

## Etude comparée de l'activité microbienne dans le rumen chez les caprins et les ovins

### I. Effet de la nature du régime

W. ALRAHMOUN (\*), C. MASSON et J.L. TISSERAND

*E.N.S.S.A.A., Laboratoire de recherches de la Chaire de Zootechnie  
26, boulevard D<sup>r</sup> Petitjean, F 21100 Dijon*

#### Résumé

Trois boucs « Alpin » et trois béliers « Ile-de-France », castrés, âgés en moyenne de 2 ans et demi et porteurs d'une fistule permanente du rumen sont utilisés pour étudier l'activité microbienne dans le rumen. Les animaux, respectivement d'un poids vif moyen de 52,5 kg et 47,5 kg pour les caprins et pour les ovins, reçoivent l'aliment *ad libitum* deux fois par jour. Deux aliments sont étudiés successivement dans le temps : du foin de pré (9,2 p. 100 M.A.T.) et de la paille d'orge (4 p. 100 M.A.T.) supplémentée avec du tourteau de soja (120 g/kg de paille).

Les caprins ingèrent plus de matière sèche (g/kg P<sup>0.75</sup>) que les ovins mais leur consommation d'eau (ml/g M.S.I.) est plus faible. Le volume du liquide ruminal ne diffère pas significativement entre les deux espèces. Le pH du jus de rumen des caprins est plus faible notamment avec le régime « paille d'orge » que celui des ovins. La concentration en acides gras volatils totaux, l'activité cellulolytique et la concentration en N-NH<sub>3</sub> du jus de rumen ne diffèrent pas significativement entre les deux espèces.

*Mots clés : Niveau d'ingestion, activité microbienne, foin, paille, mouton, caprin.*

#### I. Introduction

Bien que nous manquions d'observations scientifiques dans ce domaine, il est couramment admis que les ovins et les caprins ont des physiologies digestives comparables. Si, en zone tempérée, JONES *et al.* (1972), BLANCHART *et al.* (1980) et de SIMIANE *et al.* (1981) ne trouvent pas de différence en matière de digestibilité entre ces deux espèces, les travaux réalisés en zone semi-aride et aride (ELHAG, 1976 ; GIHAD, 1976 ; GIHAD & EL-BEDAWY, 1980) suggèrent une meilleure utilisation digestive des fourrages par les caprins. Cette supériorité pourrait s'expliquer soit par une

---

(\*) Adresse actuelle : Université de Lattaquia, Faculté d'agronomie, Lattaquia, Syrie.

modification du rapport entre les consommations de fourrage et d'eau (GHAD, 1981) soit par un temps de séjour plus long des aliments dans le rumen des caprins (DEVENDRA, 1981) dans la mesure où les différences surviendraient essentiellement dans ce compartiment digestif.

Pour pallier l'insuffisance d'informations résultant le plus souvent d'expérimentation dans des conditions imprécises et hétérogènes (BROWN & JOHNSON, 1984), il nous a paru intéressant d'évaluer dans des conditions expérimentales identiques l'effet de la nature du régime sur l'activité microbienne dans le rumen des ovins et des caprins. Dans une première étude, nous comparons les paramètres fermentaires de la digestion dans le rumen, de deux fourrages différents par leur teneur en glucides pariétaux.

## II. Matériel et méthodes

Trois béliers de race *Ile-de-France* de poids vif 45-50 kg et trois boucs de race *Alpine* pesant 50-55 kg, élevés dans les mêmes conditions, castrés, âgés d'environ deux ans et demi et porteurs d'une fistule permanente du rumen (diamètre 5,5 cm), sont maintenus en cases individuelles.

Ils y reçoivent en distribution « *ad libitum* » au cours de deux périodes successives de 6 semaines (3 semaines d'adaptation suivies de 3 semaines d'expérimentation) :

- un foin de pré, récolte en 1<sup>re</sup> coupe dans le Jura, de qualité moyenne ;
- puis une paille d'orge complétée par 120 g de tourteau de soja par kg de paille distribuée.

Les compositions chimiques du foin, de la paille et du tourteau de soja sont données dans le tableau n° 1.

TABLEAU 1  
*Composition chimique des aliments.*  
*Chemical composition of feeds.*

Aliments <i>Feeds</i>	Matière sèche % <i>Dry matter %</i>	Matières minérales % MS <i>Ashes % DM</i>	Matières azotées totales % MS <i>Crude protein % DM</i>	Cellulose brute % MS <i>Crude fibre % DM</i>	A.D.F. %
Foin de pré . . . . . <i>Meadow hay</i>	92,6	7,4	9,2	35,6	42,5
Paille d'orge . . . . . <i>Barley straw</i>	93,9	5,0	4,0	45,9	50,8
Tourteau de soja . . <i>Soyabean oil-meal</i>	87,2	7,2	48,9	4,3	6,5

Le choix de la paille permet d'expérimenter avec un fourrage ayant une teneur en glucides pariétaux se rapprochant de celle des fourrages tropicaux : l'apport de tourteau permet de comparer des rations isoazotées. Ils disposent d'aliments distribués en deux repas par jour (8 h et 17 h), pesés quotidiennement ainsi que les refus, d'eau de boisson et d'un bloc à lécher. Les animaux sont pesés individuellement au début et à la fin de chaque période.

Au début de chaque semaine de la période expérimentale (qui dure 3 semaines), 50 ml de jus de rumen sont prélevés dans la partie supérieure du rumen, à l'aide d'un pistolet sur chaque animal avant et 1, 3 et 7 heures après la distribution du repas du matin pour y mesurer : le pH, l'azote ammoniacal (CONWAY, 1962), l'azote total (minéralisation selon la méthode de KJELDAHL et dosage avec l'auto-analyser TECHNICON II) et les acides gras volatils (AGV) par chromatographie en phase gazeuse (LAVOUE, 1976).

A la fin de chacune des 3 semaines expérimentales, un sac de nylon à deux compartiments dans lesquels sont introduits 1 g de fourrage expérimental et 1 g de fourrage de référence, est plongé dans le rumen de chaque sujet pour évaluer l'activité cellulolytique. Ces deux fourrages (expérimental et référence) sont alternativement placés dans les compartiments inférieur et supérieur afin d'éviter un éventuel effet de position. Les sacs de dimension interne de 16 × 6 mm sont fabriqués avec un tissu de nylon standard (F. 100, TRIPETTE & RENAUD) ; ils sont lestés d'une bille et introduits dans le rumen par la canule à laquelle ils sont reliés par un fil de 25 cm. Ils sont retirés au bout de 48 heures.

Une semaine avant et après la période expérimentale, 15 g de polyéthylène glycol (PEG 4000) dissous dans 100 ml d'eau déminéralisée sont introduits dans le rumen ; les prélèvements du jus de rumen sont effectués 2, 3, 4 et 6 heures après, afin d'estimer le volume de son contenu. Le dosage de PEG 4000 est réalisé selon la méthode de HYDEN (1955).

### III. Résultats et discussion

#### A. *Quantité ingérée, consommation d'eau et volume du contenu du rumen* (tabl. 2 et 4)

Avec les deux régimes, la quantité de MS ingérée (g/kg P<sup>0.75</sup>) est significativement plus élevée ( $P < 0,01$ ) chez les caprins que chez les ovins (14 p. 100 avec le régime foin et 24 p. 100 avec le régime paille).

Ces résultats sont en accord avec les principales études réalisées sur les fourrages en zone tropicale (GIHAD, 1976 & DEVENDRA, 1978), ou en zone tempérée (de SIMIANE *et al.*, 1981). Cette particularité des caprins pourrait être imputable à une vitesse d'ingestion plus grande (KIRILOV *et al.*, 1985, données non publiées), un temps de séjour dans le rumen plus long (WATSON & NORTON, 1982 ; DOYLE, EGAN & THALEN, 1984), ou dans l'ensemble du tube digestif (DEVENDRA, 1980), ou à une activité microbienne plus intense. En effet, BELLET (1984) rapporte que la flore (flore totale anaérobie, flore cellulolytique, flore amylolytique et flore protéolytique) est plus importante chez les caprins que chez les ovins avec les deux régimes.

TABLEAU 2

Quantité ingérée, consommation d'eau et volume du contenu du rumen.  
*Voluntary intake, water consumption and rumen fluid volume.*

Régimes <i>Diets</i>	Espèces <i>Species</i>	Quantité de MS ingérée (g/jour) <i>DM intake</i> (g/day)	Quantité de MS ingérée (g/kg Po. <sup>0.75</sup> ) <i>DM intake</i> (g/kg W <sup>0.75</sup> )	Consommation d'eau (ml/kg Po. <sup>0.75</sup> ) <i>Water consumption</i> (ml/kg W <sup>0.75</sup> )	Consommation d'eau (ml/g de M.S.) <i>Water consumption</i> (ml/g DM)	Volume du contenu du rumen (l) <i>Rumen fluid</i> <i>volume (l)</i>
Foin de pré	Caprins <i>Goats</i>	1 250 ± 147	58,9 ± 3,9	170 ± 31	3,2 ± 0,5	10,4 ± 1,6
Meadow hay	Ovins <i>Sheep</i>	995 ± 114 (***)	51,7 ± 5,8 (**)	197 ± 17	4,1 ± 0,6	8,4 ± 0,2
Paille <sup>(1)</sup>	Caprins <i>Goats</i>	1 211 ± 100	59,3 ± 4,2	215 ± 28	3,5 ± 0,7	9,5 ± 1,2
Barley straw <sup>(1)</sup>	Ovins <i>Sheep</i>	893 ± 21 (****)	47,7 ± 1,8 (****)	218 ± 49	4,4 ± 1,2	10,3 ± 0,8

(1) En ne tenant pas compte du tourteau de soja - Without soyabean oil-meal.

Pour le même régime, entre espèces : (\*) P < 0,05, (\*\*\*) P < 0,001 - For the same diet, between species : (\*) P < 0,05, (\*\*\*) P < 0,001.

TABLEAU 3

Caractéristiques du jus de rumen (1) et activité cellulolytique.  
Rumen fluid characteristics and cellulolytic activity.

Régimes Diets	Espèces Species	pH x	AGV totaux x Total VFA		% molaire x Molar %			N-NH <sub>3</sub> x Ammonia		Dégradation % x Degradation	
			m.mole/1 m.mole/1	m.mole/ 100 g de MOI m.mole/ 100 g IOM	C2	C3	C4	mg/100 ml mg/100 ml	g/100 g de MATI g/100 CP	ADF	ADF-ADL
Foin de pré	Caprins Goats	6,4 ± 0,2	68,9 ± 8,4	55,8 ± 8,4	71,0	21,2	6,0	14,4 ± 2,7	1,0 ± 0,2	47,8 ± 1,3	56,5 ± 1,5
	Ovins Sheep	6,5 ± 0,1	63,6 ± 4,2	56,9 ± 12,4	70,3	19,5	6,5	10,9 ± 0,9	1,4 ± 0,3	50,7 ± 2,2	59,4 ± 2,6
Paille + tourteau de soja	Caprins Goats	6,3 ± 0,1	64,4 ± 5,7	52,4 ± 6,6	73,9	18,4	5,1	18,3 ± 0,9	1,7 ± 0,1	42,1 ± 3,7	46,8 ± 4,2
	Ovins Sheep	6,5 ± 0,2	67,9 ± 5,9	73,2 ± 5,7	72,6	17,7	6,3	15,2 ± 1,3	1,7 ± 0,2	39,3 ± 7,0	41,8 ± 6,1

(1) Valeurs moyennes des 4 prélèvements journaliers pendant 3 jours - Mean values of 4 daily samplings during 3 days.

(2) Nombre de répétitions « n » = 9.

Le passage du foin à la paille ne semble pas modifier le niveau d'ingestion de la matière sèche chez les caprins, mais il le diminue chez les ovins.

La consommation d'eau (ml/kg P<sup>0.75</sup>) n'est pas significativement différente chez les deux espèces ; cependant, avec le régime paille, elle augmente significativement chez les deux espèces ( $P < 0,05$ ). Exprimée en ml/g de MS ingérée, elle est plus élevée significativement chez les ovins que chez les caprins ( $P < 0,05$ ). Ces résultats sont conformes à ceux de GIHAD (1976).

Les différences de volume du contenu du rumen ne sont pas significatives, bien qu'il ait tendance à être plus élevé chez les caprins nourris au foin alors que c'est l'inverse avec le régime paille.

## B. Fermentation dans le rumen (tabl. 3 et 4)

### 1. Le pH

Le pH du jus de rumen (moyenne de 9 prélèvements) est de 6,5 chez les ovins pour les deux régimes et de 6,4 et 6,3 chez les caprins pour les régimes foin et paille respectivement. Il a tendance à être plus faible chez les caprins. Ces observations vont dans le même sens que celles de ELHAG (1976), PANT *et al.* (1963), LOUCA *et al.* (1982) et HADJIPANAYIOTOU & ANTONIOU (1983). Ces deux derniers auteurs expliquent cette différence par un temps de renouvellement dans le rumen plus rapide chez les caprins que chez les ovins.

La figure 1 montre l'évolution du pH pendant la journée qui a tendance à diminuer pendant les 7 heures qui suivent le repas du matin sauf chez les caprins consommant de la paille où il augmente 3 heures après le repas.

### 2. Acides gras volatils (AGV)

La concentration en AGV (m.mole/litre) ne varie pas significativement. Toutefois, il y a de petites différences entre espèces et régimes. Ces résultats sont en accord avec WATSON & NORTON (1982), CABRERA *et al.* (1983), HADJIPANAYIOTOU & ANTONIOU (1983), qui ne trouvent pas de différences significatives de la concentration du jus de rumen en AGVT chez les deux espèces.

Mais la concentration en AGV, exprimée en m.mole/100 g de MO ingérée est significativement plus faible chez les caprins ( $P < 0,05$ ). Le passage du régime foin au régime paille ne modifie pas la concentration en AGV (m.mole/100 g de MOI) chez les caprins, mais l'augmente chez les ovins. Quel que soit le régime, la teneur en AGV chez les caprins diminue 1 heure après le repas et ensuite augmente progressivement (fig. 1). Par contre, chez les ovins, elle a tendance à augmenter après le repas surtout avec le régime foin.

Les proportions des acides acétique et propionique ne sont pas significativement différentes entre les deux espèces. HADJIPANAYIOTOU & ANTONIOU (1983) n'enregistrent pas de différence de la proportion molaire d'AGV chez les deux espèces.

La nature du régime modifie significativement ( $P < 0,05$ ) les proportions molaires des acides acétique et propionique ; avec le régime paille, la proportion d'acide acétique augmente et celle d'acide propionique diminue.

TABLEAU 4

*Résultats de l'analyse de la variance des paramètres mesurés.  
Analysis of variance of measured parameters.*

Paramètres <i>Parameters</i>	Effet espèces <i>Species effect</i>	Effet régime <i>Diet effect</i>	Interaction
Quantité de MS ingérée (g/jour) ..... <i>DM intake (g/day)</i>	(**)	NS	NS
Quantité de MS ingérée (g/kg P <sup>0,75</sup> ) ..... <i>DM intake (g/kg W<sup>0,75</sup>)</i>	(**)	(**)	NS
Consommation d'eau (ml/kg P <sup>0,75</sup> ) ..... <i>Water consumption (ml/kg W<sup>0,75</sup>)</i>	NS	(*)	NS
Consommation d'eau (ml/g de MS) ..... <i>Water consumption (ml/g of DM)</i>	(*)	NS	NS
pH .....	NS	NS	NS
AGV totaux (m.mole/l) ..... <i>Total VFA (m.mole/l)</i>	NS	NS	NS
AGV totaux (m.mole/100 g de MOI) ..... <i>Total VFA (m.mole/100 g IOM)</i>	(*)	NS	NS
% molaire <i>Molar %</i>			
C2 .....	NS	(**)	NS
C3 .....	NS	(**)	NS
C4 .....	(**)	(**)	(**)
N-NH <sub>3</sub> (mg/100 ml) .....	(**)	(**)	NS
N-NH <sub>3</sub> (g/100 g de MATI) .....	NS	(*)	NS
N-NH <sub>3</sub> (g/100 CP) .....	NS	(*)	NS
ADF .....	NS	(**)	(*)
ADF-ADL .....	NS	(**)	(*)

NS : Non significatif.

(\*) P < 0,05 ; (\*\*) P < 0,01.

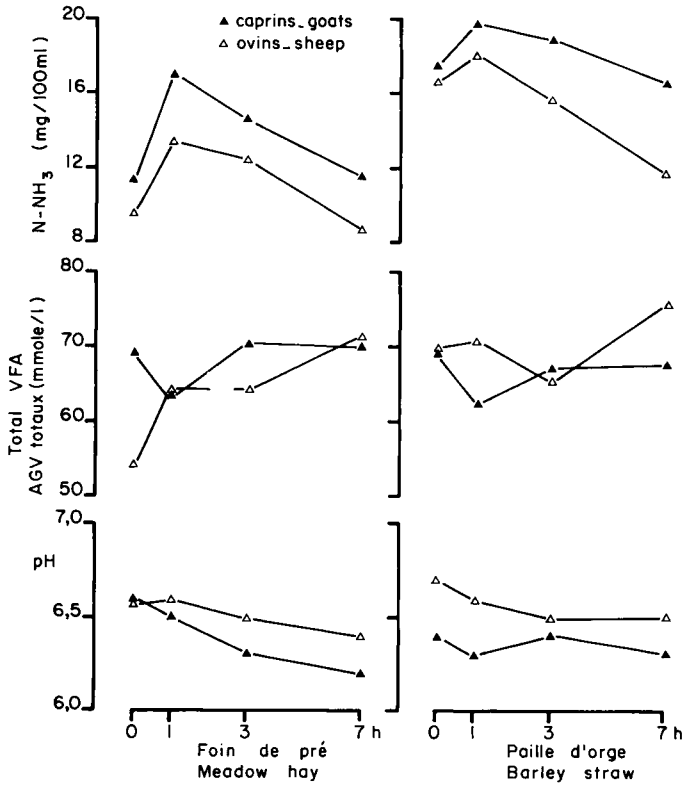


FIG. 1

*Caractéristiques du jus de rumen.  
Rumen juice characteristics.*

- ▲ Caprins - Goats.
- △ Ovins - Sheep.

La proportion molaire d'acide butyrique est plus importante chez les ovins que chez les caprins. Le passage du régime foin au régime paille s'accompagne d'une diminution marquée de la proportion molaire d'acide butyrique chez les caprins alors qu'elle est beaucoup plus faible chez les ovins.

### 3. Le taux d'azote ammoniacal

Le taux d'azote ammoniacal du jus de rumen (mg/100 ml) est significativement plus élevé chez les caprins que chez les ovins ( $P < 0,01$ ), ceci quel que soit le régime. Ces résultats rejoignent ceux de WATSON & NORTON (1982) et LOUCA *et al.* (1982), qui signalent que le taux d'azote ammoniacal du jus de rumen est significativement plus élevé chez les caprins que chez les ovins. WATSON & NORTON expliquent cette supériorité par l'intensité plus importante du recyclage de l'urée chez les caprins.



Chez les deux espèces, le taux d'azote ammoniacal est plus élevé significativement ( $P < 0,01$ ) avec le régime paille qu'avec le régime foin. Ceci pourrait être dû à la présence de tourteau dans le régime paille qui stimule l'activité microbienne dans le rumen.

Le taux d'azote ammoniacal du jus de rumen exprimé en ml/100 g de MAT ingérée n'est pas significativement différent entre les deux espèces ; mais il est plus élevé ( $P < 0,05$ ) avec le régime paille complétée avec du tourteau et la différence entre les deux régimes a tendance à être plus grande chez les caprins que chez les ovins.

L'évolution de la teneur en azote ammoniacal (mg/100 ml) au cours des 7 heures après le repas est la même pour les deux espèces : elle augmente 1 heure après le repas et diminue par la suite. L'augmentation après le repas est plus importante (45 p. 100) avec le régime foin qu'avec le régime paille (10 p. 100) (fig. 1).

### C. *Activité cellulolytique* (tabl. 3 et 4)

L'activité cellulolytique, appréciée par la disparition de l'ADF et de l'ADF-ADL en sac de nylon, ne diffère pas statistiquement entre les deux espèces. Elle est plus élevée avec le régime foin qu'avec le régime paille ( $P < 0,01$ ) pour les deux espèces. Avec le foin, elle est plus élevée chez les ovins que chez les caprins, tandis qu'avec la paille, elle est plus élevée chez les caprins ( $P < 0,05$ ). Ces résultats montrent que l'activité cellulolytique est moins influencée par le régime paille chez les caprins que chez les ovins.

## IV. Conclusion

Malgré les légères variations des paramètres étudiés, notre travail ne permet pas de mettre en évidence des différences significatives au niveau de la digestion chez les ovins et les caprins, contrairement à ce qui est constaté par DEVENDRA (1981) en mesurant la digestibilité *in vivo* qui s'avère supérieure avec des fourrages riches en glucides pariétaux chez les caprins.

Le fait que nous ayons tenu à comparer des régimes isoazotés en complétant la paille avec du tourteau de soja pourrait expliquer cette contradiction. Elle nous incite à penser que les différences constatées par certains chercheurs ne seraient pas principalement imputables à la composition en glucides pariétaux des fourrages mais d'abord à leur teneur en azote. C'est pourquoi, nous nous proposons d'étudier dans un deuxième temps, l'influence du niveau d'apport azoté sur l'ingestion et l'activité microbienne dans le rumen des ovins et des caprins.

*Reçu en mai 1985.*

*Accepté en avril 1985.*

### Summary

#### *Comparative study of microbial activity in the rumen of goats and sheep. I. Effect of diet composition*

Three Alpine wether goats and three « Ile de France » wether sheep of similar age (2.5 years) and fitted with rumen cannulae were used to study the microbial activity in the rumen. The goats and sheep weighing 52.5 and 47.5 kg respectively were fed *ad libitum* twice daily. Two diets were studied successively : meadow hay (9.2 p. 100 crude protein) and barley straw (4 p. 100 crude protein) supplemented with soyabean oil meal (120 g/kg).

Goats consumed significantly more dry matter (g DM/kg  $W^{0.75}$ ) than sheep and water intake (ml/g DM) tended to be lower for the goats. Rumen volume was not significantly different in the two species. The pH values of goat rumen juice decreased significantly with straw diet. The total VFA concentration (mM  $l^{-1}$ ), the cellulolytic activity and ruminal  $NH_3$  were not significantly different in the two species.

*Key words* : Voluntary intake, microbial activity, hay, straw, sheep goat.

### Références bibliographiques

- BELLET B., 1984. *Etude des variations de la microflore ruminale des ovins et caprins en fonction de différents régimes*. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, E.N.S.S.A.A., Université de Dijon, 99 pp.
- BLANCHART G., BRUN-BELLUT J., VIGNON B., 1980. Comparaison des caprins aux ovins quant à l'ingestion, la digestibilité et la valeur alimentaire de diverses rations. *Reprod. Nutr. Develop.*, **20**, 1731-1737.
- BROWN L.E., JOHNSON W.L., 1984. Comparative intake and digestibility of forages and by-products by goats and sheeps : a review. *Int. Goat Sheep Res.*, **3**, 212-226.
- CABRERA R., VILLARROEL P., VIAL E., CASTILLO A., 1983. Rumen fermentative activity in the goat and sheep. *S. afr. J. anim. Sci.*, **13**, 213-216.
- CONWAY E.J., 1962. *Microdiffusion analysis and volumetric error*. 5 ed. Crosby Lockwood, London, 464 p.
- DE SIMIANE M., GIGER S., BLANCHART G., HUGUET L., 1981. Valeur nutritionnelle et utilisation des fourrages cultivés intensivement, 274-299. In : Symposium international « Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre », vol. 1, MORAND-FEHR P., BOURBOUZE A. et DE SIMIANE M., ed. Itovic-I.N.R.A. Tours, France.
- DEVENDRA C., 1978. The digestive efficiency of goats. *World. Rev. anim. prod.*, **14**, 9-12.
- DEVENDRA C., 1980. Feeding and nutrition of goats. In : *Digestive physiology and nutrition of ruminants*. Vol. 3, 239, Practical nutrition 2nd ed. D.C. CHURCH *et al.*, ed. O. and B. Books. Corvallis, Oregon.
- DEVENDRA C., 1981. The utilisation of forages from Cassava pigeon pea, laucaena and groundnut by goats and sheep in Malaysia, 338-345. In : Symposium international « Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre ». Vol. 1, MORAND-FEHR P., BOURBOUZE A. et DE SIMIANE M., ed. Itovic-I.N.R.A., Tours, France.
- DOYLE P.T., EGAN J.K., THALEN A.J., 1984. Intake digestion and sulfur retention in Angora goats and Merinos sheep fed herbage diets. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, **24**, 165-169.
- ELHAG C.A., 1976. A comparative study between desert goat and sheep efficiency of feed utilization. *World Rev. anim. Prod.*, **12**, 43-48.
- GIHAD E.A., 1976. Intake digestibility and nitrogen utilization of tropical natural grass hay by goats and sheep. *J. anim. Sci.*, **43**, 878-883.

- GIHAD E.A., 1981. Utilization of poor forages by goats, 263-271. *In* : Symposium international « Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre ». Vol. 1, MORAND-FEHR P., BOURBOUZE A. et DE SIMIANE M., ed. Itovic-I.N.R.A., Tours, France.
- GIHAD E.A., EL-BEDAWY T.M., 1980. Fiber digestibility by goats and sheep. *J. Dairy Sci.*, **63**, 1701-1706.
- HADJIPANAYIOTOU M., ANTONIOU T., 1983. A comparison of rumen fermentation patterns in sheep and goats given a variety of diets. *J. Sci. Food Agric.*, **34**, 1319-1322.
- HYDEN S., 1955. A turbidimetric for determination of higher polyethylene glycols in biological materials. *Ann. R. Agr. Coll. Sweden*, **22**, 139-145.
- JONES G.M., LARSON R.E., JAREDA H., DONEFER E., GAUDEAU J.M., 1972. Voluntary intake and nutrient digestibility of forages by goats and sheep. *J. Anim. Sci.*, **34**, 830-836.
- LAVOUE G., 1976. *La chromatographie en phase gazeuse et ses applications*. Ed. Labo, France, Paris. 224 pp.
- LOUCA A., ANTONIOU T., HADJIPANAYIOTOU M., 1982. Comparative digestibility of feedstuffs by various ruminants, specifically goats, 122-132. *In* : *Third international conference on goat production and disease*. Ed. Tucson, Arizona, U.S.A.
- PANT H.C., PANDEY M.D., RAWAT J.S., ROY A., 1963. Studies on rumen physiology. 3. Species variations in rumen metabolic reaction. *Indian J. Dairy Sci.*, **16**, 29-33.
- WATSON C., NORTON B.W., 1982. The utilization of pangola grass by sheep and Angora goats. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, **14**, 467-470.