

Evolution au cours d'une année des quantités de foin ingérées par des béliers castrés

Brigitte MICHALET-DOREAU, F. GATEL *

avec la collaboration technique de L. L'HOTELIER et H. BOUSQUET

INRA, Laboratoire des Aliments,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand-Theix, F 63122 Ceyrat

Résumé

Nous avons mesuré pendant 12 mois les quantités de foin volontairement ingérées par 2 lots de 6 moutons ; les mesures ont commencé en période de jours décroissants pour le 1^{er} lot et en période de jours croissants pour le 2^e lot.

Les quantités ingérées par chaque lot évoluent de façon identique. Elles présentent un minimum en février et un maximum en août, l'écart entre les extrêmes étant de 286 g/j pour le 1^{er} lot et de 252 g/j pour le 2^e lot, soit en moyenne un écart de 25 p. 100. Les quantités ingérées sont une fonction périodique du temps et ont pu être décrites par un modèle de type sinusoïdal dont la période est l'année. Elles dépendent essentiellement des variations de la durée d'éclairement, car le poids et l'état d'engraissement des animaux d'une part, la digestibilité du foin d'autre part sont restés en moyenne constants au cours de la période expérimentale.

Mots clés : Quantités ingérées, durée d'éclairement, modélisation, béliers castrés.

I. Introduction

Depuis les premiers travaux de GORDON (1964), de nombreux auteurs (TARTTELIN, 1968 ; MILNE *et al.*, 1976 et 1978 ; KAY, 1979 ; SYKES, COOP et RUSHTON, 1980 ; BLAXTER, FOWLER et GILL, 1982 ; ERB *et al.*, 1982) ont mis en évidence des variations saisonnières de la quantité de fourrage ingérée par les ruminants, variations liées à l'évolution de la durée d'éclairement.

Lors d'une expérience précédente (MICHALET-DOREAU et GATEL, 1983), nous avons étudié sur des moutons mâles castrés l'évolution des quantités de foin ingérées au cours d'une année (de novembre à novembre). Pour maintenir constant l'état nutritionnel des animaux et éviter qu'ils ne s'engraissent, nous avons fait alterner les périodes où le foin était disponible à volonté (périodes de mesure) et celles où il était distribué en quantité limitée. Entre mars et avril les quantités ingérées avaient augmenté de 30 p.

* Adresse actuelle : I.T.C.F., « La Bergerie », Areines, 41000 Vendôme.

100, puis s'étaient stabilisées jusqu'à la fin de l'expérience. Trois explications avaient été proposées pour expliquer l'évolution des quantités ingérées, la photo-période, l'accoutumance des animaux au foin ou l'accoutumance des animaux au modèle de distribution du fourrage.

C'est pourquoi nous avons repris cette étude, en distribuant (pendant toute une année) à des moutons un foin de qualité moyenne à volonté, de manière à décrire les variations saisonnières des quantités de foin ingérées et essayer de proposer une méthode de correction de mesures d'ingestibilité, l'état d'engraissement des animaux au cours de la période expérimentale étant par ailleurs contrôlé.

II. Matériel et méthodes

Nous avons mesuré pendant 12 mois consécutifs les quantités de foin volontairement ingérées par 12 béliers castrés adultes, de race Texel, placés en cages individuelles dans un bâtiment fermé, éclairé en lumière naturelle et chauffé l'hiver (température comprise entre 10 et 20 °C, hygrométrie entre 50 et 70 p. 100). Pour dissocier les effets de la saison de ceux de l'adaptation des animaux à leur ration sur les quantités ingérées, nous avons constitué 2 lots de 6 animaux sur lesquels les mesures ont commencé soit en période de jours décroissants (août) pour le premier lot, soit en période de jours décroissants (février suivant) pour le deuxième lot.

Les animaux ont reçu à volonté (10 p. 100 de refus) pendant toute une année (2 distributions par jour à 8 h et à 16 h) un même foin de dactyle récolté au 1^{er} cycle après la floraison (matière sèche = 86,4 p. 100 ; matière organique = 92,9 p. 100 ; matières azotées totales = 8,8 p. 100 et cellulose brute = 35,7 p. 100 de la matière sèche). Ce foin a été choisi de manière à couvrir les besoins d'entretien des animaux. La digestibilité a été mesurée à cinq reprises et, pour chaque mesure de digestibilité, les animaux étaient placés en cage à métabolisme. La digestibilité de la matière sèche a été en moyenne de 0,501 ; elle a légèrement diminué au cours de l'expérience (de 0,522 à 0,475), mais ces variations ne sont pas significatives.

Les animaux, âgés de 4 ans, ont été pesés le matin à jeun en début d'expérience, puis toutes les 2 semaines. Leur état d'engraissement en début et en fin d'expérience a été estimé par la méthode des espaces de diffusion de l'eau lourde (ROBELIN, 1973 ; TISSIER *et al.*, 1978 ; TISSIER *et al.*, 1983).

Par ailleurs, pour mesurer les effets de la tonte sur les quantités ingérées, chaque lot a été divisé, au moment de la tonte, en deux sous-lots de 3 animaux appariés sur la base du poids et des quantités ingérées. Les deux sous-lots ont été tondus à 5 semaines d'intervalle, respectivement le 10 mai et le 16 juin. Juste avant la tonte et 4 semaines après, l'état d'engraissement des animaux a été mesuré par la même méthode qu'en début et fin d'expérience.

III. Résultats et discussion

Les animaux pesaient en début d'expérience 74,8 kg, et leur poids est resté relativement stable tout au long de l'expérience, soit 71,5 kg en fin d'essai ; mais les différences entre les animaux qui étaient peu importantes en début d'expérience (CV = 4 p. 100) du fait que le choix des animaux s'était fait sur la base de leur poids, avaient notablement augmenté après un an d'ingestion de foin à volonté (CV = 10 p. 100). Ces variations de poids ne se sont cependant pas traduites par des différences significatives d'état d'engraissement, bien que les animaux soient un peu plus maigres en fin d'expérience (11 p. 100 de lipides) qu'en début d'expérience (13 p. 100 de lipides). Ces variations sont restées toutefois trop limitées pour modifier la capacité d'ingestion des animaux. Au cours de la phase d'adaptation au foin expérimental, les quantités ingérées ont augmenté assez régulièrement et fortement (de 300 à 350 g MS/animal/jour) pendant les cinq à six premières semaines (fig. 1). Nous avons donc considéré que les animaux étaient adaptés au foin expérimental à partir de la septième et de la sixième semaine, respectivement pour le premier et le deuxième lot. La durée de cette période d'adaptation paraît relativement longue par rapport aux durées de mise en régime couramment admises pour les études de digestibilité — 1 à 3 semaines (DEMARQUILLY et JOURNET, 1967 ; BLAXTER, WAINMAN et WILSON, 1961 ; VAN ES et VAN DER MEER, 1980) mais correspond à celle observée par XANDE (1978) avec de la paille. Il est vrai que le foin utilisé était de qualité très médiocre.

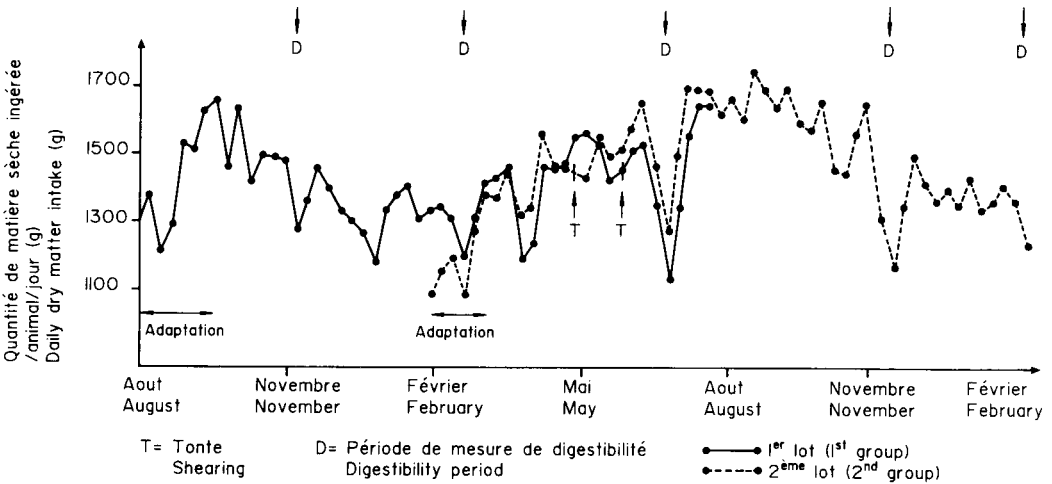


FIG. 1

Variations saisonnières des quantités ingérées.
Seasonal variations of voluntary intake.

Par ailleurs, des incidents extérieurs ont également modifié la consommation de foin par les animaux, à savoir le passage en cage à métabolisme lors des mesures de digestibilité et la tonte. La digestibilité du foin a été mesurée à 5 reprises au cours de

l'expérience et les quantités ingérées ont fortement diminué lors du passage des animaux en cage à métabolisme et la semaine suivante. De plus, au cours du printemps les animaux ont dû être tondus, et la tonte peut entraîner, dans certains cas, une augmentation non négligeable des quantités ingérées (MINSON et TERNOUTH, 1971). Pour chaque sous-lot constitué de 6 animaux tondus à 5 semaines d'intervalle, la tonte a entraîné au cours des 2 semaines qui ont suivi, une augmentation des quantités ingérées respectivement de 200 et 150 g de MS/animal/jour, soit 17 et 9 p. 100 de plus que les quantités ingérées avant la tonte, ce qui s'est traduit par une augmentation de l'état d'engraissement des animaux, soit en moyenne 9 p. 100 de lipides avant la tonte et 12 p. 100, 4 semaines plus tard. Ces résultats sont en accord avec ceux de WODZICKA-TOMASZEWSKA (1963) qui a trouvé, avec des brebis en cage, une augmentation de quantités ingérées après la tonte de 30 p. 100.

Si on ne tient compte ni de la phase d'adaptation ni des périodes correspondant aux mesures de digestibilité ou à la tonte, les quantités ingérées présentent encore, d'une semaine à l'autre, des variations aléatoires, mais de moindre importance. Ces variations s'élèvent en moyenne à 80 et 70 g de MS/animal/jour, respectivement pour le premier et le deuxième lot et sont peut-être liées à l'hétérogénéité du foin utilisé. Malgré ces variations en « dents de scie », on observe, sur l'ensemble de la période expérimentale, une variation continue des quantités ingérées qui ont tendance à diminuer puis augmenter pour le 1^{er} lot et inversement pour le 2^e lot. Pour s'affranchir des variations hebdomadaires, nous avons « lissé » les courbes en calculant les moyennes mobiles de 3 valeurs successives centrées sur la semaine médiane (fig. 2) (BARBUT et FOURGEAUD, 1971).

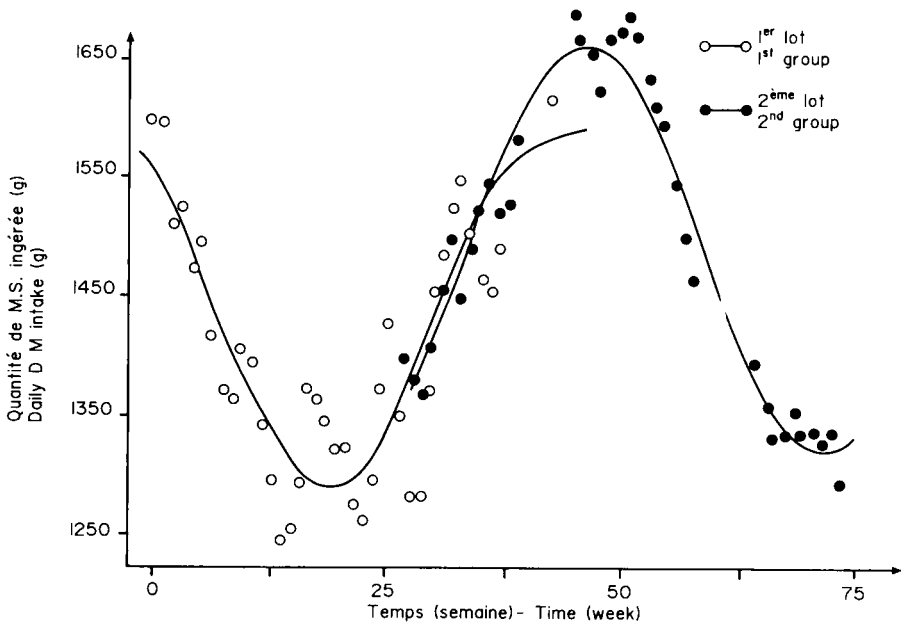


FIG. 2

*Variations sinusoïdales des quantités de MS ingérées (moyenne mobile sur 3 semaines).
Sinusoidal variations of voluntary food intake (mean on 3 weeks).*

Les quantités ingérées du 2^e lot sont en moyenne plus élevées que celles du 1^{er}, soit 1 485 contre 1 430 g/j, mais elles évoluent de façon identique avec un décalage dans le temps de 6 mois lié au dispositif expérimental retenu. Pour le 1^{er} lot, les quantités ingérées commencent par diminuer jusqu'en janvier-février, puis elles augmentent jusqu'à la fin de l'essai. Pour le 2^e lot, elles augmentent jusqu'en août-septembre puis elles diminuent. Les quantités ingérées suivent donc une fonction périodique de la forme :

$$QI(t) = QIo \sin (\omega t + \gamma) + \overline{QI}$$

dans laquelle QIo et \overline{QI} correspondent respectivement à l'amplitude de la variation et à la moyenne des quantités ingérées au cours de la période expérimentale.

Ce modèle permet d'expliquer respectivement 75 et 95 p. 100 de variations des quantités ingérées des 2 lots d'animaux. L'amplitude de la variation est plus importante pour le 2^e lot (176 g/j) que pour le 1^{er} lot (143 g/j). En effet si les quantités minimales ingérées des 2 lots sont très proches, soit respectivement 1 287 et 1 309 g/j pour les lots 1 et 2, il n'en est pas de même des maxima, les quantités ingérées maximales étant plus élevées pour le 2^e (1 661 g/j) que pour le 1^{er} lot (1 573 g/j). L'ajustement des courbes de quantités ingérées à un modèle sinusoidal a permis de fixer avec précision les dates de ces minima et maxima ; ces dates sont identiques quel que soit le lot considéré, soit dans la 1^{re} quinzaine de février pour les minima, et dans la 1^{re} quinzaine d'août pour les maxima.

L'évolution des quantités ingérées peut donc être décrite par une fonction périodique du temps, dont la période est l'année (soit 47 semaines pour le 1^{er} lot et 51 semaines pour le 2^e lot) et qui suit la durée d'éclairement, avec un décalage de 45 jours entre les solstices et le maxima ou le minima d'ingestion.

De nombreux auteurs ont montré l'influence de la photo-période sur la capacité d'ingestion des ruminants, les essais étant réalisés en lumière naturelle ou artificielle (BOCQUIER, 1985). Les auteurs sont unanimes pour confirmer l'effet de la durée d'éclairement sur les quantités ingérées. La grande disparité dans les essais mis en place ne permet pas de chiffrer avec précision l'importance de la réponse de l'animal aux variations de durée d'éclairement.

En lumière naturelle, l'augmentation des quantités ingérées avec la durée d'éclairement varie de 20 à 45 p. 100 chez les animaux domestiques (tab. 1), contre 30 à 82 p. 100 chez les animaux sauvages (BOCQUIER, 1985). Dans cet essai, le 2^e lot de moutons dont les quantités ingérées étaient en moyenne les plus élevées, a présenté des variations de quantités ingérées plus importantes que le 1^{er} lot. Le décalage entre les variations de la durée d'éclairement d'une part et la réponse des animaux d'autre part semble être un paramètre beaucoup plus stable. Il est proche de 45 jours dans cet essai quel que soit le lot considéré et est proche de 1 mois dans les autres essais réalisés en lumière naturelle.

Les résultats obtenus dans cet essai permettent de rejeter l'une des trois hypothèses formulées lors de l'essai précédent (MICHALET-DOREAU et GATEL, 1983), selon laquelle l'augmentation des quantités ingérées pouvait résulter de l'adaptation des animaux à leur ration. En effet, les quantités ingérées les plus élevées sont observées, pour les 2 lots, début août, soit respectivement 12 mois après la rentrée des animaux en expérience pour le 1^{er} lot et 6 mois pour le 2^e lot. L'augmentation des quantités ingérées observées dans l'essai précédent résultait donc uniquement de l'action combi-

TABLEAU 1
Influence de la photopériode sur les quantités d'aliments ingérées.
Influence of daylength on voluntary food intake.

Auteurs Authors	Animal	Photopériode Photoperiod	Ration Diet	Minimum	Maximum	QI max/QI min DMI max/DMI min (p. 100)
GORDON (1964)	Bélier castré Wether	Naturelle Natural	Foin + concentré Hay + concentrate	Janvier January	Juillet July	145
TARTILIN (1968)	Brebis Ewe	Naturelle Natural	Fourrage Forage	Décembre-Janvier December-January	Juillet-Août July-August	—
MILNE <i>et al.</i> (1976)	Bélier castré Wether	Lumière continue + photopériode naturelle sensible	Fourrage vert Green forage	—	—	111
MILNE <i>et al.</i> (1978)	Bélier castré Wether	Continuous light + natural photoperiod	Fourrage déshydraté Dehydrated forage	Décembre-Janvier December-January	Avril April	135
KAY (1979)	Bélier castré Wether	Artificielle* Artificial	—	Jours courts + 2 mois Short days + 2 months	Jours longs + 2 mois Long Days + 2 months	152
PETERS <i>et al.</i> (1981)	Vache laitière Dairy cow	L (16 h)/O (8 h)** L (16 h)/O (8 h)	Ration complète Complete diet	—	—	106
BLAXTER, FOWLER, GULL (1982)	Agneau Lamb	Naturelle Natural	Aliment aggloméré Pellets	Janvier January	Juillet July	121
MICHALET-DOREAU et GATEL (1983)	Bélier castré Wether	Naturelle Natural	Foin Hay	Décembre-Janvier December-January	Mai May	141
MICHALET-DOREAU et GATEL (cet essai)	Bélier castré Wether	Naturelle Natural	Foin Hay	Février February	Août August	125

* Lumière artificielle suivant les variations saisonnières de longueur du jour, mais sur une période de 6 mois.
 Artificial light that followed a cycle of daylength changes of normal amplitude, but only 6 months duration.

** L/O = Lumière/Obscurité.

L/O = Light/Dark.

née de la photo-période et de l'adaptation des moutons aux modalités de distribution du fourrage.

Cette photo-sensibilité des moutons pose des problèmes quant à leur utilisation pour déterminer l'ingestibilité des aliments ; celle-ci est en effet définie comme la quantité de matière sèche ingérée par un mouton « standard », ce qui suppose que la capacité d'ingestion de ce mouton soit constante, ou du moins que ses variations soient connues. Pour tenir compte de ces variations et corriger, si besoin est, les quantités ingérées des animaux en fonction de la période expérimentale, et donc de la durée d'éclaircissement, EVANS et POTTER (1987) et ABRAMS *et al.* (1987) ont proposé d'utiliser les quantités ingérées d'un fourrage témoin comme covariables pour corriger les quantités ingérées des différentes rations étudiées.

A partir des résultats obtenus dans cet essai, il semble qu'une autre solution puisse être envisagée, à savoir la correction des quantités ingérées en fonction de la durée d'éclaircissement lors de la période de mesure. La possibilité de modéliser les variations de quantités ingérées des moutons en fonction du temps devrait en effet permettre de réaliser cette correction, mais la variabilité de la réponse des animaux à la photo-période, c'est-à-dire l'amplitude des variations, nécessite une mesure préalable aux 2 extrêmes.

Reçu en octobre 1987.

Accepté en août 1988.

Summary

Annual variations in voluntary food intake of wethers

Voluntary hay intake was measured, during 12 months, using two groups of 6 wethers. The experiment started at two periods of year, the first group in decreasing daylength and the second group in increasing daylength.

Mean daily intake of dry matter showed the same changes in the two groups, with minimum in February and maximum in August (fig. 2). The difference between maximum and minimum was 286 g/d for the first group of wethers and 352 g/d for the second one (in average, a difference of 25 p. 100). Voluntary intake variations being a periodical function of time, they could be described by a sinusoidal model of which the period is year (fig. 3). They are essentially related to variations in daylength, weight and fatness of sheep and hay digestibility being constant during the experimental period.

Key words : Voluntary intake, daylength, model, wethers.

Références bibliographiques

- ABRAMS S.M., HARPSTER H.W., WANGSNES P.J., SHENK J.S., KECH E., ROSENBERG J.L., 1987. Use of a standard forage to reduce effects of animal variation on estimates of mean voluntary intake. *J. Dairy Sci.*, **70**, 1235-1240.
- BARBUT M., FOURGEAUD C., 1971. *Eléments d'analyse mathématique des chroniques*. 207 p. ed. Hachette.

- BLAXTER K.L., WAINMAN F.W., WILSON R.S., 1961. The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.*, **3**, 51-61.
- BLAXTER K.L., FOWLER V.R., GILL J.C., 1982. A study of the growth of sheep to maturity. *J. Agric. Sci. Camb.*, **98**, 405-420.
- BOCQUIER F., 1985. Influence de la photo-période et de la température sur certains équilibres hormonaux et sur les performances zootechniques de la brebis en gestation et en lactation. *Thèse, I.N.A., Paris, p. 105.*
- DEMARQUILLY C., JOURNET M., 1967. Valeur alimentaire des foin condensés. I - Influence de la nature du foin et de la finesse de broyage sur la digestibilité et la quantité ingérée. *Ann. Zootech.*, **16**, 123-150.
- ERB R.E., MALVEN P.V., STEWART T.S., ZAMET C.N., CHEW B.P., 1982. Relationships of hormones, temperature, photoperiod and other factors to voluntary intake of dry matter in pregnant dairy cows prior to parturition. *J. Dairy Sci.*, **65**, 937-943.
- EVANS E.M., POTTER T.F., 1984. The reproducibility of *in vivo* estimates of digestibility and voluntary digestible organic matter intake of grass varieties by sheep. *Grass Forage Sci.*, **39**, 101-106.
- GORDON J.G., 1964. Effect of time of the year on the roughage intake of housed sheep. *Nature, London*, **204**, 798-799.
- KAY R.N.B., 1979. Seasonal changes of appetite in steer and sheep. *ARC Res. Rev.*, **5**, 13-15.
- MICHALET-DOREAU B., GATEL F., 1983. Evolution au cours d'une année des quantités de foin ingérées par des béliers castrés. *Ann. Zootech.*, **32**, 459-464.
- MILNE J.A., MACRAE J.C., SPENCE A.M., WILSON S., 1976. Intake and digestion of hill land vegetation by the red deer and the sheep. *Nature, London*, **263**, 763.
- MILNE J.A., MACRAE J.C., SPENCE A.M., WILSON S., 1978. A comparison of the voluntary intake and digestion of a range of forages at different times of the year by the sheep and the red deer (*Cervus Elaphus*). *Br. J. Nutr.*, **40**, 347-356.
- MINSON D.J., TERNOUTH J.M., 1971. The expected and observed changes in the intake of three hays by sheep after shearing. *Br. J. Nutr.*, **26**, 31-39.
- PETERS R.R., CHAPIN L.T., EMERY R.S., TUCKER H.A., 1981. Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone and glucocorticoid response of cows to supplemented light. *J. Dairy Sci.*, **64**, 1671-1678.
- ROBELIN J., 1973. Estimation de la composition corporelle des animaux à partir des espaces de diffusion de l'eau marquée. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 285-305.
- SYKES A.R., COOP R.L., RUSHTON B., 1980. Chronic and clinical fasciolosis in sheep : effects of food intake, food utilisation and blood constituents. *Res. Vet. Sci.*, **28**, 63-70.
- TARTTELIN M.F., 1968. Cyclical variations in food and water intakes in ewes. *J. Physiol.*, **195**, 29-31.
- TISSIER M., ROBELIN J., PURROY A., GEAY Y., 1978. Extraction et dosage automatique rapide de l'eau dans les liquides biologiques. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **18**, 1223-1228.
- TISSIER M.P., THERIEZ M., PURROY A., BOCQUIER F., 1983. Estimation *in vivo* de la composition corporelle de la brebis par la mesure de l'espace de diffusion de l'eau lourde. *Repr. Nutr. Develop.*, **23**, 693-707.
- VAN ES A.J.H., VAN DER MEER J.M., 1980. Chemical analysis for the prediction of nutritive value. *31st Annual Meeting Europ. Assoc. Anim. Prod.*, 3-48.
- WODZICKA-TOMASZEWSKA M., 1963. The effects of shearing on the appetite of sheep. *N.Z.J. Agric. Res.*, **6**, 440-447.
- XANDE A., 1978. Valeur alimentaire des pailles de céréales chez le mouton. I - Influence de la complémentation azotée et énergétique sur l'ingestion et l'utilisation digestive d'une paille d'orge. *Ann. Zootech.*, **27**, 583-599.