

## **Maîtrise des taux butyreux et protéique du lait Effets des pratiques alimentaires et incidences économiques pour l'éleveur**

*F. CHENAIS (1), Ph. BRUNSCHWIG (2), N. MEFFE (1)*

*(1) Institut de l'Elevage, Monvoisin, BP 67, 35650 - LE RHEU*

*(2) Institut de l'Elevage, Maison de l'Agriculture, 14, avenue Joxé, BP 646, 49006 - ANGERS*

**RÉSUMÉ** – L'alimentation est un des principaux leviers sur lequel peut agir l'éleveur pour mieux maîtriser les taux. Six techniques alimentaires faciles à mettre en oeuvre ont été étudiées : le remplacement d'un concentré du commerce de type paroi par un concentré fermier (à 70 % de céréales), un apport supplémentaire d'énergie sous forme de 3 à 3,5 kg de blé, l'utilisation du tourteau de colza en remplacement du tourteau de soja, l'apport d'acides aminés protégés, la distribution d'ensilage de maïs en complément du pâturage, et la distribution de betteraves en hiver.

Après une présentation des résultats techniques obtenus dans nos conditions françaises, une simulation a été réalisée pour mesurer l'impact zootechnique et économique de ces techniques au niveau de l'exploitation en s'appuyant sur 4 cas types issus des régions Aquitaine, Auvergne, Bretagne et Est. Il ressort que les techniques alimentaires les plus intéressantes économiquement ne sont pas systématiquement associées à une meilleure maîtrise des taux.

## **Control of fat and protein levels in milk. Effects of feeding practices and economic benefits for the milk producer**

*F. CHENAIS (1), Ph. BRUNSCHWIG (2), N. MEFFE (1)*

Renc. Rech. Ruminants, 1994, 1, 91 – 96

**Summary** – The feeding choice is one of the main means by which a producer can control fat and protein levels in milk. Six easily implemented feeding techniques were studied : the replacement of a fibrous commercial concentrate by a farm-produced concentrate (containing 70 % of cereals), additional energy supply in the form of 3 to 3,5 kg of wheat, the use of a rape seed meal instead of a soya meal, amino acids supply, the distribution of maize silage as a supplement to pasture, and the distribution of fodder beets in winter.

After presentation of the technical results obtained under french conditions, a simulation was performed to determine the effects on animal performances and the economical impact of these techniques in four of our typical backgrounds : Aquitaine, Auvergne, Brittany and Easter France. The most economically profitable techniques were not always those that allowed greater control of milk composition.

## INTRODUCTION

En France, le taux butyreux est passé de 39,1 à 41,8 g/l de 1982 à 1993 (CNIEL, 1994), alors que le marché est défavorable aux matières grasses. L'application d'un correctif matière grasse entraîne une limitation du droit à produire, et une majorité d'éleveurs livre un lait avec un taux butyreux moyen annuel supérieur à leur taux de référence. Par ailleurs, le taux protéique moyen du lait livré en 1993 est au même niveau que celui de 1982 (32,1 g/l). Dans ce contexte, la recherche d'un meilleur équilibre entre les deux taux est un souci pour l'ensemble de la filière laitière, transformateurs et producteurs.

L'alimentation est un des leviers importants pour agir sur les taux (HODEN et al, 1985 ; REMOND, 1985 ; HODEN et COULON, 1991). Le taux protéique dépend essentiellement du niveau énergétique de la ration (+ 0,6 g/kg par UFL supplémentaire autour des recommandations (COULON ET REMOND, 1991)). Il est toutefois presque toujours diminué avec des rations enrichies en matières grasses (DOREAU et CHILLIARD, 1992), même protégées. Le niveau azoté de la ration a une faible influence sur le taux protéique, mais l'apport d'acides aminés limitants (méthionine et lysine notamment) permet une amélioration du taux protéique (RULQUIN, 1992).

Le taux butyreux varie en sens inverse de la proportion de concentré dans la ration (JOURNET et CHILLIARD, 1985) et dépend du mode et de la forme de présentation des fourrages. La réduction de la taille des particules diminue le taux butyreux.

L'utilisation de certains aliments permet également de modifier la composition du lait. A partir d'essais réalisés principalement dans nos conditions françaises, nous nous sommes intéressés à quelques techniques alimentaires faciles à mettre en oeuvre, ne remettant fondamentalement pas en cause le système fourrager, et n'entraînant pas de modifications des charges de structures. Quels résultats techniques peut-on en attendre, et pour quels résultats économiques au niveau de l'exploitation ?

### 1. TECHNIQUES ALIMENTAIRES ET COMPOSITION DU LAIT

#### 1.1. NATURE ET NIVEAU DE CONCENTRÉ

##### 1.1.1. Utilisation des céréales

Comparé à des concentrés «paroi» à même apport de concentré et sur régime maïs, le concentré fermier à base de blé conduit à une ingestion de fourrages identique (tab. 1). et à une production de lait légèrement supérieure en début de lactation (+ 0,8 kg), mais avec une persistance réduite par la suite en faveur d'une meilleure reprise de poids. Le taux protéique est toujours amélioré (+ 0,3 point en moyenne), en raison de l'apport énergétique supérieur des rations contenant le concentré fermier (COULON et REMOND, 1991). Le taux butyreux est également amélioré (+ 0,6 point en moyenne), mais avec des variations importantes d'un essai à l'autre (de - 2 à + 4 points).

Dans 6 essais étrangers réalisés avec des concentrés fermiers à base d'orge ou de manioc en complément d'ensilage d'herbe en plat unique, la nature du concentré est sans effet sur la consommation de fourrages et sur la production laitière (tab. 1). Le taux protéique est toujours amélioré (+ 1,2 g/kg en moyenne), et d'autant plus que la proportion de concentré est plus élevée (+ 0,8 g/kg avec 40 % de concentré, et + 1,4 g/kg avec 60 % de concentré). En moyenne, le taux butyreux reste inchangé, mais avec des variations importantes entre essais (- 2,7 à + 5,8 g/kg). Il est plutôt pénalisé avec les rations à forte proportion de concentré. Le blé peut être utilisé pour apporter un supplément d'énergie. Il se substitue alors en partie au fourrage, et s'accompagne éventuellement d'une réduction du concentré «paroi». Dans les essais réalisés, les apports de 3,5 à 5,5 kg de blé se traduisent par une augmentation des apports totaux de concentré de 2 kg en moyenne.

Avec des rations à base d'ensilage de maïs, on retrouve sur le lait et le taux protéique les mêmes effets que ceux observés avec le blé à mêmes apports de concentrés, mais amplifiés (tab. 2) : meilleurs départs en lactation (+ 2 kg de lait) puis moindre persistance, et meilleur taux protéique (+ 1,1 g/kg). Par contre, le taux butyreux est pénalisé (- 1,0 g/kg) en début de lactation et légèrement amélioré par la suite (+ 0,4 g/kg).

Des rations mixtes 2/3 ensilage de maïs-1/3 ensilage d'herbe, et des rations tout ensilage d'herbe ont été enrichies en blé. Par rapport à un régime maïs normalement complétement, elles permettent la même production de lait et un même taux butyreux. Le taux protéique est semblable avec le régime ensilage d'herbe + blé et amélioré avec le régime mixte + blé (+ 0,8 g/kg).

##### 1.1.2. Remplacement du tourteau de soja par du tourteau de colza

Avec des rations à base d'ensilage de maïs, le tourteau de colza peut remplacer tout ou partie du tourteau de soja dès lors que l'on en distribue une plus grande quantité (de l'ordre de 1,5 kg de colza pour 1,0 kg de soja) afin de compenser sa moindre valeur azotée.

Cette distribution supérieure de concentré permet cependant des ingestions identiques de fourrages. Cette absence de substitution conduit à des rations plus énergétiques, une production de lait et un taux protéique plus élevés : respectivement + 0,6 kg et + 0,3 g/kg. Par contre, la baisse du taux butyreux est quasi systématique : - 1,5 g/kg en moyenne.

##### 1.1.3. Farine de poisson et acides aminés protégés

Avec des rations à base d'ensilage de maïs, le remplacement d'une partie du tourteau de soja par 0,5-0,6 kg MS de farine de poisson se traduit (tab. 3) par un gain de 0,8 g/kg de taux protéique sans modification de la production de lait. Une augmentation des quantités de farine de poisson ne modifie pas le niveau de réponse du taux protéique.

L'effet sur le taux butyreux est plus variable, de + 0,8 à - 2,6 g/kg, et la baisse est d'autant plus forte que les quantités de farine de poisson sont plus importantes (SPAIN et al, 1989).

Toujours sur régime à base d'ensilage de maïs, l'apport de méthionine protégée sous forme de 12 g de smartami-

**Tableau 1 : Effet d'un concentré à base de céréales par rapport à un concentré de type «paroi»**

	Nb essais	Concentré (kg MS)	Fourrage (kg MS)	Lait (kg)	TB (g/kg)	TP (g/kg)
Régime Ensilage de maïs	11	- 0,3	+ 0,1	0,1	0,6	0,3
Régime Ensilage d'herbe	6	+ 0,1	- 0,2	- 0,2	0,1	1,2

**Tableau 2 : Utilisation du blé comme supplément d'énergie. Écart par rapport à un régime maïs normalement complétement**

	Nb essais	Concentré (kg MS)	Fourrage (kg MS)	Lait (kg)	TB (g/kg)	TP (g/kg)
Régime Ensilage de maïs	6	2,1	- 2,3	0,7	- 0,2	1,1
Régime mixte 2/3 EM-1/3 EH	2	2,2	- 1,7	0,4	0,3	0,8
Régime Ensilage d'herbe	2	2,0	- 0,8	0,3	- 0,3	0,1

**Tableau 3 : Effet d'un supplément en acides aminés. Écart par rapport au témoin**

Référence	Source d'A.A.	Ration totale (kg MS)	Lait (kg)	TB (g/kg)	TP (g/kg)
BRUNSCHWIG et al (1993)	0,5 kg MS de farine de poisson	- 0,2	0,1	0,8	0,8
	0,6 kg MS de farine de poisson	0	0,4	- 2,6	0,8
BRUNSCHWIG et al (1994)	Méthionine (1)	0,4	0,4	2,2	1,5
	Méthionine (2)	- 0,3	- 0,3	0,5	1,0
EDE-CA 44 (1993)	Mélange Méthionine Lysine	- 0,9	- 1,1	0,5	0,4

(1) Sur vaches multipares  
(2) sur vaches primipares

ne M par vache et par jour permet un accroissement du taux protéique (tab. 3) de 1,0 g/kg (primipares) à 1,5 g/kg (multipares). L'effet peut être plus modéré (0,4 g/kg) avec d'autres formes d'acides aminés (EDE - CA 44, 1993).

Parallèlement le taux butyreux a été amélioré dans ces essais de 0,5 à 2,2 g/kg, ce qui est contraire à la tendance observée par RULQUIN (1992). Toutefois, dans des essais comparables aux nôtres, les effets observés sur le taux butyreux vont de - 2,3 g/kg (PAPAS et al, 1984) à + 4,2 g/kg (PAPAS et al, 1984).

## 1.2. ALIMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 1.2.1. Ensilage de maïs en complément du pâturage de printemps

En moyenne dans 9 essais réalisés de la mise à l'herbe à la fin Juillet, l'apport d'environ 5 kg MS d'ensilage de maïs en complément du pâturage a été pratiquement sans effet sur la production laitière (+ 0,4 kg) et le taux protéique (+

0,2 g/kg), mais s'est traduit par une amélioration nette du taux butyreux (+ 1,2 g/kg).

La nature du pâturage semble avoir une influence non négligeable. Ainsi, avec des prairies à base de dactyle-fétuque, moins favorables à la production laitière mais plus favorable au taux butyreux que des prairies à base de RGA (HODEN et al, 1985), l'effet du maïs est plus marqué sur le lait (+ 0,9 g/kg) et le taux protéique (+ 0,5 g/kg) mais moindre sur le taux butyreux (+ 0,9 g/kg). A l'inverse, avec des prairies à base de RGA ou RGA + trèfle blanc, les améliorations dues au maïs sont de 0,2 kg de lait, 0,1 g/kg de taux protéique et 1,3 g/kg de taux butyreux.

En définitive, l'association a relativement peu d'effet sur la production de lait et sur le taux protéique. Et pourtant, c'est en théorie une association de choix : les inconvénients de la faible teneur en MS et de la richesse en azote de l'herbe étant compensés par la richesse en MS et la pauvreté en azote du maïs. La succession des deux aliments dans le temps serait-elle mal adaptée pour une valorisation

maximale au niveau de la panse ? Ainsi, un essai hollandais (MEIJS, 1986) a bien montré qu'une association herbe affouragée en vert-ensilage de maïs est beaucoup plus efficace sur le lait et le taux protéique lorsque les deux fourrages sont apportés simultanément plutôt que séparément et à des moments différents de la journée : + 1,0 kg de lait et + 1,3 g/kg de taux protéique contre + 0,2 kg et + 0,6 g/kg avec parallèlement une diminution du taux butyreux (- 0,8 g/kg versus + 1,1 g/kg).

### 1.2.2. Betteraves

Un apport de 2 à 4 kg de MS de betteraves (tab. 4) sans modification des apports de concentré améliore le niveau d'ingestion et la production laitière (+ 1 à + 1,5 kg). Par contre, lorsque les betteraves viennent en remplacement d'une partie du concentré, le niveau d'ingestion de la ration totale est légèrement pénalisé (- 0,3 kg MS) ainsi que la production laitière (- 0,9 kg).

L'introduction de betteraves en complément d'ensilage d'herbe améliore le taux butyreux : + 1,2 g/kg en moyenne dans 4 essais réalisées par DULPHY et al (1990), avec des variations allant de 0,8 à 1,8 g/kg. L'effet est du même ordre de grandeur (+ 2,0 g/kg) avec des régimes mixtes ensilage de maïs - ensilage de trèfle violet (HODEN et al, 1988), mais semble plus marqué (+ 4,2 g/kg) avec des régimes maïs (GRUSON, 1991).

Le taux protéique est également amélioré, de 0,8 g/kg avec les régimes à base d'ensilage d'herbe, de + 1,0 g/kg avec les régimes mixtes maïs-trèfle violet, et + 0,6 g/kg avec l'ensilage de maïs.

L'augmentation du taux butyreux peut s'expliquer par une modification de la composition des acides gras volatils au niveau de la panse, en particulier un accroissement de la teneur en acide butyrique, très favorable à la synthèse des matières grasses (JOURNET et CHILLIARD, 1985). L'effet bénéfique des betteraves sur le taux protéique est à relier pour une part à un meilleur niveau énergétique de la ration (COULON et REMOND, 1991), mais également à un effet spécifique des betteraves (DULPHY et al, 1990).

## 2. RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DE L'EXPLOITATION

### 2.1. MÉTHODE DE CALCUL

Les pratiques alimentaires modifiant les performances laitières (lait et/ou taux) nécessitent un ajustement de la quantité livrée pour respecter la référence laitière et le quota matière grasse. Le changement d'effectif animaux fait évoluer les surfaces en fourrages et cultures de vente. Les primes afférentes aux surfaces et gel de terre changent. En général, les charges opérationnelles évoluent sans modification des charges de structure.

Pour mesurer l'intérêt économique d'une technique alimentaire, on compare la marge brute d'exploitation dans la situation initiale à celle de la nouvelle situation. La situation initiale est caractérisée par un effectif des vaches laitières et la répartition de vèlages, la quantité de lait livrée et les taux annuels, la consommation annuelle de fourrages et concentrés, les rendements en fourrages et cultures de vente.

### 2.2. LES TECHNIQUES ALIMENTAIRES TESTÉES

Six pratiques sont étudiées :

- l'utilisation d'un concentré fermier à base de céréales en remplacement d'un concentré de production «paroi» acheté (CF),
  - l'enrichissement de la ration en énergie par apport de 3 à 3,5 kg de blé supplémentaire (blé +),
  - le remplacement du tourteau de soja par du tourteau de colza à raison de 1 kg par 1,5 kg (TC),
  - l'emploi de 500 g de farine de poisson apportée par le concentré azoté correcteur (FP),
  - la suppression de maïs ensilage en complément du pâturage au printemps (EMP -),
  - la suppression des betteraves en hiver (Bett -).
- Les techniques TC, FP et EMP - n'ont pas été testées sur les régimes «tout herbe».

### 2.3. LES SYSTÈMES D'EXPLOITATIONS ÉTUDIÉS ET LES RÉSULTATS (TAB. 5)

Quatre exploitations laitières spécialisées maîtrisant bien l'alimentation sont retenues :

- en Aquitaine, 286 000 l de lait sont produits sur 30 ha, dont 10 ha de maïs grain, avec 44 vaches, au maïs l'hiver et au pâturage l'été,
- en Bretagne, 315 000 l de lait sont produits sur 36 ha de SAU dont 85 % en SFP, par 45 vaches, au maïs l'hiver et au pâturage l'été,
- dans l'Est, 200 000 l de lait sont produits sur 70 ha de SAU, dont 25 ha de céréales et colza, par 35 vaches, à l'ensilage d'herbe et maïs l'hiver, au pâturage l'été,
- en Auvergne, 166 000 l de lait sont produits sur 45 ha de SAU, en totalité en SFP, par 32 vaches à l'ensilage d'herbe et aux betteraves l'hiver, au pâturage l'été.

L'utilisation d'un concentré fermier toute l'année améliore les taux butyreux (+ 0,4 g/l) et protéique (+ 0,3 g/l) annuels sans modifier la productivité animale. Cela se traduit toujours par un gain de marge brute : + 9 100 F en moyenne, avec des variations allant de 7 000 F dans le système aquitain à 14 000 F dans le système auvergnat en raison d'une forte augmentation des deux taux (+ 0,6 g/l de taux butyreux et + 0,5 g/l de taux protéique).

Un supplément d'énergie sous forme de blé est sans effet sur le taux butyreux moyen annuel, mais améliore le taux protéique (+ 0,6 g/l). Avec les régimes comportant du maïs, l'incidence sur la marge brute est faible (de - 130 à + 1 700 F) et dépend de la répartition des vèlages : elle baisse avec les vèlages d'été-automne et les vèlages étalés, et est améliorée avec les vèlages d'automne-hiver en raison d'un effet différencié sur le lait et les taux selon le stade de lactation. En régime «tout herbe», l'augmentation de marge brute est importante (+ 8 600 F) et de même niveau quelle que soit la répartition des vèlages.

L'emploi de tourteau de colza en hiver en complément d'une ration à base de maïs améliore la production laitière (+ 90 l) et le taux protéique (+ 0,2 g/l) et diminue le taux butyreux (- 0,9 g/l). La marge brute est toujours améliorée, de + 2 600 F à + 4 200 F selon les situations.

**Tableau 4 : Influence d'un apport de betteraves en complément d'une ration hivernale. Écart/régime témoin**

Références	Régime	Betteraves (kg MS)	Concentré (kg MS)	Ration totale (kg MS)	Lait (kg)	TB (g/kg)	TP (g/kg)
DULPHY et al* (1990)	Ens. Herbe	3,2	- 2,2	- 0,3	- 0,6	1,2	0,8
HODEN et al (1988)	Ens. Maïs + TV	2,5	- 0,2	0,3	1,4	2,0	1,0
GRUSON (1991)	Ens. Maïs	3,5	- 1,2	0,5	- 0,4	4,2	0,6

\* Moyenne de 4 essais

**Tableau 5 : Ecart de marge brute d'exploitation par rapport à la situation initiale (en F/an)**

Technique alimentaire	CF	Blé +	TC	FP	EMP-	Bett -
Aquitaine	+ 7 100	+ 1 600	+ 2 600	+ 1 100	- 300	+ 500
Bretagne	+ 7 800	- 100	+ 4 900	+ 2 100	+ 2 800	+ 500
Est	+ 7 600	+ 1 700	+ 3 500	+ 1 200	- 1 000	+ 1 300
Auvergne	+ 13 900	+ 8 600				+ 500
Moyenne	+ 9 100	+ 2 900	+ 3 700	+ 1 500	+ 500	+ 700

L'emploi de farine de poisson réduit l'écart entre les deux taux par sa seule action sur le taux protéique (+ 0,5 g/l). Son utilisation entraîne toujours une amélioration de la marge brute, mais cette amélioration reste modeste (+ 1 100 à + 2 100 F).

La suppression d'ensilage de maïs au pâturage au printemps entraîne une petite baisse de la production animale (- 30 l) et des taux butyreux (- 0,3 g/l) et protéique (- 0,1 g/l). La marge brute évolue peu en moyenne (+ 500 F), mais avec des variations importantes allant de - 1 000 à + 2 800 F. L'écart de marge devient négatif lorsque le rapport de rendement maïs/herbe est supérieur à 1,2.

La suppression des betteraves en hiver entraîne une diminution du taux butyreux (- 1,4 g/l) et du taux protéique (- 0,4 g/l) et une légère augmentation de la production (+ 70 l). L'impact sur le revenu est en moyenne très faible (+ 700 F).

L'allongement de la durée d'utilisation d'une technique amplifie la tendance observée sauf pour la technique blé en supplément dont les résultats sont très dépendants de la répartition des vêlages.

Dans l'exploitation bretonne et pour chacune de ces techniques, une modification d'hypothèse zootechnique du taux butyreux de 0,4 g/l induit une variation d'écart de marge brute mineure ( $\pm$  200 F). La variation d'écart de marge est plus importante ( $\pm$  1 300 F) pour une modification de  $\pm$  0,2 g/l du taux protéique.

Les résultats économiques obtenus sont robustes à des variations de contexte économique. Une baisse du prix du lait de 5 centimes/l n'entraîne pas de modification supérieure à 200 F des marges brutes obtenues par technique, à cause de l'ajustement de livraison aux quotas. Une augmentation du prix des céréales de 5 F/q réduit en moyenne de 800 et 600 F le gain de marge brute des techniques utilisant les céréales.

Cette réduction est respectivement de 400 F et 1 300 F pour les exploitations bretonne et auvergnate utilisant le concentré fermier et de 1 300 F et 0 F pour la technique blé +. Une augmentation de 5 centimes/kg du concentré azoté entraîne une réduction moyenne de la marge brute de 400 F et 0 F sur les 4 exploitations respectivement pour les techniques concentré fermier et blé +. L'impact par technique est uniforme d'une exploitation à l'autre.

## CONCLUSION

Il est possible de faire varier rapidement la composition d'un lait par des pratiques alimentaires sans remanier le système d'exploitation. L'amélioration du taux protéique, obtenue en modifiant la nature ou/et le niveau des apports énergétiques, s'accompagne presque toujours d'une élévation du taux butyreux.

En revanche, l'amélioration du taux protéique obtenue par une modification de la nature du concentré azoté se traduit par un maintien ou une diminution du taux butyreux. Économiquement, la réduction du taux butyreux, et plus généré-

ralement la réduction de l'écart TB-TP, est rarement intéressante. Seules les techniques modifiant la nature de l'azote permettent une augmentation modeste, mais systéma-

tique, du revenu. L'utilisation du concentré fermier augmente les taux mais creuse l'écart entre eux. C'est pourtant la seule technique qui améliore fortement le revenu.

## RÉFÉRENCES

- BRUNSCHWIG Ph., AUGÉARD Ph., SLOAN B., BLAIN J.J., 1994. CR Institut de l'Élevage. Sous presse.
  - CNIEL, 1994. L'Économie laitière en chiffres.
  - COULON J.B., REMOND B., 1991. INRA Prod. Anim., 4 (1), 49-56.
  - DOREAU M., CHILLIARD Y., 1992. INRA Prod. Anim., 5 (2), 103-111.
  - DULPHY J.P., ROUEL J., BONY J., 1990. INRA Prod. Anim., 3 (3), 195-200.
  - GRUSON D., 1991. Doc CA 62.
  - HODEN A., COULON J.B., DULPHY J.P., 1985. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 62, 69-79.
  - HODEN A., COULON J.B., 1991. INRA Prod. Anim., 4 (5), 361-367.
  - HODEN A., MARQUIS B., DELABY L., 1988. INRA Prod. Anim., 1 (3), 165-169.
  - JOURNET M., CHILLIARD Y., 1985. Bull. Tech. CRZV Theix INRA, 60, 13-23.
  - PAPAS A.M., SNIFFEN C.J., MUSCATO T.V., 1984. J. Dairy Sci., 67, 545-552.
  - PAPAS A.M., VICINI J.L., CLARK J.H., PEIRCE-SANDNER S. 1984. J. Nutr. 114, 2221-2227.
  - REMOND B., 1985. Bull. Techn. CRZV Theix. INRA, 62, 53-67.
  - RULQUIN H., 1992. INRA Prod. Anim., 5 (1), 29-36.
  - SPAIN J.N., POLAN C.E., WATKINS B.A., 1989. J. Dairy Sci., 72, suppl 1 : 507.
- La liste des références des essais rassemblés pour cette synthèse peut être obtenue auprès des auteurs.