

Mesure de l'ingestion d'herbe par la vache laitière au pâturage au moyen de la méthode des index fécaux *

N. Bartiaux-Thill
R. Biston
P. Dardenne
E. François

Ministère de l'Agriculture
Administration de la Recherche Agronomique
Centre de Recherches Agronomiques de l'Etat-Gembloux
Avenue de la Faculté d'Agronomie 22 B - 5800 Gembloux

A. Théwis

Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat
Chaire de Productions Animales
Passage des Déportés 2 B - 5800 Gembloux

M. Gielen

Centre de Recherches sur l'Elevage et les Productions fourragères en Haute Belgique (I.R.S.I.A.)
Rue des Vétérinaires 45 B - 1070 Bruxelles

P. Limbourg

Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat
Centre de Recherches sur l'Elevage et les Productions fourragères en Haute Belgique (I.R.S.I.A.)
Passage des Déportés 2 B - 5800 Gembloux

* Recherche partiellement subsidiée par le Fonds de la Recherche Fondamentale Collective (FRFC, convention 2-4542-84)

La quantité d'herbe ingérée a été mesurée dans un essai réalisé en Haute Belgique sur prairies permanentes pâturées intensivement par des vaches laitières.

La digestibilité de l'herbe a été déterminée au moyen de deux index fécaux : l'azote total et la lignine selon Christian.

La quantité de fèces émises a été estimée par la technique à l'oxyde de chrome.

Les quantités ingérées exprimées en kg de matière organique par animal et par jour sont, pour les 2 systèmes étudiés : pâturage en rotation et pâturage continu, respectivement de 14,0 et 13,0 pour l'azote index fécal, 12,8 et 11,3 pour la lignine index fécal.

La valeur des 2 méthodes est discutée.

1. Introduction

L'estimation de la consommation d'herbe au pâturage peut se faire via le végétal ou via l'animal.

Les méthodes phytotechniques sont basées sur la différence entre la quantité d'herbe disponible lors de l'entrée du bétail dans une parcelle et la quantité d'herbe résiduelle à sa sortie. En fait, ces méthodes de coupe ne sont applicables que pour des temps d'occupation très courts ne dépassant pas trois jours et posent, en pratique de gros problèmes de méthodologie :

- coupes à effectuer à hauteur constante et à un niveau inférieur à celui du broutage par les animaux : idéalement au niveau du sol;
- grandes exigences en main-d'œuvre des petites tondeuses manuelles;
- risque de dégradation du gazon consécutive à des coupes mécaniques effectuées trop bas;
- contamination inévitable par de la terre ou les bousats faussant les mesures de production.

Au-delà d'un temps d'occupation de trois jours, il devient indispensable de prendre en considération la croissance de l'herbe durant le pâturage, à l'aide de cages par exemple, ce qui complique encore le problème : la pousse réelle de l'herbage pendant le pâturage n'est pas comparable à celle de l'herbe dans une aire protégée.

Dans le cas du pâturage continu, avec séjour permanent des animaux sur la parcelle, aucune méthode phytotechnique ne peut être appliquée. C'est la raison

pour laquelle on préfère actuellement les méthodes zootechniques (appelées aussi mesures indirectes de la consommation). Ces techniques, utilisées au Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux, mesurent la consommation d'herbe à partir de deux paramètres : la digestibilité de l'herbe et la quantité de matières fécales émises (Thill, 1977-1978; Bartiaux-Thill et François, 1980).

Dans l'essai présent, la digestibilité est estimée au moyen de deux index fécaux : la lignine et l'azote total. Cet essai a pour cadre expérimental la comparaison de deux types de pâturage, effectuée par le Centre de Recherches sur l'Élevage et les Productions Fourragères en Haute Belgique.

2. Procédés expérimentaux

2.1. Mesure de la consommation et de la digestibilité

La mesure de la consommation (C) nécessite la connaissance de deux paramètres : D (digestibilité de la ration) et F (quantité de matières fécales émises) :

$$C = F \frac{100}{100 - D}$$

2.1.1. Détermination de la quantité de fèces émises (F)

Pour la recherche de F, on a recours à un traceur indigestible qu'on administre quotidiennement et en quantité connue (Y) à l'animal.

La concentration en traceur est déterminée dans un échantillon de fèces. L'excrétion en MS (matière sèche) ou en

MO (matière organique) fécale est alors calculée au moyen de la relation suivante :

$$F = \frac{Y}{y} \cdot 100$$

où y = concentration en traceur de la MS ou de la MO fécale.

Le marqueur le plus couramment utilisé et le moins onéreux est l'oxyde de chrome (Cr_2O_3). Des études antérieures (Thill et al., 1978) ont confirmé ses qualités et ont permis d'en préciser les conditions d'utilisation (Bartiaux-Thill et François, 1980).

Administration du marqueur

Sept jours avant la date de prélèvement et pendant toute la durée de l'essai, on administre journellement la dose de Cr_2O_3 , incorporée dans 180 g de pellets de luzerne, dans notre cas 18,70 g. Les heures d'administration du concentré marqué correspondent aux heures de traite généralement choisies par l'exploitant (7 h 00 et 17 h 00).

Echantillonnage des matières fécales

Les matières fécales sont échantillonnées à 7 h 00 et entre 15 h 30 et 16 h 00. Les récoltes ont lieu soit après défécation soit par prélèvement dans le rectum.

Préparation des échantillons

Les échantillons de fèces sont séchés à l'étuve et broyés finement en évitant la perte des fines particules (moulin de type Cyclotec - tamis 1 mm).

Dosage de l'oxyde de chrome

La technique employée est celle mise au point par François et al. (1978). La matière organique est détruite et l'oxyde de chrome attaqué et oxydé par le mélange nitro-perchlorique en une seule opération. Une courte ébullition en présence de persulfate, qui assure l'oxydation complète du chrome, est suivie du titrage direct par le sel de Mohr, en présence de diphénylamine sulfonée, soit potentiométriquement au moyen d'une électrode en platine.

2.1.2. Détermination de la digestibilité par la technique des index fécaux

L'estimation de la digestibilité, à partir de la composition des fèces, repose sur

l'existence d'une relation simple entre la digestibilité mesurée *in vivo* et la concentration en un constituant de ces fèces. On supprime ainsi l'effet de l'hétérogénéité de l'herbage et des variations de la valeur de l'herbe au cours de l'occupation des parcelles, tout en tenant compte du broutement sélectif de l'animal. Cependant, l'utilisation de l'azote total comme index fécal peut poser des problèmes dans le cas de distributions importantes de concentrés (Chenost et al., 1981). C'est pourquoi nous présentons également les résultats obtenus à partir d'un autre index, à savoir, la lignine déterminée selon la méthode de Christian, (1971).

2.1.2.1. Azote - index fécal

Thill (1977) a obtenu la relation suivante entre l'azote index fécal et la digestibilité *in vivo* : $DMS = 44,402 + 12,376 N$ où N représente la concentration en azote des matières fécales.

Avec un coefficient de corrélation de 0,936 et un écart-type résiduel de 1,88, cette relation est très étroite et précise.

Echantillonnage et préparation des matières fécales

Les dosages d'azote total et de lignine ont été effectués à partir des matières fécales prélevées en vue de la détermination de l'oxyde de chrome. L'analyse de la lignine (voir ci-dessous) implique cependant la lyophilisation préalable d'une fraction des échantillons.

Dosage de l'azote total

L'azote total a été dosé par la méthode de Kjeldahl uniquement pour les échantillons standards. Toutes les autres déterminations d'azote sont réalisées par spectrométrie dans l'infra-rouge proche (Néotec).

2.1.2.2. Lignine - index fécal

A titre de comparaison, la digestibilité a été évaluée, à partir d'une relation développée sur moutons (Dubois et al., 1981; Frère et al., 1981) :

$$DMS = 83,09 - 1,64 L$$

où L représente la concentration fécale en lignine.

La lignine a été déterminée dans les échantillons de fèces suivant la méthode

de Christian (1971). L'action successive de l'acide sulfurique à 72 % et d'un détergent acide (CTAB) à l'ébullition isole une fraction alimentaire non altérée dans le tractus digestif du ruminant (récupération fécale pratiquement quantitative, Frère et al., 1981).

2.2. Animaux et conditions de pâturage

Les vaches utilisées dans cet essai ont été choisies dans un troupeau plus important pâturant une vieille prairie permanente du Haut Plateau Ardennais, comportant les espèces dominantes suivantes : ray-grass anglais, fléole, pâturin commun et trèfle blanc. Douze vaches, de race Pie-Noire (poids vif moyen : 500 kg) et de performance moyenne (\pm 3.500 litres/an) ont été réparties de manière uniforme, suivant l'âge, le numéro de lactation et le potentiel de production, en deux groupes soumis à deux systèmes de pâturage : le pâturage en rotation (sur 6 parcelles de 20 ares - temps d'occupation : 5,14

jours) et le pâturage en continu (sur 1 parcelle de 1,20 hectare). Les mesures ont été réalisées du 1er au 29 juin 1982. Les analyses effectuées à cette époque révèlent une très bonne qualité de l'herbe mise à la disposition des animaux dans les deux systèmes de pâturage (tableau 1).

La période d'expérimentation correspondait au premier tiers de la lactation des vaches; le niveau de production était voisin de 20 litres de lait.

Etant donné le chargement élevé (5 vaches/ha), une quantité moyenne de 3,75 kg de complément énergétique (mélange de pulpes séchées de betteraves sucrières et de céréales) a été distribuée aux animaux.

La croissance moyenne de l'herbe durant la période considérée, dans des enclos protégés du pâturage et coupés au même rythme que les parcelles broutées correspondantes a été pour le parcellement de 87,33 kg MS/jour/ha soit une disponibilité moyenne par vache de 17,47 kg MS et pour le pâturage continu res-

Tableau 1 Qualité de l'herbe offerte dans les deux systèmes de pâturage durant la période expérimentale

Constituants	Pâturage			
	En rotation		Continu	
	Moy.	s	Moy.	s
Matière sèche en %	15,95	1,77	15,88	1,43
<i>En % de la matière sèche</i>				
— Protéines brutes totales	21,02	1,28	24,29	2,11
— Cellulose	23,55	0,97	21,97	0,49
— Lignine	2,21	0,50	1,88	0,22
— Cendres totales	10,32	0,50	10,78	0,45
Digestibilité de la matière organique *	75,6	3,03	78,1	2,48
Protéines brutes digestibles g/kg MS	165,7	12,35	197,3	20,39
VEM/kg MS	943	21,3	981	13,0
Eléments minéraux g/kg MS				
— Ca	9,38	1,56	8,30	1,09
— Na	0,66	0,30	0,80	0,09
— K	37,11	3,16	39,81	3,49
— Mg	2,36	0,17	2,35	0,21
— P	4,82	0,40	4,85	0,24
— Ca/P	1,94		1,71	

* Détermination effectuée par spectrométrie de réflexion dans le proche infrarouge

Figure 1 Evolution de la concentration fécale en azote et en lignine et de la digestibilité de la matière sèche estimée par les deux méthodes dans le cas du pâturage en rotation (^ : changement de parcelle)

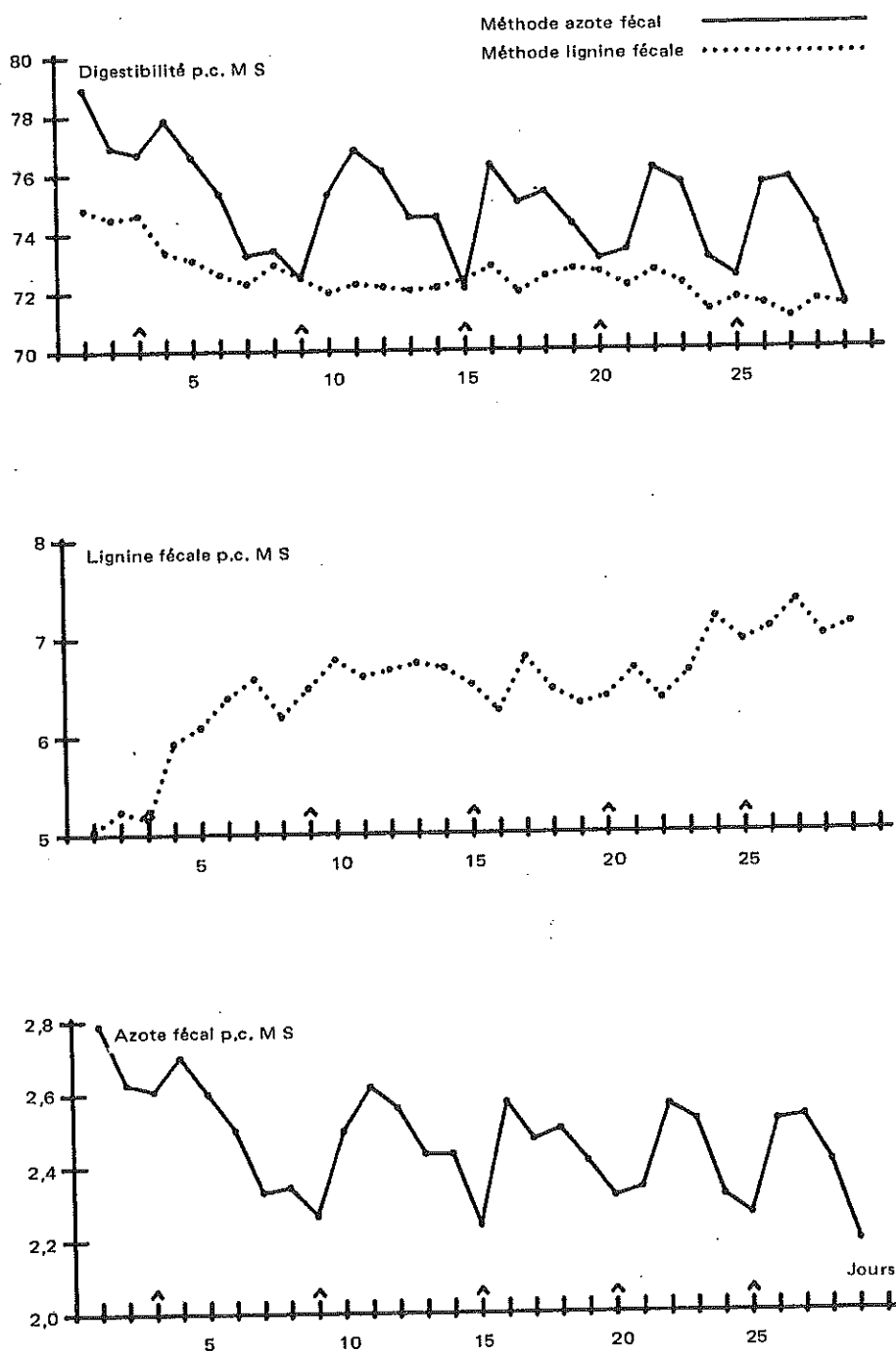
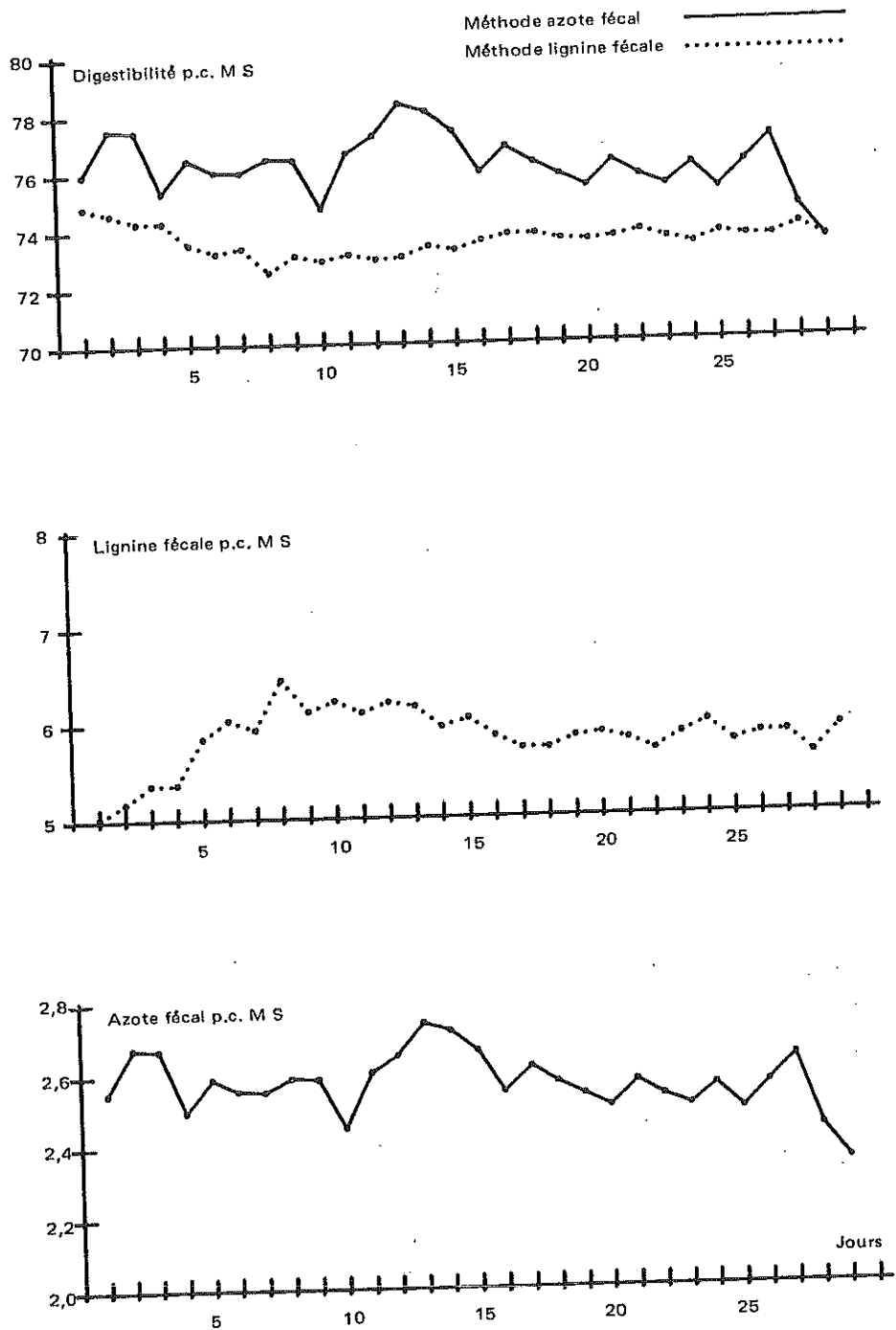


Figure 2 Evolution de la concentration fécale en azote et en lignine et de la digestibilité de la matière sèche estimée par les deux méthodes dans le cas du pâturage en continu



pectivement de 92,79 kg MS/jour/ha et de 18,56 kg MS/vache.

3. Résultats et discussion

Avant d'analyser les résultats de digestibilité et de consommation, il est intéressant de donner les résultats des tests de calibration obtenus par spectrométrie dans l'infrarouge proche.

Pour le dosage de l'azote, l'étalonnage de l'appareil (Neotec 6350) a été réalisé à partir d'échantillons de fèces représentatifs, analysés en laboratoire et provenant d'herbes complémentées avec différents niveaux de concentré. La corrélation observée et l'erreur standard de calibration sont respectivement de 0,99 et de 0,08. L'équation de calibration appliquée sur des séries d'échantillons indépendants donne respectivement une corrélation de 0,96 et une erreur standard de prédiction de 0,095. Son application sur des échantillons provenant d'une alimentation composée d'herbe et de concentré ne modifie pas l'erreur standard observée (0,097).

En ce qui concerne la détermination de la lignine, dans une série d'essais préliminaires, il a été mis en évidence par l'analyse spectrale entre 1100 et 2500 nanomètres que la lignine extraite de divers produits (aliments - fèces - refus) par la méthode de Christian (1971) présente des bandes d'absorption rigoureusement identiques. Un premier calibrage réalisé sur 79 échantillons de fèces lyophilisés laisse augurer favorablement de la validité de la méthode. La corrélation observée entre les déterminations chimiques et les déterminations dans l'infrarouge est de 0,99 et l'erreur standard de

0,5. En prédiction, ces valeurs deviennent respectivement 0,99 et 0,67. Cette méthode économique, simple, rapide et non-destructive constitue ainsi un outil précieux pour les analyses de série.

Les figures 1 et 2 donnent, pour les deux systèmes de pâturage, l'évolution des concentrations fécales moyennes en azote et en lignine ainsi que les digestibilités correspondantes pour 2 x 5 animaux. Deux animaux ont ingéré l'oxyde de chrome de manière irrégulière et n'ont pas été pris en considération dans les calculs.

L'examen de ces figures fait apparaître une évolution différente des concentrations fécales en azote et en lignine d'un système de pâturage à l'autre. En effet, dans le système en continu les concentrations en azote et en lignine restent relativement stables; par contre, dans le pâturage en rotation, on enregistre, au cours de l'essai, une diminution des concentrations en azote et une augmentation des concentrations en lignine statistiquement significative. Cette évolution est à attribuer vraisemblablement à la diminution de la qualité de l'herbe ingérée, en relation avec le phénomène d'épiaison plus accentué dans le cas du parcellement.

Les variations en dents de scie de la concentration fécale en azote traduisent le caractère composite de ce paramètre; il accuse les moindres variations de la composition alimentaire. Cela explique les augmentations brutales de la digestibilité estimée par cet index, lors des changements de parcelle. La lignine, par contre, se comporte pratiquement comme un constituant de la ration non impliqué

Tableau 2 Index fécaux moyens, digestibilité et ingestion pour les deux systèmes de pâturage

Pâturage	Index	Conc. moy. (%)		Dig. MS (%)		Ingestion d'herbe en kg/vache/jour	
		Moy.	s	Moy.	s	MS	MO
En rotation	azote	2,45	0,16	74,7	1,93	15,6	14,0
	lignine	6,74	0,70	72,0	1,15	14,2	12,8
En continu	azote	2,57	0,09	76,3	1,09	14,4	12,8
	lignine	5,95	0,33	73,3	0,54	12,6	11,3

Tableau 3 Quantités ingérées au pâturage : données de divers auteurs, relatives à des techniques de mesure et à des modes d'exploitation différents (Meijs, 1981)

Auteurs	P. (1)	Méthode (2)	Prod. lait. (kg/jour)	Poids (kg)	Suppl. (3)	Dig. herbe (4)	Ingestion	
							kg MO/an./l.	g MO/kg ^{0,75}
Holmes et al. 1972	1	F	15,5	534	1,07	0,78	14,3	129
Reid et al. 1972	1	F	16,6	473	0	0,78	10,5	104
Archibald et al. 1975	1	F	17,8	551	0,80	0,79	15,4	135
Jamieson 1975	1	D	18,4	496	0	0,77	15,1	144
Combellas et Hogdson 1979	1	D	15,6	481	0	0,80	12,3	120
Hart 1979	1	S	20,9	489	0,80	0,80	13,3	128
Meijs 1981	3-4	S	22,4	536	0,80	0,76	14,3	128
	3	S	24,0	571	1,28	0,78	13,3	144
	3	S	23,2	570	1,28	0,78	11,5	99

(1) Nombre de jours d'occupation des parcelles

(2) F : index fécaux

D : digestibilité in vitro (fistules oesophagiques)

S : technique agrostologique

(3) kg de concentrés exprimés en MO

(4) digestibilité de la MO

dans le métabolisme des nutriments, sa concentration ne variant qu'avec la digestibilité des autres constituants. Les coefficients de digestibilité estimés à partir de l'N index fécal se révèlent dans les deux systèmes de pâturage supérieurs à ceux obtenus à partir de la lignine index fécal (voir tableau 2 et figures 1 et 2). Cette observation pourrait s'expliquer, au moins partiellement, par le fait que la régression de base entre l'azote index fécal et le coefficient de digestibilité, établie pour l'herbe, reste valable lors de l'adjonction de concentrés (Chenost, et al., 1981). L'augmentation de la concentration azotée fécale correspondrait alors à une augmentation du coefficient de digestibilité global. La lignine, en revanche, fournirait la digestibilité de l'herbe seule, sa concentration dans le concentré étant négligeable. En conséquence, le calcul des quantités ingérées basé dans les deux cas sur une même quantité de fèces émises correspond, pour le premier à la ration complétementée et pour le second à l'herbe seule.

Conclusions

Dans les conditions de l'essai, les index fécaux choisis mettent bien en évidence la qualité différente de l'herbe dans les deux systèmes de pâturage et permettent d'en évaluer la digestibilité. Toutefois, la concentration en Cr_2O_3 présente des variations "interjournées" assez importantes. Afin de mieux cerner ces fluctuations, il serait souhaitable d'effectuer un prélèvement supplémentaire de matières fécales au cours de la journée. Ce prélèvement serait effectué sur la parcelle pâturée et s'appliquerait à l'ensemble, des matières fécales émises au cours d'une même journée.

Summary

Herbage intake by grazing dairy cow determined by means of the faecal indexes method

The experiment was carried out in the Belgian Ardennes (alt. 500 m) on old permanent pastures intensively grazed by lactating dairy cows.

Herbage digestibility was measured by 2 faecal indexes : nitrogen and lignin (Christian's method). Faecal output was estimated by the chromium sesquioxide method. The daily organic matter intake (kg OM/cow/day) is for the two pastures

Notons, cependant, que la relation concentration fécale en lignine-digestibilité a été établie sur moutons alimentés à l'herbe seule, sans addition de concentré (Dubois et al., 1981; Frère et al., 1981). Le coefficient de digestibilité plus élevé dans le cas du pâturage continu résulte de la meilleure qualité de l'herbe offerte aux animaux à cette période de l'année. Cette différence ne se répercute pas sensiblement sur les niveaux de consommation, comparables dans les deux systèmes, de même que sur les productions laitières (19,4 kg de lait à 3,39 % MG pour le parcellement et 19,8 kg de lait à 3,45 % de MG pour le continu). Le niveau d'ingestion de l'herbe, à première vue assez élevé, est du même ordre de grandeur ainsi que le montre le tableau 3, que les données de la littérature pour des productions comparables (Meijs, 1981). Par ailleurs, au moment de l'expérimentation, les animaux sont en phase de reconstitution des réserves corporelles.

managements studied : rotational grazing and continuous stocking, 14.0 and 13.0 from nitrogen faecal index, 12.8 and 11.3 from lignin faecal index respectively. The validity of the two methods is discussed.

Bibliographie

BARTIAUX-THILL, N. et FRANCOIS, E. 1980. Utilisation de l'oxyde de chrome dans la mesure de la consommation à l'herbage. Bull. Rech. Agron. Gembloux, **15** (2), 107-120.

CHENOST, M., GRENET, E. et DEMARQUILLY, C. 1981. Influence de la complémentation sur la digestibilité de l'herbe par le

mouton, caractéristiques fécales dans le cas de la complémentation. 4ème Groupe de Travail Européen sur le pâturage. INRA, CRZV de Theix, 63110 Beaumont (France), 14-18 sept. 1981.

CHRISTIAN, K.R. 1971. Detergent method for total lignin in herbage. *Fld Stn Rec. Div. Pl. Ind. CSIRO (Aust.)*, **10**, 29-34.

DUBOIS, J.P. 1981. Estimation de la digestibilité des fourrages grossiers selon la teneur en lignine. Thèse de fin d'études, 131 pages. Fac. des Sc. Agron. de l'Etat, Gembloux, Belgique.

FRANCOIS, E., THILL, N. et THEWIS, A. 1978. Méthode rapide de dosage de l'oxyde de chrome dans les aliments, les fèces et les contenus digestifs par titrage après oxydation nitro-perchlorique. *Ann. Zootech.*, **27** (3), 355-361.

FRERE, P., DUBOIS, J.P., FRANCOIS, E. and THEWIS, A. 1981. The use of lignin determined by the method of Christian for predicting dry matter digestibility of temperate forages. Communication li-24. 32nd Annual

Meeting of the European Association for Animal Production - 31 august - 3 september 1981 - Zagreb (Yugoslavia).

MEIJS, J.A.C. 1981. Herbage intake by grazing dairy cows. *Agricultural research reports* 909 pp. 204-205. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.

THILL, N. 1977. Quantité d'herbe prélevée au pâturage. International Study week - Present-day bovine production. Gembloux, september 6-9th. 1977.

THILL, N. 1978. Mise au point d'une technique de mesure simple et précise de la qualité et de la quantité d'herbe consommée par le bovin au pâturage. Thèse de doctorat - juillet 1978, Faculté des Sc. Agron. de l'Etat, Gembloux, Belgique.

THILL, N., FRANCOIS, E., THEWIS, A. et THIELEMANS, M.F. 1978. Comparaison chez le mouton de l'oxyde de chrome papier et du radiocérium, marqueurs de la phase solide des digesta. *Ann. Zootech.*, **27** (3), 363-376.