

La modélisation des cinétiques de dégradation des constituants pariétaux des aliments dans le rumen

D. SAUVANT, Michelle DORLEANS, Catherine DELACOUR, D. BERTRAND (*), Sylvie GIGER

Station de Nutrition et Alimentation, I.N.R.A.,
Institut National Agronomique Paris-Grignon,
16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris Cedex 05.
(* I.N.R.A., Domaine de la Géraudière, 44000 Nantes.

Summary. *In sacco* degradability of cell wall (CW) was measured on 24 various concentrates and by-products. The potentially degradable CW disappeared according to a first-order process. However, CW degradation generally occurred after a lag phase. CW degradability was largely affected when particulate turnover was taken into account.

Ce travail a pour objet d'étudier les cinétiques de dégradation ruminale des constituants pariétaux des aliments. Différentes équations d'ajustement ont déjà été proposées (Waldo *et al.*, 1972 ; Mertens, 1973 ; Mahlooji *et al.*, 1984).

Matériel et méthodes. 24 aliments (tabl. 1) ont été choisis de manière à représenter un large échantillon de teneurs et de composition de la paroi végétale. Les teneurs en cellulose brute, NDF, ADF et ADlignine de ces aliments sont respectivement comprises entre 4,2-54,1, 16,9-82,3, 4,2-57,7 et 0,2-23,7 % de la matière sèche (MS). La digestibilité *in sacco* (Gueneau et Bertrand, 1984) est mesurée sur des chèvres recevant du foin de luzerne *ad libitum* complété par 400 g d'aliment concentré. Les variations de la dégradabilité *in sacco* de la M. S. selon la durée d'incubation (6, 12, 24 et 48 h) et leur prévision ont été publiées (Sauvant, Bertrand et Giger, 1985).

Résultats et discussion. Les parois se dégradent selon un processus qui est décrit par deux modèles différents. Pour 7 des 24 aliments considérés (tabl. 1), le modèle est du type : $PVNDt = PVI + PVD \cdot e^{-kt}$, avec PVNDt : parois non dégradées après un temps t ; PVI : parois potentiellement indégradables ; PVD : parois potentiellement dégradables ; k : taux de dégradation horaire de la fraction PVD. Les écarts-types résiduels (ETR) des ajustements sont compris entre 0,01 et 1,4 %. Pour les autres aliments, il est possible de réduire significativement la valeur de l'ETR en prenant en compte un temps de latence décrit par Mertens (1973), mais non testé sur des résultats expérimentaux : $PVNDt = PVI + PVD \cdot e^{-k(1 - e^{-ht})t}$.

La fraction PVD est comprise entre 8,9 et 64,4 % de la MS et la fraction PVI entre 1,5 et 69,0 %. Elles sont plus liées à la dégradabilité potentielle de la paroi (DP = PVD/NDF) qu'à sa teneur dans les aliments. Les valeurs de la dégradabilité potentielle de la paroi discriminent les aliments en 2 groupes : ceux à « paroi digestible » (tabl. 1 : $80,0 < DP < 91,2$ %) et les autres ($38,2 < DP < 64,4$ %), les coques de tournesol se détachant nettement de ce groupe (DP = 12,3 %).

Le taux de dégradation horaire de la fraction PVD est en moyenne de $0,107h^{-1}$ avec des extrêmes de $0,025$ et $0,179h^{-1}$. Pour les aliments à « paroi digestible » une relation significative et inverse associe le taux de dégradation en début d'incubation et leur teneur en NDF. Le taux de dégradation horaire (% h) calculé après 3 h d'incubation (TD 3) est largement expliqué par les teneurs en

NDF (% de la MS) :

$$TD3 = 5,60 - 0,061 \text{ NDF} \quad (n = 9 ; R = 0,93)$$

La phase de latence augmente donc avec la teneur en paroi de ces aliments.

En admettant un renouvellement horaire des particules de $0,05h^{-1}$ le coefficient de dégradabilité de la paroi diminue sensiblement ($\leq 57\%$) et la fraction PVD dégradée (PVD 0,05) est comprise entre 4,2 et 31,4 % MS. Elle est très liée à la fraction PVD ; cependant la différence (PVD-PVD 0,05) s'accroît de façon plus que proportionnelle en fonction de la teneur en PVD :

$$(PVD - PVD 0,05) = 0,202 (PVD)^{1,22} \quad (n = 24 ; R = 0,91)$$

Cette relation montre que le transit des particules affecte plus la dégradation ruminale des aliments les plus riches en paroi digestible.

TABL. 1. — Principales caractéristiques des aliments étudiés.

Aliment	Dégradabilité <i>in sacco</i> de la MS en 48 h (%)	Fraction NDF			Dégradation horaire K de la fraction PVD h^{-1}
		non dégradable (PVI % MS)	dégradable (PVD % MS)	dégradée (PVD 0,05 % MS)	
T. de soja (1)	97,1	1,5	15,4	9,1	0,085
Pulpe d'agrumes (1)	95,8	2,5	19,9	12,8	0,143
Graine de lupin (1)	95,4	4,4	21,3	13,4	0,146
Mélange C (2)	90,7	9,2	8,9	5,4	0,200
Orge (5)	89,1	10,0	12,6	8,6	0,109
T. d'arachide (5)	87,8	11,4	17,0	13,0	0,168
Avoine (5)	81,4	16,2	12,6	4,2	0,025
T. de colza	80,0	16,5	18,2	10,9	0,132
Son (5)	79,3	20,3	32,2	21,3	0,089
Mélange P (3) (5)	76,8	19,6	22,2	13,4	0,076
T. de tournesol	74,0	24,9	15,4	9,6	0,179
Coques de soja (1)	93,1	6,3	51,4	24,3	0,149
Mélange PR (1) (4)	92,6	5,1	33,4	19,1	0,094
Pulpe de betteraves (1)	92,5	6,6	47,2	26,1	0,094
T. germe de maïs (1)	88,6	5,1	50,7	24,4	0,055
T. Coprah (1)	83,5	15,2	56,7	31,4	0,150
T. palmiste (1)	78,4	14,7	64,4	20,9	0,092
Luzerne déshydratée	69,3	26,9	27,7	16,1	0,118
Foin de luzerne	68,5	26,7	23,7	15,7	0,120
Drèches de brasserie (5)	64,9	20,9	37,8	19,0	0,051
Coques de cacao	59,8	31,5	20,6	11,4	0,108
Pulpe de raisin (5)	49,0	37,5	26,6	12,8	0,047
Paille d'avoine	47,8	33,9	48,4	16,3	0,036
Coques de tournesol	27,0	69,0	9,7	5,2	0,151

(1) Aliment à « paroi digestible ». (2) Orge (30 %), blé (20 %), son (15 %), avoine (10 %), t. de soja (10 %), t. d'arachide (5 %), mélasse (6 %). (3) Luzerne déshydratée (30 %), son (30 %), pulpe de raisin (10 %), t. de tournesol (10 %), t. de soja (10 %), mélasse (10 %). (4) Pulpe de betterave (30 %), coques de soja (20 %), pulpe d'agrumes (10 %), t. germe de maïs (10 %), t. de soja (10 %), lupin (10 %), mélasse (6 %). (5) Aliments dont la cinétique de dégradation est décrite par le modèle sans temps de latence.

Gueneau S., Bertrand D., 1984. *Cahier des techniques de l'I.N.R.A.*, 4, 33-38.

Mahlooji M., Ellis W. C., Matis J. H., Pond K. R., 1984. *Can. J. Anim. Sci.*, 64, 114-115.

Mertens D. R., 1973. Application of theoretical mathematical models to cell wall digestion and forage intake in ruminants. Ph. D. Thesis, Cornell Univ. Ithaca, N.-Y.

Sauvant D., Bertrand D., Giger S., 1985. *Anim. Fd. Sci. Techn.* (sous presse).

Waldo D. R., Smith L. W., Cox E. L., 1972. *J. Dairy Sci.*, 55, 125-131.