

# Prédiction de l'ingestion volontaire des fourrages chez les ovins à partir des caractéristiques chimiques et de dégradation ruminale

A. Chermiti

Institut National de la Recherche Agronomique, Laboratoire de Nutrition Animale,  
Ariana 2049, Tunisie

---

**RESUME** - Des foin traditionnels et des pailles de céréales ont été utilisés pour étudier les relations entre l'ingestion volontaire de matière sèche et les caractéristiques de la dégradation chimique et ruminale en utilisant des brebis adultes de race Barbarine. L'ingestion volontaire de MS a été mesurée pendant 60 jours et les fourrages ont été supplémentés avec 10 g MS de farine de soja par kg PV<sup>0,75</sup> par jour et 30 g par brebis par jour d'un mélange commercial de minéraux et vitamines. La composition chimique des fourrages a été déterminée et les caractéristiques de leur dégradation ruminale ont été mesurées en utilisant la technique des sachets de nylon selon le modèle exponentiel :  $Dg = a + b(1 - e^{-ct})$ . Les résultats montrent une relation significative entre l'ingestion volontaire et les teneurs en NDF ( $R^2 = 0,72$ ) et ADF ( $R^2 = 0,75$ ), et la fraction immédiatement soluble (a) ( $R^2 = 0,88$ ). L'ingestion volontaire de MS n'a pas été corrélée à la vitesse de digestion et la plus grande part de la variation a été expliquée par la fraction "a" seule ou associée à la teneur en NDF.

**Mots-clés** : Ingestion, dégradabilité, foin, paille, ovins.

**SUMMARY** - "Prediction of voluntary forage intake in sheep using rumen chemical characteristics and degradation". Traditional hays and cereal straws were used to study the relationships between voluntary DM intake and chemical and ruminal degradation characteristics using adult Barbarin sheep. The voluntary DM intake was measured during 60 days and forages were supplemented with 10 g DM soya bean meal/kg LW<sup>0.75</sup> per day and 30 g/ewe/day of a commercial mixture of mineral and vitamins. The chemical composition of the forages were determined and their ruminal degradation characteristics were measured using the nylon bag technique according to the exponential model:  $Dg = a + b(1 - e^{-ct})$ . The results show significant relationship between voluntary intake and the NDF ( $R^2 = 0.72$ ) and ADF ( $R^2 = 0.75$ ) contents and immediately soluble fraction (a) ( $R^2 = 0.88$ ). The voluntary DM intake was not correlated to the rate of digestion and the major part of the variation was explained by the "a" fraction alone or associated to the NDF content.

**Key words**: Intake, degradability, hay, straw, sheep.

---

## Introduction

Dans les conditions d'Afrique du Nord, les pailles de céréales et les foin constituent une ressource alimentaire importante pour les ruminants surtout pendant les périodes d'automne et d'hiver. Cependant, l'évaluation de la valeur alimentaire de ces fourrages se fait à partir des modes d'expression développés et appliqués en France et qui sont basés sur les unités fourragères à partir des essais d'alimentation à l'entretien en utilisant des fourrages de bonne qualité. Par ailleurs, il est connu que les niveaux de production sont déterminés, entres autres, par les niveaux de consommation des aliments. Cependant, les mesures de l'ingestion sont longues, fastidieuses et coûteuses et il serait par conséquent avantageux de développer des équation de prédiction de ce paramètre.

Cette investigation étudie l'opportunité de prédire les quantités volontairement ingérées chez des ovins locaux alimentés avec des fourrages pauvres à partir de leur caractéristiques chimiques et de dégradation ruminale.

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal

L'étude a porté sur six pailles de céréales (avoine, triticale, blé dur, blé tendre, deux pailles d'orge) et deux foins (foin d'orge plante entière et foin de vesce-avoine). Les quantités quotidiennement distribués de foins ou de pailles ont été distribués en deux repas et ont été ajustées selon les refus de la veille, maintenus au moins égal à 30% des quantités offertes. Les fourrages sont complétés avec 10 g de tourteau de soja par kg de poids métabolique et 30 g/j d'un mélange commercial de minéraux et de vitamines.

### *Animaux et détermination des quantités ingérées*

Les huit fourrages ont été distribués au cours de deux périodes successives à 24 brebis adultes de la race Barabrine, âgées de 3 ans et d'un poids moyen de 45 kg au début de l'expérience et placées dans des cages individuelles. Au cours de la première période, chaque groupe de 6 brebis a reçu quatre fourrage (paille d'avoine, paille de triticale, paille de blé et paille de blé tendre). Au cours de la deuxième période, les mêmes brebis ont reçu les quatre autres fourrages. La durée de chaque période a été de 75 jours dont 15 jours d'adaptation et 60 jours de mesures.

### Mesures et analyses

#### *Dégradabilité ruminale*

L'étude de la dégradabilité ruminale des pailles et des foins a été réalisée sur des échantillons séchés à 50°C et broyés à travers une grille de 2 mm. La technique utilisée est celle des sachets de nylon incubés dans le rumen comme décrit par Chermiti (1994). La dégradabilité ruminale de la matière sèche des pailles et des foins en fonction du temps a été déterminée en utilisant le modèle d'Ørskov et McDonald (1979) :  $Dg = a + b(1 - e^{-ct})$  où Dg représente la dégradabilité du fourrage au temps t et a, b et c sont des constantes.

#### *Analyses chimiques*

Les analyses chimiques ont porté sur des échantillons prélevés des meules toutes les deux semaines au cours de la période de mesure de l'ingestion. Une partie de l'échantillon a été utilisée pour la détermination de la composition morphologique et une autre pour l'analyse chimique. Cette dernière a porté sur les détermination des teneurs en matière organique (MO), en matières azotées total (MAT), en cellulose brute (CB) selon les techniques de l'AOAC (1975) et la teneur en paroi totale (NDF) selon la méthode de Goering et van Soest (1970).

#### *Analyses statistiques*

Les données relatives à la composition chimique et morphologique, ainsi qu'à la dégradabilité ruminale ont été soumises à l'analyse de la variance et les différences entre les moyennes ont été comparées par le test de Duncan (SAS, 1982). Ensuite, différents modèles de prédiction de l'ingestion volontaire des fourrages à partir de la composition chimique et morphologique, et des caractéristiques de dégradation ruminale ont été ajustés par régression multiple en utilisant la procédure du logiciel SAS.

## Résultats et discussion

### Composition chimique et dégradabilité ruminale

Les faibles teneurs en MAT des pailles étaient attendues (Table 1). Celles des foins d'orge et de vesce-avoine étaient, respectivement de 3,9 et 5,7% de la MS. La faible teneur des foins en azote est probablement liée au stade physiologique avancé au moment. En effet, les foins produits en Tunisie sont généralement coupés à un stade tardif du fait que le stade optimum de coupe correspond souvent à des périodes pluvieuses et il est établi que la teneur en azote diminue avec l'âge de la plante (Demarquilly et Andrieu, 1988).

La paille traditionnelle d'orge se distingue par une teneur en MO moins élevée que celle des autres pailles et une teneur en CB relativement plus faible (Table 1). La teneur moins importante en MO de cette paille est liée contamination avec de la terre qui est inévitable lors de la séparation pailles-grains qui se fait manuellement au sol. Le rapport feuilles/tiges est très variable d'un fourrage à un autre et il est plus élevé pour le foin d'orge (0,88) et la valeur la plus faible est observée pour la paille de blé tendre (Table 1). Les autres fourrages présentent des valeurs intermédiaires. Les caractéristiques de dégradation ruminale montrent que les pailles et les foins d'origine tunisiennes se caractérisent surtout par une fraction soluble assez variable et une vitesse de digestion comparables (Table 2). Cette dernière reste assez faible en comparaison aux valeurs rapportées dans la littérature pour les pailles Ørskov *et al.*, 1988) ou des foins (Carro *et al.*, 1991). Il est à noter que l'absence de différences significatives au niveau de la vitesse de digestion des pailles et des foins suggère l'idée que ce paramètre peut ne pas intervenir dans la régulation de l'ingestion.

Table 1. Composition chimique et morphologique des pailles et des foins

| Fourrages                    | MO   | MAT  | CB   | NDF  | ADF  | F/T <sup>††</sup> |
|------------------------------|------|------|------|------|------|-------------------|
| Paille d'avoine              | 92,6 | 2,2  | 45,4 | 81,2 | 51,6 | 0,55              |
| Paille de triticale          | 92,9 | 2,5  | 43,5 | 79,4 | 50,3 | 0,66              |
| Paille de blé dur            | 90,9 | 3,7  | 43,3 | 78,9 | 49,0 | 0,80              |
| Paille de blé tendre         | 92,9 | 3,0  | 43,1 | 77,7 | 48,5 | 0,42              |
| Paille d'orge                | 94,3 | 2,8  | 44,8 | 82,7 | 51,5 | 0,58              |
| Paille d'orge traditionnelle | 91,5 | 2,3  | 32,9 | 75,0 | 42,0 | 0,69              |
| Foin d'orge                  | 93,0 | 3,9  | 33,5 | 62,9 | 32,9 | 0,88              |
| Foin de vesce avoine         | 93,3 | 5,7  | 36,2 | 62,7 | 37,1 | 0,63              |
| ESM <sup>†</sup>             | 0,90 | 0,45 | 1,98 | 1,77 | 1,76 | 0,09              |

<sup>†</sup>ESM : erreur standard de la moyenne

<sup>††</sup>F/T : rapport feuilles/tiges

Table 2. Caractéristiques de dégradation ruminale des fourrages exprimées en terme des constantes a, b et c à partir du modèle  $Dg = a + b(1 - e^{-ct})$

| Fourrages                    | a                 | b    | c      |
|------------------------------|-------------------|------|--------|
| Paille d'avoine              | 9,4 <sup>a</sup>  | 52,9 | 0,0124 |
| Paille de triticale          | 6,5 <sup>a</sup>  | 53,2 | 0,0137 |
| Paille de blé dur            | 6,2 <sup>a</sup>  | 54,9 | 0,0147 |
| Paille de blé tendre         | 8,2 <sup>a</sup>  | 61,9 | 0,0123 |
| Paille d'orge                | 6,9 <sup>a</sup>  | 59,9 | 0,0155 |
| Paille d'orge traditionnelle | 11,4 <sup>a</sup> | 57,2 | 0,0156 |
| Foin d'orge                  | 27,1 <sup>b</sup> | 46,1 | 0,0130 |
| Foin de vesce avoine         | 21,0 <sup>b</sup> | 55,8 | 0,0146 |
| ESM <sup>†</sup>             | 1,52              | 4,1  | 0,0018 |

<sup>†</sup>ESM : erreur standard de la moyenne

## Ingestion volontaire des fourrages et prédiction

Les foins d'orge et de vesce-avoine sont mieux ingérés que les pailles et l'ingestion du foin d'orge est plus élevée que celle du foin de vesce-avoine (Table 3). Au niveau des pailles, ce sont surtout les deux types de pailles d'orge qui sont mieux ingérées. Leur niveau d'ingestion sont, respectivement de 45 et 40 g de MS/kg P<sup>0,75</sup>. La paille d'avoine est la moins bien ingérée (40 g de MS/kg P<sup>0,75</sup>). La variabilité de l'ingestion volontaire des foins et des pailles a été aussi constatée par de nombreux auteurs (Michalet-Doreau et Gatel, 1983, 1988 ; Ørskov *et al.*, 1988 ; López *et al.*, 1989). Il est à noter aussi que les ingestions de pailles d'orge observées dans cette étude que plus élevées que celles des autres pailles sont en accord avec d'autres résultats (Horton et Steacy, 1979 ; Pearce *et al.*, 1979) ; alors que d'autres travaux ont montré que c'est surtout la paille d'avoine qui est la mieux ingérée (Xandé, 1978).

Table 3. Quantités volontairement ingérées de foins et de pailles (g de MS/kg P<sup>0,75</sup>) chez des brebis adultes tariées et non gestantes

| Fourrages                    | Moyenne | Minimum | Maximum |
|------------------------------|---------|---------|---------|
| Paille d'avoine              | 33,5    | 25,1    | 50,7    |
| Paille de triticale          | 36,2    | 27,1    | 45,6    |
| Paille de blé dur            | 39,6    | 28,6    | 70,2    |
| Paille de blé tendre         | 39,6    | 28,6    | 70,2    |
| Paille d'orge                | 44,8    | 26,4    | 70,6    |
| Paille d'orge traditionnelle | 40,0    | 30,5    | 49,0    |
| Foin d'orge                  | 65,3    | 46,8    | 87,0    |
| Foin de vesce avoine         | 52,7    | 40,4    | 73,4    |

Les caractéristiques de dégradation ruminale et notamment la constante "a" décrivent avec une grande précision l'ingestibilité des pailles et des foins (Table 4). En effet, si l'ingestion volontaire est en relation étroite avec la fraction immédiatement, c'est parce que cette dernière contribue peu au remplissage du rumen. De ce fait, plus cette fraction est élevée, plus l'ingestion est importante. La fraction lentement dégradable "b" occupe du volume qui est déterminé en fonction de sa vitesse "c". Plus cette dernière est réduite, plus le volume occupé par la fraction "b" est important, le rumen sera d'autant plus encombré et l'ingestion sera plus faible. Toutefois, l'absence de corrélation dans cette étude entre l'ingestion et la vitesse de digestion "c" suggère que d'autres facteurs peuvent intervenir dans la régulation de l'ingestion test que le comportement alimentaire et méricyque (Teller *et al.*, 1993).

Cette nouvelle approche de caractérisation des fourrages pauvres constitue un grand avantage par rapport aux autres méthodes plus compliquées telles celles basées sur la digestibilité *in vitro* ou *in vivo*.

Table 4. Prédiction de l'ingestion des fourrages pauvres à partir de la composition de la paille et les caractéristiques de dégradation ruminale

| Variabes                             | Facteurs | Equations                 | R <sup>2</sup> | S <sub>yx</sub> |
|--------------------------------------|----------|---------------------------|----------------|-----------------|
| MS ingérée (g/kg P <sup>0,75</sup> ) | NDF      | 123 - 1,07 NDF            | 0,72           | 5,60            |
|                                      | ADF      | 97,9 - 12 ADF             | 0,75           | 5,34            |
|                                      | a        | 29,5 + 1,16 a             | 0,83           | 4,42            |
|                                      | a, NDF   | 9,4 + 1,45 a + 0,02 NDF   | 0,83           | 5,01            |
|                                      | a, ADF   | 29,2 + 1,23 a - 0,006 ADF | 0,83           | 5,01            |

R<sup>2</sup> : Coefficient de détermination ; S<sub>yx</sub> : erreur standard résiduelle

## Conclusion

La prédiction de l'ingestion volontaire des pailles et des foin est possible à partir des teneurs en paroi totale (NDF) ou en lignocellulose et la prédiction est davantage plus précise si elle est faite à partir de la fraction immédiatement soluble déterminée selon la technique des sachets de nylon. Ces méthodes de prédiction des quantités volontairement ingérées seraient d'un grand intérêt surtout dans des conditions où, ni les besoins des animaux, ni les valeur alimentaire des aliments sont connus avec précision. Il est ainsi préférable de considérer la réponse de l'animal par l'estimation de l'ingestion volontaire à partir des caractéristiques de l'aliment en ayant recours à des paramètres faciles et rapides à mesurer.

## Références

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists (1975). *Official Methods of Analysis*. 1<sup>ère</sup> Ed. Washington DC.
- Carro, M.D., López, S., González, J.S. et Ovejero, F.J. (1991). The use of the rumen degradation characteristics of hays as predictors of their voluntary intake by sheep. *Anim. Prod.*, 52 : 133.
- Chermiti, A. (1994). *Utilisation des pailles de céréales traitées à l'ammoniac et à l'urée par différents espèces de ruminants dans les pays d'Afrique du Nord*. Thèse de Doctorat es-Sciences Agronomiques, Université Catholique de Louvain, Belgique, p. 215.
- Demarquilly, C. et Andrieu, J. (1988). Les fourrages. Dans : *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*, Jarrige, R. (ed.). INRA, France, pp. 315-349.
- Goering, H.K. et van Soest, P.J. (1970). *Forage Fibre Analysis*. Agricultural Handbook, US Department of Agriculture, No. 370.
- Horton, G.M.J. et Steacy, G.M. (1979). Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straw. *J. Anim. Sci.*, 48 : 1239.
- López, S., Carro, M.D., González, J.S. et Ovejero, F.J. (1989). The possibility of predicting the sheep dry matter intake of hays from their degradation characteristics. *Anim. Prod.*, 46 : 638.
- Michalet-Doreau, B. et Gatel, F. (1983). Evolution au cours d'une année des quantités de foin ingérées par des béliers castrés. *Ann. Zootech.*, 32 : 459.
- Michalet-Doreau, B. et Gatel, F. (1988). Evolution au cours d'une année des quantités de foin ingérées par des béliers castrés. *Ann. Zootech.*, 37 : 151.
- Ørskov, E.R. et McDonald, I. (1979). The estimation of the protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agr. Sci.*, 92 : 499.
- Ørskov, E.R., Reid, G.W. et Kay, M. (1988). Prediction of the intake by cattle from degradation characteristics of roughages. *Anim. Prod.*, 46 : 29.
- Pearce, G.R., Beard, J.E. et Hilliard, P. (1979). Variability in the chemical composition of cereal straws and *in vitro* digestibility with and without sodium hydroxide treatment. *Austr. J. Exp. Agr. Anim. Husb.*, 19 : 350.
- SAS, Statistical Analysis System (1982). *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Carry, NC.
- Teller, E., Vanbelle, M. et Kamatali, P. (1993). Chewing behaviour and voluntary intake of grass silage by cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 33 : 215.
- Xandé, A. (1978). Valeur alimentaire des pailles de céréales chez le mouton. 1. Influence de la complémentation azotée et énergétique sur l'ingestion et l'utilisation digestive d'une paille d'orge. *Ann. Zootech.*, 27 : 583.