

# Modélisation des courbes de lactation chez la chèvre laitière

## Modelling lactation curves in the dairy goat

PUILLET L., MARTIN O., TESSIER J., SAUVANT D.

UMR INRA-AgroParisTech Physiologie de la Nutrition et Alimentation, 16 rue C. Bernard, 75231 Paris cedex 05

### INTRODUCTION

Un modèle mécaniste simulant les dynamiques de production laitière, d'ingestion et d'évolution du poids vif chez la chèvre laitière a été proposé (Puillet *et al.*, 2007). Ce modèle décrit par l'intermédiaire d'un système d'équations différentielles la partition de l'énergie entre les fonctions de croissance, d'entretien, de gestation et de lactation. On considère ici l'expression algébrique du formalisme associé à la partie du modèle qui simule la production laitière. L'objectif de cette étude est de comparer la qualité d'ajustement de cette équation avec celle du modèle empirique de Wood (Wood, 1967, Dhanoa, 1981).

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. DONNEES

Les cinétiques de production de lait (PL) au cours de la lactation (31 à 49 données individuelles sur 349 jours) de 213 chèvres du troupeau INRA de l'UMR PNA sont utilisées (427 lactations de 2002 à 2006). Les niveaux moyens de PL au pic varient de 1 à 5 litres. Les cinétiques concernent des femelles de race Alpine (210 lactations) et Saanen (217 lactations) de rang de lactation de 1 à 8 (146 primipares, 281 multipares).

### 1.2. DESCRIPTION DES MODELES

L'équation suivante représente la traduction algébrique du formalisme décrivant la production laitière dans le modèle proposé :

$$PL = a \times \left( \frac{b}{c-b} \right) \times ( \exp(-b \times t) - \exp(-c \times t) ) + 0,6 \times a \times \exp(-c \times t)$$

Le modèle de Wood est défini par :

$$PL = a \times t^{bc} \times \exp(-c \times t)$$

Le pas de temps est le jour dans les deux modèles et a, b et c sont des paramètres spécifiques de chaque modèle à estimer.

### 1.4. PROCEDURE D'AJUSTEMENT

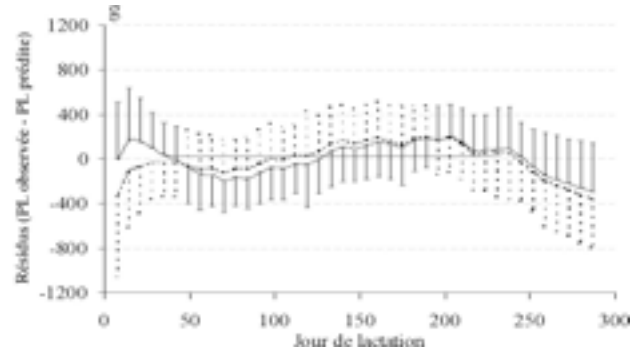
Les ajustements ont été réalisés avec la procédure NLIN de SAS. La procédure converge pour 420 cinétiques dans le cas du modèle de Wood et pour 423 dans le cas du modèle caprin. Pour 11 cinétiques, la procédure ne convergait que pour un des deux modèles : elles n'ont pas été conservées pour la comparaison. L'écart type résiduel (ETR) a été utilisé pour construire un critère de sélection arbitraire (ETR/PL au pic > 0,15) éliminant ainsi 38 cinétiques dont l'allure s'éloignait de l'allure classique d'une cinétique de lactation. Le jeu de données final utilisé pour la comparaison des modèles regroupe 374 cinétiques de lactation.

## 2. RESULTATS

La figure 1 présente les résidus (PL observée – PL prédite) par jour de lactation des ajustements des deux modèles aux cinétiques individuelles. Les qualités d'ajustement des deux modèles sont comparables. La surestimation de la production en fin de lactation est commune aux deux modèles car aucun ne formalise l'effet de la compétition gestation-lactation sur la persistance de production laitière. Le tableau 1 présente les statistiques élémentaires des valeurs ajustées des paramètres, de l'ETR, du biais (résidu moyen), de la date et de la PL au pic estimées pour les deux

modèles. Dans le modèle proposé, le rapport entre la PL initiale et la PL au pic est fixe (proportionnalité gérée par le coefficient 0,6). Cette rigidité structurelle pénalise la qualité de l'ajustement au tout début de la lactation et induit une forte variabilité de b. Ceci suggère de revoir la valeur 0,6 du coefficient.

**Figure 1** : Moyenne (et écart type) des résidus (PL observée – PL prédite) en fonction du jour de lactation pour le modèle de Wood (—) et le modèle proposé (----) après ajustement sur 374 cinétiques.



**Tableau 1** : Statistiques élémentaires (moyenne, écart-type, 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> quartiles) des valeurs ajustées des paramètres, de l'ETR, de la date et de la PL au pic estimées.

	Modèle Wood	Modèle proposé
a	1329 ± 910 [650 ; 1833]	3878 ± 1321 [2929 ; 4761]
b	65 ± 22 [51 ; 79]	0,0472 ± 0,0801 [0,0132 ; 0,0538]
c	0,0065 ± 0,0031 [0,0043 ; 0,0079]	0,0048 ± 0,0023 [0,0031 ; 0,0061]
ETR	376 ± 129 [280 ; 461]	395 ± 156 [280 ; 489]
Biais	-5 ± 11 [-7 ; -1]	-15 ± 21 [-20 ; -3]
Date pic	65 ± 22 [51 ; 79]	61 ± 23 [45 ; 77]
PL pic	4016 ± 906 [3314 ; 4600]	3965 ± 867 [3281 ; 4594]

## 3. CONCLUSION

Les qualités d'ajustement de l'équation du modèle de Wood et de l'équation extraite du modèle proposé sont comparables. Ce résultat indique donc que le formalisme simulant la production laitière dans le modèle proposé est acceptable. Les ajustements fournissent également une plage de variation des paramètres du modèle pour un ensemble de cinétiques de lactation. La présente étude a ainsi permis d'une part de valider la représentation de la production laitière et d'autre part d'explorer la capacité du modèle à simuler des cinétiques variables. Ces résultats constituent une étape importante dans notre démarche globale de construction d'un simulateur du troupeau caprin laitier à partir du modèle animal.

Dhanoa M.S., 1981. *Anim. Prod.*, 32 (3), 349-351

Puillet L., Martin O., Tichit M., Sauvant D., 2007. *A simple modelling approach of regulations in energy partitioning for lactating female: application to the dairy goat*. 58<sup>th</sup> EAAP Proceedings, Dublin, 27-29 Aout 2007

Wood P.D.P., 1967. *Nature*, 216, 164-165