

Influence de la fréquence des repas sur le comportement alimentaire du mouton et sur les variations de densité des populations de ciliés au cours du nyctémère

par J. SENAUD *, J. P. JOUANY **, J. GRAIN *, P. de PUYTORAC *.

* Laboratoire associé au C. N. R. S. n° 138

(Biologie Comparée des Protistes)

Université Clermont II — Les Cézeaux —

BP 45 63170 Aubière, France

** Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants, I. N. R. A.,
Theix, Saint-Genès-Champanelle, 63110 Beaumont, France

Summary. *Effect of meal frequency on feeding behavior and variations in rumen ciliate concentration in sheep during the nycthemeral cycle.*

Three adult sheep fitted with rumen cannulae were inoculated with only two rumen ciliate species (*Polyplastron multivesiculatum* P. and *Entodinium* sp. E.). They were fed a poor quality hay (1 kg/day) in one meal per day at 8:30 a.m. during the first period, or in two meals at 8:30 a.m. and 8:30 p.m. during the second period, or at 8:30 a.m. and 4:30 p.m. during the third period, or in three meals at 8:30 a.m., 4:30 p.m. and 0:30 a.m. during the fourth period, or in 24 meals during the fifth period. We studied variations in rumen ciliate concentration during the circadian cycle by taking rumen samples every two hours during 3 days for each experimental period (Sénaud *et al.*, 1973). To explain protozoal variations during the day, we studied feeding behavior and rumination at the same time. An electronic apparatus (CA 1003), built in our laboratory was used to measure chewing speed and amplitude of mouth opening.

1) With 3 meals per 24 hrs, ciliate concentration in the rumen was clearly higher. This result was related to more significant food intake (fig. 1b) and a longer rumination time (fig. 2c), split into longer rumination periods (fig. 1a) than with other food distributions.

2) After our first observations (Grain *et al.*, 1975), diurnal variation of ciliate concentrations appeared to be related to the number of meals. This experiment shows this hypothesis to be correct, at least when meals are not numerous (≤ 3); it is more evident with P than with E.

3) Just after considerable food intake, we observed a decrease in rumen ciliate concentration. This reduction resulted from an increase in the rumen dry matter content and greater rumen outflow after food intake.

Les expériences destinées à étudier la dynamique des populations de ciliés dans le rumen ont été réalisées avec *Polyplastron multivesiculatum* (P) et *Entodinium* sp. (E)ensemencées isolément, ou conjointement, dans un rumen défauné. Elles ont

porté d'abord sur l'établissement de la population (Jouany *et al.*, 1973 ; Jouany *et al.* 1974) et sur les variations journalières d'effectifs de la population en équilibre lorsque les conditions d'alimentation sont normales (2 repas par jour, à 8 h 30 et à 16 h 30) (Jouany *et al.*, 1973 ; Sénaud *et al.*, 1973) ou lorsque le nombre de repas change (Grain *et al.*, 1975). Les résultats que nous avons obtenus ont montré qu'il était nécessaire de les compléter en examinant à la fois, l'influence du mode de distribution des repas sur le comportement alimentaire des animaux et sur la concentration des ciliés au cours de plusieurs nycthémes, en essayant de relier les deux phénomènes puisque la population des ciliés dans le rumen varie en nature et en nombre avec l'apport de nutriments dans le milieu (revues de Warner, 1965 ; Hungate, 1966 ; Church, 1975).

Matériel et méthodes.

Trois moutons adultes, pesant environ 35 kg, ont reçu une ration quotidienne de 1 000 g de foin de prairie naturelle de qualité médiocre (matières azotées totales : 8,4 p. 100 de la matière sèche) distribué soit en un seul repas à 8 h 30 (To M) au cours de la première période, soit en deux repas espacés de 12 h (à 8 h 30 To M et à 20 h 30 To S) au cours de la deuxième période, soit en deux repas espacés de 8 h (à 8 h 30 To M et à 16 h 30 To A) au cours de la troisième période, soit en trois repas espacés de 8 h (à 8 h 30 To M, à 16 h 30 To A et à 0 h 30 To N) au cours de la quatrième période, soit en 24 repas distribués toutes les heures au cours de la cinquième période. L'aliment n'était laissé à la disposition des moutons que pendant deux heures, sauf dans le cas où les animaux étaient nourris toutes les heures. Les animaux ont été adaptés à chaque mode d'alimentation pendant au moins une semaine avant d'effectuer les mesures. Déjà, dans une première étude (Grain *et al.*, 1975), nous avons compté les ciliés du rumen toutes les deux heures au cours de 3 nycthémes successifs pour chaque période de mesures sur deux moutons adultes munis de fistule du rumen. Les quantités d'eau bue avaient été notées à chaque prélèvement. Puis, dans l'expérience que nous décrivons ici, nous avons repris ces comptages sur trois moutons adultes en adoptant le même schéma expérimental auquel nous avons ajouté la mesure du comportement alimentaire et mérycique. Ces dernières données ont été obtenues à l'aide de l'appareil électronique CA 1003 mis au point dans notre laboratoire (Léveillé, Jouany). Cet appareil permet de mesurer à la fois la vitesse de mastication (nombre de coups de mâchoire par unité de temps) et l'amplitude d'ouverture de la bouche de l'animal.

Résultats et discussion.

Comportement alimentaire.

Les animaux ont ingéré des quantités de matière sèche différentes suivant leur mode d'alimentation. C'est avec 3 repas par 24 h que les quantités de matière sèche ingérée ont été les plus élevées en moyenne (800 g/j), puis dans un ordre décroissant

1 repas par 24 h (700 g), 2 repas espacés de 8 h (650 g) et enfin 2 repas espacés de 12 h ou 24 repas espacés d'une heure (550 g) (fig. 1 b). Les variations entre animaux ont été, en général, assez faibles à l'intérieur d'une même période de mesures.

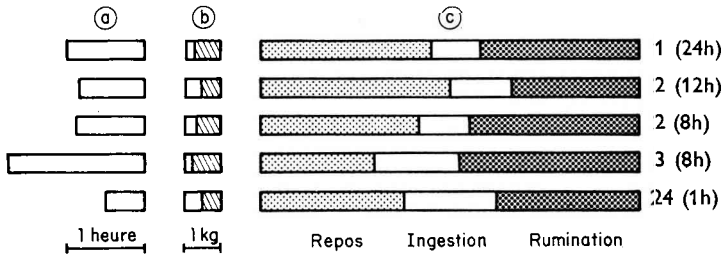


FIG. 1. — Comportement alimentaire

- (a) Durée moyenne des périodes de rumination
 (b) Quantités moyennes ingérées par jour
 (c) Comportement alimentaire et mérycique (p. 100 des 24 h)
 (24h) Temps entre repas

La durée d'ingestion (i) a toujours augmenté avec le nombre de repas. Dans le cas où les animaux reçoivent 2 repas espacés de 8 h, i est intermédiaire entre les valeurs trouvées pour 2 repas espacés de 12 h et 1 repas par 24 h (fig. 2).

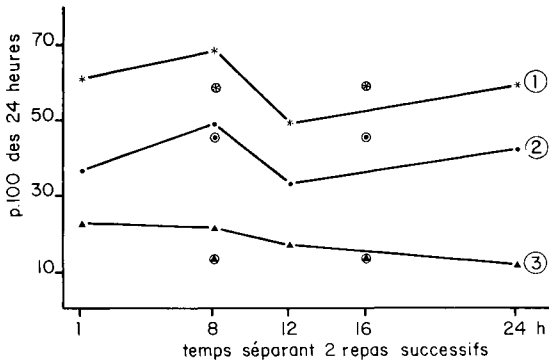


FIG. 2. — Evolution du comportement alimentaire en fonction du mode d'alimentation.

1 : durée de mastication ; 2 : durée de rumination ; 3 : durée d'ingestion. \odot représente le cas où les animaux sont nourris à 8 h 30 et 16 h 30. Les repas sont donc espacés de 8 h ou de 16 h.

Le temps de mastication (m) a été proportionnel aux quantités ingérées, sauf dans le cas de 24 repas par jour, ce qui est conforme aux résultats de Gordon (1965), Welch et Smith (1969 a, b), Kerbaa (1969), Dulphy et Demarquilly (1974) (fig. 1c). En effet, m représente 69 p. 100 du temps total lorsque les animaux reçoivent 3 repas par jour et seulement 49 p. 100 lorsque les animaux reçoivent 2 repas espacés de 12 h, tandis qu'il est moyen dans les autres cas (de 58 à 61 p. 100). C'est surtout le temps de

rumination (r) qui est prédominant dans l'expression de m (fig. 2). r est donc maximum lorsque les animaux sont nourris 3 fois par 24 h ($r = 11,5$ h) et minimum pour 2 repas espacés de 12 h ($r = 8,0$ h). Notons dès maintenant une certaine similitude dans la valeur de r , observée lorsqu'il y a 3 repas espacés de 8 h ou 2 repas espacés de 8 h ($r = 11,5$ et $11,0$ h) (fig. 2), similitude que nous retrouvons dans le rythme des variations de concentration de *Polyplastron*. La durée des périodes de rumination a été, en règle générale, la plus élevée lorsque les animaux ont été nourris 3 fois par 24 h (1,8 h). Elle a été réduite de moitié lorsque les animaux ont reçu indifféremment 2 repas (0,9 h) ou 1 repas par jour (1 h). Enfin, elle a été très faible lorsque les animaux ont été nourris toutes les heures (0,5 h) (fig. 1a) : ceci montre que les animaux ont un comportement qui se différencie nettement des autres cas lorsque les repas sont trop rapprochés.

Il semble donc que les animaux recevant 3 repas par jour aient un comportement original par rapport aux autres modes d'alimentation, aussi bien que les quantités ingérées qui sont plus importantes, que dans les temps de mastication, dans la durée de rumination (p. 100 des 24 h) et la durée moyenne des périodes de rumination qui ont également des valeurs plus élevées.

Variations de densité des populations de ciliés.

Avec un repas par jour, la densité de population de *P.* décroît dès le début du repas jusqu'à un minimum situé entre $To M + 1$ h 30 et $To M + 3$ h 30, puis augmente pour arriver à un maximum qui peut être atteint seulement à $To M + 17$ h 30 ou au contraire dès $To M + 11$ h 30 et, dans ce cas, il se maintient jusqu'à $To M + 17$ h 30. La densité de population d'*E.* subit une évolution assez comparable à celle de *P.*, avec un maximum un peu plus précoce que celui de *P.* Ainsi, pour *P.* et pour *E.*, il existe une seule phase de croissance de densité de la population par jour.

Avec deux repas espacés de 12 h, une décroissance de la densité de la population de *P.* et de *E.* s'amorce dès le début de la prise des repas. Elle est suivie, pour le repas du matin, d'une croissance très nette. Par contre, pour le repas du soir, elle précède une phase d'accroissement beaucoup moins spectaculaire.

Avec trois repas espacés de 8 h, la densité de la population de *P.* qui est élevée par rapport aux autres modes d'alimentation diminue après chaque prise de nourriture, puis augmente jusqu'à un maximum situé entre 3 h 30 et 5 h 30 après le repas. La population d'*E.* qui est également la plus importante parmi les périodes étudiées, subit des variations beaucoup plus irrégulières.

Avec deux repas espacés de 8 h, on observe pour *P.*, les mêmes phénomènes de variation de la population que dans le cas des trois repas espacés de 8 h ; les deux premiers pics de densité suivant les repas, chacun, de quelques heures, le troisième pic se situant un peu avant le repas du matin. Pour *E.*, des variations régulières sont difficilement repérables.

Avec 24 repas par 24 h, l'évolution de la densité de la population de *P.* est moins facile à caractériser, de même que celle de *E.*

Bien qu'il soit difficile d'interpréter de manière précise ces variations avant que l'analyse statistique des résultats qui est en cours soit terminée, nous pouvons malgré tout proposer quelques principes qui semblent s'en dégager :

1) Il apparaît nettement que la distribution de trois repas espacés de 8 h s'accompagne d'une plus forte densité des P. et des E. Ceci correspond également à une quantité de matière sèche ingérée plus importante et une durée de rumination plus longue, elle-même fractionnée en périodes de rumination qui durent plus longtemps que dans les autres modes d'alimentation. Le développement des ciliés dans le rumen est donc lié étroitement à l'apport de nutriments favorisé à la fois par l'ingestion des aliments et par la rumination.

2) Après nos premières observations (Grain *et al.*, 1975), on pouvait penser que les variations journalières de la population de P. étaient en relation avec le nombre des repas. A la suite de la deuxième série expérimentale, on constate que cette hypothèse se vérifie au moins dans le cas où la fréquence des repas est faible et avec beaucoup plus d'évidence pour P. que pour E. Lorsque le nombre de repas devient élevé (> 3 par jour), il semble que le rythme de division des ciliés ne soit pas suffisamment rapide pour donner des pics de densité. On est alors dans un état quasi permanent d'apport de nutriments qui correspond à un équilibre de la population des protozoaires tout au long de la journée. Certains auteurs (Leng et Léonard, 1965 ; Gray *et al.*, 1967) ont montré que la formation de certains produits terminaux de la fermentation microbienne (acides gras volatils) varie très peu au cours de 24 h lorsque les animaux sont nourris toutes les heures.

3) Dans tous les cas où la prise de nourriture est importante, elle est immédiatement suivie d'une diminution de la densité de la population de ciliés. Cette chute de la concentration des ciliés dans le rumen est probablement due à une augmentation du volume du contenu de rumen résultant de l'apport d'aliments et à une vidange plus grande du rumen au moment de la prise de nourriture.

Commission CNERNA Digestion-Absorption,
Tours, 13 novembre 1976.

Références

- CHURCH D. C., 1975. Rumen microbiology. In CHURCH D. C. *Digestive physiology and nutrition of ruminants*, vol. I, 190-211. 2^e éd., O. and B. Book, Corvallis, Oregon.
- DULPHY J. P., DEMARQUILLY C., 1974. Etude du comportement alimentaire et mérycique de moutons recevant des fourrages verts hachés. *Ann. Zootech.*, **23**, 193-212.
- GORDON J. G., 1965. The relationship between rumination and the amount of roughage eaten by sheep. *J. agric. Sci.*, **64**, 151-155.
- GRAIN J., SENAUD J., JOUANY J. P., de PUYTORAC P., 1975. Influence du nombre de repas de l'hôte sur les variations de l'effectif d'une population de « *Polyplastron* », cilié « *Ophryoscolecidae* » de la panse des ruminants. *J. Protozool.*, **22**, 62A.
- GRAY F. V., WELLER R. A., PILGRIM A. F., JONES G. B., 1967. Rates of production of volatile fatty acids in the rumen. V. — Evolution of fodders in terms of volatile fatty acid produced in the rumen of the sheep. *Austr. J. agric. Sci.*, **18**, 625-634.
- HUNGATE R. E., 1966. The rumen protozoa, 125-147. In HUNGATE R. E. *The rumen and its microbes*, Acad. Press, N. Y.
- JOUANY J. P., SENAUD J., GRAIN J., de PUYTORAC P., 1973. Observations sur la dynamique des populations de « *Polyplastron multivesiculatum* » et « *d'Entodinium sp* » (ciliés oligotriches) dans le rumen de mouton. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 741-745.

- JOUANY J. P., SENAUD J., GRAIN J., de PUYTORAC P., 1974. Observations sur les conditions d'installation de « *Polyplastron multivesiculatum* » (cilié oligotriche) dans le rumen de mouton. *J. Protozool.*, **21**, 472.
- KERBAA A., 1969. Etude de quelques facteurs de variations du comportement alimentaire et mérycique des ruminants. *Thèse Doct. Sci. Clermont-Fd.*
- LENG R. A., LEONARD G. J., 1965. Measurement of the rates of production of acetic, propionic and butyric acids in the rumen of sheep. *Br. J. Nutr.*, **19**, 469-484.
- SENAUD J., JOUANY J. P., GRAIN J., de PUYTORAC P., 1973. Dynamique d'une population de « *Polyplastron multivesiculatum* » en équilibre dans le rumen de mouton. *C. R. Acad. Sci., Paris, Série D*, **277**, 197-200.
- WARNER A. C. I., 1965. Factors influencing numbers and kinds of microorganisms in the rumen, 346-359. In DOUGHERTY R. W. *Physiology of digestion in the ruminant*, Butterworths, London.
- WELCH J. G., SMITH A. M., 1969a. Influence of forage quality on rumination time in sheep. *J. Anim. Sci.*, **28**, 813-818.
- WELCH J. G., SMITH A. M., 1969b. Effect of varying amounts of forage intake on rumination. *J. Anim. Sci.*, **28**, 827-830.
-