

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

II. — REMPLACEMENT DES MATIÈRES GRASSES DU LAIT PAR DU GLUCOSE

C.-M. MATHIEU et H. de TUGNY (1)

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 ce travail a été d'étudier chez le veau préruminant à l'engrais la valeur alimentaire du glucose introduit dans des laits entiers ou partiellement écrémés. Six « laits » de 4 niveaux énergétiques différents ont été utilisés : ils contenaient 23, 46 ou 69 g de glucose et avaient des teneurs en matières grasses de 5, 15, 25 ou 35 g/kg. Chacun d'eux a été offert à 2 ou 3 veaux, maintenus en cages à bilan de l'âge de 2 semaines jusqu'à leur abattage à l'âge de 12-13 semaines. Les quantités de lait consommées ont été importantes et comparables à celles qui sont consommées habituellement par les veaux à l'engrais.

La digestibilité des 6 laits a été très élevée et pratiquement constante au cours de l'expérience; elle a été comparable à celle du lait entier (98,5), c'est-à-dire que le glucose était totalement digestible (le C. U. D. de la fraction glucidique (lactose + glucose) était de $99,0 \pm 0,3$). Le gain de poids et le C. R. de l'azote ont augmenté avec le niveau énergétique de l'aliment ingéré; en outre, pour un même niveau énergétique, ils ont été plus élevés lorsque le lait apportait à la fois des matières grasses (15 ou 25 g/kg) et du glucose (46 ou 23 g/kg).

Lorsque la quantité de glucose introduite dans le lait était élevée (69 g/kg), les veaux ont eu une hyperglycémie postprandiale importante (2 g/l), une hyperglycosurie élevée (jusqu'à 13 g/l) et des diarrhées fréquentes (60 p. 100 des cas).

L'état d'engraissement des carcasses a été très insuffisant pour les veaux qui recevaient les laits pauvres en matières grasses (5 ou 15 g/kg), et l'addition de glucose à ces laits n'a pas amélioré l'état d'engraissement.

INTRODUCTION

C'est au début du siècle que différents auteurs ont utilisé pour l'engraissement des veaux, du lait écrémé additionné de saccharose (MALPEAUX, 1907), ou de fécule de pomme de terre (GOUIN et ANDOUARD, 1908) ; ils ont ainsi préparé les premiers laits de remplacement. En dépit des progrès accomplis depuis ces travaux, le choix

(1) Adresse actuelle : Centre expérimental SANDERS. Sourche (Sarthe).

TABLEAU I

Influence de l'introduction de glucose dans la caillette des veaux sur la glycémie

Auteurs	Année	Conditions de l'essai			g de Glucose par litre de sang				
		Dose de glucose et mode de distribution	Nombre de veaux	Age des veaux	temps écoulé depuis le repas (h)				
					0	1	2	4	8
KENNEDY et <i>al.</i>	1939	1,75 g/kg de poids vif offert en solution dans l'eau	3 2	1 mois 1 à 3 mois	0,8 0,6	1,6 0,9	1,6 1,2	0,6 0,7	
FLIPSE et <i>al.</i>	1950 a	dans un lait synthétique : glucose 60 p. 100 de la matière sèche de l'aliment distribué au seau	6	nouveau-né	0,50	1,80	1,35	1,45	0,65
LARSEN et STODDARD	1953	lait synthétique contenant du glucose (21,6 p. 100) introduit par une pompe dans la caillette par une fistule du rumen	3	8 à 9 mois	0,52	0,82	1,08	1,08	0,56
LARSEN et <i>al.</i>	1956								
DOLLAR et PORTER	1957	4 g/kg de poids vif offert en solution dans l'eau	8	6 et 34 jours	0,75	1,40	1,20	1,00	
DOLLAR et PORTER	1959	4 g/kg de poids vif offert en solution dans l'eau	5 5	9 jours 28 jours	0,74 0,65	0,70	0,57		
OKAMOTO, THOMAS et JOHNSON	1959	4 g/kg de poids vif offert en solution dans l'eau	8	5 à 53 jours	0,6 à 0,8	1,2 à 2,4	1,2 à 2,4		
VELU, GARDNER et KENDALL	1959	4 g/kg de poids vif offert en solution dans l'eau, distribué dans un seau à tétine (les veaux recevaient en plus de l'aliment concentré sec et du foin)	4 4 4 4 4	1 semaine 2 semaines 3 semaines 4 semaines 5 semaines	1,03 0,77 0,68 0,62 0,60	2,21 2,24 2,72 2,61 2,82	2,25 2,18 2,17 2,86 3,61	1,38 1,80 2,01 2,29 2,75	
VELU, KENDALL et GARDNER	1960		3 2 3	6 semaines 7 semaines 8 à 10 semaines	0,55 0,56 0,56	2,62 1,86 1,49	3,85 3,14 2,62	4,43 3,00 2,76	
HUBER et <i>al.</i>	1961	4 g/kg de poids vif offert en solution dans l'eau — pour les plus jeunes distribué au seau — pour les plus âgés introduit dans la caillette par une fistule du rumen	23 (4 à 5 à chaque âge)	22 jours 50 jours 136 jours 227 jours 600 jours	en p. 100 de la valeur du temps 0				
					0	110	110		0
					0	120	100		0
					0	50	70		0
					0	60	60		0
					0	30	30		0

de certains constituants des laits de remplacement actuels ne peut encore se justifier que par des observations empiriques.

Nous avons entrepris d'étudier de façon systématique l'utilisation des différents glucides que l'on pourrait employer pour remplacer les matières grasses du lait. Nous rapporterons ici les résultats obtenus avec le glucose ; d'autres glucides (saccharose, dextrines, amidon...) feront l'objet de publications ultérieures.

Différents auteurs ont déjà abordé l'étude de l'utilisation par le veau du glucose distribué soit en solution dans l'eau (KENNEDY et *al.*, 1939 ; LARSEN et STODDARD, 1953 ; LARSEN et *al.*, 1956 ; DOLLAR et PORTER, 1957, 1959 ; OKAMOTO, THOMAS et JOHNSON, 1959 ; VELU, GARDNER et KENDALL, 1959 ; VELU, KENDALL et GARDNER, 1960 ; HUBER et JACOBSON, 1960 ; HUBER et *al.*, 1961), soit comme constituant d'un véritable lait synthétique (WIESE et *al.*, 1947 ; FLIPSE et *al.*, 1949, 1950 *a*, 1950 *b* ; BLAXTER et WOOD, 1951 ; WALLACE, LOOSLI et TURK, 1951 ; CUNNINGHAM et BRISSON, 1957.) En mesurant l'augmentation de la glycémie après le repas (tableau 1), ils ont montré que le glucose était résorbé rapidement. Ces essais partiels et de courte durée ne permettent pas de préciser l'utilisation digestive et métabolique du glucose, ni son action sur la santé de l'animal ; par suite, ils ne permettent pas de définir la possibilité pratique d'utiliser le glucose dans les laits de remplacement pour les veaux à l'engrais.

Dans cet essai, nous avons cherché à préciser simultanément ces différents aspects ; pour cela, nous avons préparé 6 laits de 4 niveaux énergétiques différents en introduisant des quantités variables de glucose (23, 46 ou 69 g) dans des laits entiers ou partiellement écrémés ayant les taux butyreux suivants : 35, 25, 15 et 5 p. 1000.

Nous avons distribué ces laits à des veaux maintenus en cages à bilan entre les âges de 14 et de 84 à 91 jours. Les quantités distribuées étaient comparables à celles qui sont habituellement offertes aux veaux à l'engrais. Nous avons mesuré la digestibilité apparente du lait et de ses constituants, la rétention de l'azote et les variations de la glycémie ; les veaux ont été abattus à la fin de l'essai et nous avons apprécié la qualité de la carcasse.

Les laits contenant du glucose ont été comparés aux laits sans glucose ayant soit le même taux butyreux et, par conséquent, un niveau énergétique plus faible, soit un taux butyreux plus élevé et un niveau énergétique semblable. Ces derniers ont été étudiés dans des conditions identiques, et ont déjà fait l'objet d'une publication (MATHIEU et BARRÉ, 1964).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Régimes

Le glucose a été introduit en plus ou moins grande quantité dans des laits entiers ou partiellement écrémés. 23, 46 ou 69 g de glucose ont été additionnés à des laits ayant les taux butyreux suivants : 5, 15, 25 ou 35 p. 1000. Les 6 laits ainsi préparés seront désignés par deux nombres,

le premier rappelant la teneur en matières grasses et le second la teneur en glucose ; ils répondent aux dénominations suivantes : 5-23, 5-46, 5-69, 15-46, 25-23, 35-23 (tableau. 2). 23, 46 ou 69 g de glucose apportant la même énergie brute que 10, 20, 30 g de matières grasses, les 6 laits avaient donc à peu près les 4 valeurs énergétiques suivantes : 530, 620, 720 et 810 k cal/kg ; ces valeurs énergétiques étaient semblables à celles des laits sans glucose contenant 15, 25, 35 et 45 g de matières grasses par kg. Dans les figures, une même forme géométrique sera réservée aux différents laits

TABLEAU 2

Caractéristiques des laits expérimentés et nombre de veaux utilisés

Energie brute (k cal/kg) (1)	Isoénergétique à un lait contenant (g p. 1000 matières grasses)	Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du lait en glucose (g/kg)	Dénomination du lait	Nombre de veaux
532	15	5	23	5-23	2
624	25	5	46	5-46	2
716	35	5	69	5-69	2
		15	46	15-46	2
		25	23	25-23	2
808	45	35	23	35-23	3

(1) Calculée à partir de l'analyse du lait à 35 p. 1000 utilisé en prenant comme coefficient (d'après BRODY, 1945) : pour les matières grasses 9,20 ; pour les matières azotées 5,65 ; pour le lactose et le glucose 4,0.

apportant la même énergie (fig. 1). Les 6 laits étudiés ont été comparés aux 5 laits sans glucose désignés suivant le même principe (5-0, 15-0, 25-0, 35-0, 45-0), et représentés par des signes pleins.

Les veaux n'ont consommé aucun autre aliment que ces laits ; ils ont été maintenus ainsi au stade préruminant jusqu'à leur abattage. Ils ont reçu des quantités de lait importantes, du même ordre de grandeur que celles qui sont habituellement distribuées aux veaux à l'engrais (maximum 14 kg/j). Chaque veau a consommé en moyenne 950 kg de lait en 10 semaines entre les âges de 14 et de 91 jours.

Teneur du lait en glucose / matières grasses g/kg	0	23	46	69
5	x	□	△	●
15	■		○	
25	▲	○		
35	●	▽		
45	▼			

FIG. 1. — Laits expérimentés et signes correspondants utilisés dans les graphiques:

x laits apportant environ 440 k cal ; ■ □ laits apportant environ 530 k cal ; ▲ △ laits apportant environ 620 k cal ; ● ○ laits apportant environ 720 k cal ; ▼ ▽ laits apportant environ 810 k cal.

Animaux

Les essais ont été effectués sur 13 veaux mâles mis en expérience en 4 séries successives de 3 à 4 veaux, de 1958 à 1961 (tableau 3). Ces veaux, de race *Normande*, achetés à l'âge de 7 jours, ont été placés dès leur arrivée dans des cages à bilan (BOCCARD et BOISSAU, 1958). Les mesures n'ont commencé qu'une semaine plus tard, de façon à laisser les veaux s'adapter à leurs nouvelles conditions d'existence. Ces mesures ont alors été effectuées pendant 10 semaines consécutives. Pour quelques veaux malades dans les premiers jours (1^{re} et 3^e séries), le début des mesures a dû être retardé, et l'expérience n'a duré que 8 à 9 semaines. Deux veaux de la 2^e série sont morts de broncho-pneumonie en cours d'essai, à l'âge de 2 mois ; pour ces 2 veaux, nous n'avons donc que 6 semaines de mesures.

TABLEAU 3
Conditions de l'essai

Dates du début d'expérience	Série	Age des veaux au début de l'essai (j)	Numéro des veaux	Teneur du lait en :		Nombre de semaines de mesure
				Matières grasses (g/kg)	Glucose (g/kg)	
1-12-1958	1	38	8793	5	23	8
		38	8794	5	69	8
		38	8796	5	46	8
2-3-1959	2	17	9403	5	69	6
		17	9411	5	23	6
		17	9430	5	46	10
27-7-1959	3	31	9549	25	23	9
		31	9550	25	23	9
		31	9557	15	46	9
		31	9585	15	46	9
2-5-1961	4	15	1742	35	23	10
		15	1950	35	23	10
		15	1952	35	23	10

Chacun des laits était distribué à 2 veaux, à l'exception du lait contenant 35 g de matières grasses et 23 g de glucose par kg qui était distribué à 3 veaux de la 4^e série (tableau 2).

Les veaux étaient pesés une fois par semaine, le matin avant le premier repas, ainsi que le jour de leur abattage (84 à 91 jours).

Aliments

Les laits étaient préparés à partir d'un lait de mélange de taux butyreux supérieur à 35 p. 1 000 ; ce lait provenait de la traite du soir du troupeau de la Station. Une partie du lait 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 g de matières grasses par kg.

Le glucose utilisé était un glucose industriel (cérélose à 92,0 p. 100 de matière sèche, contenant 0,8 p. 100 d'impuretés) ; il était ajouté aux laits au moment de la distribution.

Pour compenser l'élimination des vitamines A et D lors de l'écémage, nous ajoutons une fois par semaine aux laits à 5, 15, 25 p. 1000, 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 étaient distribués dans des seaux, à une température d'environ 37°C, en deux repas. Les quantités offertes chaque jour étaient les mêmes pour tous les veaux ; elles étaient importantes et augmentaient avec l'âge, de 6 kg/j à 3 semaines jusqu'à un maximum de 14 kg/j à partir de la 9^e semaine (tableau 4). Les quantités refusées par chaque veau étaient pesées après tous les repas.

TABLEAU 4

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

Age (semaines)		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quantités maximum offertes		6	8	10	10	12	12	14	14	14	14
Quantités consommées	<i>Veau n°</i>										
	8793			7,2	9,2	10,6	11,8	10,7	12,3	12,0	13,4
	9411	4,0	6,0	8,0	9,3	7,0	6,9				
	8796			9,0	9,0	10,0	11,2	10,2	11,2	11,6	11,3
	9430	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	13,6	14,0	12,9	12,1	12,9
	8794			9,0	10,0	11,5	11,9	12,3	12,8	13,3	14,3
	9403	4,0	6,0	8,0	9,8	8,2	8,7				
	9557	6,0	8,0	10,0	10,0	11,9	12,0	12,0	12,8	14,0	14,0
	9505	6,0	8,0	10,0	10,0	10,9	12,0	12,0	13,6	13,3	14,0
	1950	6,0	7,0	8,0	10,0	10,0	11,8	12,8	12,6	11,9	7,8
	1952	6,0	7,0	8,0	10,0	10,0	11,3	13,0	13,0	13,0	13,0
	1742	6,0	7,0	8,0	10,0	10,0	11,3	13,0	12,9	13,0	13,0

Mesures et calculs

Les mesures et les calculs effectués ont été exposés en détail dans la publication précédente (MATHIEU et BARRÉ, 1964) ; rappelons-les brièvement :

— des échantillons moyens hebdomadaires (6 jours par semaine) destinés à l'analyse, étaient constitués à partir des 6 laits, des fèces et de l'urine de chaque veau. Nous pouvions ainsi calculer pour chaque veau le coefficient d'utilisation digestive apparent (C.U.D.) de la matière sèche, de la matière organique, des matières grasses, de l'azote et de la fraction glucidique, ainsi que le coefficient de rétention apparent (C.R.) et le coefficient d'utilisation pratique apparent (C.U.P.) de l'azote ;

— une fois par semaine, nous déterminions le taux de sucres réducteurs du sang (glycémie) et de l'urine (glycosurie) d'un veau pour chaque régime ;

— à l'abattage, la carcasse et les différentes parties du 5^e quartier (viscères, peau, sang...) ont été pesées, ce qui a permis de calculer le rendement commercial et le rendement vrai. La qualité de la carcasse a été estimée, mais dans cet essai, nous n'avons pas eu la possibilité de prélever des muscles afin de les analyser. A partir des résultats obtenus sur 4 veaux abattus à l'âge de 15 jours, nous avons estimé le poids de carcasse des veaux au début de l'essai ; nous avons pu alors calculer le gain de poids de la carcasse.

RÉSULTATS

Croissance pondérale

Les veaux recevant un lait additionné de glucose ont eu en général des gains de poids vif et de carcasse plus élevés que les veaux qui consommaient le lait de même taux butyreux contenant moins ou pas de glucose (tableau 5). Ainsi, les veaux

qui recevaient le lait 5-0, ont eu un gain de poids plus faible (517 g/j) que les veaux qui recevaient les laits 5-46 (798 g/j) et 5-69 (835 g/j), mais assez voisin de celui des veaux qui recevaient le lait 5-23 (472 g/j).

TABLEAU 5

Gain de poids vif et gain de poids de carcasse (g/j)

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du lait en glucose (g/kg)							
	0		23		46		69	
	vif	carcasse	vif	carcasse	vif	carcasse	vif	carcasse
5	517	305	472	374	798	505	835	600
15	727	466			938	621		
25	845	525	950	654				
35	910	612	902	652				
45	894	637						

Les veaux qui recevaient du lait contenant du glucose ont eu un gain de poids plus élevé que les veaux qui recevaient du lait isoénergétique ne contenant pas de glucose, à condition que la teneur du lait en matières grasses fût supérieure à 15 g/kg. Ainsi, dans le cas des laits ayant une valeur énergétique d'environ 720 kcal/kg, le gain de poids vif a été de 910, 950, 938 et 835 g/j pour les veaux qui ont reçu respectivement les laits 35-0, 25-23, 15-46 et 5-69.

Excrétas et bilans d'eau

Les fèces sèches des animaux des différents régimes ont eu une composition très semblable (tableau 6) ; néanmoins, elles contenaient moins de matière organique quand le niveau énergétique du lait ingéré était faible ; leurs teneurs en matières grasses présentaient des variations que nous n'avons pas pu relier aux régimes.

Nous avons obtenu une estimation objective de la consistance des fèces, aspect important des diarrhées, en déterminant chaque jour leur teneur en matière sèche. Nous avons réparti les teneurs en matière sèche des fèces en 9 intervalles (< 4 p. 100, de 4 à 8 p. 100, de 8 à 12...), que nous avons ensuite regroupés en 3 classes correspondant à 3 aspects macroscopiques : état diarrhéique < 12 p. 100, état relâché de 12 à 20 p. 100, état normal > 20 p. 100 (BLAXTER et WOOD, 1953 ; ROY *et al.*, 1961). Pour chaque régime, la fréquence des états correspondant aux différentes classes de matières sèches des fèces a été représentée dans la figure 2. La fréquence des diarrhées qui, avec les laits sans glucose, était au maximum de 20 p. 100 (lait 5-0) a augmenté au fur et à mesure que les teneurs en glucose étaient plus élevées ; elle

a atteint 60 à 70 p. 100 chez les veaux qui recevaient les laits contenant 46 et 69 g de glucose par kg.

Les veaux ayant fréquemment la diarrhée n'excrétaient pas, dans les fèces, une quantité d'eau beaucoup plus importante que les veaux ayant des fèces normales. Par conséquent, l'eau retenue (Ingrérée — (Fèces + Urine)), était directement fon-

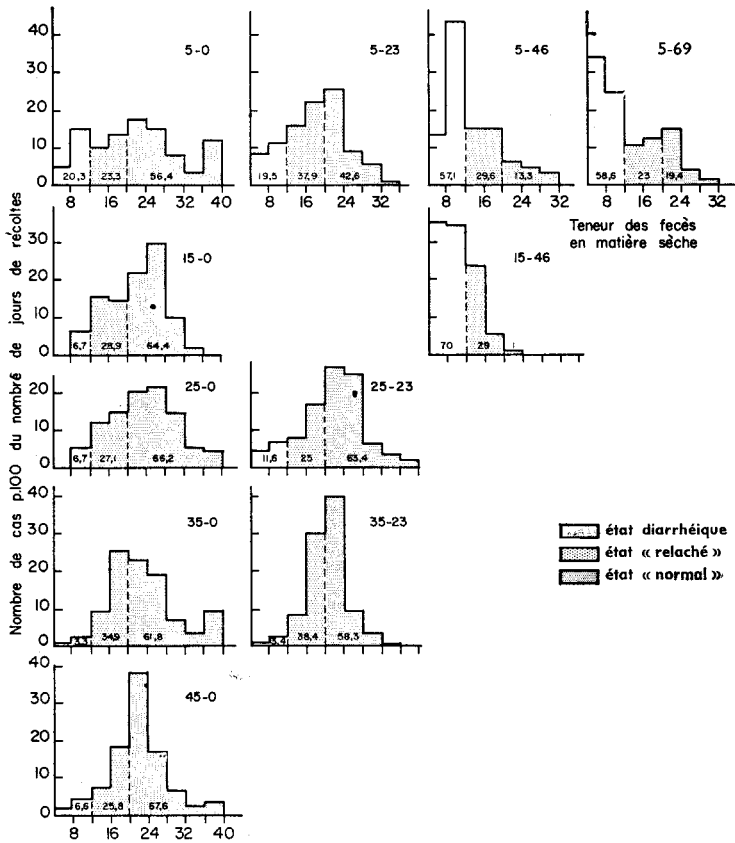


FIG. 2. — Répartition de la teneur en matière sèche des fèces (en p.100 du nombre de jours de récoltes)

tion de l'importance de l'eau urinaire ; cette dernière était d'autant plus réduite que les veaux avaient des gains de poids plus élevés (tableau 7).

Digestibilité des laits

Dans aucun des régimes étudiés, il n'y a eu d'évolution des C.U.D. avec l'âge ou la quantité de lait consommée ; la faible dispersion autour de la moyenne des différentes périodes le prouve (tableau 8). Pour cette raison, nous avons présenté pour chaque veau et pour les principaux constituants du lait, la moyenne et l'écart-type des C.U.D. hebdomadaires.

TABLEAU 8

Digestibilité des laits, rétention azotée et croissance des veaux
(moyenne et écarts-types pour l'ensemble des périodes par veau)

Teneur du lait en :		Numéro du veau	Coefficients d'utilisation digestive apparents (p. 100)					Coefficient de rétention apparent de l'azote (p. 100)	Gain de poids (g/j)
matières grasses (g/kg)	glucose (g/kg)		Matière sèche	Matière organique	Matières grasses	Fraction glucidique	Azote		
5	23	8 793	97,7 ± 0,8	98,4 ± 0,7	94,0 ± 2,1	99,2 ± 0,4	96,8 ± 1,4	52,8 ± 5,1	572
		9 411	95,9 ± 1,0	96,6 ± 0,8	83,9 ± 7,6	98,6 ± 0,2	93,7 ± 1,4	34,7 ± 16,2	371
5	46	8 796	97,2 ± 0,5	97,7 ± 0,1	94,2 ± 2,1	98,8 ± 0,82	94,7 ± 1,1	51,1 ± 9,9	739
		9 430	98,6 ± 0,8	98,9 ± 0,6	95,9 ± 2,8	99,5 ± 0,03	97,0 ± 1,8	65,5 ± 13,9	857
5	69	8 794	97,3 ± 0,3	97,8 ± 0,4	91,4 ± 2,9	99,0 ± 0,5	94,2 ± 1,2	52,1 ± 5,5	920
		9 403	97,7 ± 0,3	97,8 ± 0,03	92,0 ± 3,2	99,0 ± 0,4	94,0 ± 0,9	65,8 ± 11,6	750
15	46	9 557	98,7 ± 0,5	98,9 ± 0,4	99,0 ± 0,4	99,4 ± 0,2	97,4 ± 1,3	72,3 ± 11,7	959
		9 585	98,0 ± 0,5	98,2 ± 0,5	98,4 ± 0,9	99,0 ± 0,03	95,7 ± 1,3	72,7 ± 13,8	918
25	23	9 549	97,6 ± 0,8	97,8 ± 0,7	98,5 ± 1,0	98,4 ± 0,4	95,6 ± 1,3	70,9 ± 10,6	946
		9 550	97,9 ± 0,5	98,1 ± 0,5	98,7 ± 0,4	98,9 ± 0,4	95,8 ± 1,2	73,3 ± 8,2	953
35	23	1 950	97,6 ± 1,7	97,8 ± 1,7	99,0 ± 0,8	99,0 ± 0,9	94,5 ± 4,6	72,7 ± 6,2	901
		1 952	98,6 ± 0,2	98,3 ± 1,8	98,8 ± 0,9	98,9 ± 1,5	96,7 ± 2,2	68,7 ± 6,3	875
		1 742	98,4 ± 1,0	98,4 ± 0,9	99,1 ± 0,4	99,1 ± 0,7	96,0 ± 2,6	72,5 ± 6,7	930

Quel qu'ait été le régime, la digestibilité de tous les constituants des laits a été très élevée (tableaux 9 et 10). Les C.U.D ont été compris entre 89,0 et 99,1 pour les matières grasses, entre 95,4 et 98,4 pour la matière sèche, entre 96,0 et 98,6 pour la matière organique, entre 94,1 et 97,3 pour l'azote, entre 98,1 et 99,4 pour la fraction glucidique. Le C.U.D. de cette dernière (glucose + lactose) a été en moyenne pour les 13 animaux de $99,0 \pm 0,3$; le glucose ingéré a donc été totalement résorbé.

La digestibilité des différents constituants des laits a été la même, indépendamment de la quantité de glucose ajoutée et du niveau énergétique.

Rétention azotée

Le coefficient de rétention apparent de l'azote a évolué avec l'âge de façon analogue pour les veaux des différents régimes (fig. 3); faible au début, il a augmenté jusqu'aux 3^e et 4^e semaines de l'essai, puis il a eu tendance à diminuer.

Le C.R. de l'azote des laits contenant du glucose a été d'autant plus élevé que la teneur en glucose était plus importante. Ainsi le C.R. de l'azote a été de 43,7, 58,3, et 59,0 respectivement pour les laits 5-23, 5-46 et 5-69 (tableau 10).

Le C.R. de l'azote des laits contenant du glucose était plus élevé que le C.R. de l'azote des laits isénergétiques ne contenant pas de glucose, ceci à condition que la teneur du lait en matières grasses fût au moins égale à 15 g/kg. Ainsi, dans ce cas, des laits ayant une valeur énergétique d'environ 720 kcal/kg, le C.R. de l'azote a été de 64,6, 72,1, 72,5 et 59,0 respectivement pour les laits 35-0, 25-23, 15-46 et 5-69.

TABLEAU 9

*Coefficient d'utilisation digestive apparent de la matière sèche,
de la matière organique, des matières grasses et de la fraction glucidique*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du lait en glucose (g/kg)															
	0				23				46				69			
	M. S.	M. O.	M. G.	F. G.	M. S.	M. O.	M. G.	F. G.	M. S.	M. O.	M. G.	F. G.	M. S.	M. O.	M. G.	F. G.
5	97,2	97,8	94,6	98,8	96,8	97,5	89,0	98,9	97,9	98,3	95,4	99,2	97,6	97,8	91,7	99,0
15	97,9	98,4	97,5	99,4					98,4	98,6	98,7	99,2				
25	97,8	98,1	98,3	98,9	97,8	98,0	98,6	98,7								
35	98,2	98,5	99,1	98,9	98,2	98,2	99,0	99,0								
45	95,4	96,0	93,2	98,1												

M. S. = Matière sèche

M. G. = Matières grasses

M. O. = Matière organique

F. G. = Fraction glucidique

TABLEAU IO

Coefficient d'utilisation apparent (C.U.D.), coefficient de rétention apparent (C.R.) et coefficient d'utilisation pratique apparent (C.U.P.) de l'azote

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du lait en glucose (g/kg)											
	0			23			46			69		
	C.U.D.	C.R.	C.U.P.	C.U.D.	C.R.	C.U.P.	C.U.D.	C.R.	C.U.P.	C.U.D.	C.R.	C.U.P.
5	96,6	47,3	45,7	95,2	43,7	41,6	95,5	58,3	55,7	94,4	59,0	55,5
15	97,3	60,3	58,7				96,6	72,5	70,0			
25	96,6	62,7	60,6	95,7	72,1	69,0						
35	97,0	64,6	62,7	95,7	71,3	68,2						
45	95,8	60,0	57,5									

Le coefficient d'utilisation pratique (C.U.P.) de l'azote, produit du C.U.D. à peu près constant par le C.R., a donc des variations de même sens et de même amplitude que le C.R.

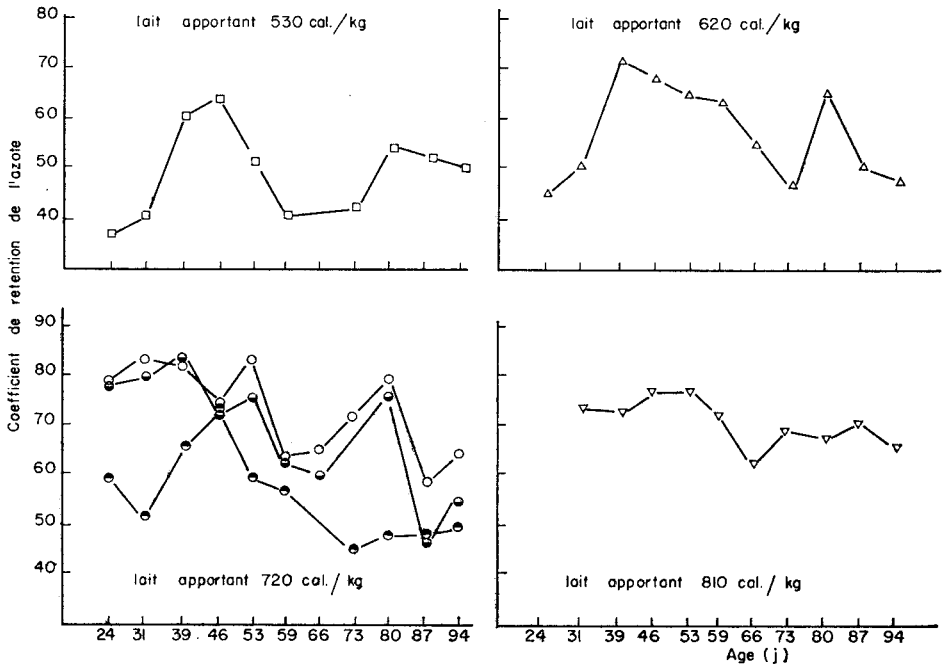


FIG. 3. — Évolution du coefficient de rétention apparent de l'azote

□ 5-23 ▲ 5-46 ○ 25-23 ● 15-46 ● 5-49 ▼ 35-23

Glycémie et glycosurie

Pour compléter les renseignements fournis par le C.U.D. sur l'utilisation digestive de la fraction glucidique, nous avons déterminé la teneur en sucres réducteurs du sang et de l'urine.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence d'évolution de la glycémie avec l'âge, qu'elle ait été mesurée à jeun ou 2 heures après les repas.

La glycémie mesurée le matin à jeun a été à peu près la même pour les veaux de tous les régimes mais, après les repas, elle était d'autant plus élevée que les veaux consommaient un lait plus riche en glucose (tableau 12). Ainsi la glycémie post-prandiale a été de 1,2, 1,4, et 1,9 g/l respectivement pour les veaux recevant les laits 5-23, 5-46 et 5-69. Chez les animaux qui recevaient la dose la plus forte de glucose (69 g/kg), on a relevé une hyperglycémie presque continue (1,7 à 1,9 g/l) tout au cours de la journée, et une très grande fluctuation d'une semaine à l'autre.

Le tableau 11 rassemble les résultats concernant l'excrétion des sucres réducteurs de l'urine. La consommation des laits à teneur élevée en glucose (46 et 69 g/kg) a déterminé une forte glycosurie que l'on peut rapprocher de l'hyperglycémie des mêmes animaux. Néanmoins, la quantité de sucres réducteurs excrétés par jour a été faible et le coefficient de rétention de la fraction glucidique n'a été inférieur que de 1 ou 2 points au coefficient d'utilisation digestive.

TABLEAU II

Excrétion des sucres réducteurs par l'urine
(grammes par litre (g/l) et grammes par jour et par veau (g/j))

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du lait en glucose (g/kg)							
	0		23		46		69	
	g/l	g/j	g/l	g/j	g/l	g/j	g/l	g/j
5	1,9	10,5	3,3	11,3	6,7	31,3	11,3	39,5
15	1,1	5,6			13,0	47,5		
25	1,4	8,9	2,2	10,6				
35	0,6	2,9	0,6	2,8				
45	0,7	3,0						

Carcasse

Les rendements des veaux à l'abattage ont été très élevés, de l'ordre de 65 p. 100 (tableau 13); ceci tenait surtout au faible développement du tube digestif. En effet, le rumen avait à peu près le même poids que la caillette, ce qui est une des caractéristiques.

TABLEAU I 2
Teneur du sang en sucres réducteurs (g/l) au cours de la journée
 (moyenne et écarts-types)

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du lait en glucose (g/kg)															
	0				23				46				69			
	R ₁	R ₁ + 2	R ₂	R ₂ + 2	R ₁	R ₁ + 2	R ₂	R ₂ + 2	R ₁	R ₁ + 2	R ₂	R ₂ + 2	R ₁	R ₁ + 2	R ₂	R ₂ + 2
5	0,59 ± 0,12	4,14 ± 0,36	0,67 ± 0,16	4,32 ± 0,21	0,54 ± 0,06	4,14 ± 0,44	0,70 ± 0,24	4,31 ± 0,37	0,60 ± 0,07	4,42 ± 0,36	1,04 ± 0,38	1,57 ± 0,35	0,54 ± 0,07	4,93 ± 0,33	1,64 ± 0,67	1,83 ± 0,42
15	0,74 ± 0,09	4,18 ± 0,15	0,77 ± 0,10	4,18 ± 0,17					0,59 ± 0,65	2,10 ± 0,26	1,34 ± 0,28	2,26 ± 0,30				
25	0,83 ± 0,11	4,31 ± 0,24	0,81 ± 0,15	4,46 ± 0,32	0,68 ± 0,06	4,88 ± 0,22	0,79 ± 0,23	2,02 ± 0,27								
35	0,78 ± 0,15	4,21 ± 0,30	0,86 ± 0,14	4,37 ± 0,32	0,83 ± 0,20	4,39 ± 0,21	0,80 ± 0,23	1,60 ± 0,28								
45	0,85 ± 0,16	4,23 ± 0,22	0,87 ± 0,21	4,18 ± 0,32												

R₁ immédiatement avant le premier repas
 R₁ + 2 2 heures après le premier repas

R₂ immédiatement avant le deuxième repas
 R₂ + 2 2 heures après le deuxième repas

téristiques des veaux maintenus au stade de préruminants. Pour les animaux recevant des laits isoénergétiques, la substitution du glucose aux matières grasses a peu modifié le rendement commercial et le rendement vrai. Ainsi dans le cas des laits ayant une valeur énergétique d'environ 720 kcal/kg, le rendement commercial a été de 64,1, 65,1, 62,2 et 62,5 respectivement pour les laits 35-0, 25-23, 15-46 et 5-69.

TABLEAU 13

*Rendements commerciaux (1) (p. 100 du poids vif), rendements vrais (2)
et importance de l'appareil digestif (3)
(p. 100 du poids vif vide)*

Teneur du lait en matières grasses (g/kg)	Teneur du lait en glucose (g/kg)											
	0			23			46			69		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	61,0	64,5	5,8	61,9	64,0	5,6	61,8	65,1	6,2	62,5	65,4	5,2
15	61,6	64,4	5,7				62,2	66,6	5,4			
25	63,5	64,9	5,9	65,1	65,7	5,3						
35	64,1	65,9	4,5	66,8	68,1	4,6						
45	65,9	67,0	4,9									

La conformation de la carcasse estimée de façon subjective était d'autant meilleure que le gain de poids des animaux avait été plus élevé. Il n'y a pas eu de relations entre les régimes étudiés et la coloration des tissus. En revanche, l'état d'engraissement et plus encore l'importance du dépôt de graisse périrénale, étaient très variables suivant les régimes. Les notes attribuées à ces deux caractères ont été d'autant plus élevées que les laits consommés étaient plus riches en matières grasses, indépendamment de leur teneur en glucose. Les notes pour la graisse périrénale ont été par exemple de 3,5, 1,5, 0,5 et 0 pour les veaux qui avaient reçu respectivement les laits 35-0, 25-23, 15-46 et 5-69, pourtant isoénergétiques.

DISCUSSION

Le remplacement d'une partie des matières grasses par du glucose n'a pas modifié la digestibilité du lait. En effet, comme les matières grasses qu'il remplaçait, le glucose a été résorbé en totalité dans le tube digestif quels qu'aient été la quantité offerte (jusqu'à 1 kg/j) et l'âge des animaux (de 14 à 91 j). Pour tous les régimes et tous les animaux (120 données), le C.U.D. de la fraction glucidique (lactose + glu-

cese) a en effet été de $99,0 \pm 0,3$. WALLACE, LOOSLI et TURK (1951) CUNNINGHAM et BRISSON (1957) ont mesuré le C.U. D. de la fraction glucidique d'un lait synthétique contenant du glucose. Les résultats obtenus par les premiers ont été inférieurs de 7 points (92,6) à celui que nous avons calculé, mais il faut noter que la digestibilité de leur aliment n'était que de 88,3, c'est-à-dire qu'elle était bien inférieure à celle du lait le plus riche en glucose (97,6) ; en revanche, les seconds ont trouvé une digestibilité du glucose comprise entre 98,1 et 99,9.

Le coefficient de rétention de l'azote a varié d'abord dans le même sens que le niveau énergétique de l'aliment, aspect que nous avons discuté dans une publication précédente (MATHIEU et BARRÉ, 1964), mais aussi en fonction de la part respective du glucose et des matières grasses dans cet apport énergétique. Ainsi, à niveau énergétique égal et à condition que le taux de matières grasses ait été au moins de 15 g/kg, la rétention azotée la plus élevée (supérieure de 10 points) a été observée avec les laits contenant 23 et 46 g de glucose (tableau 10). Le remplacement d'une partie des matières grasses du lait par du glucose a donc entraîné une amélioration de la rétention azotée, bien que le niveau énergétique de la ration ne fût pas modifié ; la supériorité des glucides sur les lipides dans ce domaine a été démontrée sur le porc en croissance dès 1927, par TERROINE et MAHLER-MENDLER ; le premier de ces auteurs a retrouvé le même phénomène sur le veau en remplaçant les matières grasses du lait par de l'amidon (TERROINE, 1930).

Ces remarques sont confirmées par l'étude du gain de poids vif ou du gain de poids de carcasse des animaux. Pour des laits isoénergétiques, ces gains de poids ont été plus élevés lorsque le lait contenait un taux minimum de matières grasses (au moins 15 g/kg), et un taux de glucose pas trop élevé (46 g/kg au plus) ; ainsi les veaux recevant les laits 15-46 et 25-23 ont eu des gains de poids (vif et de carcasse) et des rendements (commercial et vrai) plus élevés que les veaux qui consommaient le lait isoénergétique sans glucose (35-0). Les mêmes résultats ont été retrouvés sur les veaux qui recevaient le lait 35-23, par rapport au lait à 45-0. Ces résultats permettent de supposer que l'aliment du jeune veau devrait avoir un équilibre glucide-lipide différent de celui du lait entier ; il devrait être en particulier proportionnellement plus riche en glucides.

La conformation de la carcasse a été classée comme le gain de poids des animaux, mais il n'en a pas été de même pour les appréciations données sur l'état d'engraissement et le dépôt de graisse périrénale. L'état d'engraissement n'a été satisfaisant que lorsque le lait contenait au moins 25 g de matières grasses. Le glucose n'apparaît donc pas comme un précurseur important des matières grasses au cours de la lipogénèse. De telles observations n'ont jamais été rapportées chez le veau, mais ont déjà été signalées chez le lapin, le rat et le porc (NEHRING, JENTSCH et SCHIEMANN, 1962) ; les dépôts de graisse chez ces espèces ont été trois fois moindres lorsque du glucose était substitué à de l'huile d'arachide dans le régime.

Les veaux qui ont ingéré la même quantité d'énergie digestible ont effectué des gains de poids équivalents, mais ce gain a eu une composition variable avec la proportion respective de glucose et de matières grasses. Les veaux recevant des laits qui contiennent du glucose élaborent moins de matières grasses et plus de protéines, ils retiennent une proportion plus élevée de l'azote et de l'eau ingérés que les veaux recevant un lait isoénergétique sans glucose.

L'utilisation métabolique du glucose a été également estimée par des mesures de la glycémie du sang périphérique, chez l'animal à jeun et 2 heures après les repas. Nous n'avons pu déceler d'évolution de la glycémie avec l'âge ce qui est en accord avec les résultats d'une précédente publication (MATHIEU et BARRÉ, 1964). La glycémie postprandiale a été d'autant plus élevée que la teneur du lait en glucose était plus importante (tableau 12). Elle a présenté des valeurs du même ordre que celles obtenues par les autres auteurs avec des régimes pourtant différents (tableau 1). L'hyperglycémie observée a entraîné une hyperglycosurie, jusqu'à 13 g de sucres réducteurs par litre d'urine ; remarquons que l'hyperglycémie observée n'a pas diminué de façon appréciable les quantités d'aliments consommées.

La consommation de laits ayant des teneurs élevées en glucose (46 et 69 g/kg) a entraîné l'apparition de troubles digestifs diarrhéiques. L'effet laxatif du glucose chez le veau a déjà été mentionné par différents auteurs (WIESE et *al.*, 1947 ; FLIPSE et *al.*, 1950 a ; HUBER et JACOBSON, 1960 ; HUBER et *al.*, 1961 ; BLAXTER et WOOD, 1951 ; CUNNINGHAM et BRISSON, 1957). Deux hypothèses peuvent être invoquées pour expliquer l'effet laxatif du glucose. D'une part celui-ci pourrait exercer une action physico-chimique ; la forte concentration de glucose dans le contenu intestinal provoquerait un appel d'eau par osmose. D'autre part, l'abondance du glucose — très fermentescible — pourrait modifier la microflore intestinale ; quelques arguments sont en faveur de l'intervention de cette flore chez le jeune veau. Dans les fèces des veaux qui recevaient la plus forte concentration en glucose (46 et 69 g/kg), RAIBAUD (1959) a observé une prolifération anormale de certaines levures. En effet, le nombre de ces levures atteignait $2,3 \cdot 10^8$ par g de contenu fécal frais quelques jours après le début de l'expérience, alors que chez les veaux qui recevaient les laits contenant 0 ou 23 g de glucose ce nombre ne dépassait pas en général 10^5 . Cependant à l'abattage, il n'a pas été retrouvé cette population anormalement élevée de levures. CUNNINGHAM et BRISSON (1955) ont observé des diarrhées chez des agneaux qui recevaient un lait synthétique contenant du glucose ; ils ont imputé les accidents observés à des intoxications alcooliques, l'alcool provenant des fermentations microbiennes. MAGNAR RONNING et BENEVENGA (1960) après avoir distribué à des veaux un lait synthétique contenant 38 p. 100 de glucose, ont diminué la fréquence des diarrhées en adjoignant des vitamines du groupe B (thiamine, biotine, acide panthothénique, riboflavine, choline). Nous connaissons le rôle que jouent certaines vitamines du groupe B dans le métabolisme des glucides, nous pouvons penser que pour ces régimes hyperglucidiques les teneurs du lait en vitamines du groupe B sont insuffisantes.

En définitive, il semble que la dose de 23 g de glucose par kg de lait constitue un seuil au-dessus duquel le risque de troubles alimentaires devient important ; nous avons vu d'autre part que la teneur du lait en matières grasses devait être au moins de 25 g/kg pour obtenir une carcasse de qualité suffisante et un bon état d'engraissement. Les laits qui ont donné les meilleurs résultats d'engraissement ont été les deux laits qui contenaient, par kg, l'un 25 g de matières grasses et 23 g de glucose et l'autre 35 g de matières grasses et 23 g de glucose.

SUMMARY

DIGESTION AND UTILISATION OF FEEDS BY THE PRE-RUMINANT FATTENING CALF
II. REPLACEMENT OF FAT IN MILK BY GLUCOSE

This trial was undertaken to study, in the pre-ruminant fattening calf, the feeding value of glucose given in whole or partly skimmed milk. Six « milks » with 4 different energy values, 530, 620, 720 and 810 kcal per kg were used. They had 2.3, 4.6 or 6.9 p. 100 glucose and 3.5, 2.5, 1.5 or 0.5 p. 100 fat. They are referred to as : 5-23, 5-46, 5-69, 15-46, 25-23 and 35-23 (fig 1).

Thirteen male *Norman* calves, 2 or 3 to a diet, were used (table 2). They were kept in metabolism cages between the ages of 2 and 12 to 13 weeks, when they were killed. The calves were fed on large amounts of milk comparable to those given to fattening calves in current practice (up to 14 kg/day). Apparent digestibility of the milks and their constituents, and nitrogen retention, were estimated in twelve periods of one week (6 days).

The results obtained were compared with the main results found with 5 milks without glucose, and 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, or 4.5 p. 100 fat, previously published (MATHIEU and BARRÉ, 1964).

1. On average the calves given the milk with most energy gained most weight ; moreover, gains were more when the milks contained both fat, 1.5 or 2.5 p. 100, and glucose 4.6 or 2.3 p. 100 (table 5.)

2. Diarrhoea was more frequent when the milk had more glucose. It was seen in as many as 60 to 70 p. 100 of the calves given milk with 4.6 or 6.9 p. 100 glucose (fig 2). Retention of water (Ingested — [faeces + urine]) was more in the calves with higher gains in weight (table 7).

3. Digestibility of the 6 milks was very high (tables 8 and 9). It was comparable to that of whole milk, which means that the glucose was completely absorbed. Apparent digestibility of the carbohydrate fraction of the diet [lactose + glucose] was 99 ± 0.03 p. 100.

4. Coefficient of nitrogen retention of milks with the same energy value was greater when the milk contained glucose even when it was introduced into whole milk (3.5 p. 100 fat + 2.3 p. 100 glucose compared to 4.5 p. 100 fat), (table 10).

5. Values for blood sugar after feeding were high, 2 g per litre, when the calves received large amounts of glucose, 6.9 p. 100 (table 12). Related to this, high values for sugars in urine were seen (table 11).

6. Carcasses were scored for fatness. On milks supplying the same energy they were better when there was more fat in the milk.

7. It was concluded that the best results were obtained with the milks, 2.5 p. 100 fat and 2.3 p. 100 glucose, 3.5 p. 100 fat and 2.3 p. 100 glucose.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLAXTER K. L., WOOD W. A., 1951. The nutrition of the young *Ayrshire* calf. I. The endogenous nitrogen and basal energy metabolism of the calf. *Brit. J. Nutr.*, **5**, 11-25.
- 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.
- BRODY S., 1945. *Bioenergetics and growth*, Reinhold, New York, 1023 pp.
- CUNNINGHAM H. M., BRISSON G. J., 1955. Note on alcoholic fermentation in the stomachs of lambs fed high-glucose diets. *Canad. J. Agric. Sci.*, **35**, 511-512.
- CUNNINGHAM H. M., BRISSON G. J., 1957. The endogenous urinary and metabolic fecal nitrogen excretions of new born dairy-calves. *Canad. J. Agric. Sci.*, **37**, 152-156.
- CUNNINGHAM H. M., 1959. Digestion of starch and some of its degradation products by newborn pigs. *J. Anim. Sci.*, **18**, 964-975.
- DOLLAR A. M., PORTER J. W. G., 1957. Utilization of carbohydrates by the young calf. *Nature*, **179**, 1299-1300.

- DOLLAR A. M., PORTER J. W. G., 1959. Some aspects of carbohydrate utilization by young calves. *Int. Dairy Congr.*, **1**, 185-189.
- FLIPSE R. J., HUFFMAN C. F., DUNCAN C. W., WEBSTER H. D., 1950 *b*. Carbohydrate utilization in the young calf. II. Nutritive value of starch and the effect of lactose on the nutritive value of starch and corn syrup in synthetic milk. *J. Dairy Sci.*, **33**, 557-564.
- FLIPSE R. J., HUFFMAN C. F., WEBSTER H. D., DUNCAN C. W., 1949. The comparative value of corn syrup lactose and glucose as carbohydrate sources in synthetic milks for young calves. *J. Anim. Sci.*, **8**, 618.
- FLIPSE R. J., HUFFMAN C. F., WEBSTER H. D., DUNCAN C. W., 1950 *a*. Carbohydrate utilization in the young calf. I. Nutritive value of glucose corn syrup and lactose as carbohydrate sources in synthetic milk. *J. Dairy Sci.*, **33**, 548-557.
- GOUIN A., ANDOUARD P., 1908. Quelques conseils sur l'élevage artificiel des veaux in *Société de l'Alimentation Rationnelle du Bétail*; C. R. XI^e Congrès. 1-3 Imprimerie Paul Dupont, Paris.
- HUBER J. T., JACOBSON N. L., 1960. Utilization of carbohydrates posterior to the rumen-reticulum of the bovine. *J. Dairy Sci.*, **43**, 875.
- HUBER J. T., JACOBSON N. L., MCGILLIARD A. D., ALLEN R. S., 1961. Utilization of carbohydrates introduced directly into the omaso-abomasal area of the stomach of cattle of various ages. *J. Dairy Sci.*, **44**, 321-330.
- KENNEDY W. L., ANDERSON A. K., BECHDEL S. I., SHIGLEY J. F., 1939. Studies on the composition of bovine blood as influenced by gestation lactation and age. *J. Dairy Sci.*, **22**, 251-260.
- LARSEN H. J., STODDARD G. E., 1953. Changes in blood reducing sugar levels following administration of carbohydrates directly into the omasal-abomasal cavity of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **36**, 601.
- LARSEN H. J., STODDARD G. E., JACOBSON N. L., ALLEN R. S., 1956. Digestion and absorption of various carbohydrates posterior to the rumino reticular area of the young bovine. *J. Anim. Sci.*, **15**, 473-484.
- MAGNAR RONNING, BENEVENGA N. J., 1960. B-Vitamin requirements of calves fed a high carbohydrate diet. *J. Dairy Sci.*, **43**, 892.
- MALPEAUX I., 1907. Le lait écrémé dans l'engraissement et l'élevage des veaux. In *Société de l'Alimentation Rationnelle du Bétail*; C. R. XI^e Congrès. 1-10 Imprimerie Paul Dupont, Paris.
- MATHIEU C.-M., BARRÉ P. E., 1964. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. I. Utilisation des laits entiers ou partiellement écrémés. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 403-422.
- NEHRING K., JENTSCH W., SCHEMANN R., 1962. Die Verwertung reiner Nährstoffe 1, 2 Mitteilung. *Arch. Tierernährung*, **11**, 233-283.
- OKANOTO M., THOMAS J. W., JOHNSON T. L., 1959. Utilization of various carbohydrates by young calves. *J. Dairy Sci.*, **42**, 920.
- RAIBAUD, 1959. *Communication personnelle*.
- ROY J. H. B., SHILAM K. W. G., THOMPSON S. Y., DAWSON D. A., 1961. The effect of emulsification of a milk substitute diet by mechanical homogenisation and by the addition of soya-bean lecithin on plasma lipid and vitamin A levels and on the growth rate of the newborn calf. *Brit. J. Nutr.*, **15**, 541-554.
- TERROINE E. F., MAHLER-MENDLER A. M., 1927. Le métabolisme de l'azote pendant la croissance. *Arch. Inter. Physiol.*, **28**, 101-124.
- TERROINE E. F., 1930. L'emploi du mélange de lait écrémé et de bouillies amylacées dans l'alimentation du jeune bétail. *Bull. Soc. Hyg. Alim.*, **18**, 173-187.
- VELU J. G., GARDNER K. E., KENDALL K. A., 1959. Utilization of various sugars by the young dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **42**, 920.
- VELU J. G., KENDALL K. A., GARDNER K. E., 1960. Utilization of various sugars by the young dairy calf. *J. Dairy Sci.*, **43**, 546-553.
- WALLACE H. D., LOOSLI J. K., TURK K. L., 1951. Substitutes for fluid milk in feeding dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **34**, 256-264.
- WIESE A. C., JOHNSON B. C., MITCHELL H. M., NEVENS W. B., 1947. Synthetic rations for the dairy calf. *J. Dairy Sci.*, **30**, 87-94.
-