

Nouvelles méthodes d'estimation de la valeur alimentaire des fourrages

I - Dégradabilité in sacco

B. Michalet-Doreau, J. Aufrère

La technique des sachets de nylon suspendus dans le rumen dérive de la technique des poches de soie utilisée par QUIN et al. (1938) pour étudier l'influence de la nature du régime consommé par le ruminant sur la digestion de la cellulose dans le rumen. Elle a été ensuite utilisée par d'autres auteurs pour estimer :

- la valeur énergétique ou, plus exactement, la digestibilité des fourrages ;
- leur valeur d'encombrement, c'est-à-dire la quantité de matière sèche (MS) ingérée par un ruminant "standard" ;
- et depuis une quinzaine d'années, cette technique a surtout été utilisée pour étudier la cinétique de dégradation de l'azote des aliments dans le rumen ou la digestibilité dans l'intestin grêle.

MOTS CLÉS

Digestibilité, fourrages, fraction azotée, ingestion, méthode d'estimation, méthode in sacco, prévision, valeur alimentaire.

KEY-WORDS

Digestibility, feeding value, forages, in sacco method, intake, method of evaluation, prediction, protein fraction, protein value.

AUTEURS

Unité de la valeur alimentaire, Station de Recherche sur la Nutrition des Herbivores, I.N.R.A., C.R.Z.V., Theix, F 63122 Ceyrat.

Cette revue bibliographique a pour objectif, dans une première partie, de présenter les différentes applications de la technique des sachets à l'évaluation des fourrages. Si cette méthode est très satisfaisante sur le plan nutritionnel dans la mesure où l'aliment est placé dans le même environnement ruminal que les ingesta (LOWREY, 1969), elle souffre néanmoins d'une faible répétabilité (CHENOST et al., 1970 ; MEHREZ et ORSKOV, 1977 ; LINDBERG, 1985) et reproductibilité (OLDHAM, 1986 ; VÉRITÉ et al., 1989), mais aussi éventuellement d'un biais lié à la signification nutritionnelle du résidu. En effet, les échantillons d'aliment introduits dans les sachets ne sont pas soumis aux mêmes phénomènes que les aliments ingérés, à savoir la mastication, la rumination et le turn-over des particules hors du rumen. Nous verrons donc dans une deuxième partie les limites nutritionnelles de l'utilisation de cette technique.

Utilisations de la technique des sachets

• Digestibilité

Le pourcentage de matière sèche dégradée après une durée d'incubation déterminée est pris comme index de la digestibilité des fourrages (tableau 1). La précision de la prévision de la digestibilité augmente avec la durée d'incubation des sachets dans le rumen. Pour 20 fourrages verts, l'écart-type résiduel passe de 4,6 quand la variable explicative retenue est le pourcentage de MS dégradée après 12 heures d'incubation, à respectivement 3,7 et 3,1 avec le pourcentage de MS dégradée après 24 et 48 h d'incubation (DEMARQUILLY et CHENOST, 1969). La précision de l'estimation est souvent supérieure à celle obtenue avec la digestibilité *in vitro* de TILLEY

Auteurs	Fourrage (nb de répétitions)	Y	X... dégradée après	σ ou (R^2)	
CHEMOST et al. (1970)	fourrage vert (83)	dMO	MS	48 h	3,6
	foin (54)				3,7
	ensilage (17)				2,8
NEATHERY (1972)	Bermuda grass (8)	dMS	MS	48 h	(0,43)
				72 h	(0,52)
AERTS et al. (1976)	foin (42) ensilage (56)	dMO	MO	48 h	1,5
				48 h	3,4
CERDA et al. (1989)	foin + paille (7)	dMO	MS	48 h	(0,80)

TABLEAU 1 : Estimation de la digestibilité des fourrages avec la technique *in sacco*.

TABLE 1 : Estimation of digestibility with *in sacco* technique.

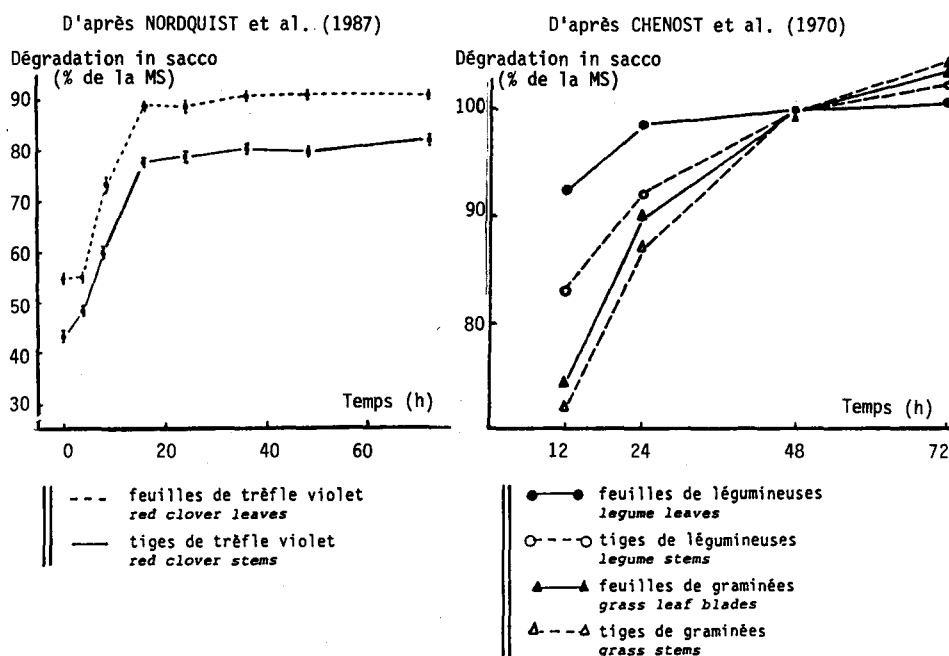


FIGURE 1 : Dégradation in sacco de la matière sèche des différents organes d'un fourrage.

FIGURE 1 : Dry matter degradation of different parts of forage.

et TERRY (CHENOST et al., 1970). Il en est de même dans les essais de AERTS et al. (1976) qui rapportent, pour 42 foins de graminées, un écart-type résiduel de 1,5 avec la méthode des sachets contre 2,0 avec la méthode in vitro.

La technique des sachets peut également être utilisée pour expliquer les différences de digestibilité entre fourrages :

— soit en mesurant l'intensité et la vitesse de digestion respective des différents organes d'un fourrage. CHENOST et al. (1970) et NORDQUIST et al. (1987) l'ont ainsi utilisée pour caractériser la digestion ruminale des feuilles et des tiges de graminées et de légumineuses (figure 1). De même, PLAYNE et al. (1972) en Australie ont étudié la vitesse de dégradation in sacco des graines et des gousses de *Stylosanthes* ;

— soit en doublant les mesures in sacco par des études de microscopie électronique de manière à expliquer l'effet du stade de végétation (BARRY et GRENET, 1989 ; HALLIDAY, 1989) ou l'influence de la famille végétale sur la digestibilité (GRENET et JAMOT, 1989) (figure 2). La microscopie électronique donne des informations sur la localisation des différents tissus dans le végétal et sur leur attaque sélective par les micro-organismes du rumen (BRAZLE et HARBERS, 1977 ; AKIN, 1979).

sortie des particules suffisamment petites pour franchir l'orifice réticulo-omasal, mais aussi de la vitesse de dégradation des aliments.

C'est ce dernier facteur qui peut être apprécié par la technique des sachets de nylon, la matière sèche restant dans un sachet après une durée d'incubation donnée pouvant servir d'index de la vitesse de dégradation de la masse de constituants pariétaux présente dans le rumen, et donc de la réplétion ruminale. Suivant les auteurs, la variable explicative retenue a été soit directement la matière sèche dégradée après une durée d'incubation relativement courte (12 h) (DEMARQUILLY et CHENOST, 1969), soit la fraction potentiellement dégradable par les micro-organismes du rumen (HOVELL et al., 1986 ; ORSKOV et al., 1988) (tableau 2).

Auteurs	Fourrage (nb de répétitions)	X	σ ou (R^2)
DEMARQUILLY et CHENOST (1969)	fourrage vert (20)	MS dégradée après 12 h	4,9
	foin (34)	MS dégradée après 12 h	5,0
HOVELL et al. (1986)	foin (4)	MS potentiellement dégradable	(0,5)
ORSKOV et al. (1988)	paille (10)	MS potentiellement dégradable	(0,5)

TABLEAU 2 : Estimation de la quantité de matière sèche ingérée avec la technique in sacco.

TABLE 2 : Estimation of dry matter intake with in sacco technique.

• Dégradabilité de l'azote dans le rumen

Presque tous les systèmes d'évaluation de la valeur azotée des aliments reposent actuellement sur l'estimation de deux fractions d'acides aminés réellement absorbés dans l'intestin grêle : une fraction alimentaire et une fraction microbienne. Or la quantité d'acides aminés d'origine alimentaire absorbée dépend d'abord de la teneur en matières azotées du fourrage et de leur dégradabilité dans le rumen. La mesure directe de l'azote alimentaire dégradé dans le rumen est lourde, car elle nécessite la mesure des flux d'azote total et microbien au niveau du duodénum. Aussi des alternatives ont-elles été recherchées, et de nombreuses méthodes d'estimation ont été proposées, soit microbiologiques, soit chimiques. Parmi ces différentes méthodes, la technique des sachets est la plus utilisée actuellement (tableau 3). Pour calibrer la dégradabilité in sacco sur la dégradation in vivo, deux approches fondamentalement différentes ont été proposées :

Références	Pays	Dégradabilité de N dans le rumen
JARRIGE et al. (1978)	France 78	in vitro
VERITE et al. (1987)	France 88	in sacco
BICKEL et LANDIS (1987)	Suisse	in vitro
SUSMEL et PIVA (1987)	Italie	in sacco
MADSEN (1985)	Danemark	in sacco
ROHR et al. (1986)	Allemagne	in vivo
ARC (1984)	Grande Bretagne	in sacco
MRC (1985)	USA	in vivo
CORBETT et al. (1987)	Australie	in vivo

TABLEAU 3 : Méthodes utilisées pour calculer la dégradabilité de l'azote des aliments.
 TABLE 3 : Methods used to calculate the protein degradability of feeds.

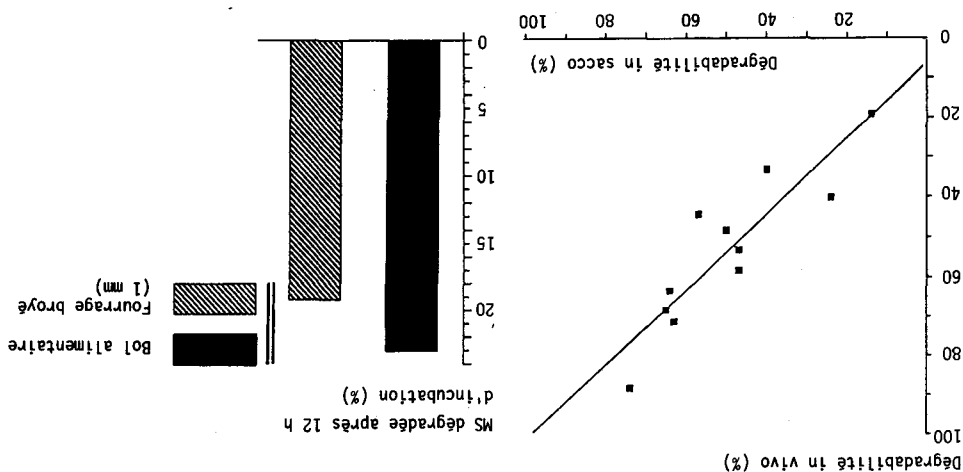


Figure 3

Figure 4

FIGURE 3 : Liaison entre la dégradabilité in sacco et la dégradabilité in vivo (système danois ; MADSEN et HEVELPLUND, 1985).

FIGURE 3 : Relation between in vivo and in sacco degradability (Danish system ; MADSEN and HEVELPLUND, 1985).

FIGURE 4 : Digestion in sacco d'un bol alimentaire de foin et du même fourrage broyé (3 foins tropicaux ; PLAYNE et al., 1978).

FIGURE 4 : Comparison between bolus and milled sample digestion in rumen (3 tropical hays ; PLAYNE et al., 1978).

— une approche analytique (MADSEN et HVELPLUND, 1985) dans laquelle les auteurs ont établi une relation directe entre la dégradabilité *in vivo* et *in sacco* (figure 3) ;

— une approche globale (VÉRITÉ et al., 1989) dans laquelle les auteurs ont cherché à estimer le flux d'azote non ammoniacal arrivant à l'entrée du duodénum à partir de critères servant d'index des différentes fractions azotées duodénale, alimentaire, microbienne ou endogène, l'azote alimentaire étant estimé à partir de l'azote non dégradé *in sacco*. Cette approche, bien que moins rationnelle, permet d'assurer une meilleure précision et une meilleure cohérence au système en limitant les risques de biais. Elle sert de base au système PDI.

Limites de la technique des sachets

Les problèmes méthodologiques liés à l'utilisation de cette technique ont fait l'objet de nombreuses mises au point bibliographiques (SETALA, 1983 ; LINDBERG, 1985 ; NOCEK, 1988), et nous nous limiterons à l'étude des paramètres qui peuvent affecter spécifiquement la dégradation *in sacco* de l'azote des fourrages et introduire ainsi un biais dans le classement des fourrages en fonction de leur dégradabilité, à savoir leur mode de conditionnement et la colonisation des résidus de sachets par les bactéries ruminales.

• Influence du mode de conditionnement des fourrages sur la dégradation *in sacco*

Le broyage des aliments avant leur introduction dans les sachets a pour objectif d'obtenir un échantillon plus représentatif, mais aussi de reproduire l'effet de la mastication alimentaire. Or la dégradation *in sacco* de 3 foins tropicaux broyés à la grille de 0,8 mm n'est pas sensiblement différente de celle du bol alimentaire après 12 h d'incubation dans le rumen (PLAYNE et al., 1978 ; figure 4). Même si la granulométrie du fourrage broyé à la grille de 0,8 mm est différente de celle du fourrage mastiqué (MICHALET-DOREAU, CERNEAU et DARDILLAT, 1990), leur dégradation *in sacco* est comparable.

Pour des aliments humides, se pose également le problème de leur conditionnement, par séchage à l'étuve ou par lyophilisation, qui est à l'origine de modifications physico-chimiques des constituants azotés des fourrages (MAC RAE et al., 1975 ; ABDALLA et al., 1988). Le séchage à l'étuve des échantillons entraîne en moyenne une diminution de la dégradabilité *in sacco* de l'azote comprise entre 10 et 17% (PEYRAUD, 1989 ; KAMOUN et THEWIS, 1989). Si on prend comme référence le fourrage humide initial, le séchage à 60°C entraîne une diminution de la dégradabilité de l'azote quand les échantillons ont la même granulométrie, c'est-à-dire

sont simplement hachés (KAMOUN et THEWIS, 1989). En revanche, quand les échantillons secs sont broyés, la dégradabilité du fourrage séché à 60°C est égale à celle du fourrage vert initial haché, alors que la dégradabilité du fourrage lyophilisé est nettement plus importante (OULD-BAH et MICHALET-DOREAU, 1988 ; VANHATALO et VARVIKKO, 1989 ; figure 5). Il y aurait donc interaction entre le mode de conditionnement du fourrage et sa finesse de broyage.

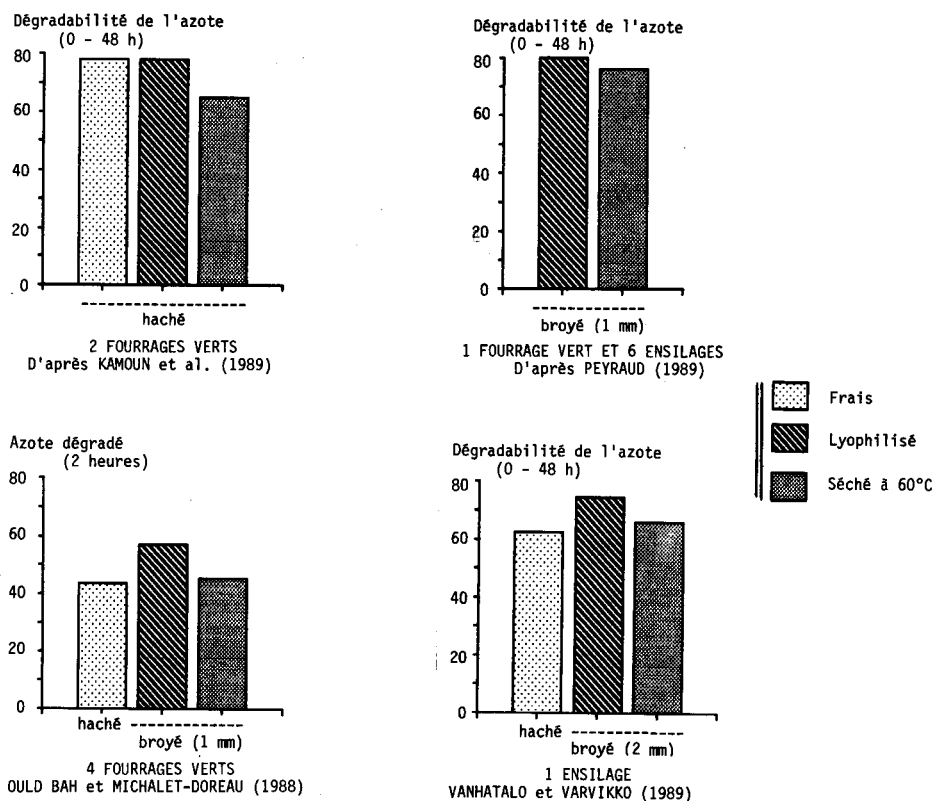


FIGURE 5 : Influence du mode de conditionnement du fourrage sur la dégradation in sacco de l'azote dans le rumen.

FIGURE 5 : Influence of sample drying and milling on in sacco nitrogen degradation in rumen.

• Influence de la contamination bactérienne des résidus sur la dégradation in sacco de l'azote

Dans la technique des sachets, il est implicitement admis que la quantité d'azote restant dans le sachet après des temps de séjour variables dans le rumen correspond

à de l'azote alimentaire non dégradé. Or, depuis le début des années 1980, de nombreux chercheurs utilisant différents marqueurs de l'azote bactérien, MATHERS et ARCHISON (1981) avec du DAPA, KENNEDY et al. (1984) avec du ^{35}S ou du ^{15}N , ou VARVIKKO et LINDBERG (1985) avec du ^{15}N , ont montré qu'une fraction variable de l'azote des résidus était en fait constituée par de l'azote bactérien. Cette colonisation bactérienne conduit à une sous-estimation de la dégradabilité de l'azote alimentaire dans le rumen, sous-estimation dont l'importance varie en fonction de la nature de l'aliment.

Sur 5 fourrages de teneurs en matières azotées variables, la colonisation bactérienne des résidus de sachets entraîne une sous-estimation de la dégradabilité de l'azote non seulement importante, 14,8 points en moyenne, mais aussi très variable, de 8,2 points pour un fourrage tropical à 20,1 points pour un ray-grass anglais récolté en vert (figure 6).

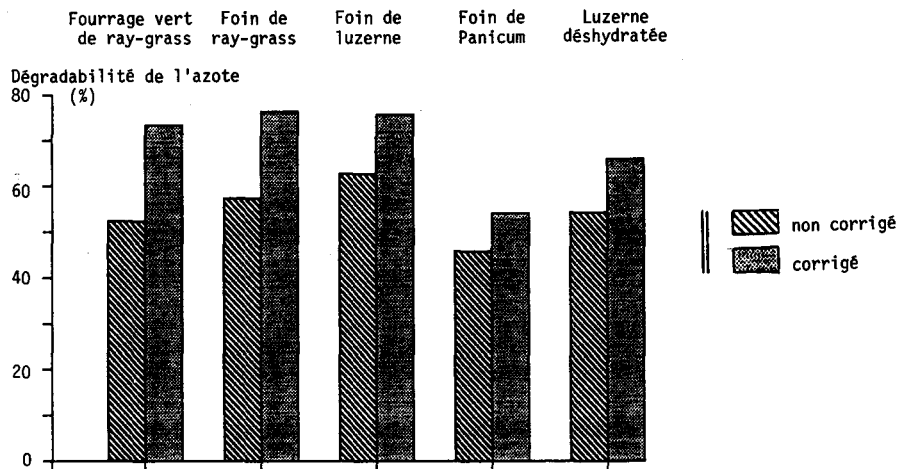


FIGURE 6 : Influence de la contamination bactérienne des résidus sur la mesure de la dégradabilité in sacco de l'azote des fourrages (OULD BAH, 1989).

FIGURE 6 : Influence of bacterial contamination of residues on in sacco nitrogen degradability (OULD BAH, 1989).

En effet, cette sous-estimation de la dégradabilité de l'azote alimentaire est d'autant plus importante que la teneur en azote du fourrage est faible. Il a été possible d'estimer cette erreur due à la contamination microbienne (DDeg) à partir de la teneur en Matières Azotées Totales (MAT) et en NDF (en % de la matière sèche) des fourrages (MICHALET-DOREAU et OULD-BAH, 1989) :

$$\text{DDeg} = 6,4 - 0,365 \text{ MAT} + 0,170 \text{ NDF} \pm 1,9$$

La méthode in sacco a été utilisée initialement dans un but de prévision, pour estimer la digestibilité des fourrages ou leur valeur d'encombrement. Plus récemment, cette technique a été utilisée pour apprécier la digestion ruminale de la matière sèche ou d'un des constituants de la matière sèche (notamment l'azote). Mais quelle que soit son utilisation, cette méthode doit être rigoureusement standardisée, d'une part pour réduire la variabilité liée à l'emploi de cette technique, d'autre part pour éviter des biais liés à la méthodologie utilisée, biais susceptibles de modifier le classement des aliments en fonction du critère étudié.

Accepté pour publication, le 13 avril 1990

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDALLA H.O., FOX D.G., VAN SOEST P.J. (1988) : "An evaluation of methods for preserving fresh forage samples before protein fraction determinations", *J. Anim. Sci.*, 66, 2646-2649.
- AERTS J.V., DE BRABANDER D.L., COTTYN B.G., BUYSSE F.X. (1976) : "Contribution à la détermination de la valeur alimentaire des fourrages grossiers. III - Estimation de la digestibilité et de la valeur énergétique par la méthode des sachets de nylon", *Revue Agriculture*, 29, 255-268.
- AKIN D.E. (1979) : "Microscopic evaluation of forage digestion by rumen micro-organisms. A review", *J. Anim. Sci.*, 48, 701-709.
- A.R.C. (1984) : *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*, Supplement n°1, report of the Protein Group of the ARC Working Party, Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK.
- BARRY P., GRENET E. (1989) : "Dégradation microbienne dans le rumen de la tige de blé à différents stades de développement, observée au microscope électronique à balayage", *Repr. Nutr. Develop.* (sous presse).
- BICKEL H., LANDIS J. (1987) : "Present situation of protein evaluation for ruminants in Switzerland", *Feed evaluation and protein requirement systems for ruminants*, CEC Seminar, Bruxelles, ed. Jarrige et Alderman, 41-46.
- BRAZLE F.K., HARBERS L.M. (1977) : "Digestion of alfalfa hay observed by scanning electron microscopy", *J. Anim. Sci.*, 46, 506-512.
- CERDA A.D., MANTEROLA B.H., SIRHAN A.L. (1989) : "Comparative study and validation of three methods to estimate apparent digestibility of forages", *Proc. 16th Intern. Grassld. Congr.*, 2, 901-902.
- CHENOST M., GRENET E., DEMARQUILLY C., JARRIGE R. (1970) : "The use of nylon bag technique for the study of forage digestion in the rumen and for predicting feed value", *Proc. 11th Intern. Grassld. Congr.*, 697-701.
- CORBETT J.L., FREER M., NOLAN J.V. (1987) : "Present situation of the modern protein systems in Australia", *Feed evaluation and protein requirement systems for ruminants*, CEC Seminar, Bruxelles, ed. Jarrige and Alderman, 69-80.

- DEMARQUILLY C. (1965) : "Factors affecting the voluntary intake of green forage by sheep", *Proc. 9th Intern. Grassld. Congr.*, 877-885.
- DEMARQUILLY C., CHENOST M. (1969) : "Etude de la digestion des fourrages dans le rumen par la méthode des sachets de nylon, liaison avec la valeur alimentaire", *Ann. Zootech.*, 18, 419-436.
- FREER M. (1981) : "The control of food intake by grazing animals", *World Animal Science*, ed. Morley, 105-124.
- GRENET E., JAMOT J. (1989) : "Kinetic study of the rumen microbial degradation of lucerne and italian ryegrass observed by scanning electron microscopy", *Proc. 16th Intern. Grassld. Congr.*, 2, 919-920.
- HALLIDAY L.J. (1989) : "Rumen degradation of various grass species at different stages of growth", *Proc. 16th Intern. Grassld. Congr.*, 2, 933-934.
- HOVELL F.D.D., NGAMBI J.W.W., BARBER W.P. (1986) : "The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags", *Anim. Prod.*, 42, 111-118.
- JARRIGE R., JOURNET M., VÉRITÉ R. (1978) : "Azote", *Alimentation des Ruminants*, ed. INRA publ., 89-128.
- KAMOUN M., THEWIS A. (1989) : "Influence du mode de conditionnement d'un fourrage vert sur sa composition chimique, la digestibilité in vitro de la matière organique et la dégradabilité in sacco de l'azote dans le rumen", *Repr. Nutr. Develop.* (sous presse).
- KENNEDY P.M., HAZLEWOOD G.P., MILLIGAN L.P. (1984) : "A comparison of methods for the estimation of the proportion of microbial nitrogen in duodenal digesta, and of correction for microbial contamination in nylon bags incubated in the rumen of sheep", *Br. J. Nutr.*, 52, 403-417.
- LINDBERG J.E. (1985) : "Estimation of rumen degradability of feed proteins with the in sacco technique and various in vitro methods : A review", *Acta. Agric. Scand.*, Suppl. 25, 64-97.
- LOWREY R.S. (1969) : "The nylon bag technique for the estimation of forage quality", *Proc. Nutr. Conf. on forage quality, evaluation and utilization*, Nebraska, Paper O.
- MAC RAE J.C., CAMPBELL D.R., EADIE J. (1975) : "Changes in the biochemical composition of herbage upon freezing and thawing", *J. Agric. Sci.*, 84, 125-131.
- MADSEN J. (1985) : "The basis for the proposed Nordic protein evaluation system. The AAT-PBV system", *Acta Agric. Scand.*, Suppl. 25, 9-20.
- MADSEN J., HVELPLUND T. (1985) : "Protein degradation in the rumen. A comparison between in vivo, nylon bag and buffer measurements", *Acta. Agric. Scand.*, Suppl. 25, 103-124.
- MATHERS J.C., AITCHISON E.M. (1981) : "Direct estimation of the extent of contamination of food residues by microbial matter after incubation within synthetic fibre bags in the rumen", *J. Agric. Sci. Camb.*, 96, 691-693.
- MEHREZ A.Z., ORSKOV E.R. (1977) : "A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen", *J. Agric. Sci. Camb.*, 88, 645-650.
- MICHALET-DOREAU B., OULD-BAH M.Y. (1989) : "Estimation of the extent of bacterial contamination in bag residues and its influence on in sacco measurements of forage nitrogen degradation in rumen", *Proc. 16th Intern. Grassld. Congr.*, 2, 909-910.

- MICHALET-DOREAU B., CERNEAU P., DARDILLAT C. (1990) : "Choix d'une finesse de broyage pour mesurer la dégradabilité in sacco des aliments", *6^e Journées de Recherches sur l'alimentation et la nutrition des Herbivores*.
- NEATHERY M.W. (1972) : "Conventional digestion trials vs nylon bag technique for determining seasonal difference in quality of midland bermudagrass forage", *J. Anim. Sci.*, 34, 1075-1084.
- NOCEK J.E. (1988) : "In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility : a review", *J. Dairy Sci.*, 71, 2051-2069.
- N.R.C. (1985) : *Ruminant Nitrogen Usage*, U.S. National Academy of Science, Washington DC.
- NORDQUIST E., GRAHAM H., AMAN P. (1987) : "Degradation in vitro and in sacco of red clover leaves and stems", *Anim. Feed Sci. Technol.*, 17, 295-304.
- OLDHAM J.D. (1986) : "Testing and implementing the modern systems U.K.", *Feed evaluation and protein requirement systems for Ruminants*, CEC Seminar, Bruxelles, ed. Jarrige and Alderman, 269-282.
- ORSKOV E.R., REID G.W., KAY M. (1988) : "Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages", *Anim. Prod.*, 46, 29-34.
- OULD-BAH M.Y. (1989) : *Adaptation de la technique in sacco à l'étude de la dégradation dans le rumen de l'azote des fourrages et application à l'étude des fourrages verts et conservés*, thèse 186 p., Univ. Sciences et Techniques du Languedoc, France.
- OULD-BAH M.Y., MICHALET-DOREAU B. (1988) : "Influence du traitement des fourrages verts sur leur cinétique de dégradation in sacco de l'azote dans le rumen", *Reprod. Nutr. Develop.*, 28, Suppl.1, 103-104.
- PEYRAUD J.L. (1989) : "Influence du mode de séchage et de la finesse de broyage des échantillons de fourrages sur l'estimation de la dégradabilité de l'azote", *Repr. Nutr. Develop.* (sous presse).
- PLAYNE M.J., Mc LEOD M.N., DEKKER R.F.H. (1972) : "Digestion of the dry matter, nitrogen, phosphorus, sulphur, calcium and detergent fiber fractions of the seed and pod of *Stylosanthes humilis* contained in terylene bags in the bovine rumen", *J. Sci. Fd Agric.*, 23, 925-932.
- PLAYNE M.J., KHUMNUALTHONG W., ECHEVARRIA M.G. (1978) : "Factors affecting the digestion of cesophageal fistula samples and hay samples in nylon bags in the rumen of cattle", *J. Agric. Sci. Camb.*, 90, 193-204.
- QUIN J.I., VAN DER WATH J.G., MYBURGH S. (1938) : "Studies on the alimentary tract of merinos sheep in South Africa. 4 - Description of experimental and technique. Onderstepoort", *J. Vet. Sci. and Anim. Industry*, 11, 341-360.
- ROHR K., LEBZIEN P., SCHAFFT H., SCHULZ F. (1986) : "Prediction of duodenal flow of non-ammonia nitrogen and aminoacid nitrogen in dairy cows", *Livestock Prod. Sci.*, 14, 29-40.
- SETALA J. (1983) : "The nylon bag technique in the determination of ruminal feed protein degradation", *J. Sci. Agric. Finland*, 55, 1-78.
- SUSMEL P., PIVA G.F. (1987) : "Present interaction of protein systems in Italy", *Feed evaluation and protein requirement systems for ruminants*, CEC Seminar, Bruxelles, ed. Jarrige et Alderman, 21-28.
- VANHATALO A., VARVIKKO T. (1989) : "Influence of sample preparation on the ruminal nylon bag degradation values of grass silage", *AJAS*, 2, 413-415.

- VARVIKKO T., LINDBERG J.E. (1985) : "Estimation of microbial nitrogen in nylon-bag residues by feed 15N dilution", *Br. J. Nutr.*, 54, 473-481.
- VÉRITÉ R., MICHALET-DOREAU B., CHAPOUTOT P., PEYRAUD J.L., PONCET C. (1987) : "Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI)", *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 70, 19-34.
- VÉRITÉ R., MICHALET-DOREAU B., VEDEAU F., CHAPOUTOT P. (1989) : "Dégradabilité en sachets des matières azotées des aliments concentrés : standardisation de la méthode et variabilités intra et inter laboratoires", *Repr. Nutr. Develop.* (sous presse).

RÉSUMÉ

La technique des sachets permet de suivre la digestion de la matière sèche dans le rumen, et ainsi de prévoir la digestibilité ou l'ingestibilité des fourrages. Plus récemment elle a été utilisée pour estimer la dégradabilité de l'azote alimentaire dans le rumen, élément majeur dans la détermination de la valeur azotée des aliments. Mais l'utilisation de cette technique pour estimer la dégradabilité de l'azote des fourrages pose des problèmes spécifiques à ce type d'aliment, à savoir le mode de conditionnement du fourrage et la colonisation des résidus in sacco par les bactéries du rumen. Ces problèmes méthodologiques sont étudiés dans cette revue bibliographique.

SUMMARY

New methods for the evaluation of the feeding value of forages. I. In sacco degradability

The in sacco technique is used to study dry matter digestion in the rumen, and then to estimate forage digestibility and intake. More recently this technique has been used to estimate the degradability of feed nitrogen in the rumen, an important component of feed nitrogen value. However the use of this technique to estimate nitrogen degradability of forages in the rumen sets specific problems for forages. Oven-drying (60°C) and milling (1 mm or 2 mm mesh) of fresh forage samples modifies less the nitrogen degradation in nylon bags than freeze-drying and milling, unless the chopped fresh forage is taken as a reference. The colonization of bag residues by ruminal bacteria can induce a bias in ruminal nitrogen degradation of 14,4 points on average (between 8,2 and 20,1 points), the crude protein of forages varying between 8 and 18% of the dry matter. These factors are discussed in the present review.