

NOTE SUR LES EFFETS DE L'INFUSION PERMANENTE D'UN MÉLANGE D'ACIDES GRAS VOLATILS DANS LE RUMEN DU VEAU APRÈS LE SEVRAGE

M. VERMOREL et B. GAUSSERES

*Station d'Étude des Métabolismes,
Centre de Recherches zootechniques et vétérinaires sur les Ruminants.
63 - Theix par Saint-Genès-Champanelle
Institut national de la Recherche agronomique*

INTRODUCTION

Chez le Ruminant, l'utilisation de l'énergie métabolisable dépend de la composition de la ration et de la fonction physiologique qu'elle assure. Les études de BLAXTER et *al.* (1957 à 1964) ont mis en évidence les variations de rendement énergétique des principaux produits terminaux de la digestion pour l'entretien, l'engraissement et la lactation.

Aucune recherche de ce type n'a été entreprise sur le jeune Ruminant en raison de la difficulté à appliquer ces méthodes à un animal en croissance. Avant d'aborder cette étude, nous avons dû résoudre de nombreux problèmes techniques : infusion permanente et prolongée, dans le rumen, de quantités d'acides gras volatils (A. G. V.) compatibles avec la précision des mesures de calorimétrie indirecte, prélèvements réguliers d'échantillons, analyses systématiques, comportement des animaux, etc. Cette note est relative à une partie de ces problèmes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux veaux *Frisons* (n° 43 et 44) ont été sevrés progressivement au cours de leur deuxième mois ; une canule du rumen a été posée à chacun, à l'âge de 45 jours. Au début de l'infusion, les veaux étaient âgés d'environ 4 mois et pesaient respectivement 95 et 80 kg.

Deux aliments complets W_1 et W_2 (tabl. 1), présentés sous forme agglomérée ont été distribués successivement, l'aliment W_1 pendant la période préliminaire et l'aliment W_2 , plus riche en azote, à partir de 8 jours avant la période d'infusion et jusqu'à la fin de l'expérience. Pour éviter les météorisations, nous avons été conduits à donner de la paille de blé. L'eau était en permanence à la disposition des animaux. L'aliment a été distribué, *ad libitum*, deux fois par jour (7 h 30 et 18 h) et la paille (200 g par jour) présentée de 11 h à 14 h. Les quantités d'aliment, de paille, d'eau, distribuées et refusées, ont été pesées pour chaque distribution.

Les veaux étaient installés en cage à bilan. Des échantillons (40 à 100 ml) de fluide du rumen ont été prélevés par l'intermédiaire d'une éponge placée dans la partie inférieure du rumen, sans ouvrir la canule (GAUSSERES (1965)). Le pH était immédiatement déterminé et l'échantillon refroidi dans l'alcool. Les prélèvements ont été effectués habituellement à 8 h 30—9 h et 17 h 30.

TABLEAU I

	<u>W₁</u>	<u>W₂</u>
Farine de luzerne (16 p. 100 MAT)	30	55
Orge	25	0
Criblures de blé	20	0
Tourteau de lin	10	18
Tourteau de soja	5	9
Mélange minéral	5	9
Mélasse	5	9
	<u>100</u>	<u>100</u>
Énergie brute par g de produit brut (kcal)	± 3,665	3,700
Matières azotées totales (N X 6,25)	± 17,5 p. 100	22,3 p. 100
Digestibilité apparente de l'énergie	0,74 ± 0,01	0,69 ⁽¹⁾
Digestibilité apparente de l'azote	0,75 ± 0,01	0,77 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Une seule détermination, au cours de la période d'infusion.

Les A. G. V. dilués dans 3 litres d'eau (pH = 2,0) ont été infusés en permanence et à débit constant, à l'aide d'une pompe digitale. Pour éviter de modifier les fermentations du rumen, le mélange d'A. G. V. était voisin de celui présent dans le rumen pendant la période préliminaire (aliment W₁) en pourcentage molaire : acides acétique 50, propionique 35, butyrique 15.

Les quantités d'A. G. V. infusées ont été augmentées, en fonction des réactions des animaux, jusqu'à 200 g par jour ; cette infusion a été poursuivie pendant 17 jours chez le veau n° 43 et 11 jours chez le veau n° 44. Une période de contrôle a été prévue en fin d'expérience avec des quantités d'aliment W₂ distribuées voisines de celles consommées pendant la période d'infusion.

L'acidité du fluide du rumen a été déterminée, en double, par titration après distillation des A. G. V. (FRIEDEMANN, 1938). Les A. G. V. ont été séparés par chromatographie en phase gazeuse (JAMES et MARTIN 1951) et dosés par titration automatique après avoir été préparés suivant la méthode de ELSDEN (1946) ou suivant la méthode de TILLEY (1964). L'acide butyrique et les acides gras supérieurs ont été dosés ensemble.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les principaux résultats relatifs au veau n° 43 : quantités d'aliment et d'eau consommées, pH, concentrations en A. G. V. ont été regroupés dans la figure 1. Le veau n° 43 a bien supporté cette infusion prolongée alors que le veau n° 44, moins vigoureux, a été assez choqué.

En tenant compte de l'évolution générale des quantités consommées, on peut considérer que l'infusion de 200 g du mélange de A. G. V. a réduit de 35 p. 100 les quantités d'aliment W_2 consommées par le veau n° 43 et de plus de 50 p. 100 (à partir de 1,8 kg) celles du veau n° 44. En ce qui concerne le veau n° 43, la ration aurait dû fournir 5 650 kcal de $E D_c$ ($E D_c = ED - E_{CH_4} \times 1,8$) ⁽¹⁾, au cours de la période d'infusion ; en fait, la ration n'a apporté que 3 600 kcal de $E D_c$ et les A. G. V. infusés 900 kcal, soit un déficit de 1 150 kcal (20 p. 100) de $E D_c$ par rapport à la ration normale. Les A. G. V. infusés ont couvert 44 p. 100 de la différence de $E D_c$.

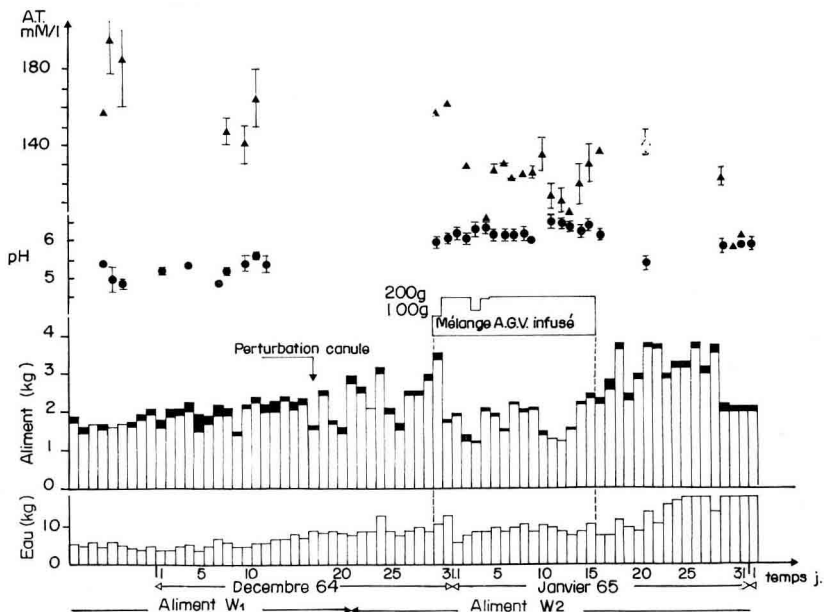


FIGURE 1. — Veau n°43. Evolution des quantités d'aliment (W_1 et W_2 , paille) et d'eau consommées des pH (●) et des acidités totales (▲) moyennes journalières avec leurs extrêmes

On peut estimer la quantité d'énergie fournie sous forme de A. G. V. soit par l'infusion, soit par l'aliment W_2 , en faisant l'hypothèse que la production de A. G. V. représente 62 p. 100 de l'énergie digestible (BERGMAN *et al.*, 1965). Le veau n° 43 a eu à sa disposition pendant la période d'infusion 3 680 kcal sous forme de A. G. V. (2 780 provenant de l'aliment W_2 et 900 de l'infusion) alors que, sans infusion, l'aliment W_2 consommé aurait fourni 4 380 kcal, soit un déficit de 700 kcal (15 p. 100) en A. G. V.

Avant l'infusion, la moyenne des pH du fluide du rumen, calculée sur les deux veaux, était faible (5,2) et celle des concentrations en A. G. V. importante (160 mM/l) avec l'aliment W_1 ; les pourcentages molaires moyens étaient les suivants pour les

⁽¹⁾ ED_c = énergie digestible corrigée d'après la formule proposée par BLAXTER (1962) pour le calcul de l'énergie métabolisable corrigée.

acides acétique, propionique et supérieurs : veau n° 43 (51-37-12), veau n° 44 (54-37-9). Ces valeurs correspondent à celles trouvées par NDUMBE *et al.* (1964) dans le rumen de jeune Ruminant d'âge voisin. Selon ces auteurs, la forte proportion d'acide propionique et les faibles pH seraient dus à la présence d'acide lactique dans le rumen (nous n'avons pas dosé ce métabolite) ; la production réduite de salive chez le jeune Ruminant (KAY, 1960) et les fortes concentrations des A. G. V. peuvent expliquer les faibles valeurs du pH.

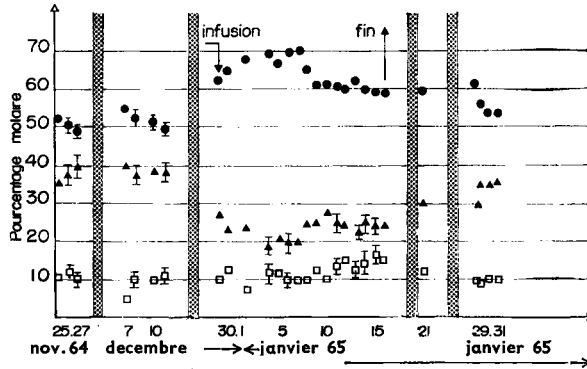


FIGURE 2. — Veau n° 43. Évolution des pourcentages molaires d'acides gras volatils : acétique (●), propionique (▲), acides supérieurs (□) en fonction du temps

Après l'infusion, pendant la période de contrôle (2 kg d'aliment W_2 par jour) sur le veau n° 43, les pourcentages molaires des A. G. V. ont été voisins des précédents (54,5-36,5-9) ; les faibles concentrations en A. G. V. (88 mM/l) et le pH (5,9) sont à mettre en rapport avec les quantités d'aliment et d'eau (18 kg) consommées, l'augmentation probable de la production de salive et le développement allométrique du rumen.

L'infusion du mélange des A. G. V. a entraîné une augmentation nette du pH (6,25, moyenne pour les 2 veaux) et une diminution de la concentration en A. G. V. (125 mM/l, moyenne pour le veau n° 43) ; de plus, le pourcentage molaire des A. G. V. est passé à 64,5-23,5-12 (fig. 2). Une série de prélèvements effectués

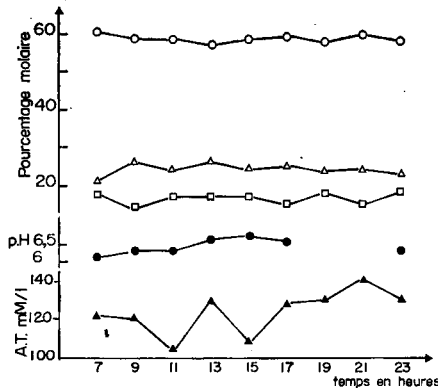


FIGURE 3. — Veau n° 43. Évolution, au cours d'une journée (15-1-65), des pH (●) acidité totale (▲), pourcentages molaires des AGV : acétique (○), propionique (Δ), acides supérieurs (□)

toutes les 2 heures, de 7 à 23 heures, en cours d'infusion, a montré que le pH, la concentration en A. G. V. et le pourcentage de chaque acide variaient peu (fig. 3).

Pour mieux interpréter ces résultats, nous manquons de données (nombre d'animaux, dosages systématiques, ammoniacque, métabolites sanguins, volume du rumen). Nous pouvons néanmoins avancer quelques hypothèses pour expliquer les variations de pourcentages molaires des A. G. V. consécutives à l'infusion :

— la composition du mélange des A. G. V. dans le rumen est différente de celle des A. G. V. produits en raison de la différence des vitesses d'absorption (DANIELLI *et al.*, 1945), (PFANDER et PHILLIPSON, 1953),

— l'augmentation inexplicée du pH et la diminution de la concentration en A. G. V. totaux auraient ralenti les vitesses d'absorption des A. G. V. (GRAY, 1948, SUTTON *et al.*, 1963) ; l'acide butyrique et l'acide propionique auraient été absorbés plus rapidement que l'acide acétique,

— l'infusion de ce mélange des A. G. V. aurait entraîné des modifications des fermentations du rumen au profit de la production d'acide acétique, en relation avec l'augmentation du pH (LAMPILA, 1964).

Reçu pour publication en mars 1967.

SUMMARY

EFFECTS OF A PERMANENT INFUSION OF A VOLATILE FATTY ACID MIXTURE IN THE RUMEN OF THE WEANED CALF

Two rumen-cannulated weaned calves about 4 months old and weighing 95 and 80 kg received a complete pelleted diet. A mixture of volatile fatty acids was permanently infused in the rumen for 17 and 11 days respectively : the composition of this mixture was similar to that found in their rumen fluids : viz on a molar basis : acetic acid 50, propionic acid 35, butyric acid 15 per cent.

The infusion of 200 g of this mixture solved in 3 l of water (pH value : 2.0) induced a decrease in the amounts of food eaten (35 and 50 per cent). Rumen fluid pH increased from 5.2 to 6.25 ; total acidity decreased from 160 to 125 mM/l ; the percents of volatile fatty acids altered from 54.5, 36, 9.0 to 64.5, 23.5, 12.0. Several explanations of the variations are discussed.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARMSTRONG D. G., BLAXTER K. L., 1965. Effects of acetic and propionic acids on energy retention and milk secretion in goats. Proc. of the 3rd symposium held at Troon, may 1964. In BLAXTER K. L. *Energy metabolism*, Academic Press, London, New York.
- BERGMAN E. N., REID R. S., MURRAY M. G., BROCKWAY J. M., WHITELAW F. G., 1965. Interconversions and production of volatile fatty acids in the sheep rumen. *Biochem. J.*, **97**, 53-58.
- BLAXTER K. L., 1962. *The energy metabolism of ruminants*. 185-261 Hutchinson Scientific and Technical London.
- DANIELLI J. F., HITCHCOCK M. W. S., MARSHALL R. A., PHILLIPSON A. T., 1945. The mechanism of absorption from the rumen as exemplified by the behaviour of acetic, propionic and butyric acids *J. exper. Biol.*, 22-75.
- NDUMBE R. D., RUNCIE K. V., McDONALD P., 1964. The effect of early weaning on the blood sugar and rumen acid levels of the growing calf. *Brit. J. Nutrit.*, **18**, 29-38.
- ELSDEN S. R., HITCHCOCK M. W. S., MARSCHALL R. A., PHILLIPSON A. T., 1946. Volatile acids in the digesta of ruminants and others animals. *J. exper. Biol.*, **22**, 191.
- FRIEDMANN T. E., 1938. The identification and quantitative determination of volatile alcohols and acids. *J. biol. Chem.*, **123**, 161-184.

- GAUSSERES B., 1965. Méthode de prélèvement automatique de la phase liquide des contenus de rumen. *Ann. Biol. anim., Bioch., Biophys.*, **5**, 407-411.
- GRAY F. V., 1948. The absorption of volatile fatty acids from the rumen. II. The influence of pH on absorption. *J. exper. Biol.*, **25**, 135-144.
- JAMES A. T., MARTIN A. J. P., 1952. Gas liquid partition chromatography : the separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. *Biochem. J.*, **50**, 679-690.
- KAY R. N. B., 1960. The development of parotid salivary secretion in young goats. *J. Physiol.*, **150**, 538-445.
- LAMPILA M., 1964. Volatile fatty acids, pH and microbial activity in the rumen contents of the cow. *Ann. Agric. fenniae*.
- PFANDER W. H., PHILLIPSON A. T., 1953. The rates of absorption of acetic, propionic and *n*. butyric acids. *U. Physiol.*, **122**, 102-110.
- SUTTON J. D., MCGILLIARD A. D., JACOBSON N. L., 1963. Fonctionnal development of rumen mucosa. I. Absorptive ability. *J. Dairy Sci.*, **46**, 426-436.
- TILLEY J. M. A., CANAWAY R. J., TERRY R. A., 1964. The estimation of volatile fatty acids by gas chromatography with automatic titration. *Analyst*, **89**, 1058, 363-365.
-