

# Impacts de la monotraite dans une exploitation caprine fromagère à haut niveau de production

LEFRILEUX Y. (1), POMMARET A. (1), RAYNAUD S. (2)

(1) Station expérimentale caprine du Pradel EPLEFPA - 07170 Mirabel

(2) Institut de l'élevage, Agrapole - 23 rue Jean Baldassini - 69364 Lyon cedex 07

Avec la collaboration de Yves-Marie Chatelin (service biométrie de l'Institut de l'élevage - 149 rue de Bercy - 75592 Paris cedex 12)

**RESUME** - Plusieurs séries d'expériences ont été menées trois années consécutives sur le troupeau de chèvres de la station du Pradel (niveau de production supérieur à 1000 kg de lait / chèvre / an). Celles-ci visaient à préciser l'impact de la monotraite soit lors de la deuxième moitié de lactation soit dès la mise bas. Le passage à une traite par jour conduit à une réduction de la quantité de lait produite de 15 % pour les multipares et de 15 à 25 % pour les primipares le taux butyreux a été variable et peu influencé par les modalités de traite. Le taux protéique est plus haut avec la monotraite (+1,2 à +1,9 points) sans amélioration du rendement fromager car c'est la quantité de protéines solubles qui augmente, la quantité de caséines restant stable. Le comportement global et alimentaire n'est pas perturbé et l'état des animaux amélioré. Le retour à un système bi-traite ne semble pas être pénalisé par des arrières effets. Enfin, concernant le volet travail, la monotraite permet de réduire le travail d'astreinte même si, à équipement constant, la traite restante se trouve rallongée.

Ce travail a permis de confirmer la faisabilité de la monotraite dans une exploitation fromagère commerciale de cent vingt chèvres hautes productrices. Il permet d'apporter des éléments pour accompagner les éleveurs souhaitant adopter cette technique.

## Effects on once-a-day milking in a high producing dairy goat farm making cheese

LEFRILEUX Y. (1), POMMARET A. (1), RAYNAUD S. (2)

(1) Station Expérimentale Caprine du Pradel EPLEFPA 07170 Mirabel

**SUMMARY** - Several experiments were carried out during three years on the goat herd of the station du Pradel (milk production > 1000 kg/goat/year) in order to assess once-a-day milking impact. The reduction of the milking frequency was applied either from the beginning or during the second half of the lactation period. This change causes a reduction of the milk production by 15% for the multiparous and by 15 to 25% for the one-kid goats. The fat content was variable and almost not affected by the milking frequency. The protein content was higher with once-a-day milking (+1.2 to 1.9 points) without improvement of the cheese yield since it is due to soluble protein increase, casein remaining stable. The general and feeding behaviour were not disturbed and the animal condition was improved. The production does not seem to be affected by once-a-day milking when returning to 2 milkings per day. Finally, once-a-day milking reduces the daily non postponable working time, even if the remaining milking becomes longer.

These results allow us to confirm the feasibility of once-a-day milking in a commercial dairy farm producing hand-made cheese with 120 high producing dairy goats. This study brings out key-points for the farmers to implement once-a-day milking.

## INTRODUCTION

La réduction du temps de travail est au cœur des préoccupations des filières caprine et fromagère fermière. En effet la traite représente 50 % du travail d'astreinte des producteurs laitiers et s'ajoute pour les transformateurs un temps d'astreinte important en fromagerie. Ainsi, les professionnels sont demandeurs de leviers techniques compatibles avec leur système de production afin de diminuer sensiblement le travail d'astreinte tout en maintenant un niveau de compétitivité économique satisfaisant et assurer ainsi la pérennité des exploitations. Un de ces leviers consiste à passer de deux à une traite quotidienne.

Des travaux français et internationaux ont montré l'aptitude des chèvres à la monotraite (Marnet *et al.*, 2005, Capote *et al.*, 1999, Salama *et al.*, 2003 ) mais peu de références existent concernant les troupeaux à haut niveau de production. Dans le cadre d'une étude pilotée par la fédération nationale des éleveurs de chèvres sur l'amélioration des conditions de travail, une expérimentation sur la monotraite a été conduite durant trois ans à la station caprine expérimentale du Pradel EPLEFPA qui possède un troupeau de chèvres à haut niveau de production (> 1000 kg / chèvre / an), alimentées dans un système pâturant et dont le lait est transformé en Picodon AOC. L'objectif principal de l'étude est d'apprécier la faisabilité de la suppression d'une traite par jour sur tout ou

partie de la lactation et d'en mesurer les conséquences au niveau de l'animal et des ateliers élevage et fromagerie.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Le troupeau de la station du Pradel (07) est constitué de cent vingt chèvres laitières de race Alpine produisant en moyenne 1100 kg de lait par chèvre et par an, avec un taux butyreux moyen de 37,4 g / kg et un taux protéique moyen de 33,7 g / kg.

### 1.1. SCHEMA EXPERIMENTAL

Cet essai sur la monotraite a été programmé sur trois campagnes laitières consécutives et a débuté en juillet 2004 sur des chèvres en milieu de lactation. Ce système a été comparé à la traite biquotidienne. La première partie de l'essai avait pour but de mesurer les effets de la monotraite appliquée en cours de lactation sur la quantité et la qualité du lait. Les animaux ont été répartis en deux lots de soixante chèvres traits une ou deux fois par jour (respectivement lot 1T et 2 T) en fonction de leur date de mise bas, de leur rang de lactation, de leur niveau de production laitière et de leur poids vif.

Lors de la campagne laitière suivante, l'expérimentation s'est poursuivie de manière à quantifier sur la lactation complète les effets sur la quantité et la qualité du lait et de mesurer les incidences en matière de composition fine du lait, de transformation fromagère et sur le temps de travail. Les lots ont été refondus pour tenir compte de la réforme de

vingt-quatre animaux et de leur remplacement par vingt-quatre primipares. Pour la constitution des lots, ont été pris en compte, l'appartenance aux lots de 2004 ainsi que les différents résultats zootechniques de l'année précédente. Afin d'évaluer d'éventuels arrière effets, la moitié des animaux appartenant au lot 1T a été transférée au milieu de la lactation dans le lot 2T et réciproquement. Chaque animal a donc deux modalités, l'une au printemps et l'autre à l'automne. Enfin, la dernière partie de l'expérimentation s'est déroulée sur la campagne laitière suivante en 2006. La monotraite a été appliquée sur la moitié du troupeau dès la mise bas en respectant les modalités appliquées lors du début de la campagne précédente et ce, sur toute la lactation. De plus, les chevrettes de renouvellement ont été réparties entre les deux lots en fonction de leur poids vif.

## 1.2. ALIMENTATION ET TRAITE

Tous les animaux ont été alimentés de la même façon qu'ils soient conduits en monotraite ou en bitraite. Les rations ont été calculées pour couvrir 130 à 140 % des besoins protéiques moyens et 100 à 120 % des besoins énergétiques et ce en fonction des besoins estimés pour des animaux en bitraite. Cette pratique correspond à celle des producteurs qui alimentent en lot leur troupeau. Les animaux ont été conduits en deux lots séparés. Les chèvres sont sorties au pâturage de mi-mars à juin puis de mi-août à mi-novembre. Lors des périodes en chèvrerie, chaque lot recevait le même type et la même quantité de fourrage (foin de luzerne principalement). Le pâturage a été effectué sur des parcelles constituées soit de graminées (60 % des surfaces) soit de légumineuses et les surfaces affectées à chaque lot étaient similaires. Les animaux étaient présents sur les parcelles après la traite du matin jusqu'au soir. Pour les chèvres traites deux fois par jour, les animaux étaient remis au pâturage après la traite du soir. Les horaires de traite étaient à 7 h 15 pour le lot 1T, à 6 h 30 et 16 h 30 pour le lot 2T. La quantité et la nature des concentrés ont varié en fonction de la ration de base et du stade de lactation. Ceux-ci étaient constitués soit de maïs en grains soit de granulés titrant 14 à 22 % de matière azotée totale (0,5 à 0,8 kg / j).

## 1.3. CONTROLES ET MESURES

### 1.3.1. Mesures zootechniques

La production individuelle de chaque chèvre a été mesurée de manière hebdomadaire ainsi que les taux butyreux et protéique et la concentration cellulaire des laits individuels. L'enregistrement des consommations des fourrages en chèvrerie a été réalisé tout au long des essais. L'évolution des poids vifs et des notes d'état corporel a été renseignées une fois par mois.

### 1.3.2. Mesures technologiques

A partir de 2005, la quantité et la composition du lait transformé par lot ont été mesurés plusieurs fois par semaine afin d'estimer le rendement brut au démoulage en fromages fabriqués. La technologie employée est de type lactique. Des mesures de pH et d'acidité Dornic ont été faites sur le lait mis en fabrication et le lactosérum surnageant.

Trois fois au cours du printemps 2006 correspondant à trois régimes alimentaires différents (respectivement, alimentation exclusive en chèvrerie, pâturage de luzerne, pâturage de graminées), le lait issu de la traite totale de quarante chèvres, vingt dans chaque lot, est collecté de manière individuelle et analysé (matière grasse, matière azotée, caséine, protéines solubles, matière azotée non

protéique). Lors des deux premières périodes la répartition des acides gras de la matière grasse du lait a été effectuée par CPG (chromatographie en phase gazeuse).

### 1.3.3. Mesures du temps de travail

A plusieurs reprises le temps d'astreinte global lié aux opérations de traite et d'alimentation des animaux a été évalué ainsi que le temps de traite individuel de huit chèvres de chaque lot.

## 1.4. TRAITEMENTS STATISTIQUES

Les traitements ont été réalisés à partir de la procédure GLM de SAS (*SAS Institute Inc, Cary, NC, version 8.2*).

## 2. RESULTATS

### 2.1. PRODUCTION LAITIERE

Initialement, en juillet 2004, les chèvres laitières avaient en moyenne un niveau de production de 3,90 kg / jour au cent soixante-dixième jour de lactation. Dès l'application du traitement, la production laitière du lot 1T était inférieure à celle du lot 2T et ce jusqu'au tarissement. En moyenne, l'écart de production était de 0,4 kg / chèvre / jour soit 15,3 % ( $p < 0,001$ ). Les diminutions de production entre les deux lots n'étaient pas significativement différentes entre les multipares et les primipares ( $p = 0,17$ ). En 2005, lors de l'application de la monotraite dès la mise-bas, la perte de production en moyenne sur la première partie de lactation (cent soixante-cinq jours) est de 0,67 kg / jour, soit 14,4 % ( $p < 0,001$ ) pour les multipares et de 0,87 kg / jour, soit 24,3 % ( $p < 0,001$ ) pour les primipares. Si les écarts journaliers entre le lot 1T et le lot 2T sont globalement constants pour les multipares, il n'en est pas de même pour les primipares : deux semaines après la mise bas l'écart entre les deux lots est de 35 % et se réduit ensuite fortement. Chez les multipares, l'effet du traitement de l'année précédente n'a pas eu d'effet sur la quantité de lait produit lors de la campagne suivante ( $p = 0,9692$ ). Egalement, le retour à une traite biquotidienne au cours de la lactation a eu pour conséquence un bon recouvrement de la production (tableau 1). La diminution de production pour les multipares lors de la première séquence de lactation (-17,4 %) a dans notre essai été complètement résorbé avec le retour à deux traites par jour.

**Tableau 1** : effet du retour à la bitraite sur la quantité et la composition du lait par chèvre et par jour. En italique écart type

	cinq premiers mois de lactation			quatre derniers mois de lactation		
	Lait (kg/j)	TB (g/kg)	TP (g/kg)	Lait (kg/j)	TB (g/kg)	TP (g/kg)
Lot 2T-2T	4,55 <i>0,93</i>	36,31 <i>3,96</i>	32,91 <i>1,95</i>	2,88 <i>0,55</i>	32,86 <i>4,45</i>	33,47 <i>2,28</i>
Lot 1T-2T	3,76 <i>1,03</i>	37,05 <i>3,55</i>	34,43 <i>2,69</i>	2,87 <i>0,66</i>	33,98 <i>3,65</i>	33,42 <i>3,17</i>
p	0,0069	ns	0,0295	ns	ns	ns

A la fin de l'expérience, les trente-huit animaux ayant été traités une fois par jour durant deux campagnes dès le début de lactation (tableau 2) ont un niveau de production pour l'année 2006 inférieur de 12,74 % par rapport aux trente trois animaux qui ont été traités deux fois par jour. L'application de la monotraite plusieurs années de suite ne semble pas accentuer la diminution de la productivité des chèvres. Les résultats semblent stables d'une année sur l'autre.

**Tableau 2** : Effet du rythme de traite sur la quantité et la composition du lait par chèvre multipare et présente sur trois campagnes lors de la campagne 2006. En italique écart type

	Durée (jours)	Lait (kg)	TB (g / kg)	TP (g / kg)
Lot 2T (n = 33)	297 <i>17,1</i>	1085 <i>197,2</i>	36,09 <i>3,93</i>	33,74 <i>2,25</i>
Lot 1T (n = 38)	299 <i>14,5</i>	947 <i>194,7</i>	36,92 <i>3,36</i>	34,71 <i>2,20</i>
écart		- 12,7 %	+0,83 point	+0,97 point
p	ns	0,0038	ns	ns 0,0692

## 2.2. COMPOSITION DU LAIT

Au cours de ces trois années, les taux butyreux ont été variables et peu influencés par les modalités de traite. Respectivement pour les débuts de lactation des deux années (2005 et 2006) les écarts observés sont favorables pour le lot 1T (+ 0,5 et +1,2 points) (différence non significative :  $p = 0,84$  et  $p = 0,12$ ). Pour les deuxièmes parties de lactation, respectivement pour les années 2004, 2005, 2006 les écarts étaient -0,5, -0,19 et +0,65 (différences non significatives). Il n'en est pas de même pour le taux protéique qui est plus élevé pour le lot 1T sur l'ensemble des périodes de la lactation. Pour les débuts de lactation : +1,15 et +1,09 points et pour les fins de lactation : +1,9, +1,72 et +1,84 points. Ces différences sont toujours significatives ( $p < 0,005$ ). Les analyses réalisées au cours de l'année 2006 sur les laits individuels des quarante chèvres réparties dans les deux lots met en évidence que ces augmentations du taux protéique sont significativement liées à celles des protéines solubles ( $p = 0,0040$ ). Les taux de caséines sont de ce fait peu affectés (tableau 3) et n'entraînent pas d'amélioration du rendement fromager.

**Tableau 3** : effet du rythme de traite sur les fractions azotées de laits de chèvres au 3<sup>ème</sup> mois de lactation. En italique écart type

	caséines (g / kg)	Protéines solubles (g / kg)
Lot 2T (n = 20)	27,91 <i>0,74</i>	6,78 <i>0,37</i>
Lot 1T (n = 20)	27,97 <i>0,74</i>	7,57 <i>0,37</i>
p	ns	0,0040

Au niveau de la composition de la matière grasse, la proportion d'acides gras courts (C4 à C8) est sensiblement plus élevée pour le lot 2T (4,44 vs. 4,84 %, différence non significative) ainsi que la proportion d'acides gras longs (C :18) (27,54 vs. 29,33 %, différence non significative) qui est compensée par une proportion sensiblement plus faible d'acides gras à chaînes carbonées de taille moyenne (C9 à C16). Seuls dans cet essai pour les lots 1T et 2T, les acides capriliques (C8) (2,18 vs. 2,50 %) ( $p = 0,0033$ ) et palmitiques (C16) (26,25 vs. 25,01 %) ( $p = 0,0382$ ) sont influencés par les modalités de fréquence de traite. Globalement, la concentration en cellules somatiques n'a pas différé de manière significative entre les deux lots ( $p = 0,3170$  en 2004 et  $p = 0,1633$  en 2005) bien que cette dernière se soit significativement accrue pour les primipares du lot 1T lors des six premiers mois de lactation de la campagne 2005 (+178,7 %  $p = 0,0043$ ). Les palpations de la mamelle réalisées sur les chèvres le confirment : le nombre d'animaux présentant des ganglions lymphatiques rétro mammaires hypertrophiés était plus important chez les primipares du lot 1T par rapport au lot 2T (80 % vs. 49 %).

## 2.3. POIDS VIF ET NOTES D'ETAT CORPOREL

Un écart de poids en faveur des animaux du lot 1T est constaté au cours des essais (+1,26 kg en 2004 et +2,25 kg en 2005). Les notes d'état corporel du lot 1T ont également été améliorées jusqu'à dépasser de 0,11 point celles du lot 2T pour les notes lombaires et de 0,06 point pour les notes sternales en 2005 ( $p < 0,005$ ). Les animaux semblent perdre de l'état pendant la période de pâturage et en regagner ensuite, de manière plus marquée dans le lot 2T et en particulier chez les primipares.

## 2.4. TEMPS DE TRAVAIL

La pratique de la monotraite a entraîné un gain de temps d'environ une heure par jour sur les travaux d'astreinte (traite et alimentation des animaux) pendant la période de pâturage et de quarante-cinq minutes pendant les périodes où les animaux ont été conduits exclusivement en chèvrerie. Pendant la période de pâturage, les animaux du lot 2T sont ressortis après la traite du soir, le lot 1T restant présent dans les parcelles la journée entière. De ce fait le temps gagné est en moyenne de dix-neuf minutes pour le lot 1T. Par ailleurs, la mesure du temps de traite individuel de huit chèvres de chaque lot ayant des niveaux de production différents montre que les animaux du lot 1T ont un temps de traite significativement plus long que ceux du lot 2T lors de la traite du matin (3:26 vs. 3:40 minutes,  $p = 0,002$ ). Si l'on compare le temps de traite de chaque catégorie d'animaux, on peut voir que cette différence est significative chez les fortes productrices ( $p = 0,005$ ), chez les productrices moyennes ( $p = 0,03$ ) mais ne l'est pas chez les faibles productrices ( $p = 0,43$ ). Globalement, pour l'ensemble des lots, si le temps consacré à la traite est plus faible, (- 27 %), la traite du matin est fortement rallongée pour le lot 1T (+34,4 %).

## 2.5. TECHNOLOGIE FROMAGERE

Les observations réalisées sur les caractéristiques des laits et fromages lors de quatorze semaines consécutives sont assez semblables, que ce soit au niveau du pH des laits mis en fabrication (pour les lots 1T et le lot 2T : 6,65 et 6,66) ainsi que sur le lactosérum surnageant (4,55 vs. 4,59). Globalement, les rendements moyens bruts obtenus (kg de fromage / kg lait) étaient très proches pour chaque lot avec un rendement légèrement supérieur en faveur du lot 2T (26,1 % vs. 26,8 %). Les incidences propre à la monotraite sur la technologie fromagère demandent à être approfondies.

## 3. DISCUSSION

Ces essais confirment que le passage à une traite par jour conduit inévitablement à une réduction de la quantité de lait produit par rapport à une traite biquotidienne : de 15 % pour les multipares et de 15 à 25 % pour les primipares si on les met en monotraite immédiatement après la mise bas. Les effets sont moindres que ceux obtenus chez les vaches laitières (de 25 à 40 % selon les circonstances - Rémond *et al.*, 2005) et conformes à ceux de la littérature (Salama *et al.*, 2003, Marnet *et al.*, 2005) malgré le niveau de production important des animaux et son application dès la mise bas. Ils confirment bien l'aptitude des chèvres laitières hautes productrices à la monotraite. Cette expérience montre qu'il est possible de mettre en œuvre la monotraite dès la mise bas sans trop d'inconvénients pour les multipares. Par contre, les primipares ayant un tissu mammaire souvent peu développé à la mise bas, présentent un risque d'engorgement plus

important, avec pour conséquence une forte perte de production lors des premières semaines, une concentration cellulaire plus importante et une hypertrophie des ganglions rétro-mammaires marqueurs de la réponse de l'animal à l'inflammation. Ces éléments sont à prendre en considération dans la mise en place dans un élevage, en envisageant éventuellement un démarrage des primipares en bitraite et un passage en monotraite plusieurs semaines après la mise bas. Ces adaptations demandent à être testés pour préciser la durée nécessaire pour limiter ces effets négatifs. A l'inverse, le retour à un système bitraite ne semble pas avoir d'arrière effets et cela est également conforme aux expériences réalisées à la station expérimentale INRA de Rennes (Marnet *et al.*, 2005). Concrètement ces aspects permettent pour les producteurs de tester l'application dans leur exploitation sans que ce choix ait des incidences économiques importantes. L'application sur une séquence de la lactation pourra également répondre à des pointes de travaux et à une adaptation du volume de lait à transformer et à commercialiser.

Au niveau de la composition du lait, nous n'avons pas observé de concentration du lait au niveau de la matière grasse. La littérature (Mocquot *et al.*, 1978, Capote *et al.*, 1999, Salama *et al.*, 2003, Marnet *et al.*, 2005) indique des évolutions variables du taux butyreux en réponse à une modification de la fréquence de traite chez la chèvre contrairement à la vache laitière où l'augmentation du taux butyreux est quasiment toujours citée (Lacy-Hulbert *et al.*, 1999, Pomies *et al.*, 2004). La récupération partielle ou totale des derniers jets lors de la traite pourrait expliquer ces variations (Le Jaouen 1978). Le taux butyreux entre le début et la fin de traite évolue différemment selon la fréquence de traite. Ainsi, lors de la traite du matin, le taux butyreux est plus élevé pour le lot 1T comparé au lot 2T (Laydevant 2005). L'augmentation non négligeable du taux protéique en monotraite est essentiellement due à une augmentation des protéines solubles, alors que la concentration en caséine reste stable, ce qui est en accord avec les observations d'autres auteurs, en vaches laitières (Rémond *et al.*, 2004, Pomies *et al.*, 2002) et en chèvres (Marnet, 2005). Du fait du maintien de la quantité de caséine, le rendement fromager n'est pas affecté. La diminution de production de lait entraînera une diminution équivalente de la quantité de fromage fabriqué. Au niveau de la composition de la matière grasse les différences observées sont certainement liées à une plus forte mobilisation corporelle des animaux du lot conduit en deux traites par jour ce qui a eu pour conséquence une augmentation de la proportion d'acides gras à chaînes longues dans le lait. Par ailleurs, dans ces expériences, l'apport alimentaire des différents éléments constitutifs de la ration, en particulier des concentrés, était équivalent pour une productivité plus faible pour le lot traité une fois par jour ce qui a sans doute modifié le rapport fourrage sur concentré de la ration ingérée. Cette modification de la composition du lait en acides gras est donc certainement plus à relier à des aspects liés à la gestion de l'alimentation que la monotraite en tant que telle. D'une manière générale, des travaux complémentaires demandent à être conduits afin d'optimiser les apports alimentaires en monotraite afin de préciser l'animal cible que ce soit au niveau énergétique et au niveau protéique. Lors de fabrications journalières à partir des laits

des deux troupeaux, il n'a pas été noté de différences notables au niveau des qualités organoleptiques des fromages fabriqués. Des analyses sensorielles sur ces produits devraient être conduites afin de le préciser. Par ailleurs, si la diminution du temps de travail est importante, cela ne sera pas forcément le cas pour la pénibilité. Ainsi, si pour des troupeaux à des niveaux de production faible ou modérée, le temps consacré à la traite du matin n'est pas ou peu affecté en monotraite, ce ne sera pas le cas pour les niveaux de production plus élevés, à équipement constant. Ces augmentations sensibles de la durée de la traite pourront la rendre plus pénible et également dégrader les conditions de confort des animaux et d'hygiène, du fait d'un temps d'attente des chèvres plus important sur les quais. Cela renforce la nécessité d'optimiser les paramètres de traite afin de limiter voire annuler un rallongement trop important de la durée de la traite, en particulier pour les gros troupeaux.

En matière de technologie fromagère, si nous n'avons pas mis en évidence de différence notable sur les produits, une adaptation des process s'est avérée nécessaire sur la ferme expérimentale : la prématuration de la traite du soir a été supprimée et le lait est emprésuré et ensemencé immédiatement après la traite une fois le lait mis en température (20°C). La modification du rythme de traite peut dans certains cas nécessiter des adaptations au niveau technologique et doit faire l'objet d'attentions particulières.

## CONCLUSION

L'application de la monotraite sur tout ou partie de la lactation chez des chèvres à fort potentiel laitier a eu pour conséquence des diminutions de productions limitées pour les multipares quel que soit le stade d'application. Par contre, les pertes observées chez les primipares sont plus importantes quand les animaux sont traités une fois par jour dès la mise bas. Cet essai a permis de confirmer l'aptitude des chèvres laitières à la monotraite et permet d'envisager des perspectives de développement de cette technique.

*Cette action a bénéficié du soutien financier de l'ADAR, du conseil régional RA et du ministère de l'agriculture et de la pêche.*

*Les auteurs tiennent à remercier tout le personnel de la station expérimentale du Pradel ainsi que les étudiants de l'ENITA de Clermont qui ont participé à ces travaux.*

**Capote J., Lopez, J.L., Caja, G., Peris S., Arguello A., Darmanin N., 1999.** EAAP pub. 95, 267-273

**Lacy-Hulbert S.J., Wollford M.W., Nicholas G.D., Prosser C.G., Stelwagen K., 1999.** *J. Dairy Sci.* 82, 1232-1239

**Laydevant E., 2005.** Mémoire de fin d'études ENITA Clermont

**Le Jaouen J.C., Le Mens P., 1978.** 2<sup>ème</sup> Symp. Sassari, 54-59

**Marnet P.G., Gomis B., Guinard-Flament J., Boutinaud M., Lolliver, V., 2005.** Renc. Rech. Ruminants 12, 225-228

**Mocquot J.C., Guillimin P., Tanguy D., 1978.** 2<sup>ème</sup> Symp Tours, 175-201

**Pomies D., Rémond B., Pradel P., 2004.** Renc. Rech. Ruminants 11, 81-84

**Rémond B., Pomies, D., Dupont D., Chilliard Y., 2004.** *Anim. Res.*, 53, 201-212

**Rémond B., Pomies D., 2005.** *Anim. Res.*, 54, 427-442

**Salama A.A., Suchs X., Caja G., Rovai M., Casals R., Albanenell E., Marin M.P., Marti A., 2003.** *J. Dairy Sci* 87, 1676-1680