

## Modélisation de l'ingestion selon la diversité des choix alimentaires réalisés par la chèvre au pâturage sur parcours

M. MEURET (1), C. BRUCHOU (2)

(1) INRA SAD, Unité d'Ecodéveloppement, Domaine Saint-Paul, 84143 Montfavet Cedex

(2) INRA, Biométrie, Domaine Saint-Paul, 84143 Montfavet Cedex avec la collaboration de F. SURNON (SCEA Viel Audon), P. MAÎTRE (1), O. POTY (1) et C. VIAUX (1)

**RÉSUMÉ** – Un modèle paramétrique est élaboré à partir de la méthode du maximum de vraisemblance, décrivant dans quelle mesure la diversification possible des choix alimentaires influe sur la motivation de la chèvre à ingérer des ressources sur pâturages hétérogènes. Les mesures portent sur 30 repas individuels de 160 minutes, dont la cinétique est enregistrée par observation directe en continu des prises alimentaires. Le paramètre de diversité, correspondant au nombre d'espèces botaniques différentes sélectionnées en cours de repas, influe très significativement sur l'ingéré. La réponse, qui présente un optimum voisin de 17 espèces, varie en début de repas, puis se stabilise à partir de 60 minutes. Dans un environnement potentiellement varié, trop peu de diversité ne stimule pas assez, mais la possibilité de beaucoup multiplier les choix limite également l'ingestion, vraisemblablement par la dominance du désir de nouveauté sur le sentiment physiologique de faim.

## Modelling Voluntary Intake Related to Dietary Choices Diversity in Goat Grazing on Rangeland

M. MEURET (1), C. BRUCHOU (2)

Renc. Rech. Ruminants, 1994, 1, 225 – 228

**Summary** – A parametric model is builded to describe how the dietary choices diversification ride the goat in eating resources on heterogeneous pastures. Measurements are from 30 individual meals 160-min. long, where the intake kinetics is record with continuous direct observation of eating bites. The diversity parameter, that corresponds into the number of different plant species selected during the meal, significantly effects intake. The model ajustement, that shows an optimum around 17 selected species, varies greatly at the beginning of the meal, and stabilizes after 60 minutes. While grazing within a potentially diverse environment, too little diversity does not provide enough stimulation and too much selection opportunities also inhibit intake, probably because the desire for new items commands on the physiological feeling of hunger.

## INTRODUCTION

Sur pâturages hétérogènes, la motivation des chèvres à ingérer apparaît peu liée aux facteurs influençant l'utilisation digestive des aliments. On observe ainsi couramment des ingestions de 60 à 70 g/jour/kg Poids Vif<sup>0,75</sup> de matière organique digestible avec des végétaux où la digestibilité de cette composante ne dépasse pourtant pas 60 %. Des mesures en conditions contrôlées ont montré que la chèvre laitière peut compenser par des ingestions plus importantes une moindre valeur nutritive des ressources (MEURET et GIGER-REVERDIN, 1990). En élevages, ce comportement se manifeste surtout lorsque les éleveurs développent des pratiques spécifiques visant à favoriser l'appétit ; par exemple, l'hétérogénéité spatiale d'un terrain est utilisée pour organiser des «relances» en cours de circuit (MEURET, 1993 ; MEURET et al, 1994). Nous cherchons à vérifier ici l'hypothèse selon laquelle la diversification des choix peut être considérée comme un facteur externe d'appétit, en précisant la nature et l'ampleur de l'effet de ce critère sur l'ingestion des repas pâturés sur parcours.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. MESURE DE L'INGESTION

Les mesures sont réalisées au début août, dans un troupeau de 40 chèvres laitières de race Alpine-chamoisée produisant alors (150 jours après la mise-bas) 2,5 litres bruts/animal. Deux circuits quotidiens de 2 à 3 km sont organisés durant 4 h chacun, à 10 h d'intervalle, sur un territoire de 110 ha composé de taillis, landes et prairies naturelles. Le parcours comporte environ 60 espèces végétales restant appétibles en cette saison (*Quercus pubescens*, *Cornus sanguinea*, *Coronilla emerus*, *hedera helix*, *psoralea bituminosa*...), auxquelles le troupeau accède presque totalement lors de chaque circuit. La complémentation consiste en 0,25 kg d'orge à chacune des deux traites. L'eau et les minéraux sont en libre-service à la chèvrerie.

La méthode de mesure de l'ingéré est celle de l'observation directe des prises alimentaires en continu au cours du repas, conduisant à une erreur estimée inférieure à 10 % (MEURET, 1989). Durant trois années consécutives, la cinétique d'ingestion chez une chèvre est mesurée lors de 10 repas organisés durant 5 jours, matin et soir. Un individu différent est choisi chaque année, représentatif de la même catégorie dans le troupeau, à savoir : les bonnes productrices (2,8±0,3 litres de lait à 3,5 % TB/jour), multipares, hiérarchiquement situées immédiatement derrière les «meneuses» mais ne manifestant pas de velléités de progression sociale. Cette catégorie d'individus manifeste un comportement au pâturage apparemment très lié à la motivation alimentaire et peu perturbé par la présence continue d'un observateur.

### 1.2. MODÉLISATION

Les mesures permettent de quantifier plusieurs variables susceptibles d'influer sur l'ingestion. Elles sont introduites, suite à une analyse exploratoire des données, dans un modèle

le paramétrique défini, quel que soit le temps (T) dans le repas, par :

$$ING_{ijk} = e^{\frac{1-p}{m} N_{ijk}} \cdot N_{ijk}^{p-1} + an_i + a \cdot DJ_{ijk}^2 + b \cdot DR_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad (i)$$

où  $ING_{ijk}$  est l'ingestion du repas  $j$  du jour  $k$  de l'année  $i$  ( $i=1,2,3$ ),  $N_{ijk}$  est le nombre d'espèces botaniques successivement consommées,  $an_i$  est l'effet de l'année  $i$  avec

$$\sum_{i=1}^3 an_i = 0$$

$ms_j$  est l'effet de la demi-journée (ou le repas)  $j$  avec

$$\sum_{j=1}^2 ms_j = 0$$

$DJ_{ijk}$  est le nombre de jours depuis le premier jour des observations et le jour  $k$ ,  $DR_{ijk}$  est la durée totale du repas et  $\varepsilon_{ijk}$  représente l'erreur de loi normale  $N(0, \sigma)$ .

$$\text{La composante } e^{\frac{1-p}{m} N_{ijk}} \cdot N_{ijk}^{p-1}$$

caractérise l'effet de la variable  $N$ . Cette fonction s'annule en 0 et tend vers 0 lorsque  $N$  devient grand. Le paramètre  $m$ , exprimé en nombre d'espèces consommées, rend la fonction maximale

Les paramètres de (i) sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance (Huet et al, 1992) ; l'écart-type des estimations donne la précision. La pertinence des différents paramètres est évaluée en comparant les sous-modèles emboîtés de (i) à l'aide du test du rapport des vraisemblances avec une erreur de 1<sup>ère</sup> espèce de 5%. Cette méthode permet de proposer un modèle ayant un nombre réduit de paramètres, tout en conservant une explication suffisante de la variable  $ING$ . L'écart-type résiduel estimé  $\hat{\sigma}$  donne un indice global de la qualité de l'ajustement du modèle. La comparaison graphique des valeurs estimées et observées précise la qualité de l'ajustement pour chaque observation.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les 30 repas pâturés, d'une durée de (moyenne ± écart-type de la population) 158±13 min, ont conduit à une ingestion de 1160±170 g MS (53±8 g/kg P.V.<sup>0,75</sup>) au cours de laquelle ont été sélectionnées 20±5 espèces botaniques différentes, ce qui correspond au tiers de la diversité présente. Deux sous-modèles de (1) sont retenus avec le test du rapport des vraisemblances.

Si  $20 \leq T \leq 50$  min :

$$ING_{ijk} = e^{\frac{1-p}{m} N_{ijk}} \cdot N_{ijk}^{p-1} + an_i + a \cdot DJ_{ijk}^2 + b \cdot DR_{ijk} + \varepsilon'_{ijk} \quad (ii)$$

Si  $T \geq 60$  min

$$ING_{ijk} = e^{\frac{1-p}{m} N_{ijk}} \cdot N_{ijk}^{p-1} + a \cdot DJ_{ijk}^2 + b \cdot DR_{ijk} + \varepsilon''_{ijk} \quad (iii)$$

Les qualités d'ajustement des modèles (M) (ii) et (iii) sont équivalentes. L'écart-type résiduel est d'environ 120 g. De plus, les valeurs observées et estimées de  $ING$  sont proches (figures 1/A, 2/A et 3/A). Les estimations des para-

mètres permettent de quantifier les effets moyens des composantes pour différents (T) (Tableau 1).

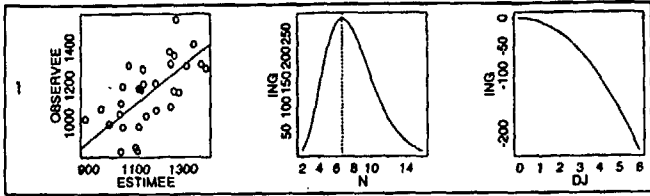
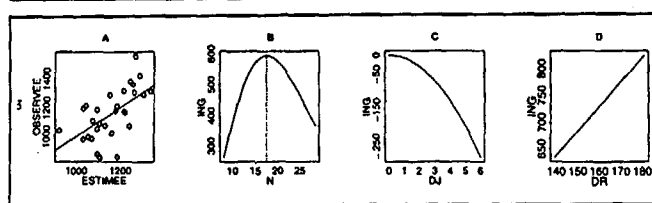
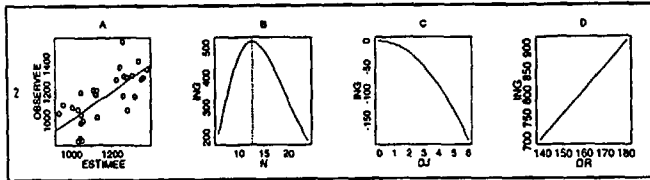


Figure 1 : Ajustement (A) et composantes du modèle (ii) (B, C, D) à 30 min.



Figures 2 et 3 : Ajustement (A) et composantes du modèle (iii) (B, C, D), respectivement à 60 et 140 min.

Tableau 1 : Estimation des paramètres du modèle M ( $\pm$  un écart-type) à quatre moments (T) du repas.

T	M	p	m	a	b	an <sub>1</sub> (g)	an <sub>2</sub> (g)	an <sub>3</sub> (g)	$\sigma$ (g)
30	ii	6,0 $\pm$ 0,2	9,1 $\pm$ 0,4	-6,8 $\pm$ 2,1	5,9 $\pm$ 0,4	54,1 $\pm$ 27,0	-63,0 $\pm$ 6,0	-8,9 $\pm$ 27,7	99
60	iii	4,9 $\pm$ 0,1	14,4 $\pm$ 0,6	-5,1 $\pm$ 4,3	4,3 $\pm$ 0,6	-	-	-	138
140	iii	4,4 $\pm$ 0,2	17,9 $\pm$ 1,1	-8,0 $\pm$ 3,0	4,6 $\pm$ 0,9	-	-	-	134
TERME	iii	4,3 $\pm$ 0,2	18,5 $\pm$ 1,3	-8,5 $\pm$ 3,1	4,7 $\pm$ 1,0	-	-	-	137

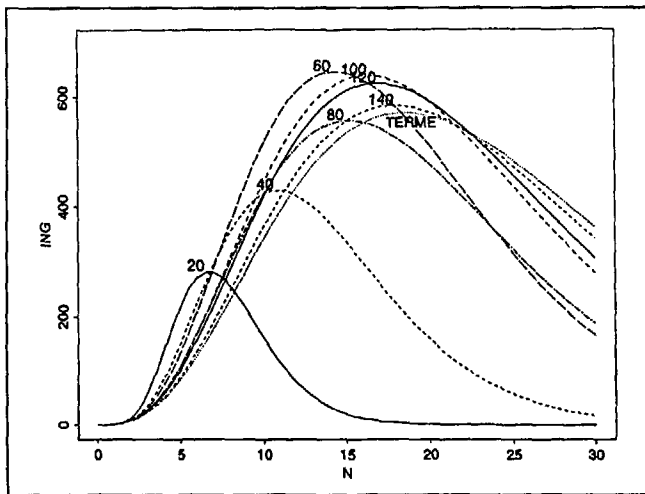


Figure 4 : Comparaison des effets sur ING du nombre d'espèces sélectionnées (N) à différents moments du repas (minutes) et au terme du repas.

Le paramètre de diversité  $N$  induit dans sa gamme de variation un effet maximal sur  $ING$  de 300 g environ (26 % de l'ingéré moyen) (figures 1/B, 2/B et 3/B). On constate que l'optimum de la fonction à la valeur  $N=17$  augmente avec le temps et se stabilise au-delà de 60 min (figure 4). En variant de 0 à 5 jours,  $DJ$  provoque une diminution de  $ING$  de 250 g environ (figures 1/C, 2/C et 3/C). Cet effet est très cohérent avec la variation quotidienne de la lactation de l'individu. Il reste toutefois à expliquer et ne correspond selon nous ni à un cycle ni à un effet des mesures. Une variation de 40 minutes de  $DR$  provoque une augmentation de  $ING$  d'environ 200 g. C'est l'effet maximal de  $N$  qui est supérieur à chacun des autres effets.

Malgré la significativité des effets observés, on peut se poser la question de la pertinence du critère « espèce botanique » pour caractériser la diversité des choix opérés. D'une part, nous avons déjà observé un comportement de sélection au sein même d'une espèce majoritaire au pâturage et, d'autre part, des différentiels d'appétibilité existent (par exemple : *Quercus/Acer*, contre *Quercus/Coronilla*), qui devraient nuancer le poids de l'incrémentation du paramètre  $N$  (MEURET, 1993). Une modélisation du même type, faisant suite à l'analyse qualitative des prises alimentaires par Spectrométrie NIR, permettrait de mieux cerner, tant la diversité des choix que les quantités ingérées, car la chèvre ne consomme en réalité pas de la matière sèche.

## CONCLUSION

Ces mesures résultent d'une répétition apparemment fiable du contexte de pâturage. L'amplitude des choix possibles engendre ici une réponse comportementale différente de celle résultant du fractionnement des apports à l'auge. Dans ce cas où il y a peu de compétition inter-individuelle et où la durée de repas est limitée, on constate que trop peu de diversité ne stimule pas assez l'ingestion, mais que trop de diversité limite également cette ingestion, car l'animal perd alors du temps à rechercher des aliments nouveaux. La fin de la première heure du repas, où on voit plafonner l'effet du paramètre de diversité, correspond vraisemblablement au temps de perception et de mémorisation de la gamme des possibilités du repas. On peut penser que c'est à ce moment que se crée un équilibre entre le sentiment physiologique de faim et le désir de nouveauté, inhérent à l'herbivore placé dans un environnement varié.

## RÉFÉRENCES

- HUET S., JOLIVET E., MESSEAN A., 1992. INRA éd., Dévelop., Suppl. 2, 205  
Paris, 247 p.
- MEURET M., 1989. Thèse Doct. Sci. Agron., Fac. Gembloux, INRA-SAD, 249 p.
- MEURET M., 1993. Etudes et Recherches du SAD, 27, 161-198
- MEURET M., VIAUX C., CHADOEUF J., 1994. Ann. Zootech., 43, 296
- MEURET M., GIGER-REVERDIN S., 1990. Reprod. Nutr.