

Effet d'un apport postruminal d'énergie ou d'énergie et de protéines sur la prise alimentaire chez le veau ruminant

R. GUILHERMET, J. Y. COROLLER, R. TOULLEC

avec la collaboration technique de Marguerite BEAUFILS et P. GAUCHET

Station de Recherches Zootechniques, I.N.R.A.
Ecole Nationale Supérieure Agronomique
65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex.

Summary. *The effect of bypassing the rumen with supplements of energy or energy and protein on intake in young ruminant calves.*

Forty-eight Friesian bull calves were weaned at 8 weeks of age. They were divided into four groups (T, L, LS₁ and LS₂) 4 weeks before weaning. All the animals were fed a concentrate diet *ad libitum*, containing 16 p. 100 of crude protein on a DM basis, and hay. The animals of groups L, LS₁ and LS₂ also received a limited amount (24 p. 100 of the ingested DM) of a liquid supplement of deproteinized whey fed alone (group L) or mixed with 25 (group LS₁) or 50 p. 100 (group LS₂) of soybean oil-meal.

The voluntary intake of DM/kg liveweight^{0.75} was increased before weaning by giving the three liquid supplements (table 1). That effect lasted until 10 weeks of age in groups LS₁ and LS₂. On the contrary, the DM intake/kg^{0.75} decreased from 10 to 14 weeks of age in group L. From 15 to 19 weeks, the DM intake/kg^{0.75} was the same in group L as in group T, but was lower in groups LS₁ and LS₂. The plasma glucose level was higher in groups LS₁ and LS₂ than in group T; it was noticeably higher in group L than in group T (table 1). The plasma urea level was always very low in group L; the urea level of groups LS₁ and LS₂ was lower at 10 weeks of age than that of group T, but was as high (group LS₁) or higher (group LS₂) at 16 weeks (table 1).

It is concluded that the voluntary intake of young ruminant calves is limited by rumen volume until 3 months of age; the supply of lactose or lactose and protein through the rumen bypass allows an increase in intake. After that period, voluntary intake is rapidly regulated by metabolic mechanisms in relation to the degree of satisfaction of energy and protein requirements; glycemia does not play a role in this regulation. As in monogastric animals, the nitrogen/energy ratio has a determining effect on the control of voluntary intake.

Introduction.

Des travaux précédents (Guilhermet, Patureau-Mirand et Toullec, 1976; Guilhermet *et al.*, 1977) ont mis en évidence une amélioration de l'état nutritionnel et des performances de croissance des veaux sevrés précocement en utilisant le réflexe de fermeture de la gouttière œsophagienne pour permettre à des suppléments liquides riches en protéines ou en énergie de passer directement dans la caillette. Cependant, dans ces essais, les aliments ont toujours été distribués en quantité limitée et il n'a pas été possible d'étudier leur effet sur la prise alimentaire. Or, la prise alimentaire est le premier facteur limitant les performances des veaux sevrés précocement au cours de la période de postsevrage. L'expérience rapportée ici avait pour but d'étudier l'effet

d'un apport posttrimal d'énergie (lactose) ou d'énergie (lactose) et de protéines (tourteau de soja) sur les quantités d'aliment concentré et de foin ingérées par le veau.

Matériel et méthodes.

Quarante-huit veaux mâles de race Frisonne ont été sevrés à l'âge de 8 semaines. Quatre semaines avant le sevrage, ils ont été répartis en 4 lots (T, L, LS₁ et LS₂) de 12 animaux. Tous les animaux ont reçu un même aliment concentré ⁽¹⁾ distribué *ad libitum*, ainsi que du foin de graminée distribué en quantité limitée (10 p. 100 de la ration). Les animaux des lots L, LS₁ et LS₂ ont reçu en quantité limitée (300 g/jour jusqu'au sevrage, 24 p. 100 de la matière sèche ingérée ensuite) un supplément dilué dans l'eau (250 g/750 g) constitué de poudre de lactosérum déprotéiné par ultrafiltration utilisé seul (lot L) ou en mélange avec 25 (lot LS₁) ou 50 p. 100 (lot LS₂) de tourteau de soja cuit. La forme liquide a été utilisée pour permettre aux suppléments de court-circuiter le rumen ; la buvée a été distribuée au seau une fois par jour à 10 h. Des prises de sang ont été effectuées dans la veine jugulaire à 10 et 16 semaines, 4 h après la distribution du repas du matin.

Résultats.

Les animaux ayant présenté un niveau de consommation anormalement faible, associé à des troubles sanitaires, ont été éliminés (1 veau dans le lot L et 2 veaux dans chacun des 3 autres lots). En outre, 3 veaux du lot L ont très mal accepté leur buvée et n'ont pas pu être utilisés. En revanche, les animaux des lots LS₁ et LS₂ ont toujours consommé la totalité de leur buvée.

Evolution de l'appétit. — Compte tenu des différences observées dans le gain de poids vif (tabl. 1) entre les animaux des 4 lots, il apparaît plus judicieux de rapporter les quantités de matière sèche et d'énergie consommées au poids métabolique (P^{0,75}).

Pendant les 4 semaines qui ont précédé le sevrage, les animaux des lots L, LS₁ et LS₂ ont consommé davantage de matière sèche que ceux du lot T (tabl. 1) ; ils ont donc ingéré davantage d'énergie nette (respectivement 152, 154 et 147 kcal/kg de P^{0,75}/jour, au lieu de 141) mais seuls les veaux des lots LS₁ et LS₂ ont consommé plus de protéines que ceux des lots L et T (respectivement 245 et 265 g de PDI ⁽²⁾/jour, au lieu de 217 et 225). Cet effet favorable s'est poursuivi jusqu'à la dixième semaine d'âge avec les suppléments LS₁ et LS₂. Au total, pendant les 6 premières semaines qui ont suivi le sevrage, les animaux du lot L ont consommé moins de matière sèche que ceux du lot T, alors que les veaux des lots LS₁ et LS₂ en ont ingéré autant (tabl. 1) : les veaux du lot L ont donc consommé beaucoup moins d'énergie (140 kcal/kg de P^{0,75}/jour, au lieu de 159, 157 et 158 chez les veaux des lots T, LS₁ et LS₂) et surtout de protéines (187 g de PDI/jour au lieu de 275, 285 et 347).

⁽¹⁾ Composition (p. 100) : orge 41, maïs 35, tourteau de soja 11, luzerne déshydratée 6, mélasse 3, condiment minéral et vitaminisé 4. Teneur en matières azotées totales : 15,9 p. 100/MS.

⁽²⁾ PDI : protéines digestibles dans l'intestin (Jarrige, Journet et Vérité, 1978).

TABLEAU 1

Poids vif, quantités consommées et concentrations plasmatiques en glucose et en urée (moyenne et écart-type de l'échantillon) (1)

Lot	T	L	LS ₁	LS ₂
Nature du supplément liquide (p. 100)	néant	Ultrafiltrat 100	Ultrafiltrat 75, soja 25	Ultrafiltrat 50, soja 50
Nombre d'animaux	11	7	10	10
Poids vif (kg)				
— à la mise en lot	56,9 (4,1)	57,7 (3,4)	56,9 (2,0)	58,7 (2,6)
— à 8 semaines	79,6 (6,6)	83,4 (5,7)	82,4 (2,6)	83,8 (5,7)
— à 14 semaines	124,7 (9,3)	123 (12,9) ^a	132,9 (6,8)	135,5 (8,4) ^a
— à 19 semaines	175,2 (3,8) ^l	167,1 (18,7) ^a	181,9 (13,2)	186,9 (9,5) ^{al}
Quantité de matière sèche ingérée (kg/animal) :				
— lait	20,9 (0,1)	20,8 (0,1)	20,7 (0,3)	20,5 (0,6)
— supplément liquide	—	63,0 (2,6)	64,4 (0,3)	63,1 (1,2)
— aliment concentré	243,1 (11,8) ^{lmn}	179,9 (34,0) ^l	190,9 (24,5) ^m	195,6 (20,2) ⁿ
— foin	22,8 (5,3) ^{abc}	17,3 (3,4) ^a	17,5 (6,2) ^b	17,2 (4,9) ^c
— totale	286,8 (14,5)	281,0 (34,8)	293 (23,3)	296,4 (20,7)
Quantité de matière sèche ingérée (g/kg P ^{0,75}) :				
— de 5 à 8 semaines	52,2 (1,8) ^{lmn}	59,4 (3,8) ^l	59,4 (1,8) ^m	56,1 (3,6) ⁿ
— de 9 à 14 semaines	79,9 (3,4) ^a	73,6 (7,5) ^{abc}	80,1 (4,9) ^b	80,1 (4,2) ^c
— de 15 à 19 semaines	96,8 (3,7) ^{al}	95,6 (6,3)	91,6 (6,4) ^a	90,7 (5,5) ^l
Concentrations plasmatiques (mg/100 ml) :				
— en glucose :				
● à 10 semaines	82 (8) ^{alm}	137 (33) ^m	106 (14) ^l	95 (13) ^a
● à 16 semaines	92 (12) ^{lmn}	228 (44) ^{m pq}	130 (30) ^{lp}	115 (6) ^{na}
— en urée :				
● à 10 semaines	14,6 (4,2) ^{al}	7,7 (1,9) ^{lm}	10,3 (2,9) ^{ab}	10,7 (2,3) ^{bm}
● à 16 semaines	11,9 (3,3) ^{ab}	6,8 (3,0) ^{acl}	12,8 (3,7) ^{cd}	17,2 (4,2) ^{bdl}

(1) Les valeurs de la même ligne suivies des mêmes lettres sont significativement différentes a, b, c, d : P ≤ 0,05 ; l, m, n, p, q : P ≤ 0,01).

Pendant les 5 dernières semaines de l'essai, la prise alimentaire a été plus élevée chez les veaux des lots T et L (tabl. 1). Cependant, la quantité d'énergie ingérée n'a été plus élevée que chez les veaux du lot T (193 kcal/kg de P^{0,75}/jour, au lieu de 180, 181 et 175 chez les veaux des lots L, LS₁ et LS₂) ; les quantités de PDI consommées ont été les plus faibles chez les veaux du lot L (312 g/jour au lieu de 444, 436 et 536 chez les animaux des lots T, LS₁ et LS₂).

Evolution des concentrations plasmatiques en glucose et en urée. — La glycémie mesurée 4 h après la distribution des suppléments liquides, a été plus élevée chez les animaux des lots LS₁, LS₂ et surtout L que chez ceux du lot T (tabl. 1). Elle a augmenté avec l'âge des veaux, en même temps que la quantité de buvée ; elle a été particulièrement élevée chez les veaux du lot L en seizième semaine (tabl. 1).

L'urémie des veaux du lot L a toujours été très basse ; elle a été plus faible chez les veaux des lots LS₁ et LS₂ que chez ceux du lot T en dixième semaine mais aussi élevée (LS₁) ou plus forte (LS₂) en seizième semaine (tabl. 1).

Discussion.

Jusqu'à 10 semaines, la prise alimentaire a vraisemblablement été limitée par la taille du rumen puisque jusqu'à cet âge, la quantité de matière sèche ingérée est directement liée au volume du liquide ruminal (Guilhermet *et al.*, 1973). Cette régulation physique est observée également chez le ruminant adulte avec les régimes riches en fourrage (Campling, 1970). Les buvées ont permis d'accroître la prise alimentaire parce qu'en court-circuitant le rumen, elles ne se sont pas entièrement substituées à l'aliment concentré et au foin.

En revanche, c'est la carence en protéines du régime L qui a vraisemblablement provoqué la réduction de la prise alimentaire ensuite chez les veaux de ce lot jusqu'à la quatorzième semaine. Au cours de cette phase, le taux de matières azotées du régime L n'a été que de 12,6 p. 100 et le rapport azote/énergie ⁽¹⁾ de 0,21. La prise alimentaire des veaux des lots T et LS₁ a été aussi élevée que celle des veaux du lot LS₂, bien que les rapports azote/énergie des régimes aient été très différents (respectivement 0,28 ; 0,29 et 0,35) ; cela montre qu'un taux de 0,29 doit être voisin de l'optimum pour des veaux de 100 à 110 kg de poids vif ingérant environ 158 kcal/kg P^{0,75}. Cette valeur s'accorde avec celle que l'on peut calculer à partir des travaux de Stobo et Roy (1973). La carence en acides aminés du régime L a dû conduire à une réduction de la vitesse d'utilisation de l'énergie, laquelle en retour a pu réduire les quantités de matière sèche ingérées (Egan, 1965 ; Ørskov, Fraser et Pirie, 1973). L'excès d'énergie disponible, en particulier sous forme de glucose, comme en témoigne la glycémie élevée des veaux du lot L, consécutive à la digestion du lactose dans l'intestin grêle, a favorisé la lipogénèse : les carcasses ont eu tendance à être plus grasses (1,18 p. 100 de dépôts adipeux périrénaux au lieu de 1,09 ; 0,99 et 0,89 respectivement avec les lots T, LS₁ et LS₂). Cet excès d'énergie, agissant sur les récepteurs sensibles, a conduit à une réduction de la consommation (Brobeck, 1975).

Comme l'ont montré Baile et Meyer (1970) chez la chèvre, ce n'est probablement pas le taux élevé de glucose plasmatique qui a été responsable de la diminution de la prise alimentaire ; en effet, de la quinzième à la dix-neuvième semaine d'âge, la prise alimentaire a été plus élevée chez les veaux du lot L, bien que la glycémie ait été encore plus forte que pendant la phase précédente. Durant cette période, la distribution des buvées LS₁ et surtout LS₂ a entraîné l'ingestion de quantités excessives d'azote par rapport à l'énergie, puisque les rapports azote/énergie ont été de 0,48 et 0,53 au lieu de 0,38 et 0,33 avec les régimes T et L. L'élévation de l'urémie plasmatique, sensible surtout avec le régime LS₂, traduit un accroissement du catabolisme azoté qui ne s'est pas produit avec les régimes T et L. Un apport excessif de protéines mal équilibrées en acides aminés indispensables peut entraîner une réduction de la prise alimentaire chez le rat (Abraham *et al.*, 1961), le poulet (Guillaume, Fendry et Imbach, 1965) et le porc (Rérat et Henry, 1963). Les buvées LS₁ et surtout LS₂ apportent dans la caillette des quantités importantes de protéines de soja moins bien équi-

⁽¹⁾ $\frac{\text{PDI}}{6,25}$ (g/jour)/Energie nette ingérée (kcal/kg P^{0,75}).

brées que les protéines microbiennes, ce qui pourrait expliquer la consommation un peu moins élevée des veaux recevant ces buvées.

En conclusion, chez le veau sevré vers l'âge de 2 mois, c'est principalement la taille du rumen qui limite la prise alimentaire jusqu'à 3 mois. Un apport post-ruminal d'énergie ou d'énergie et de protéines permet alors d'accroître les quantités consommées. Cependant, la prise alimentaire est ensuite très rapidement régulée au niveau métabolique par des mécanismes liés au degré de satisfaction des besoins énergétiques et protéiques indépendamment de la glycémie. Comme chez les monogastriques, le rapport azote/énergie joue un rôle déterminant dans le contrôle de la prise alimentaire.

*Journées Ingestion-Digestion-Absorption
de l'Association française de Nutrition,
Paris, 15-16 novembre 1979.*

Références

- ABRAHAM J., CALET C., RÉRAT A., JACQUOT R., 1961. Solidarité des besoins énergétiques et protéiques de croissance : l'ajustement spontané des calories et des protéides. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **253**, 2768-2770.
- BAILE C. A., MEYER J., 1970. Hypothalamic centres : feedbacks and receptor sites in the short-term control of feed intake, 254-263. In A. T. PHILLIPSON, *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*, Oriel Press, New Castle upon Tyne.
- BROBECK J. R., 1975. Nature of satiety signals. *Ann. J. Clin. Nutr.*, **28**, 806-807.
- CAMPLING R. C., 1970. Physical regulation of voluntary intake, 226-234. In A. T. PHILLIPSON, *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*, Oriel Press, New Castle upon Tyne.
- EGAN A. R., 1965. Nutritional status and intake regulation in sheep. VII. Control of voluntary intake of three diets and the responses to intraruminal feeding. *Aust. J. agric. Res.*, **23**, 347-361.
- GUILLAUME J., FENDRY M., IMBACH B., 1965. Le rôle des protéides dans l'utilisation des aliments du poussin. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **5**, 293-308.
- GUILHERMET R., GIOVANNI R., TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1973. Le sevrage précoce du veau à l'herbe. I. Evolution des phénomènes digestifs. *Sci. Agr. Rennes*, 123-133.
- GUILHERMET R., PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., 1976. Influence de la distribution sous forme solide ou liquide d'un supplément riche en protéines chez le veau ruminant. *Ann. Zootech.*, **25**, 281-286.
- GUILHERMET R., PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., PARUELLE J.-L., 1977. Utilisation de la gouttière œsophagienne pour éviter la dégradation dans le rumen, de mélanges de lactose et de caséine, chez le veau ruminant. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 543-547.
- JARRIGE R., JOURNET M., VERITE R., 1978. Azote. In *Alimentation des ruminants*, I.N.R.A. Publ., 78000 Versailles, 89-128.
- ORSKOV E. R., FRASER C., PIRIE R., 1973. The effect of bypassing the rumen with supplements of protein and energy on intake of concentrates by sheep. *Br. J. Nutr.*, **30**, 361-367.
- RÉRAT A., HENRY Y., 1963. Etude de l'ajustement de la consommation spontanée d'énergie en fonction de l'apport azoté chez le rat en croissance. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **3**, 263-298.
- STOBO I. J. F., ROY J. H. B., 1973. The protein requirement of the ruminant calf. 4. Nitrogen balance studies on rapidly growing calves given diets of different protein content. *Br. J. Nutr.*, **30**, 113-125.