

## La fibrosité des rations des ruminants

D. SAUVANT (1), J.P. DULPHY (2)

(1) INAPG, Département des Sciences Animales, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cédex 05

(2) INRA-SRNH, St Genès Champanelle, 63122 Ceyrat

**RÉSUMÉ** – Les préoccupations relatives à la fibrosité des rations des ruminants ont pris de l'importance avec l'accroissement des potentiels de production. La durée de mastication (DM) rapportée à la journée (DM, min/j) ou au kg de matière sèche ingérée (indice de mastication, IM, min/kg MSI), semble être le meilleur critère de *caractérisation in vivo* de la fibrosité des régimes. Ces paramètres dépendent en effet étroitement de la taille des particules et de la teneur en paroi végétale des aliments. Les DM ou IM des régimes peuvent influencer certaines réponses zootechniques des animaux comme, par exemple, le taux butyreux. En pratique, il n'est cependant pas possible de raisonner quantitativement les problèmes de fibrosité à l'aide d'unités additives car les valeurs de DM ou d'IM des aliments dépendent non linéairement du niveau d'ingestion de MS de l'animal considéré.

## Fibrosity of ruminant diets

D. SAUVANT (1), J.P. DULPHY (2)

(1) INAPG, Département des Sciences Animales, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cédex 05

**SUMMARY** – Concerns on the fibrosity of ruminant diets have increased with the improvement of potentials of production. The chewing time, expressed per day (CT, min/d) or per kg of dry matter intake (chewing index, CI, min/kg DMI), appears as the best criteria to *characterize in vivo* the diet fibrosity. These items are closely related to the mean particle size and the cellwall content of feed. Moreover it has been shown that the CT or CI values of diets could influence some zootechnical responses of animals (i.e., milk fat content). From a practical viewpoint, it is however not possible to model quantitatively the problems of fibrosity with additive units. Effectively, the CT or CI of feeds are non linearly linked with the DMI level of animals.

## INTRODUCTION

L'amélioration des potentiels de croissance des bovins et des ovins et de production laitière des bovins, caprins et ovins a entraîné une augmentation de la densité énergétique des rations. En conséquence sont apparus des problèmes de dérive défavorable de la qualité des produits (gras mous des agneaux, chute de taux butyreux du lait au profit de la prise de poids...) ou d'accroissement de pathologie digestive (acidose et météorisation ruminale, déplacement de la caillette...). Pour pallier ces inconvénients des équipes de recherche du Nord de l'Europe (Noorgard, 1993) et surtout des USA et du Canada ont conduit des études visant à mieux comprendre leur étiologie pour pouvoir les contrôler plus efficacement. Des études ont également été conduites en France sur ce sujet (Dulphy et al., 1993). Ces différentes investigations ont porté sur la mesure des durées de mastication (DM, min/j) des rations et sur le concept de fibrosité.

L'objectif de ce texte est de faire quantitativement le point, d'une part, sur les principaux facteurs de variations des DM des rations et, d'autre part, sur les relations qu'il est possible d'établir entre les DM et les performances zootechniques. Il s'agit en particulier d'actualiser sur ces sujets les données présentées par Sauvant et al. (1990).

### 1. LES FACTEURS DE VARIATIONS DES DURÉES DE MASTICATION DES RATIONS

Les DM des aliments et des régimes dépendent de leurs caractéristiques propres mais également de facteurs liés aux animaux qui les ingèrent.

#### 1.1. FACTEURS LIÉS À LA NATURE DES ALIMENTS :

La DM d'une ration dépend principalement de sa teneur en " fibre chimique " (paroi végétale), évaluée en pratique par le dosage en laboratoire du résidu NDF, et de sa proportion de " fibre physique " évaluée par la mesure de taille des particules à l'aide de tamis à mailles calibrées. Sur le premier aspect, des études ont permis d'associer des caractéristiques de la ration ingérée aux valeurs de DM exprimées par animal (min/j) ou par unité de poids d'aliment (indice de fibrosité selon Sudweeks et al., 1981, qu'il vaudrait mieux appeler indice de mastication, IM, min/kg MS) ou même de paroi végétale (min/kg NDF ou kg ADF). Sauvant et al. (1990) avaient publié une série d'équations illustrant l'influence de la teneur en NDF du régime à partir d'une base de données établie sur 50 lots de vaches laitières. Cette base a été complétée avec des données plus récentes, elle comprend 30 expériences (exp), soit 128 résultats de mesures sur lots de vaches laitières. 86 % de la variation de la DM (min/j) peut être expliqué à partir de la teneur en paroi (NDF, % MS) du régime :

$$DM = -291.4 + \text{exp} + 37.5 * \text{NDF} - 0.32 * \text{NDF}^2 \quad (1)$$

(n = 128, R<sup>2</sup> = 0.86, etr = 71 min)

Dans cette base, les valeurs (moyenne ± écart type) de la DM et du NDF ont été respectivement de 728 ± 162 min/j et 35.6 ± 10.6 % MS. Pour ces deux paramètres, les valeurs minimale et maximale ont respectivement été de 329-1107 min/j et 19.6-63.1 % MS. La variable exp. représente un effet expérience qui représente une part importante de variation puisque l'etr de l'équation (1) devient égal à 97 min si il est exclu de l'équation. Cette équation indique

que l'accroissement de la DM par % de NDF dépend de la teneur en NDF, elle est par exemple de 15.7 par % pour une ration à 35 % de NDF et de 2.3 min par % NDF pour une ration à 55 % de NDF.

Sur le second aspect, conscient de l'insuffisance d'un critère unique de paroi chimique (NDF) Mertens (1988) a proposé d'évaluer les aliments par leur teneur en " fibre effective " (NDF des fractions d'aliment de taille > 1.18 mm). Plutôt qu'un seuil de taille dont la valeur peut toujours prêter à discussion, il serait peut-être plus judicieux d'utiliser un test physique simple tel que la dépense d'énergie nécessaire pour broyer un aliment (Chenost, 1966). Dans ce contexte, Armentano (1995) et Mertens (1995) ont récemment proposé de distinguer la " fibre effective " de la " fibre physiquement effective " de manière à tenter de séparer les effets biochimiques de la première (profils fermentaires, capacité d'échange d'ions...) des effets associés à la mastication première et mérycique ainsi qu'au trafic particulaire de la seconde. En pratique, les données de la littérature ne permettent pas de dégager, sur un nombre suffisant d'expériences appuyées sur les mêmes méthodes d'appréciation de taille des particules, de relation statistique entre ce caractère et la DM des régimes. Ces différents aspects montrent que les concepts et méthodes d'évaluation des fibres des rations des ruminants ne sont pas stabilisés, raison pour laquelle ils n'ont pas été introduits en France. Sauvant et al. (1990) ont indiqué que le système des UE permettait d'intégrer une large partie des variations des valeurs IM des aliments, cependant le passage d'une échelle à l'autre soulève bien des questions et incite à la prudence.

#### 1.2. FACTEURS LIÉS AUX ANIMAUX :

Les échelles de DM doivent tenir compte du gabarit de l'animal. Welch et Smith (1969) avaient ainsi montré que la DM par kg de matière sèche (MS) variait à l'inverse du poids. On peut ainsi admettre que les ovins et caprins doivent mastiquer dix fois plus longtemps qu'un bovin 1 kg de matière sèche d'une même ration. En effet, la DM journalière varie peu d'une espèce à l'autre et semble plafonner entre 1000-1100 min/j. A l'intérieur d'un type donné d'animal, ce principe implique que les valeurs d'IM des régimes dépendent du niveau d'ingestion de MS. Il est de ce fait possible d'améliorer sensiblement la prédiction de l'IM des régimes en intégrant le niveau d'ingestion. Ainsi les 128 valeurs d'IM de la base sont significativement expliquées par un effet linéaire (etr = 9.5 min/kg MSI) ou quadratique (etr = 8.5 min/kg MSI) de la teneur en NDF et la prise en compte d'un effet quadratique de la MSI améliore significativement le modèle (etr = 5.4 min/kg MSI). Un gain de précision supplémentaire peut être obtenu en prenant en compte un effet expérience (etr = 4.2 min/kg MSI). En fait le meilleur modèle d'ajustement obtenu sur ces données intègre une influence de la proportion du concentré (C) dans le régime :

$$IM = 114 + \text{exp} - 7.8 * \text{MSI} + 0.16 * \text{MSI}^2 + 0.5 * \text{NDF} - 10.5 * \text{C} \quad (2)$$

(8.4) (n = 128, R = 0.98, etr = 4.1 min)

Les valeurs d'IM, de MSI et de C ont été respectivement de 39.7 ± 18.9 min/kg MSI, 19.6 ± 3.8 kg/j et 0.45 ± 0.20. Les extrêmes de ces paramètres ont été respectivement de 17-127 min/kg MSI, 8-25.9 kg MSI/j et 0-0.9. L'influence du paramètre C dans cette équation est vraisemblablement

une façon d'intégrer les variations de la taille moyenne de particules du régime. L'effet quadratique du niveau d'ingestion montre qu'il est très risqué de chercher à appliquer des valeurs d'IM d'aliments obtenues dans des conditions expérimentales où les niveaux de MSI n'ont pas été identiques. Ce risque est d'autant plus grand qu'il semble en outre, d'après les données publiées, que les variations du niveau de MSI influencent l'étendue des échelles de valeur d'IM des aliments.

## 2. LES RÉPONSES AUX VARIATIONS DES DM DES RÉGIMES

### 2.1. LES RÉPONSES ZOOTECHNIQUES :

L'évaluation d'un besoin en fibre de l'animal ruminant est une démarche logique mais n'est pas simple en raison, d'une part, de l'absence de caractérisation standardisée des aliments (cf. ci-dessus) et, d'autre part, de la multiplicité des réponses à envisager. Sur cet aspect, les données spécifiques sont rares, néanmoins il est actuellement possible de dégager quelques relations utiles à partir des données de la littérature. Ainsi pour les 19 expériences (exp) publiées (83 lots) de la base dans lesquelles le taux butyreux du lait avait été mesuré celui-ci est égal à  $34.6 \pm 4.0$  g/kg. D'après ces données, une relation significative intra-expérience associe le TB et l'IM des régimes.

$$TB = 23 + \text{exp} + 0.58 * IM - 0.006 * IM^2 \quad (3)$$

(n = 83, R = 0.87, etr = 2.3 g/kg)

alors que ce n'est pas le cas du taux protéique, égal à  $32.5 \pm 2.3$  g/kg. Cette relation révèle un maximum de TB pour une valeur d'IM qui est excentrée par rapport aux données considérées. L'effet quadratique est assez important puisqu'une chute d'1 min de l'IM induit des chutes de TB de 0.16 et 0.28 g/kg autour des valeurs respectives de 25 et 35 min/kg MSI de l'IM. Cette influence apparente de l'IM sur le TB est vraisemblablement la résultante du fait que les rations à faible IM sont plus digestibles et ingérées plus rapidement. Elles induisent donc des fermentations ruminales et des flux d'absorption d'AGV, de propionate en particulier, plus brusques. Cet effet entraîne des décharges insuliniques accrues qui favorisent l'anabolisme énergétique aux dépens

des synthèses lipidiques mammaires. La relation est moins précise lorsque le NDF est considéré à la place de l'IM. Pour le niveau de production de lait brut (PL, égal à  $27.6 \pm 4.9$  kg/j) considéré à partir de 17 expériences (exp) (77 lots), une relation curvilinéaire significative intra expérience peut également être calculée.

$$PL = 13.68 + \text{exp} + 1.5 * IM - 0.02 * IM^2 \quad (4)$$

(n = 77, R = 0.94, etr = 1.9 kg)

D'après cette relation, le maximum de production est atteint pour une valeur d'IM de 37.5 min/kg MSI qui est dépassée pour une partie des données. Au delà de cette valeur, la baisse de production est vraisemblablement liée au fait que les rations à valeur élevée d'IM présentent une densité énergétique insuffisante à mesure que la proportion de fourrage, donc IM, s'accroît.

### 2.2. LES RISQUES DE PATHOLOGIE DIGESTIVE :

Les résultats sont plus rares et moins cohérents pour des paramètres digestifs tels que le pH et les acides gras volatils du rumen. Une réduction d'IM est presque systématiquement associée à des baisses du pH ruminal et du rapport acétate/propionate des acides gras volatils du rumen, ce qui est globalement cohérent avec les effets observés sur le TB du lait. Cependant la connaissance des relations entre IM et paramètres digestifs du rumen n'apporte rien de précis quant à la probabilité d'occurrence de troubles digestifs sur le terrain.

## CONCLUSION

Les différents résultats indiquent que des relations peuvent être dégagées de la littérature pour quantifier certains facteurs de variations des DM ou IM des régimes et sur leurs effets sur certaines réponses animales. Cependant, des pans entiers de connaissances restent insuffisants pour permettre la mise au point d'un système d'unités basé sur des concepts de fibrosité. Il s'agit en particulier de l'influence des variations de taille des particules sur les DM et IM et des réponses des différents types de ruminants aux variations des valeurs de DM ou IM de leurs régimes. Il convient de poursuivre les investigations dans le domaine de la fibrosité pour déboucher sur des recommandations pratiques.

## RÉFÉRENCES

- |   |  |
|---|--|
| ARMENTANO L.E., 1995. J. Dairy Sci., 78, Suppl., 183.                           | NORGAARD P., 1993, Report, Symposium annuel FEZ, Aarhus, D.K.                          |
| CHENOST M., 1966. Ann. Zootech., 15 : 253-257.                                  | SAUVANT, D., DULPHY J.P., MICHALET-DOREAU B., 1990. INRA Prod. Anim., 3 : 309-318      |
| DULPHY J.P., ROUEL J., JAILLER M., SAUVANT D., 1993. INRA Prod. Anim., 6 : 1-6. | SUDWEEKS E.M., ELY L.O., MERTENS D.R., SISK L.R., 1981. J. Anim. Sci., 53 : 1406-1411. |
| MERTENS D.R., 1986. Proc. AFIA Nutrition Symp., St Louis, USA.                  | WELCH J.G., SMITH A.M., 1969. J. Anim. Sci., 28 : 813-818                              |
| MERTENS D.R., 1995. J. Dairy Sci., 78, Suppl. 184.                              |  |

