisines de la pratique et avec un plus grand nombre d'animaux (10 par lot), nous avons vérifié que les gains de poids obtenus avec les laits à 25, 35 et 45 p. 1 000 n'étaient pas significativement différents (tableau 4) et de plus, qu'ils étaient très voisins de ceux des animaux maintenus en cages à bilan. Il semble donc que le séjour prolongé en cage n'ait pas exercé d'influence sur la croissance.

TABLEAU 4

*Croissance et consommation de lait de 30 veaux à l'engrais abattus à 120 kg et recevant des laits à différents taux de matières grasses*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Nombre de veaux	De la naissance à 70 jours			De la naissance à l'abattage (120 kg)		
		Gain de poids (g/j)	Lait consommé (kg)	Kg de lait consommé par kg de gain	Gain de poids (g/j)	Lait consommé (kg)	Kg de lait consommé par kg de gain
25	10	846 ± 127	680	11,5	840 ± 154	1 002	13,0
35	10	877 ± 125	680	11,1	915 ± 151	880	12,0
45	10	860 ± 145	645	10,9	845 ± 199	879	12,0

Les veaux qui ont reçu les laits à 5 et 15 p. 1 000 de matières grasses ont eu des gains de poids de 517 et 727 g/j respectivement, mais un des animaux qui recevaient le lait à 5 p. 1 000 a eu un gain de poids de 250 g/j seulement

*Quantités consommées et efficacité alimentaire*

La plupart du temps, les veaux ont consommé les quantités de lait qui leur ont été offertes ; cependant, pour certains d'entre eux pendant les premières et dernières périodes, les refus ont été importants (tableau 3) ; il s'en est suivi alors une réduction du gain de poids ; un des veaux qui recevaient le lait à 5 p. 1 000 a même perdu du poids.

La quantité de matière organique ingérée par kg de gain de poids vif, a été d'autant plus élevée que le taux de matières grasses, donc la valeur énergétique du lait, était faible (tableau 5).

Les veaux qui recevaient les laits à 15, 25 et 35 p. 1 000 de matières grasses ont

ingéré la même quantité d'énergie brute par kg de gain ; cela tenait au fait que plus la valeur énergétique des laits a été faible, plus la quantité d'aliment consommée par kg de gain a été importante. En revanche, les veaux qui recevaient les lait à 5 et 45 p. 1 000 de matières grasses ont ingéré des quantités d'énergie brute par kg de gain plus élevées que dans les cas précédents. Cela s'explique dans le cas du lait à 5 p. 1 000 par le faible gain de poids, et dans le cas du lait à 45 p. 1 000 par une composition du croît différente.

TABLEAU 5

*Efficacité alimentaire des différents laits*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Quantité ingérée par kg de gain de poids				Quantité apparemment digestible par kg de gain de poids				Quantité d'azote retenu par kg de gain de poids (g)
	Matière organique (kg)	Matières grasses (g)	Azote (g)	Énergie <sup>(1)</sup> (Cal)	Matière organique (kg)	Matières grasses (g)	Azote (g)	Énergie (Cal)	
5	1,946	104	112	9 397	1,904	101	105	9 138	53,7
15	1,509	225	79	7 971	1,485	220	77	7 828	46,3
25	1,411	323	66	7 974	1,384	318	64	7 813	40,0
35	1,354	384	57	7 972	1,332	380	56	7 852	35,9
45	1,477	499	65	9 156	1,421	465	62	8 723	38,2

(1) Calculée à partir de l'analyse des ingesta en admettant les valeurs calorifiques suivantes : 9,2 ; 5,65 ; et 4,0 pour les matières grasses, les matières azotées et la fraction glucidique respectivement (d'après BRODY 1945).

*Diarrhées*

La diarrhée est un symptôme caractérisé par l'évacuation rapide et fréquente de fèces trop liquides : la détermination de la teneur en matière sèche des fèces nous a permis de concrétiser ce dernier aspect. Nous avons réparti les fèces en 9 classes selon leur teneur en matière sèche (moins de 4 p. 100 ; de 4 à 8 p. 100 ; de 8 à 12 p. 100 ; de 12 à 16 p. 100 ; ...) ; ces 9 classes pouvaient se regrouper en 3 intervalles correspondant à 3 aspects macroscopiques :

État diarrhérique : moins de 12 p. 100 de matière sèche ;

État « relâché » : entre 12 et 20 p. 100 de matière sèche ;

État « normal » : plus de 20 p. 100 de matière sèche ;

Une telle classification avait été suggérée par BLAXTER, et WOOD (1953), et utilisée par ROY et *al.* (1961). La fréquence de ces différentes classes et intervalles apparaît sur la figure 1. Les veaux qui recevaient le lait à 5 p. 1 000 ont eu beaucoup plus souvent la diarrhée que les autres veaux (en pour 100, 20 jours de diarrhées contre 3 à 7).

### Digestibilité des laits

La digestibilité des différents laits est restée constante pendant tout l'essai, et a été indépendante de l'âge des veaux ; la faible dispersion des valeurs hebdomadaires autour de la moyenne le prouve. Il n'est donc pas apparu dans cet essai de relation entre la quantité de lait consommée qui augmente avec l'âge, et le coefficient

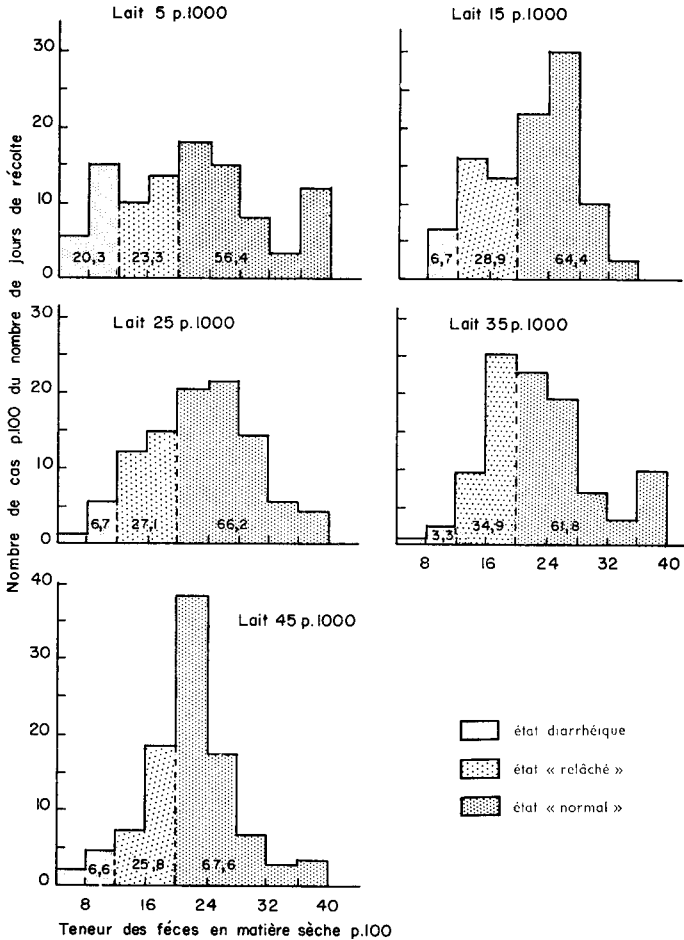


FIG. 1. — Répartition de la teneur en matière sèche des fèces (en p. 100 du nombre de jours de récolte).

d'utilisation digestive apparent. Pour cette raison, nous avons présenté pour chaque veau et pour chaque constituant du lait, la moyenne (et l'écart type) des C.U.D. hebdomadaires (tableau 6).

La digestibilité des différents laits a été très élevée, les C.U.D. de la matière organique étant compris entre 96 p. 100 pour le lait à 45 p. 1 000 et 98,5 p. 100 pour le lait à 35 p. 1 000. Il semble donc que l'augmentation du taux de matières grasses du lait n'entraîne pas de grandes variations de la digestibilité.



TABLEAU 6  
*Digestibilité des laits, rétention azotée et croissance des veaux*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Numéros des veaux	Coefficient d'utilisation digestive						Coefficient de rétention de l'azote	Gain de poids de carcasse (g/f)	Gain de poids (g/f)
		Matière sèche	Matière organique	Matières grasses	Fraction glucidique	Azote				
5	8 791	96,1 ± 1,0	96,9 ± 0,9	90,6 ± 4,5	98,5 ± 1,2	95,1 ± 1,3	56,1 ± 4,7	645	401	
	9 406	96,2 ± 1,0	97,0 ± 0,9	91,1 ± 2,9	98,8 ± 1,1	94,8 ± 1,6	48,9 ± 14,2	250	012	
	0 975	97,8 ± 2,1	98,2 ± 2,0	97,8 ± 4,0	98,7 ± 2,3	97,4 ± 3,5	47,4 ± 7,5	598	392	
	0 976	98,0 ± 1,0	98,4 ± 1,1	97,4 ± 1,3	98,8 ± 1,7	97,9 ± 1,2	43,3 ± 8,4	540	367	
	0 977	97,7 ± 1,4	98,5 ± 1,2	96,6 ± 2,3	99,0 ± 1,1	97,8 ± 1,9	41,2 ± 13,5	552	355	
	<i>Moyenne</i>	<i>97,2</i>	<i>97,8</i>	<i>94,6</i>	<i>98,8</i>	<i>96,6</i>	<i>47,3</i>	<i>517</i>	<i>305</i>	
15	8 790	97,9 ± 0,5	98,4 ± 0,3	97,5 ± 0,6	99,4 ± 0,3	97,4 ± 0,5	61,5 ± 12,8	870	595	
	9 405	97,9 ± 0,8	98,3 ± 0,7	97,4 ± 1,1	99,3 ± 0,5	97,1 ± 1,2	59,1 ± 10,2	583	337	
		<i>97,9</i>	<i>98,4</i>	<i>97,5</i>	<i>99,4</i>	<i>97,3</i>	<i>60,3</i>	<i>727</i>	<i>466</i>	
	8 800	97,4 ± 0,6	97,8 ± 0,5	97,9 ± 0,4	98,6 ± 0,7	96,4 ± 0,7	56,7 ± 10,1	819	539	
25	9 409	98,4 ± 1,2	98,6 ± 1,0	98,9 ± 0,6	99,3 ± 0,5	97,2 ± 2,4	70,1 ± 8,5	857	536	
	2 954	97,6 ± 1,1	97,9 ± 1,0	98,0 ± 1,5	98,9 ± 0,6	96,3 ± 1,7	61,4 ± 10,6	859	501	
		<i>97,8</i>	<i>98,1</i>	<i>98,3</i>	<i>98,9</i>	<i>96,6</i>	<i>62,7</i>	<i>845</i>	<i>525</i>	
	9 407	97,0 ± 1,5	97,3 ± 1,5	98,8 ± 0,8	98,0 ± 1,4	94,3 ± 3,3	62,1 ± 14,2	893	558	
35	9 558	98,6 ± 0,8	98,8 ± 0,2	99,2 ± 0,2	99,2 ± 0,2	97,5 ± 1,2	75,7 ± 8,3	1 135	781	
	0 713	98,5 ± 0,6	98,9 ± 0,5	99,2 ± 0,1	99,1 ± 0,7	98,0 ± 0,8	57,0 ± 16,3	869	559	
	0 716	98,3 ± 0,7	98,5 ± 0,7	99,0 ± 0,4	98,7 ± 1,0	97,6 ± 1,6	63,4 ± 12,0	845	575	
	1 959	98,7 ± 0,9	98,9 ± 0,7	99,1 ± 1,2	99,5 ± 0,2	97,8 ± 1,1		812	585	
	<i>Moyenne</i>	<i>98,2</i>	<i>98,5</i>	<i>99,1</i>	<i>98,9</i>	<i>97,0</i>	<i>64,6</i>	<i>910</i>	<i>612</i>	
45	0 973	93,8 ± 3,9	94,6 ± 3,4	89,3 ± 8,7	98,9 ± 0,6	95,1 ± 2,0	56,5 ± 17,1	887	604	
	0 978	97,0 ± 4,1	97,3 ± 3,8	97,1 ± 6,0	97,2 ± 6,8	96,4 ± 5,4	63,4 ± 8,7	900	609	
		<i>95,4</i>	<i>96,0</i>	<i>93,2</i>	<i>98,1</i>	<i>95,8</i>	<i>60,0</i>	<i>894</i>	<i>637</i>	

Les différences individuelles ont été particulièrement faibles pour les C.U.D. de la fraction glucidique (lactose), pour lesquels la moyenne des 17 mesures a été  $98,8 \pm 0,6$ . Elles ont été un peu plus importantes pour les autres constituants et en particulier pour les matières grasses où les extrêmes ont été 89,3 et 99,2 p.100

Les C.U.D. ont été nettement inférieurs à la moyenne générale pour 3 veaux : 2 d'entre eux avaient reçu du lait à 5 p. 1 000 et le 3<sup>e</sup> du lait à 45 p. 1 000. Pour les 2 premiers, la fréquence des diarrhées avait été très supérieure à celle de la moyenne des animaux soumis au même régime (et l'un d'eux, en outre, avait eu un gain de poids très inférieur à la moyenne de son lot). Pour le veau recevant le lait à 45 p. 1 000, la baisse de digestibilité et l'état diarrhéique étaient simultanés (fig. 4). Il semble que dans les régimes extrêmes (lait à 5 et 45 p. 1 000), les diarrhées aient eu une influence appréciable sur les C.U.D. des constituants du lait, notamment des matières grasses.

Le tableau 7 présente la composition moyenne des fèces des veaux ; pour un régime donné, cette composition était sujette à variation lorsque les animaux étaient atteints de diarrhée.

TABLEAU 7

*Composition moyenne des fèces sèches*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)		5	15	25	35	45
En p. 100 de la matière sèche des fèces	Matière organique	67,8	72,5	80,5	81,2	82,0
	Matières grasses	8,9	17,2	17,6	17,3	35,3
	Azote	6,3	6,4	6,9	6,4	4,8

*Rétention azotée*

Pour chacun des veaux, le coefficient de rétention de l'azote a varié avec l'âge : faible au début, il a augmenté jusqu'à la 5-6<sup>e</sup> semaine de l'essai, puis il a eu tendance à diminuer par la suite (fig. 2).

En moyenne, les coefficients de rétention ont varié dans le même sens que la teneur en matières grasses des laits et que le gain de poids ; pour les laits à 15, 25, 35 et 45 p. 1 000 de matières grasses, ils étaient cependant assez voisins et compris entre 60,0 et 64,6 ; ils étaient beaucoup plus faibles (47,3) pour le lait à 5 p. 1 000 (tableau 6).

Le coefficient d'utilisation pratique, produit du coefficient d'utilisation digestive apparent à peu près constant par le coefficient de rétention apparent, a donc présenté des variations de même sens et de même amplitude que ce dernier.

*Glycémie et glycosurie*

Pour compléter les renseignements fournis par le C.U.D. sur l'utilisation digestive de la fraction glucidique, nous avons étudié l'apparition des sucres réducteurs dans le sang et leur élimination par l'urine.

Les veaux qui consommaient les laits à 15,25, 35 et 45 p. 1000 ont eu, à jeun, une glycémie significativement plus élevée ( $0,79 \text{ g/l} \pm 0,18$ ) que ceux qui recevaient le lait à 5 p. 1000 ( $0,59 \text{ g/l} \pm 0,13$ ). La dispersion a été élevée; de ce fait, on n'a pas pu mettre en évidence l'évolution de la glycémie avec l'âge. L'élévation de la glycémie

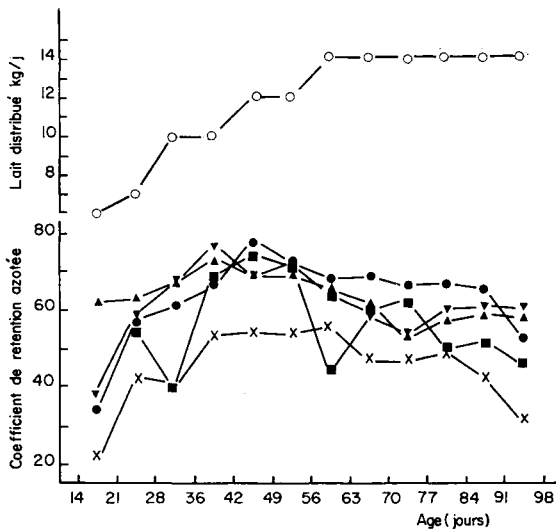


FIG. 2. — Évolution du coefficient de rétention de l'azote avec l'âge

x lait à 5 p. 1000 ● lait à 35 p. 1000  
 ■ lait à 15 p. 1000 ▼ lait à 45 p. 1000  
 ▲ lait à 25 p. 1000  
 (○ quantités de lait distribué)

après les repas a été générale (tableau 8) mais elle a atteint des niveaux très variables d'une semaine à l'autre, comme en témoignent les écarts-types; en moyenne, elle a dépassé de 40 à 50 p. 100 la glycémie de l'animal à jeun.

L'excrétion des sucres réducteurs par l'urine (tableau 9) a été très faible dans tous les cas, mais d'autant plus que le lait était plus riche en matières grasses (de 1,9 à 0,6 g par litre d'urine); la quantité d'eau émise dans l'urine a été aussi d'autant plus faible que le lait était plus riche en matières grasses (fig. 3); par suite, l'excrétion quotidienne de sucres réducteurs qui était de 10,5 g pour les veaux qui recevaient le lait à 5 p. 1000, n'était plus que de 2,9 g pour ceux qui recevaient le lait entier.

*Carcasse*

A partir d'abattages pratiqués sur d'autres veaux âgés de 15 jours, nous avons estimé le poids de la carcasse des veaux au début de l'essai. A l'aide de ces données, nous avons obtenu les gains nets de poids des carcasses (tableau 6), et constaté qu'ils étaient d'autant plus élevés que le lait était plus riche en matières grasses.

TABLEAU 8

*Variation des teneurs du sang en sucres réducteurs au cours de la journée*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du sang en sucres réducteurs (g/l)			
	Au 1 <sup>er</sup> repas	2 heures après	Au 2 <sup>e</sup> repas	2 heures après
5	0,59 ± 0,12	1,14 ± 0,26	0,67 ± 0,16	1,32 ± 0,21
15	0,74 ± 0,09	1,18 ± 0,15	0,77 ± 0,10	1,18 ± 0,17
25	0,83 ± 0,11	1,31 ± 0,24	0,81 ± 0,15	1,46 ± 0,32
35	0,78 ± 0,15	1,21 ± 0,30	0,86 ± 0,14	1,37 ± 0,32
45	0,85 ± 0,16	1,23 ± 0,22	0,87 ± 0,21	1,18 ± 0,32

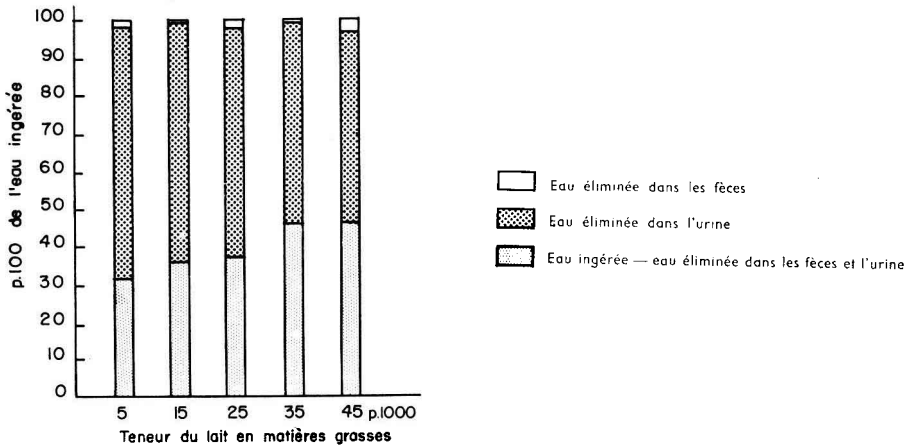


FIG. 3. — Excrétion de l'eau dans les fèces et dans l'urine (en p. 100 de l'eau ingérée)

TABLEAU 9

*Excrétion des sucres réducteurs par l'urine*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)		5	15	25	35	45
Sucres réducteurs de l'urine	(g/l)	1,9	1,1	1,4	0,6	0,7
	(g/j)	10,5	5,6	8,9	2,9	3,0
Lactose p. 100 de la matière sèche des laits		53	48	44	42	36

Le poids du 5<sup>e</sup> quartier (viscères, sang, peau...) a été particulièrement réduit en raison du faible développement du tube digestif ; le rumen notamment avait à peu près le même poids que la caillette (830 à 730 g) (tableau 10), et son faible développement montre bien que les veaux étaient restés préruminants. C'est

TABLEAU 10  
*Rendement et facteurs du rendement*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Rendement commercial	Rendement vrai	Tube digestif vide p. 100 du poids vif vide	Poids des différentes parties du tube digestif vide (g)				
				Caillette	Feuillet	Rumen + Réseau	Intestin grêle	Gros intestin
5	61,0	64,5	5,8	531	145	802	2 240	1 214
15	61,6	64,4	5,7	865	157	930	2 470	1 200
25	63,5	64,9	5,9	811	183	795	2 635	1 595
35	64,1	65,9	4,5	645	162	926	2 440	1 318
45	65,9	67,0	4,9	815	255	710	2 755	1 397
Moyennes obtenues sur 4 veaux abattus à 15 jours	59,5	62,6	5,7	325	90	327	1 663	832

pourquoi le rendement commercial ( $\frac{\text{poids de la carcasse chaude}}{\text{poids vif}} \times 100$ ) et le rendement vrai ( $\frac{\text{poids de la carcasse chaude}}{\text{poids vif vide}} \times 100$ ) (qui permet de tenir compte des différences dans le temps écoulé entre le dernier repas et l'abattage), ont été très élevés : plus de 61 p.100 et de 64 p.100 respectivement. Ces 2 rendements ont été d'autant plus élevés que les laits étaient riches en matières grasses (tableau 10).

TABLEAU 11  
*Appréciation de la qualité des carcasses*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Conformation générale	État d'engraissement	Dépôt de graisse périrénale	Importance de l'os	Couleur
5	1	0	0	1,5	1
15	2	0	0,5	1	1
25	2,5	2	2	1,5	2
35	2,5	2,5	3,5	2	1,5
45	2	2	3	2	1

Les appréciations subjectives de la carcasse (tableau 11) ont porté sur la conformation, l'état d'engraissement, l'importance de la graisse périrénale et de l'os ;

le classement s'est établi dans le sens des taux de matières grasses croissants, sauf pour le lait à 45 p. 1 000, mais dans aucun cas les carcasses n'ont mérité de figurer en qualité extra. La dispersion des notes données à la couleur semble indiquer qu'il n'y a pas eu de relation entre les régimes étudiés et la pigmentation des muscles.

### *Composition des muscles*

La teneur en matières grasses (p.100 de la matière sèche) a, dans l'ensemble, varié dans le même sens que le taux butyreux (tableau 12) ; pour l'onglet, elle est passée de 6,4 (lait à 5 p. 1 000) à 19,7 (lait 35 p. 1 000). Néanmoins, la teneur en matières grasses a toujours été plus faible dans les muscles des veaux qui recevaient le lait à 45 p. 1 000 que dans ceux des veaux qui recevaient le lait à 35 p. 1 000.

## DISCUSSION

### *Utilisation digestive*

Différents auteurs (tableau 1) avaient déjà montré que l'utilisation digestive du lait entier par le veau était presque totale. Toutefois la portée de leurs travaux restait limitée du fait des conditions particulières de leurs expériences : les veaux étaient généralement très jeunes, ils ne consommaient que de faibles quantités de lait entier et avaient des gains de poids très faibles ; les périodes de mesure étaient, en outre, peu nombreuses. Dans les conditions de notre essai qui correspondaient à celles de l'engraissement du veau classiquement pratiqué, nous avons confirmé que les laits entiers étaient presque complètement digérés et cela indépendamment de l'âge du veau et de la quantité de lait ingéré.

La digestibilité du lait à 45 p. 1 000 a été cependant un peu inférieure à celle du lait à 35 p. 1 000 ; cela provenait surtout d'une moins bonne utilisation digestive apparente des matières grasses. En effet, le C.U.D. des matières grasses du lait à 45 p. 1 000 qui, rappelons-le, a été préparé dans des conditions différentes des autres laits, a été variable selon les périodes. Toutes les valeurs les plus faibles ont été trouvées pendant les périodes où les deux veaux qui recevaient ce lait avaient la diarrhée (fig. 4). Si on n'avait pas tenu compte de ces périodes, le C.U.D. moyen des matières grasses qui était 89,3 et 97,1 pour ces deux veaux, aurait été 95,0 et 98,9, donc du même ordre de grandeur que les C.U.D. obtenus par différents auteurs avec des laits riches en matières grasses (tableau 13). Il semble bien que l'augmentation de l'excrétion fécale de matières grasses se soit produite à l'occasion des diarrhées, fait déjà signalé par BLAXTER et WOOD (1953).

Les laits partiellement écrémés ont été aussi digestibles que le lait à 35 p. 1 000, à l'exception du lait à 5 p. 1 000 dont les matières grasses ont été apparemment moins bien utilisées. Le cas de ce dernier lait ne semble pas en rapport avec les diarrhées, mais pourrait s'expliquer plutôt en tenant compte de l'excrétion endogène ; en effet, chez des veaux ayant reçu une ration pauvre en lipides, la part endogène de l'excrétion fécale de matières grasses est devenue relativement importante. Selon les estimations de différents auteurs (CANNON, ESPE et WAITE, 1932 ; CUNNINGHAM et LOOSLI,

TABLEAU 12

*Composition des différents muscles*

	Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Désignation des muscles prélevés			
		« B. vette »	« Filet mignon »	« Onglet »	« Hampe »
Teneur en eau p. 100 du tissu frais	5	75,8	76,1	76,7	79,2
	15	74,6		75,0	
	25	74,3	75,8	76,1	75,3
	35	74,4	75,5	74,1	74,5
	45	75,1	73,3	75,2	73,3
Matières grasses p. 100 de la matière sèche	5	4,7	5,3	6,4	7,1
	15	5,9	7,6	7,8	7,5
	25	8,3	11,1	9,0	15,2
	35	10,9	11,1	19,7	14,7
	45	5,0	6,8	10,1	13,1
Azote p. 100 de la matière sèche	5	15,0	13,7	13,5	13,2
	15	14,0	13,6	13,1	13,1
	25	14,3	13,0	11,9	11,2
	35	13,5	13,3	11,8	11,1
	45	14,2	13,7	12,7	12,5

TABLEAU 13

*Digestibilité des matières grasses de laits ayant des taux butyreux élevés*

Auteurs	CANNON, ESPE et WAITE(1932)	GRIMES et GARDNER (1959)			THOMKE (1963)	MATHIEU et BARRE (1964)
		60 g/l	60 g/l	90 g/l		
Teneur du lait en matières grasses	40 g/l	60 g/l	60 g/l	90 g/l	45 g/l	45 g/kg
Nombre de veaux	2	6	4	4	3	2
Age des veaux au début (j)	non précisé jeune veau	15	15	15	15	15
Durée (j)	10	(faible, non précisée)			45	80
Quantité de lait distribuée (p. 100 du poids vif)		8	5,5	8		> 8
C.U.D. des matières grasses	92 à 93	97,4	95,9	94,2	97,0	93,2

1954 ; ADAMS *et al.*, 1959) les matières grasses fécales endogènes constitueraient 3,5 à 5,8 p. 100 de la matière sèche excrétée. Dans ces conditions, les lipides d'origine endogène représenteraient près de 50 p. 100 des matières grasses fécales excré-

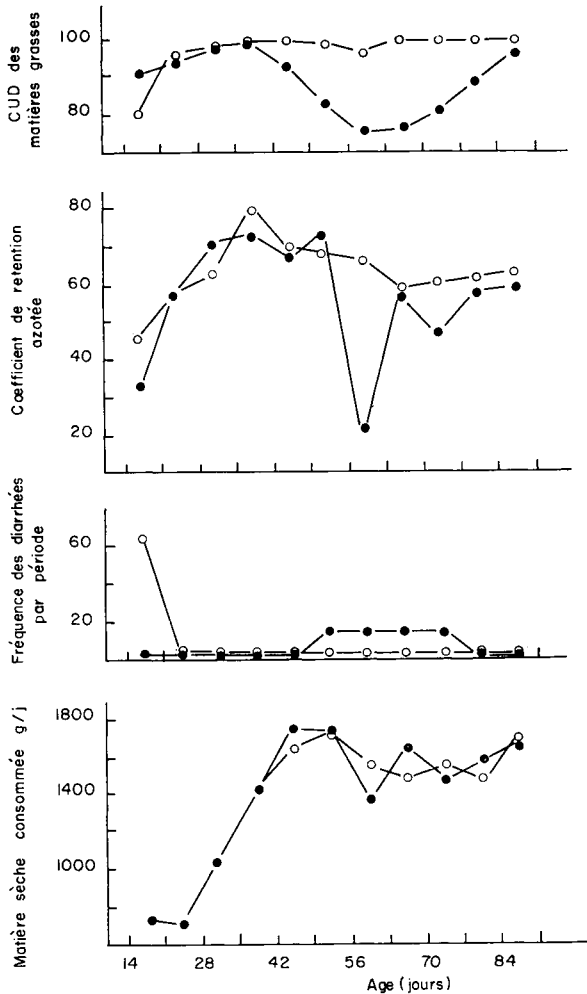


FIG. 4. — Influence des diarrhées sur la digestibilité des matières grasses et sur le coefficient de rétention de l'azote

cas des veaux 973 (●) et 978 (○)  
recevant le lait à 45 p. 1000 de matières grasses

tées par les veaux recevant le lait à 5 p. 1 000 (tableau 7) ; dans le cas des laits à 15, 25, 35 p. 1 000 ils n'interviendraient plus que pour environ 20 p. 100 et dans le cas du lait à 45 p. 1000 que pour 10 p. 100. Il en résulte que, plus le lait est écrémé, moins le C.U.D. apparent des matières grasses doit être élevé. Ceci est confirmé par les



travaux de RAVEN et ROBINSON (1959 *b* et 1960) qui, distribuant à des veaux des laits presque totalement écrémés (1,8 et 1,6 p. 1 000), ont trouvé une digestibilité apparente des matières grasses comprise entre 76 et 67 p. 100.

### *Particularités du veau préruminant*

Les résultats de cet essai ont permis de mettre en évidence deux particularités du veau préruminant ; son rumen ne présente pas de croissance allométrique et sa glycémie ne diminue pas avec l'âge.

Les caractères anatomiques du tube digestif des veaux abattus à l'âge d'environ 100 jours ont été très semblables à ceux de jeunes veaux âgés de 15 jours (tableau 10) : l'ensemble du tube digestif ne représentait que 5 à 6 p. 100 du poids vif et le rumen pesait à peu près le même poids que la caillette. Ces deux parties de l'estomac avaient donc eu à peu près la même vitesse de croissance. Au contraire, le rumen a une croissance plus rapide que la caillette quand le jeune veau consomme des aliments solides (WARNER *et al.*, 1953). C'est donc bien parce que nous avons prolongé l'alimentation exclusivement lactée que nous avons pu maintenir chez des veaux âgés de 100 jours, l'organisation anatomique des réservoirs gastriques, propre au jeune veau préruminant. La faible croissance du rumen ainsi que le poids réduit du contenu digestif qui en est le corollaire expliquent qu'à l'abattage on obtienne des rendements élevés ; ceux-ci justifient, en partie, le maintien d'une alimentation exclusivement lactée qui pourrait paraître trop dispendieuse. La consommation de petites quantités de paille provenant de la litière suffit pour abaisser le rendement de veaux auxquels on ne distribue pourtant que du lait (THOMKE, 1963).

La glycémie de nos veaux à jeun n'a pas évolué avec l'âge ; ATTEBERY et COLVIN (1963) ont également observé cette absence d'évolution. Jusqu'ici, on admettait que la glycémie des jeunes ruminants à jeun était, à la naissance, aussi élevée que celle des monogastriques, puis diminuait rapidement jusqu'à la valeur adulte (de l'ordre de 0,40 à 0,60 g/l) atteinte à l'âge d'environ 2 mois. Deux hypothèses étaient invoquées pour expliquer cette évolution ; la première reliait la chute de la glycémie à la consommation progressive d'aliments solides, conséquence du sevrage (Mc CANDLESS et DYE, 1950) ; la deuxième était soutenue par REID (1953) qui pensait, que, du moins chez l'agneau, le phénomène était spécifique. En plus de l'absence d'évolution de la glycémie avec l'âge qui était générale, nous constatons que la glycémie des veaux qui recevaient le lait à 5 p. 1 000 était plus faible que celle des autres veaux. Il est possible que la glycémie soit moins élevée quand l'apport énergétique est réduit ; cette hypothèse a été vérifiée par DAVIS et BROWN (1962) dans le cas extrême du jeûne prolongé (72 heures).

L'ingestion des différents laits a été suivie d'une hyperglycémie postprandiale importante ; cette dernière suivait de près le repas, ce qui indique que le transit et la digestion du lactose ont été rapides. Au cours de cet essai, les veaux ont ingéré des quantités de lactose très élevées, de l'ordre de 700 g par jour à partir de la 9<sup>e</sup> semaine. L'ingestion de ces grandes quantités de lactose n'a entraîné aucun trouble particulier ; il semble que, sur ce point, le veau préruminant se distingue des autres jeunes mammifères qui sont généralement sensibles à l'ingestion de quantités importantes de lactose (cf. revues de DUNCAN, 1955, et de ATKINSON, KRATZER et STEWART, 1957). Il utilise de façon presque totale les produits de la digestion du

lactose comme le montre la faible excrétion urinaire des sucres réducteurs ; celle-ci a été cependant un peu plus importante pour les veaux qui recevaient les laits les plus écrémés, ce qui est en accord avec les résultats de SCHANTZ, ELVEHJEM et HART (1937-1938), mais non avec ceux de ROJAS, SCHWEIGERT et RUPEL (1948) ; ces derniers auteurs n'avaient distribué aux veaux que des quantités réduites de lait.

### *Niveau énergétique et engraissement*

La vitesse de croissance et l'état d'engraissement des veaux n'ont pas été limités par la quantité d'azote ingéré qui était importante et à peu près la même pour tous les veaux. Ils ont, en général, varié dans le même sens que le taux butyreux, c'est-à-dire que la valeur énergétique du lait. Il en a été de même pour le coefficient de rétention azotée ; les valeurs individuelles de ce dernier ont présenté avec le gain de poids vif une corrélation élevée et significative ( $r = 0,79$ ). Le coefficient de rétention azotée moyen a donc augmenté avec le niveau énergétique de la ration, phénomène bien connu chez le jeune en croissance (cf. revue de MUNRO, 1951). Cependant l'accroissement de la quantité d'azote fixé n'a pas été aussi rapide que l'augmentation du croît, puisque la quantité d'azote retenu par kg de gain de poids vif a été d'autant plus faible que le taux butyreux était plus élevé (tableau 5).

De plus, quelle qu'ait été la valeur énergétique du lait les coefficients de rétention azotée ont diminué à partir de l'âge de 8 à 9 semaines ; or, à partir de la 9<sup>e</sup> semaine les quantités de lait et, par suite, d'azote distribuées sont restées constantes (14 kg/j) ; ceci semble indiquer que le rythme de la croissance musculaire tend à se ralentir avec l'âge au profit du développement du tissu adipeux. Par ailleurs, ce dernier dépend directement de l'apport de matières grasses du régime ; en effet, l'état d'engraissement a été d'autant meilleur (tableau 11) et les muscles d'autant plus riches en matières grasses (tableau 12), que les veaux ont reçu un lait de taux butyreux plus élevé (sauf le lait à 45 p. 100). De ce fait, la valeur commerciale des carcasses des veaux qui consommaient les laits les plus écrémés a été réduite ; il semble donc qu'il ne faille pas engraisser des veaux avec un lait de taux butyreux inférieur à 25 p. 100, c'est-à-dire dont la teneur en matières grasses ne soit pas inférieure à 21,5 p. 100 de la matière sèche.

*Reçu pour publication en juin 1964.*

## SUMMARY

### DIGESTION AND UTILISATION OF FEEDS BY THE PRE-RUMINANT CALF I. UTILISATION OF WHOLE OR PARTLY SKIMMED MILKS

This trial was undertaken to study the feeding value of milks with different fat contents for pre-ruminant fattening calves. The milks had 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 or 4.5 p.100 fat. They were given to 17 male *Norman* calves, 2 to 5 calves for each diet (table 2), kept in metabolism crates between the age of 14 and 100 days. The calves received considerable amounts of milk, increasing with age from 4 kg daily at 2 weeks to 14 kg from the 9th week (table 3). The amounts are comparable to those normally given to fattening calves. The apparent digestibility of the milks and their constituents, and also the retention of nitrogen, were estimated from bulked samples of excreta for each week, collected daily excluding Sundays.

1. In general the calves which received the milk with most fat gained the most weight. Gain of the calves given the milk with 0.5 p.100 fat was poor, 517 g daily, and much less than that of the other calves which gained from 727 to 910 g (table 6).

2. Generally the calves consumed all the milk offered to them except at the beginning and at the end of the trial (table 3). The intake of organic matter per kg gain was less the higher the fat content of the milk, except for the milk with 4.5 p.100 fat.

3. The incidence of diarrhoea was low overall, but there was 3 to 5 times as much in the calves given the milk with 0.5 p.100 fat than there was in the others. (fig 1)

4. Digestibility of the 5 milks was high, 96.0 to 98.5 p.100 for organic matter (table 6). It did not vary with age or with intake of milk. The apparent digestibility of fat was very high; it was noticeably reduced when the calves had diarrhoea and was less for the milk with 0.5 p.100 fat than for the other milks. Lactose, estimated by difference, was completely digested.

5. The coefficient of retention of nitrogen increased up to the age of 1 to 2 months, then tended to fall (fig 2) It was higher when calves received milk with more fat, and consequently more energy (table 6).

6. Blood sugar remained fairly constant with age. It varied during the day and 2 hours after feeding was 40 to 50 p.100 higher than when the calves were not fed. (table 8)

7. The calves were killed at about 100 days of age. Their degree of finish was scored visually and from estimation of the fat content of 4 muscles. It was better when milk with more fat had been given (tables 10 and 11). The carcasses of calves given milk with less than 2.5 p.100 fat did not carry sufficient fat.

8. The weight of the different parts of the digestive tract, particularly the rumen, was comparatively reduced, and it may be assumed that the calves was remained pre-ruminant (table 10).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMS R. S., GANDER J. E., GULLICKSON T. W., SAUTER J. H., 1959. Some effects of feeding various filled milks to dairy calves. II. Fecal characteristics and digestibility data. *J. Dairy Sci.*, **42**, 1562-1568.
- ATKINSON R. L., KRATZER F. H., STEWART G. F., 1957. Lactose in animal and human feeding: a review. *J. Dairy Sci.*, **40**, 1114-1132.
- ATTEBERY J. T., COLVIN H. W., 1963. Effect of diet on fasting blood glucose levels in dairy calves 1 to 13 weeks old. *J. Appl. Physiol.*, **18**, 1221-1225.
- BLACKWOOD J. H., MORRIS S., WRIGHT N. C., 1936. The nutritive value of raw and pasteurised milk for calves. The assimilation and retention of nitrogen, phosphorus and calcium. *J. Dairy Res.*, **7**, 228-237 (Cité par BLAXTER et WOOD, 1952).
- BLAXTER K. L., WOOD W. A., 1952. The nutrition of the young *Ayrshire* calf. 5. The nutritive value of cow's whole milk. *Brit. J. Nutr.*, **6**, 1-12.
- BLAXTER K. L., WOOD W. A., 1953. Some observations on the biochemical and physiological events associated with diarrhoea in calves. *Vet. Rec.*, **65**, 889-892.
- BOCCARD R., BOISSAU J.-M., 1958. Modèle d'une cage à digestibilité pour petits ruminants. *Ann. Zootech.*, **7**, 89-96.
- CANNON C. V., ESPE D. L., WAITE J. B., 1932. The relation of dietary fat and fat derivatives in the faeces of young dairy calves. *Proc. Amer. Soc. Anim. Prod.*, 84-90 (in *Nutr. Abstr. Rev.*, **3**, 182).
- CUNNINGHAM H. M., LOOSLI J. K., 1954. The effect of fat free diets on young dairy calves with observations on metabolic fecal fat and digestion coefficients for lard and hydrogenated coconut oil. *J. Dairy Sci.*, **37**, 453-461.
- DAVIS C. L., BROWN R. E., 1962. Availability and metabolism of various substrates in ruminants. IV. Glucose metabolism in the young calf and growing steer. *J. Dairy Sci.*, **45**, 513-516.
- DOLLAR A. M., PORTER J. W. G., 1957. Utilisation of carbohydrates by the young calf. *Nature*, **179**, 1299-1300.
- DUNCAN D. L., 1955. The physiological effects of lactose. *Nutr. Abstr. Rev.*, **25**, 309-320.
- FINGERLING G., 1908. Beiträge zur physiologie der ernährung wachsender tiere. I. Ersatz von vollmilch durch magermilch mit und ohne surrogate bei saugkälbern. *Landwirt. Vers. Station*, **68**, 141-188.
- GRIMES C. W., GARDNER K. E., 1959. Digestibility of milk fat by the young dairy calf. *J. Dairy Sci.*, **42**, 919.
- HUBER J. T., JACOBSON N. L., MCGILLIARD A. D., ALLEN R. S., 1961. Utilisation of carbohydrates introduced directly into the omasoabomasal area of the stomach of cattle of various age. *J. Dairy Sci.*, **44**, 321-330.
- JACQUOT R., TRIMBACH H., 1934. La valeur alimentaire pour divers mammifères, du lait de vache et de laits modifiés. *Bull. Soc. Hyg. Alim.*, **22**, 143-156.
- LEROY A. M., LERY G., ZELTER S., 1952. Contribution à l'étude de l'utilisation du lait par les jeunes animaux. *Ann. Zootech.*, **1**, 61-77.
- MCCANDLESS E. L., DYE J. A., 1950. Physiological changes in intermediary metabolism of various species of ruminants incident to functional development of rumen. *Amer. J. Physiol.*, **162**, 434-446.

- MUNRO H. N., 1951. Carbohydrate and fat as factors in protein utilization and metabolism. *Physiol. Rev.*, **31**, 449-488.
- NOLLER C. H., HUFFMAN C. F., WARD G. M., DUNCAN C. W., 1956. Dried whey and lactose as supplements to a vegetable milk replacer. *J. Dairy Sci.*, **39**, 992-997.
- OKAMOTO M., THOMAS J. W., JOHNSON T. L., 1959. Utilization of various carbohydrates by young calves. *J. Dairy Sci.*, **42**, 920.
- PARRISH D. B., BARTLEY E. F., BURRIS D. U., MC INTYRE R. T., 1953. Properties of the colostrum of the dairy cows. 8. Digestibility of colostrum and milk by calves during the early postnatal days of life. *J. Dairy Sci.*, **36**, 489-494.
- RAVEN A. M., ROBINSON K. L., 1958. Studies of the nutrition of the young calf. 1. A comparison of starch, lactose and hydrogenated palm oil with butterfat, in milk diets. *Brit. J. Nutr.*, **12**, 469-482.
- RAVEN A. M., ROBINSON K. L., 1959 a. Studies of milk substitute diets for calves. 1. The nutritional value of certain meal mixtures as compared with whole milk. *Res. Exp. Rec. Ministr. Agric. N. Ire.*, **8**, 9-22.
- RAVEN A. M., ROBINSON K. L., 1959 b. Studies of the nutrition of the young calf. 2. The nutritive value of unhydrogenated palm oil, unhydrogenated palm kernel oil and butterfat, as addition to a milk diet. *Brit. J. Nutr.*, **13**, 178-190.
- RAVEN A. M., ROBINSON K. L., 1960. Studies of the nutrition of the young calf. 3. A comparison of unhydrogenated palm kernel oil, hydrogenated palm kernel oil and butterfat as constituents of a milk diet. *Brit. J. Nutr.*, **14**, 135-146.
- REID R. L., 1953. Studies on the carbohydrate metabolism of sheep. 6. Interrelationships between changes in the distribution and levels of glucose and in the levels of volatile fatty acid in the blood of lambs. *Aust. J. Agr. Res.*, **4**, 213-223.
- ROJAS J., SCHWEIGERT B. S., RUPEL I. W., 1948. The utilization of lactose by the dairy calf fed normal or modified milk diets. *J. Dairy Sci.*, **31**, 81-87.
- ROY J. H. B., SHILLAM K. W. G., THOMPSON S. Y., DAWSON D. A., 1961. The effect of emulsification of a milk-substitute diet by mechanical homogenization and by the addition of soya-bean lecithin on plasma lipid and vitamin A levels and on the growth rate of the new-born calf. *Brit. J. Nutr.*, **15**, 541-554.
- SCHANTZ E. J., ELVEHJEM C. A., HART E. B., 1937-1938. The relation of fat to the utilization of lactose in milk. *J. Biol. Chem.*, **122**, 381-390.
- SOMOGYI M., 1952. Notes on sugar determination. *J. Biol. Chem.*, **195**, 19-23.
- THOMKE S., 1963. Die verdaulichkeit von vollmilch und milchaustauschfuttermitteln mit zusatz eines rindertalg-schmalz-gemisches bzw von knochenfett. *Züchtungskunde*, **35**, 214-231.
- TOMME M. F., TARANENKO G. A., 1939. *Bull. Vsesoyaz Akad Sel. Khoz Nauk Im Lenina*, **10**, 36 (Cité par BLAXTER et WOOD, 1952).
- WARNER R. G., BERNHOLDT H. F., GRIPPIN C. H., LOOSLI J. K., 1953. The influence of the diet on the development of the ruminant stomach. *J. Dairy Sci.*, **36**, 599.
-