

Evolution et techniques d'élevage en brebis laitières

Barillet F., Lagriffoul G., Such X., Caja G., Bocquier F.

in

Barillet F. (ed.), Bocquier F. (ed.).
Nutrition, alimentation et élevage des brebis laitières. Maîtrise de facteurs de production pour réduire les coûts et améliorer la qualité des produits

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 42

2002

pages 85-115

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=2600057>

To cite this article / Pour citer cet article

Barillet F., Lagriffoul G., Such X., Caja G., Bocquier F. **Evolution et techniques d'élevage en brebis laitières**. In : Barillet F. (ed.), Bocquier F. (ed.). *Nutrition, alimentation et élevage des brebis laitières. Maîtrise de facteurs de production pour réduire les coûts et améliorer la qualité des produits*. Zaragoza : CIHEAM, 2002. p. 85-115 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 42)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Evolutions des techniques d'élevage en brebis laitières

F. Barillet*, X. Such**, G. Lagriffoul*, G. Caja** et F. Bocquier***

*INRA Toulouse-SAGA, BP 27, 31362 Castanet Tolosan Cedex, France

**Production Animale, Fac. Veterinaria, UAB, 08193 Bellaterra, Espagne

***UMR Elevage des Ruminants en Régions Chaudes, ENSA.M-INRA, 2, Place Viala, 34060 Montpellier Cedex 1, France

avec la participation de M. Jacquin*, C. Marie*, M. Aurel*, F. Pailler*, J. Fraysse*, J. Rouel (INRA-Theix), A. Gargouri**, C. Vacaresse (Confédération Générale de Roquefort), J.M. Arranz et C. Soulas (Centre Départemental d'Elevage Ovin)

RESUME – En Méditerranée, les brebis laitières débutent classiquement leurs lactations par une phase d'allaitement qui est suivie, après sevrage des agneaux, d'une phase de traite exclusive. Ce passage à la traite exclusive s'accompagne généralement d'une chute de production laitière. Des essais ont été réalisés au cours de l'allaitement des brebis Manchega pour tenter d'agir sur le volume et la composition du lait pendant la période de traite. Ainsi, les effets d'une réduction du temps de contact entre brebis et agneaux, associée ou non avec une traite partielle des brebis pendant cette phase d'allaitement, ont été évalués. De plus, comme la traite, pendant la phase d'allaitement, donne un lait pauvre en matières grasses, l'effet d'une supplémentation lipidique de la ration a été quantifié. Globalement, les changements de conduites et d'alimentation, pendant l'allaitement, ont des effets directs importants sur le lait, sa composition et sur la croissance des agneaux, sans pour autant modifier durablement les caractéristiques de la production laitière à la traite exclusive. Des résultats obtenus sur l'utilisation de distributeurs automatiques d'aliments concentrés par les brebis sont également présentés. De même, il a été montré expérimentalement l'intérêt de répartir les brebis d'un troupeau en lots homogènes pour accroître l'efficacité d'utilisation des rations. En outre, une démarche originale, qui a été mise en œuvre pour tenir compte de la dispersion des agnelages au sein d'un troupeau, est présentée. A partir des informations du contrôle laitier on peut cerner l'origine des différences de volume et de composition du lait livré à l'échelle de la campagne laitière entre troupeaux d'un même bassin de production.

Mots-clés : Brebis laitière, élevage, allaitement, traite, allotement, quantité et composition du lait, conduite d'élevage.

SUMMARY – "New trends in management practices of dairy ewes". In Mediterranean regions, lactation of dairy ewes classically start by a suckling period that is ended by the weaning of lambs, which is followed by a longer phase of exclusive milking period. After weaning, there is a drop in milk yield, which generally occurs, in dairy sheep production systems. Trials were conducted with Manchega ewes to examine first, the effect of reducing time access of lambs to their dam and secondly the effect of milking, or not, the ewes during the suckling period, on milk yield and its composition. Furthermore, as collected milk during suckling period had a poor fat content; effect of addition of dietary fat was evaluated. Globally, changes in suckling procedures and feeding practices during the suckling period have direct and significant effects on milk yield and its composition, and on lamb growth rates, but are of limited action on subsequent milk production during the exclusive milking phase. Results obtained on the use of automatic concentrate feeders for ewes are also reported, together with trials in which group feeding of dairy ewes was adjusted to their requirements. The interest of adjusted group feeding of dairy ewes to increase the global food efficiency is discussed in the context of the development of new electronic devices. In addition, an original approach was settled to analyse the effect of a within-flock spread of lambings on yearly total milk production. It was then possible, from the available data recorded within the framework of an official milk-recording organisation, to explain part of the differences in milk composition and yield between flocks.

Key words: Dairy ewes, suckling, milking, group-feeding, milk yield and composition, management.

Introduction

Dans ce chapitre consacré aux techniques d'élevage, sont abordés deux thèmes de recherche découlant directement de spécificités zootechniques des brebis laitières, et un thème de recherche induit par la réalité technico-économique de l'élevage des brebis laitières en Méditerranée occidentale.

Les deux thèmes zootechniques concernent, d'une part la conduite de la lactation avec les phases respectives d'allaitement puis de traite, d'autre part la stratégie d'alimentation du troupeau en constituant ou non des lots d'élevage. Le thème technico-économique correspond à une nouvelle méthodologie du suivi technique des élevages, fondée sur l'utilisation de l'information globale au troupeau disponible dans le cadre du paiement des éleveurs à la quantité et qualité du lait produit par le troupeau (lait du tank).

Ces thèmes de recherche découlent donc de spécificités fortes de la brebis laitière. Comme pour les autres chapitres, ils sont abordés dans le but de réduire les coûts de production et d'optimiser les résultats technico-économiques de l'élevage, avec une attention particulière à la composition chimique du lait produit.

Maîtrise du début de la lactation avec les phases d'allaitement et de traite

En Méditerranée, la traite des brebis laitières commence après une première période d'allaitement des jeunes qui dure le plus souvent un mois. Durant cette première période, les brebis peuvent éventuellement être allaitantes et traites (selon les systèmes d'élevage), de sorte que l'on parle de traite exclusive pour désigner la période de la lactation qui suit le sevrage du(des) agneau(x) (ICAR, 1992). Cette exploitation "mixte" de la lactation constitue une originalité zootechnique forte de la brebis laitière (comparativement à la vache laitière), qui pose des questions spécifiques en termes de physiologie de la lactation, de conduite d'élevage (y compris alimentaire) et de génétique (définition du critère de sélection). Dans le cadre du présent contrat, des recherches ont été conduites sur le sujet "allaitement x traite" par l'équipe de l'Université Autonome de Barcelone (UABAR).

Conduite en lots

Généralement la conduite d'élevage, et en particulier l'alimentation, est raisonnée globalement pour tout le troupeau. Tout au plus, à certaines périodes de l'année les agnelles et les adultes du troupeau peuvent être conduites séparément. De telles pratiques rendent difficile la définition de stratégies alimentaires adaptées, particulièrement dans les élevages de grande taille présentant une bonne productivité des brebis. De plus, de telles pratiques alimentaires globales peuvent conduire à des gaspillages d'aliments concentrés, surtout pendant la phase hivernale. Les perspectives offertes par l'introduction de l'identification électronique et des automatismes dans ces élevages permettent maintenant d'envisager la constitution de lots dans les troupeaux de grande taille. Dans cette optique, l'INRA et le CNBL pour les études en fermes ont réalisé des mises au point et des expérimentations dans ce sens.

Etude des conduites d'élevage fondée sur les informations du troupeau

Les races de brebis laitières intéressant les contractants sont les races Latxa et Manchega en Espagne, Lacaune, Basco-Béarnaise et Manech en France, et la race Sarde en Italie ; soit un cheptel global d'environ 7 millions de brebis dans 54 000 élevages. En 1993, pour ces 6 races dans ces 3 pays, on comptait près de 1 million de brebis au contrôle laitier dans 3500 troupeaux, ce qui représente 14% du cheptel en contrôle laitier, avec des disparités importantes entre les races considérées (de 3% à 70% du cheptel contrôlé ; Barillet et Astruc, 1994). Par ailleurs, dans le cadre du paiement du lait, de plus en plus d'éleveurs disposent d'une information journalière (lait livré en fromagerie) et hebdomadaire (composition du lait du tank) précise pour tout le troupeau. Dans ces conditions, il est apparu judicieux de concevoir une nouvelle méthodologie du suivi technique des élevages, fondée sur l'utilisation de ces informations. La conception de cette approche nouvelle revient à l'INRA et au CDEO-CNBL associés à l'INRA. Par la suite, d'autres équipes (DAPGV et IZCS) ont également contribué à ce thème de recherches.

Effet des systèmes d'allaitement-traite et de l'alimentation sur la production laitière des brebis Manchega

Dans la plupart des régions méditerranéennes, le système de conduite traditionnel des brebis

laitières est fondé sur une période d'allaitement exclusive des agneaux d'environ un mois, qui se termine par le sevrage brusque des agneaux. Cette phase d'allaitement précède la période de traite qui dure plusieurs mois. Un des problèmes rencontrés avec ce type de conduite est la forte diminution (de 30 à 50%) de production laitière qui est observée à la suite du sevrage des agneaux. Cette diminution a été rapportée par différents auteurs qui ont étudié des races de brebis à potentiel laitier moyen (80 à 120 litres à la traite). Dans tous les travaux entrepris depuis les années 60, on a constaté ce phénomène (Ricordeau et Denamur, 1962 ; Labussière *et al.*, 1974 ; Caja *et al.*, 1986 ; Such *et al.*, 1992 ; Bocquier *et al.*, 1999).

L'étude de la production laitière pendant la phase initiale d'allaitement, et ses variations suite au passage de l'allaitement à la traite demeurent donc d'actualité. Toutefois, il faut certainement distinguer les races de brebis laitières à niveau moyen de production (telle que la race Manchega étudiée ici), des races plus productives (telle que la race Lacaune), dont le système de conduite allaitement puis traite a été modifié par les éleveurs dans les années 80 du fait de l'accroissement du potentiel laitier (Barillet, 1989). En effet, en race Lacaune, les brebis allaitent les agneaux pendant le premier mois de lactation (comme de tradition) ; mais dans les jours qui suivent la mise-bas (en général dès la fin de la phase colostrale de 48 heures) et jusqu'au sevrage des agneaux à l'âge d'un mois, les brebis sont traitées une fois par jour, pour vidanger la mamelle et le lait traité pendant ce premier mois d'allaitement n'est pas commercialisé. C'est pourquoi un vocabulaire a dû être défini précisément dans le cadre du règlement international de contrôle laitier ovin, en parlant de traite exclusive pour la seule période de traite qui suit le sevrage des agneaux (ICAR, 1992), tout en rappelant que le contrôle laitier et le calcul des lactations ne doit porter que sur cette période de traite exclusive, seule mesurable en ferme avec précision à des fins de sélection.

On mesure donc toute l'importance des travaux entrepris sur ce sujet par l'équipe de l'UABAR pour la race Manchega. Il faut en effet rappeler la lourdeur des expériences à mettre en œuvre, principalement du fait des difficultés d'estimation du lait consommé par les agneaux, soit en se fondant sur la méthode de traite à l'ocytocine décrite par McCance (1959) et révisée par Doney *et al.* (1979), soit en utilisant la méthode de la double pesée des agneaux avant et après la tétée (Ricordeau *et al.*, 1960). On note aussi que les travaux de l'UABAR sont conduits dans une démarche globale, puisque les conséquences éventuelles de telle ou telle technique d'élevage sont appréciées tant du point de vue de la production laitière des brebis que de la croissance des agneaux.

Etude de la conduite habituelle "allaitement exclusif puis traite après le sevrage brusque des agneaux à l'âge de 28 jours" en race Manchega

Les auteurs ont comparé la conduite habituelle décrite ci-dessus [les agneaux ont libre (L) accès aux brebis pendant le premier mois de lactation (28 j)], avec une conduite d'allaitement restreint (R) (autorisation de téter uniquement 2 fois par jour à 8 et 17 h durant 15-20 minutes au cours des 28 jours).

On ne s'attardera pas sur les différences (classiques) constatées par les auteurs à propos de l'estimation du lait tété par les méthodes de l'ocytocine et de la double pesée des agneaux, ni sur le fait que la production laitière est plus élevée, pendant la phase d'allaitement, chez les brebis en allaitement libre (lot L) par rapport à l'allaitement restreint (lot R). En revanche, il a été confirmé deux faits importants pour ces conduites :

(i) La perte marquée de production laitière (estimée à 43%) pour les brebis adultes Manchega en conduite habituelle (lot L) après le sevrage des agneaux (Fig. 1). Par ailleurs la composition du lait est modifiée par la conduite de l'allaitement. On constate que le TB du lait du lot R a diminué comparativement au lot L (67,3 g/l vs 73,8 g/l) alors que le taux protéique du lot R est accru (55,5 g/l vs 52,1 g/l). Toutefois ces différences entre traitements s'estompent (Fig. 2) une fois passées en traite exclusive. L'augmentation du TP du lot R peut être expliquée par le niveau de production qui est plus faible (Fig. 1). En revanche, il faut faire appel à d'autres mécanismes pour expliquer la baisse du TB du lait des brebis du lot R, tel le stress de la séparation journalière mère-jeune.

(ii) La production laitière (à la traite exclusive) similaire après le sevrage (0,98 l/j), quel que soit le niveau de production laitière en phase d'allaitement (lots L ou R).

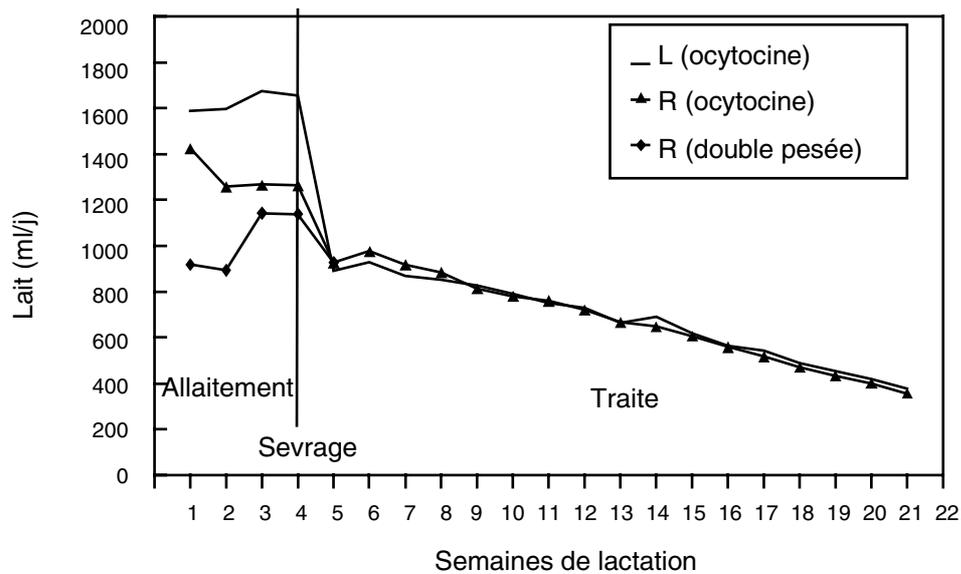


Fig.1. Evolution de la production laitière en fonction du régime d'allaitement : lot L = allaitement libre ; lot R = allaitement restreint.

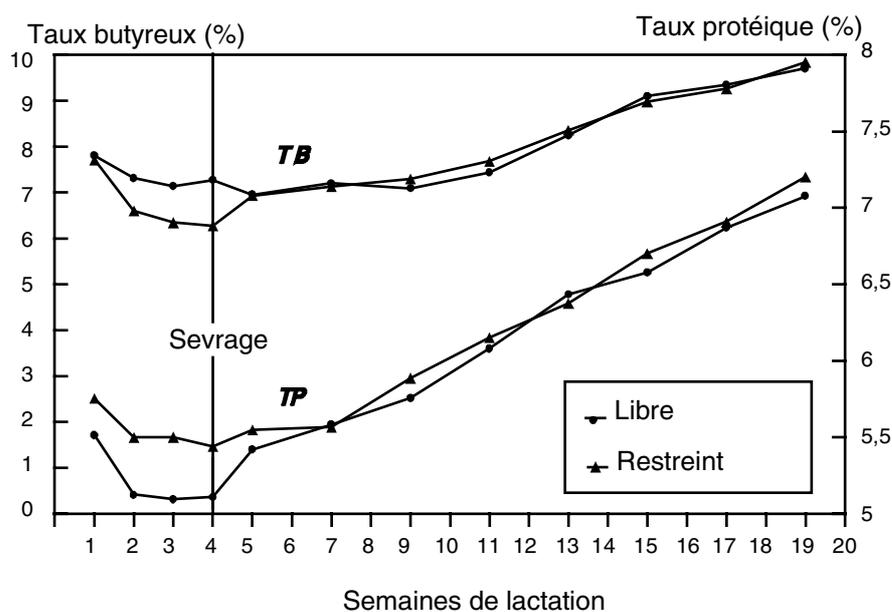


Fig. 2. Evolution des taux butyreux (TB) et protéiques (TP) selon le régime d'allaitement : lot L = allaitement libre ; lot R = allaitement restreint.

Ce dernier résultat est en accord avec ceux obtenus antérieurement (Labussière *et al.*, 1974) qui montraient que la production laitière, après le sevrage des agneaux, était indépendante de la conduite d'élevage pendant l'allaitement (un ou deux agneaux allaités), comme si la production laitière rejoignait la courbe de lactation type d'une brebis qui aurait été traite depuis la mise bas. Autrement dit, avec la traite (à la machine) on n'obtient pas une stimulation de la sécrétion lactée équivalente à celle de la tétée ; et la production de lait obtenue par la traite est relativement indépendante de celle obtenue par l'allaitement. Ce dernier point fonde le règlement de contrôle laitier ovin international (ICAR, 1992), qui stipule que le contrôle laitier des brebis ne doit intervenir qu'après le sevrage des agneaux en période de traite exclusive. En effet pendant la phase d'allaitement, la sécrétion lactée est

fonction de la qualité de la stimulation (nombre d'agneaux allaités, allaitement exclusif ou système mixte allaitement et traite) et la mesure individuelle et précise du lait qui est tété par les agneaux est irréalisable en ferme.

Signalons que la comparaison des brebis de race Lacaune et Manchega, réalisée par l'UABAR dans le Chapitre Efficacité alimentaire (Such *et al.*, 1995) comporte également un volet allaitement x traite. Les brebis des deux génotypes étaient conduites selon le système méditerranéen traditionnel avec allaitement libre des agneaux pendant 28 jours, puis sevrage brusque et passage à la traite mécanique (comme le lot L témoin ci-dessus). Pour l'échantillon de brebis Manchega, la perte de production laitière après sevrage est estimée respectivement à 53 et 45% pour les premières et deuxièmes lactations, contre 20 et 24% respectivement pour l'échantillon de brebis Lacaune. On constate donc que les résultats obtenus sur les brebis Manchega sont conformes à ceux qui avaient été observés précédemment, alors que la perte de production laitière après le sevrage des agneaux serait plus faible pour les brebis Lacaune plus productives.

On comprend donc l'intérêt de l'équipe de l'UABAR pour l'étude de systèmes allaitement x traite différents de la conduite traditionnelle, dans le but de réduire la perte de production laitière en race Manchega lors du sevrage des agneaux, tout en sachant que la pratique de l'allaitement restreint depuis la mise bas s'accompagne d'une réduction de la vitesse de croissance des agneaux (de 23% entre le lot R et le lot L).

Système mixte allaitement restreint x traite pendant 4 semaines à partir de la 3^{ème} semaine de lactation

Dans un deuxième essai, l'équipe de l'UABAR a testé un système mixte allaitement et traite (AT) comparativement à la conduite traditionnelle d'allaitement exclusif pendant 4 semaines avant le sevrage brutal des agneaux (lot A). Dans le système mixte (AT), les brebis sont strictement allaitantes pendant les 15 premiers jours. Puis, de la 3^{ème} à la 6^{ème} semaine de lactation, les brebis sont traitées à la machine 2 fois par jour (matin et soir) et les agneaux ont un accès restreint aux brebis (tétée du lait résiduel 2 fois par jour pendant 20 minutes après les traites). Le sevrage des agneaux intervient donc le 42^{ème} jour (semaine 6) pour le lot AT, contre le 28^{ème} jour classiquement pour le lot témoin A.

Les principaux résultats sont les suivants (Figs 3, 4 et 5) :

(i) La production laitière recueillie à la traite a significativement augmenté de 30 litres (111 litres pour le lot AT contre 81 litres pour le lot A). Sur ces 30 litres, 15 litres ont été obtenus lors des 2 premières semaines mixtes (3^{ème} et 4^{ème} semaine de lactation). Le sevrage des agneaux (à 42 jours) du lot AT n'a pas affecté négativement la quantité de lait produite par les brebis qui reste supérieure à celle du lot A jusqu'à la 9^{ème} semaine de lactation (0,98 contre 0,75 l/j ; Fig. 3).

(ii) En revanche, pendant la période d'allaitement restreint (3-6 semaines de lactation), on constate une réduction très significative de 29% du taux de matières grasses (TB) du lait trait (52,2 g/l pour le lot AT contre 73,4 g/l pour le lot A). La tétée du lait résiduel s'est donc traduite par l'obtention d'un lait trait (supplémentaire) faible en matières grasses (Fig. 4). Juste après le sevrage des agneaux (à 42 jours), le TB du lait du lot AT augmente rapidement et il redevient comparable à celui du lot A à partir de la 9^{ème} semaine de lactation (Fig. 4).

(iii) Le taux de protéines (TP) du lot AT est légèrement supérieur à celui du lot A (aussi bien pendant la période mixte que pendant celle de traite exclusive), mais la différence n'est pas significative.

(iv) Pendant les 2 premières semaines d'allaitement exclusif, la vitesse de croissance des agneaux des lots AT et A est comparable et proche de 220 g/j. Pendant la première semaine d'allaitement restreint (semaine 3), la croissance des agneaux du lot AT devient nulle (Fig. 5), probablement parce que le développement de leur rumen est encore insuffisant pour leur permettre d'ingérer les aliments solides en quantité suffisante pour compenser la faible ingestion de lait (Such *et al.*, 1992). A partir de la 4^{ème} semaine, les agneaux du lot AT reprennent une croissance qui est en moyenne de 216 g/j, et le sevrage complet qui est appliqué à la 6^{ème} semaine n'affecte pas leur croissance, à l'inverse des agneaux du lot en conduite traditionnelle (A) lors de leur sevrage brusque à la 4^{ème} semaine.

Globalement, la différence de croissance totale (0-12 semaines) est de 12% : 248 g/j pour le lot A versus 219 g/j pour le lot AT.

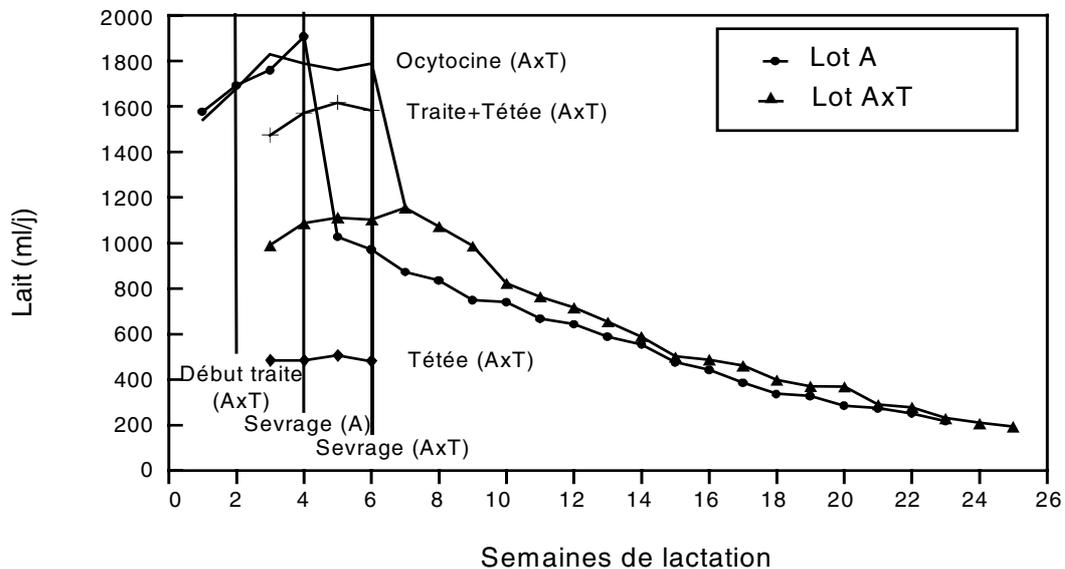


Fig. 3. Evolution de la production laitière selon le régime d'allaitement : A allaitement exclusif et AxT allaitement et traite.

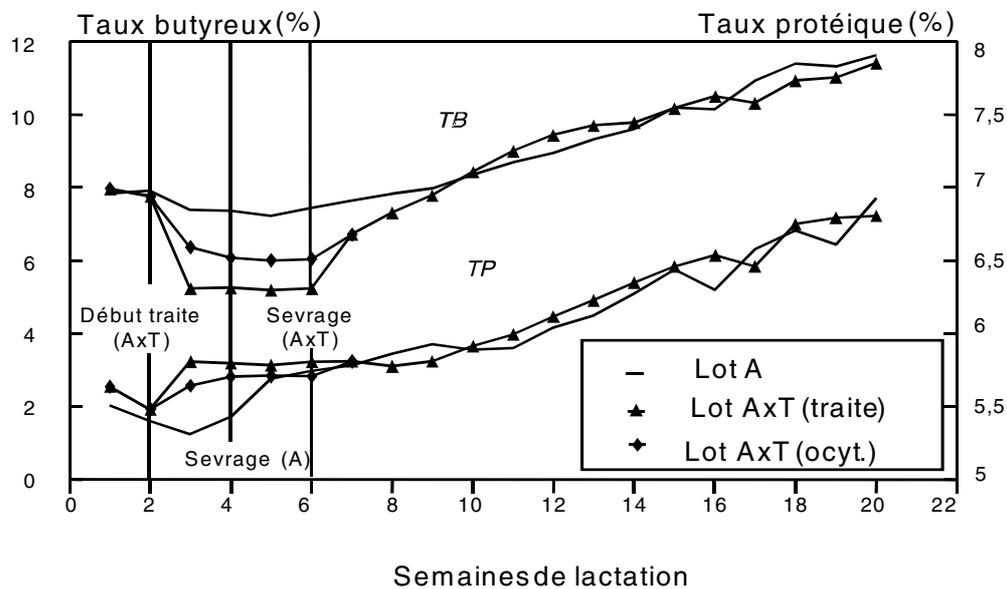


Fig. 4. Evolution des taux butyreux (TB) et protéiques (TP) selon le régime d'allaitement : A allaitement exclusif et AxT allaitement et traite.

La pratique d'un système mixte, "traite des brebis 2 fois par jours et allaitement restreint des agneaux (repassé 2 fois par jour 20 minutes après la traite)", de la 3^{ème} à la 6^{ème} semaine de lactation, permet d'obtenir 30 litres de lait de plus à la traite, dont la moitié avant le sevrage des agneaux. Cette pratique permet d'accroître les livraisons de lait dans les situations où cette commercialisation est possible (c'est le cas en Espagne, alors que c'est interdit en France). Si les conséquences d'un tel système paraissent supportables en ce qui concerne la réduction de croissance des agneaux, en

revanche on constate une baisse très importante du TB du lait trait $-21,2$ g/l) qui est imputable à la pratique de la tétée du lait résiduel.

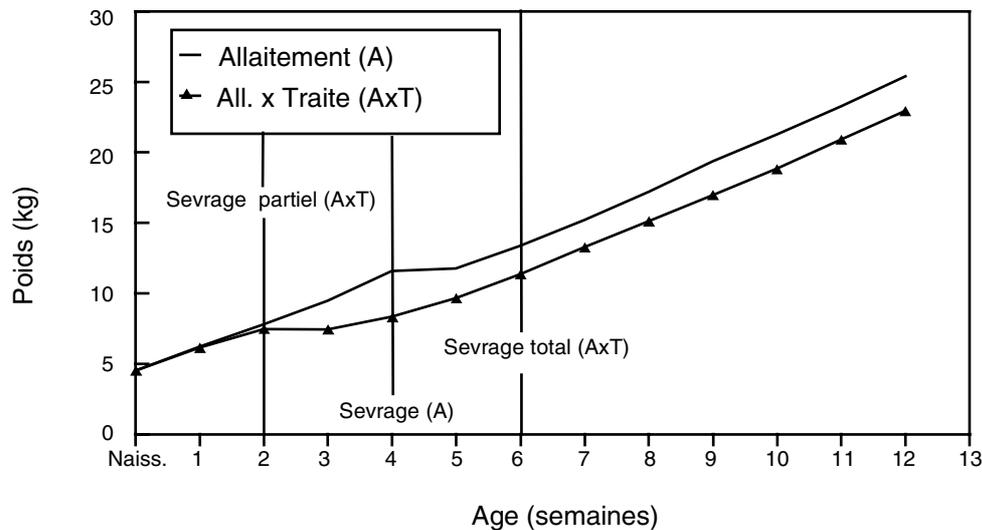


Fig. 5. Evolution du poids vif des agneaux selon le régime d'allaitement : A allaitement exclusif et AxT allaitement et traite.

Essai d'utilisation de lipides protégés incorporés dans le concentré

Pour tenter de pallier les inconvénients du système mixte (faible TB de la période allaitement x traite, et diminution de la croissance des agneaux), un troisième essai a été conduit avec les 3 lots suivants (tous conduits avec le système mixte traite x allaitement restreint de la 3^{ème} à la 6^{ème} semaine de lactation). Les brebis du lot TT recevaient un aliment concentré classique (témoin) pendant toute la lactation (17 semaines), dans le lot LT les brebis recevaient un concentré enrichi avec 100 g/kg de lipides (L) protégés jusqu'à la 9^{ème} semaine de lactation (puis concentré témoin T de la 9^{ème} à la 17^{ème} semaine de lactation), alors que dans le lot LL les brebis ont consommé le concentré comportant des lipides protégés durant toute la lactation (1-17 semaines).

Les principaux résultats sont les suivants :

(i) L'incorporation de lipides protégés à la concentration de 10% dans le concentré a permis une augmentation du TB du lait recueilli pendant la période mixte d'allaitement restreint x traite de 5 g/l (semaines 3-6) et de 7 g/l en début de traite exclusive (semaines 6-9). En revanche, on observe un effet négatif des lipides protégés sur le TP à partir du sevrage des agneaux de $-1,5$ g/l (semaines 6-9), puis de -6 g/l pendant la dernière période de traite (après la 9^{ème} semaine).

(ii) On n'observe aucun effet de l'incorporation des lipides protégés dans le concentré sur la production du lait tété, ni sur la croissance des agneaux.

Il apparaît que l'utilisation de lipides protégés peut présenter un intérêt dans le cas de systèmes mixtes traite-allaitement restreint, dans le but d'augmenter le TB du lait trait (dès la phase d'allaitement), à condition toutefois de limiter l'utilisation en début de lactation pour éviter les effets dépressifs sur le TP. Quand on considère les vagues successives d'agnelage, une telle recommandation impose donc d'organiser des lots intra-troupeau.

La conduite en lots d'alimentation

Dans le cadre du présent contrat, l'INRA a réalisé deux types d'expérimentations avec : d'une part l'étude du comportement alimentaire des brebis face à un distributeur automatique de concentré

(DAC) ; et d'autre part des essais de mise en lots d'alimentation pendant la phase hivernale. En fait, en dehors du présent contrat CAMAR, des recherches complémentaires ont été conduites (en partenariat) entre l'UABAR et l'INRA, notamment pour l'identification électronique des brebis (Marie *et al.*, 1995), ou par les professionnels français au sein du Groupe Technique Alimentation des Brebis Laitières du CNBL, ou par l'UABAR dans le cadre d'un contrat FEOGA (Caja, 1994 ; Caja *et al.*, 1994).

Les idées communes à tous ces projets sont les suivantes :

(i) Le développement d'automatismes en élevage (automate de contrôle laitier, DAC en salle de traite ou en bergerie, parcs de tri automatique à la sortie de la salle de traite ou en bergerie ou au pâturage, etc.) permettra de répartir les brebis en lots physiques (séparation des brebis selon leurs besoins) ou en lots logiques (ventilation des brebis en lots informatiques), pour ajuster la stratégie alimentaire intra-troupeau par catégories de brebis à définir.

(ii) L'intérêt économique de la constitution de lots est perceptible pour les systèmes d'élevages hivernaux fondés sur une alimentation sur stocks fourrages et concentrés. En effet le plus souvent, l'alimentation est alors raisonnée sous forme d'un apport fixe de concentrés et d'une alimentation en fourrages conservés généralement *ad libitum*. Si les apports alimentaires sont calculés en fonction des brebis les plus productives du troupeau, les gaspillages alimentaires qui en découlent sont de moins en moins supportables financièrement par l'éleveur. Il importe donc de concevoir des modalités opérationnelles de mise en lots des brebis intra-troupeau : quels critères de mise en lots ? combien de lots et quel rythme de réallotement ?

Les travaux ont porté sur la race Lacaune, avec des simulations à partir des données de contrôle laitier, et des expérimentations d'allotement en domaine expérimental (INRA La Fage) et en élevages privés.

L'intérêt et les critères de constitution de lots

Dans un élevage, on constate que les différences de productions laitières individuelles sont la principale source de variation des besoins entre animaux. Les autres facteurs zootechniques (âge, stade de lactation, poids et état corporel) peuvent amplifier ou réduire ces disparités entre brebis. On peut considérer, pour simplifier, qu'à un moment donné dans un troupeau donné, la répartition des productions laitières suit une loi normale caractérisée par une valeur moyenne (PLm) et un écart type (ECT). On peut donc caractériser un troupeau par la dispersion relative des productions laitières ($CV\% = ETR/PLm$). Les résultats du contrôle laitier montrent que le coefficient de variation des productions laitières intra troupeau varie de 20%, pour les troupeaux les plus homogènes, à 40%, pour les troupeaux les plus hétérogènes. A même dispersion, si une ration permet de couvrir les besoins correspondant à la production laitière moyenne plus un écart-type (PL objectif : $PLo = PLm + ECT$), on peut considérer que 83% des brebis ont leur besoin au moins couvert et donc que 17% n'ont pas leur besoin satisfait. En fait les situations nutritionnelles des brebis dans un lot sont très contrastées. D'une part les brebis les moins performantes sont suralimentées (et elles sont très nombreuses – plus de 50%) ; d'autre part les brebis les plus productives sont souvent sous-alimentées. Ceci est d'autant plus préjudiciable à la production du troupeau que ce sont précisément ces brebis les plus productives qui contribuent le plus à la production laitière totale.

La mise en lots des brebis en fonction de leurs exigences alimentaires constitue donc un moyen pour mieux ajuster les apports alimentaires aux performances de productions attendues et pour mieux utiliser les ressources alimentaires hivernales. Les principaux facteurs de variation des besoins ont été décrits et hiérarchisés (Bocquier *et al.*, 1995) : âge et stade physiologique, poids vif et état corporel des brebis, et niveau de production laitière. En pratique, si on n'utilise pas les informations du contrôle laitier, on peut utiliser le fait que les courbes de répartition des productions laitières intra-troupeau (à une date donnée) sont souvent bimodales, voire multimodales, selon les vagues successives d'agnelage (brebis adultes, primipares et retours), ce qui permet de constituer un nombre limité de lots sur des critères très simples liés à l'âge et au stade physiologique. Il est toutefois préférable de se fonder d'abord sur les résultats de contrôle laitier pour constituer des lots, étant donné que le principal facteur de variation des besoins correspond au niveau de production laitière.

Le choix du nombre de lots

En se donnant comme objectif de réduire l'hétérogénéité des productions laitières entre brebis d'un même troupeau, des simulations ont été faites sur des répartitions réelles de productions laitières d'élevages en contrôle laitier (Vacaresse, 1992). On a ainsi pu tester l'effet de la séparation des brebis en plusieurs lots selon leurs productions laitières. Le nombre de lots a une influence déterminante sur la réduction de l'hétérogénéité des productions laitières. Par rapport à un indice d'hétérogénéité initiale de 100, la constitution de deux lots est très efficace sur la réduction de l'hétérogénéité (-24%), en revanche le passage de deux à trois lots est moins efficace (-6%) et celui de trois à quatre lots encore moins (-2%). De plus, la proportion d'animaux affectés à chaque lot a également un effet sur la réduction de l'hétérogénéité : c'est le découpage en lots de taille égale qui permet une réduction maximale.

Ces résultats, en accord avec la bibliographie homologue disponible en vaches laitières (Clarck *et al.*, 1978 ; Pecksoc *et al.*, 1992), illustrent clairement que la constitution de 2 à 4 lots équilibrés par élevage permet de réduire sensiblement l'hétérogénéité des performances laitières, afin de mieux satisfaire les exigences nutritionnelles des animaux de chaque lot.

Séparation d'un troupeau en 2 lots avec une stratégie alimentaire identique

La contribution relative des différentes classes de production laitière à la production totale du troupeau est très inégale et les classes de brebis qui contribuent le plus à la production totale sont situées à environ 10% au-dessus de la classe moyenne. En l'absence de mise en lots, le rationnement le plus simple consiste à distribuer aux brebis une ration qui couvre les besoins de cette classe de brebis la plus importante vis-à-vis de la production laitière totale du troupeau, ce qui correspond à choisir une stratégie de couverture des besoins pour 85% des brebis.

L'essai conduit au domaine INRA de La Fage comparait deux troupeaux de performances moyennes identiques, l'un dans lequel les brebis étaient conduites ensemble (Mélangées, n = 96), l'autre dans lequel les brebis étaient réparties en deux lots selon leur production laitière (Séparées-Bas, n = 48 et Séparées-Haut, n = 48). L'allotement a été réalisé au 35^{ème} jour de lactation (après le sevrage des agneaux), et les lots ont été maintenus ainsi pendant les 100 premiers jours de traite. Au sein de chaque groupe (Mélangées ; Séparées Bas et Séparées Haut) les apports en concentrés ont été ajustés pour satisfaire les besoins de 85% des brebis, les fourrages étant distribués à volonté : La stratégie alimentaire était donc identique pour les 3 groupes, avec le même ajustement vis-à-vis des besoins moyens de chaque lot.

Après 100 jours de traite, on a observé que les consommations totales de fourrages et de concentrés ont été identiques, ainsi que les productions laitières moyennes pour les 96 brebis mélangées ou pour l'ensemble des brebis des deux lots conduits séparément (Tableau 1). En effet, la production laitière moyenne des 96 brebis en conduite mélangée a été de 171 litres en 100 jours, contre 175 litres pour celles qui ont été conduites séparément. Les consommations de la ration de base (3,15 vs 3,13 kg MS/b/j) et de concentré (312 vs 330 gMS/b/j) ont été tout à fait comparables. En revanche, les évolutions des poids vifs et des notes d'état corporel des 48 brebis du lot Séparé Bas ont été significativement supérieures à celles mesurées sur les 48 brebis homologues (les moins bonnes laitières) conduites en lot mélangé parmi les 96 femelles.

Cette expérience a permis de montrer qu'un des éléments importants de la caractérisation de l'état nutritionnel d'un lot de brebis réside dans la proportion des animaux dont les besoins sont au moins couverts (Bocquier *et al.*, 1995 ; Lagriffoul *et al.*, 1996). Ainsi, à même proportion d'animaux dont les besoins sont couverts, les performances moyennes sont identiques. Dans la présente expérience, pour économiser des aliments concentrés et limiter l'engraissement des moins bonnes laitières, il aurait fallu appliquer une tactique alimentaire plus économe aux brebis les moins performantes. Ces tactiques plus économes peuvent s'appuyer sur les résultats des expérimentations rapportées dans les Chapitres Nutrition et Efficacité alimentaire.

Tableau 1. Apports alimentaires et performances de production (en moyenne par brebis pour 100 jours) des brebis Lacaune selon leur mode de conduite

Conduite	Mélangée			Séparée		
	Lot Bas	Lot Haut	Ensemble	Lot Bas	Lot Haut	Ensemble [†]
Effectif	48	48	96	48	48	96
Aliments (g MS/b/j)						
Ration de base	nd	nd	3150	2830	3430	3130
Concentré	nd	nd	312	187	478	330
Lait produit (l/j)	1,35	2,07	1,71	1,36	2,15	1,75
Taux butyreux (g/l)	65,1	62,7	63,9	63,3	62,6	63,0
Taux protéique (g/l)	51,2	49,9	50,9	51,8	49,6	50,7
Poids vif (kg)						
Début (j + 2)	77,7	79,4	78,5	78,7	79,0	78,9
Fin (j + 77)	81,5	80,9	81,2	83,3	83,2	83,2

[†]Calculé d'après les 2 lots séparés.

Séparation d'un troupeau en 4 lots avec modulation de la stratégie alimentaire

Dans un essai conduit en ferme (Vacaresse, 1992, 1995), on a pu ajuster l'apport d'aliments concentrés en fonction du niveau laitier, grâce à la mise en œuvre d'une distribution contrôlée de concentré (avec identification électronique et un DAC en salle de traite). De plus, ce mode de distribution a été comparé à la distribution classique, c'est-à-dire identique pour toutes les brebis. Les apports d'aliments concentrés ont donc été gérés, soit selon un mode Classique, soit Ajusté selon la production laitière.

Dans cet essai en ferme, les fourrages étaient distribués à volonté (sans mesures des consommations individuelles). Les apports de concentrés ont été calculés en fonction de la production laitière individuelle, à partir des recommandations alimentaires (Bocquier *et al.*, 1987) tout en respectant les contraintes liées à la capacité d'ingestion des brebis. Les brebis (134) ont été appariées selon leur stade de lactation et leur production laitière. Elles ont été réparties entre les deux traitements (Classique ou Ajusté) mais elles ont été maintenues ensemble sur la même ration de base. Il s'agit donc d'une mise en lot "logique" et non pas une mise en lot physique comme c'était le cas dans l'expérience précédente. Les brebis qui étaient en conduite Classique ont reçu, quelle que soit leur production laitière individuelle, les mêmes apports de concentrés qui ont diminué avec l'avancement de la lactation (de 0,78 kg MS/j au début de l'essai à 0,58 six mois plus tard). Les 67 brebis qui ont été complémentées grâce au système Ajusté ont été réparties en 4 sous-groupes correspondant à 4 niveaux de distribution de concentré : les meilleures laitières recevaient pratiquement les mêmes apports que le lot en conduite Classique, alors que les brebis ayant des productions laitières plus basses étaient réparties dans un des 3 autres lots et recevaient des apports plus faibles (une diminution moyenne de 0,2 kg par niveau). Au cours de l'essai, les effectifs de brebis dans ces différents sous-groupes ont évolué en fonction des performances laitières individuelles mesurées lors des contrôles laitiers mensuels (Tableau 2).

Tableau 2. Evolution des quantités brutes d'aliment concentré distribuées (g/j par brebis) selon le mode de distribution, Classique ou Ajusté (les effectifs de brebis sont notés entre parenthèses)

Durée (j)	0 à 30	31 à 60	61 à 90	91 à 101	102 à 120	121 à 152
Classique	780 (67)	780 (64)	715 (58)	650 (57)	650 (57)	650 (57)
Ajusté 1	780 (30)	780 (12)	715 (9)	715 (2)	715 (2)	715 (1)
Ajusté 2	585 (18)	585 (21)	520 (8)	520 (8)	520 (8)	520 (3)
Ajusté 3	390 (15)	390 (22)	325 (22)	455 (10)	390 (10)	325 (20)
Ajusté 4	159 (4)	195 (9)	130 (19)	255 (37)	195 (37)	130 (33)

Les productions laitières moyennes des brebis des deux lots ont été identiques en distribution Classique (284,6 l/180 j) et en distribution Ajustée (282,2 l/180 j). Cet ajustement de la distribution des aliments concentrés a permis de réaliser une économie moyenne de 51 kg de concentré par brebis pendant la période de traite. Une extrapolation de ces résultats, en tenant compte des différences de durée de traite et des productions individuelles, a permis d'estimer que l'économie réalisable par ce système de rationnement appliqué à l'ensemble du troupeau (398 brebis adultes + 165 agnelles) serait de 18 tonnes par campagne.

Cet essai montre que l'on peut obtenir, avec des apports ajustés d'aliments concentrés, des productions laitières comparables à celles observées sur des lots de brebis en conduite Classique. Ceci illustre que l'on peut diminuer, sans conséquences défavorables pour le lait, les apports d'aliments concentrés chez les brebis les moins laitières pour autant qu'elles disposent de fourrages à volonté. L'originalité de ce mode de rationnement réside dans le nombre limité de niveaux de complémentation (4 seulement) qui évoluent au cours de la campagne pour tenir compte à la fois de la répartition des productions laitières et des effectifs de brebis. Même si les résultats obtenus sont spectaculaires, on peut penser à intégrer d'autres critères que la production laitière pour limiter encore plus les apports de concentrés.

Distributeur automatique de concentré (DAC) en libre service

L'utilisation de distributeurs automatiques de concentrés n'est pas fréquente dans les élevages de brebis laitières. On peut envisager deux types de solutions pour adapter ces techniques aux brebis laitières : soit une distribution contrôlée en salle de traite, soit l'utilisation d'un dispositif en libre service installé au milieu d'un lot de brebis dans la bergerie (Guillouet *et al.*, 1992). La première solution, qui ne peut concerner que la fraction concentrée de la ration et que les femelles traitées, fait l'objet d'études et d'expérimentations en fermes, à l'instar de l'essai décrit ci-dessus. La seconde solution, qui peut concerner des femelles à tous les stades physiologiques, a été expérimentée au domaine INRA de La Fage, à partir d'un DAC destiné initialement à des porcs en station de sélection porcine. De plus, cette deuxième solution présente aussi l'intérêt de permettre la distribution automatique de plusieurs aliments.

En partenariat avec une firme qui commercialise un DAC porcin en France, l'INRA a travaillé à son adaptation à l'espèce ovine (Guillouet *et al.*, 1992). C'est dans ce cadre qu'un essai a été conduit durant une période de 25 jours sur 50 agnelles gravides appartenant aux lignées divergentes Lacaune (cf. Chapitre Efficacité alimentaire). Ces agnelles étaient âgées de 10 à 12 mois et étaient alimentées avec du foin et un aliment concentré. Compte tenu de la valeur alimentaire du foin et des besoins des agnelles, l'objectif de consommation journalière d'aliment concentré était fixé à 0,7 kg/j. L'accès à une distribution de concentré était possible à partir de minuit, en 3 repas obligatoirement distincts, sachant qu'ils pouvaient être consécutifs (et que des reports d'un jour sur l'autre étaient tolérés). Ainsi, les agnelles pouvaient choisir individuellement les horaires de consommation de concentrés.

Les principaux résultats sont les suivants (Figs 6 et 7) :

(i) Les brebis primipares, contrairement au porc, n'utilisent pas spontanément un DAC en libre service. Un dressage des animaux a été nécessaire. Il a fallu entre 1 jour (1/3 des brebis) et 4 jours pour que la quasi-totalité des animaux (95%) sache utiliser le DAC.

(ii) L'objectif de 0,7 kg de consommation de concentré par agnelle et par jour est toujours atteint en moyenne sur la période de 25 jours. A l'échelle de la journée, compte tenu de la possibilité de report, cette consommation est réalisée dans 78% des cas.

(iii) Compte tenu des règles de distribution décrites ci-dessus, le DAC a été occupé en moyenne 12 heures par jour avec 50 agnelles. On a enregistré que les agnelles visitaient en moyenne 10 à 12 fois par jour la stalle, alors qu'il n'y avait que 3 distributions autorisées par jour et par brebis. En effet, les femelles avaient tendance à regrouper leurs repas, dans ce système où les repas successifs étaient autorisés : l'intervalle moyen entre la première et la dernière consommation journalière de concentré n'était que de 2 h 40 minutes, avec toutefois une grande dispersion individuelle (Fig. 7) ; et les agnelles mettaient en moyenne 11 minutes par jour pour consommer les 0,7 kg de concentré.

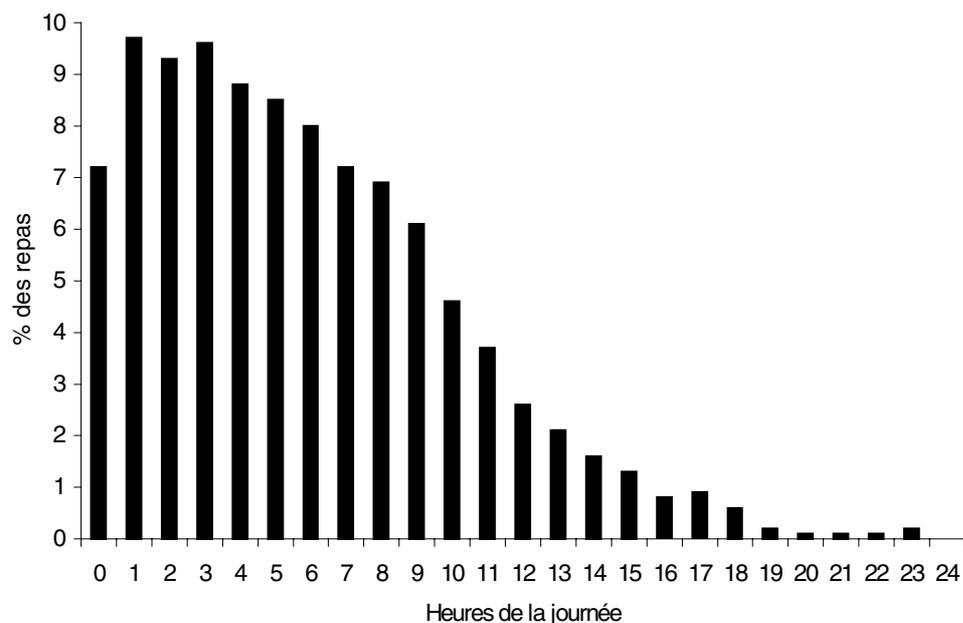


Fig. 6. Répartition des repas au cours de la journée.

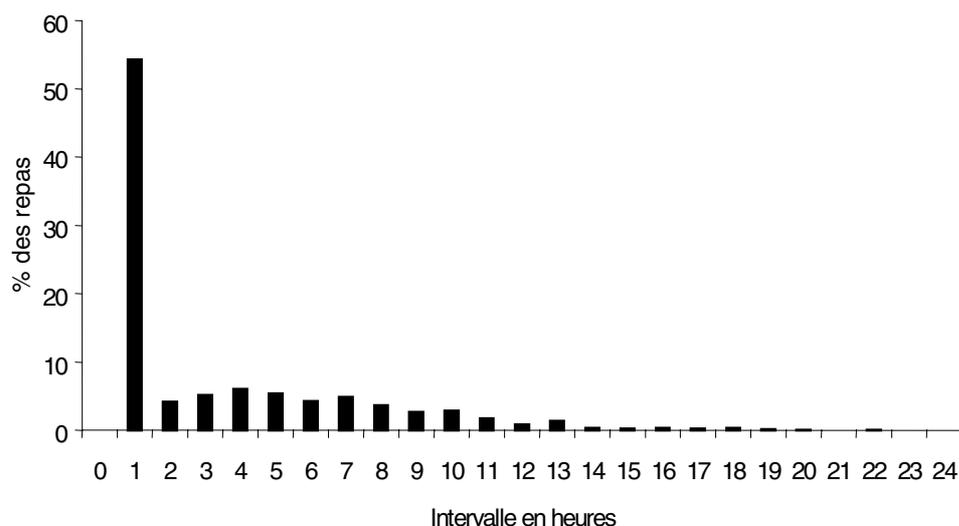


Fig. 7. Répartition des intervalles entre le premier et le dernier repas.

Cette expérimentation sur l'utilisation d'un DAC en libre service montre qu'il peut être utilisé pour la complémentation des brebis. Toutefois il semble qu'il faille apprendre aux animaux à se servir de ce dispositif. En outre, compte tenu du comportement grégaire des ovins, les accès au DAC (avec les règles définies dans cet essai) sont souvent concentrés dans le temps, ce qui peut conduire à sous-utiliser cet appareil. Néanmoins, ce type de DAC offre des perspectives d'utilisation à la fois en expérimentation et en élevage, à condition de définir les conditions optimales d'utilisation, à commencer par le nombre de brebis par DAC et la politique de distribution journalière.

Etude des conduites d'élevage fondées sur les informations du troupeau

La composition du lait du troupeau, estimée via un prélèvement décadaire du lait du tank, constitue la seule information exhaustive disponible pour tous les éleveurs (en France) en cas de paiement du lait à sa qualité. Pour la maîtrise des taux de matières grasses (TB) et de protéine (TP) du lait, on a

donc choisi de raisonner l'appui technique aux éleveurs, en se fondant sur cette information globale de quantité et composition chimique du lait du troupeau (tank). Une telle démarche revient à privilégier le niveau du troupeau plutôt que le niveau individuel (la brebis) pour aborder l'analyse des facteurs de variation non génétiques de la production laitière ovine. Cette démarche suppose toutefois d'être en mesure d'établir un certain nombre de relations entre les informations au troupeau et des données à la brebis portant sur l'inventaire des brebis à la traite.

La présentation générale visant à décrire la méthode d'analyse s'appuie principalement sur la réalité française, mais nous tenterons de généraliser la discussion aux autres situations chaque fois que possible.

Les données et les méthodes d'analyse

Les données laitières du troupeau et le référentiel de temps

Les données du troupeau fournies par les fromageries correspondent aux informations suivantes : dates de début et de fin de livraison du troupeau, volume de lait livré journalièrement, résultats d'analyses décennales du lait du tank portant sur les taux de matière grasse (TB) et de protéine (TP).

Les fromageries utilisent ces données pour calculer des taux mensuels et annuels (TB, TP) de lait de chaque élevage (par la méthode dite de double pondération). Une illustration de résultats moyens d'élevages du rayon de Roquefort et des Pyrénées Atlantiques figure au Tableau 3, avec respectivement 70,0 et 73,4 g/l pour le TB, et 52,1 et 54,8 g/l pour le TP, alors que la livraison moyenne par élevage est égale à 92 208 litres de lait dans le rayon contre 23 419 litres dans les Pyrénées.

Tableau 3. Caractéristiques des élevages étudiés en France (Rayon de Roquefort et des Pyrénées Atlantiques) et en Italie (Sardaigne)[†]

Zone	Rayon de Roquefort	Pyrénées Atlantiques	Sardaigne
Nb. années × troupeaux	1450	491	1706
Campagnes	1990 à 1994	1990 à 1993	1991 et 1992
Nb. éleveurs par campagne	273 à 306	120 à 130	
Volume de lait annuel (l)	92 208 (30 844)	23 419 (9430)	32 000
Nb. brebis traites	370 (126)	210 (64)	
Lait commercialisé par brebis (l)	251 (30)	111 (24)	
TB annuel (g/l)	70,0 (2,4)	73,4 (3,4)	69,2
TP annuel (g/l)	52,1 (1,2)	54,8 (2,1)	62,2 ^{††}
TB 90 jours (g/l)	63,2 (2,9)	67,4 (4,2)	
TP 90 jours (g/l)	48,2 (1,4)	52,1 (2,3)	

[†]Moyenne (écart-type).

^{††}Taux de matière azotée (TA) et non taux de protéine (TP).

A des fins d'étude, il faut en fait comparer les élevages à même stade de livraison, à l'instar des calculs de lactation à la brebis effectués à partir de la mise bas de chaque femelle, indépendamment de sa date d'agnelage. Donc, par convention, le premier jour de livraison "J₀" de l'élevage sert d'origine des temps pour déterminer le stade de livraison. Ce principe de calcul permet de découper la campagne en périodes de livraison, par exemple en périodes de 30 jours à compter du premier jour de livraison, pour tous les troupeaux. Ce référentiel, propre à chaque élevage, permet de calculer les taux mensuels et annuels de tous les troupeaux, à l'aide de deux méthodes de Fleischmann ou des "quantités de matière journalière" (Frayssé *et al.*, 1996). Les résultats annuels sont ainsi indépendants du découpage en "mois de livraison" ou en "mois du calendrier" à l'inverse du calcul dit de double pondération des laiteries, tout en donnant des résultats de TB et TP annuels du lait du troupeau pratiquement identiques.

Les inventaires de brebis à la traite à partir des données zootechniques individuelles (du contrôle laitier)

Les seules données individuelles strictement nécessaires pour analyser les données laitières globales du troupeau (lait du tank) correspondent à l'inventaire des brebis qui sont traitées et qui contribuent donc au lait du tank. Un tel inventaire peut être établi chaque année avec une bonne précision à partir des données de contrôle laitier ovin. C'est donc dans ce cadre que nous raisonnons l'utilisation des données zootechniques.

En France, conformément au règlement international de contrôle laitier ovin (ICAR, 1992), seules les brebis à la traite exclusive (après le sevrage des agneaux) sont contrôlées mensuellement. Dans le cadre du contrôle laitier, on connaît les dates d'agnelage des brebis (et leur âge ou numéro de lactation), mais on ne dispose pas des dates individuelles de mise à la traite exclusive (après le sevrage des agneaux) ou de tarissement des brebis. Via le contrôle laitier, on connaît donc l'inventaire réel des mises bas, mais pas l'inventaire réel des brebis à la traite exclusive, qui contribuent au lait du tank constituant l'entité à analyser. Il faut donc utiliser des règles pour établir un inventaire approché des brebis à la traite (exclusive) à savoir : on utilise une durée forfaitaire d'allaitement égale à la durée moyenne constatée dans chaque race (28 jours en race Lacaune, 32 jours en races Basco-Béarnaise et Manech), on admet une date forfaitaire de tarissement de la brebis, fixée à 14 jours après son dernier contrôle laitier non nul. Par ailleurs, à l'échelle des troupeaux, il faut également considérer un référentiel de temps homogène. Ainsi, on fixe le début des mises bas "Mb₀" du troupeau, à l'instant où 5% des femelles qui agnellent dans la campagne ont effectivement mis bas.

Pour respectivement 38 et 34 élevages du Rayon de Roquefort (race Lacaune) et des Pyrénées (races Basco-Béarnaise et Manech), on disposait en fait "de carnets de présence" avec le recueil des informations individuelles des dates d'agnelage, de mise à la traite exclusive (sevrage des agneaux) et de tarissement ou réforme des brebis. On a ainsi pu vérifier que les règles décrites ci-dessus étaient satisfaisantes : la Fig. 8 illustre, pour un de ces élevages, l'écart entre les inventaires réel et approché de brebis à la traite. On peut comparer les aires partielles (périodes de 10 jours) et totales (année) du nombre de brebis-jours des inventaires réels et approchés (avec des pas de 1 ou 5 jours pour les calculs approchés), ce qui permet de vérifier que la marge d'erreur des inventaires approchés est tout à fait acceptable (Tableau 4) : En moyenne 55 191 brebis-jours pour l'inventaire approché avec un pas de 5 jours, contre 55 179 brebis-jours pour l'inventaire réel.

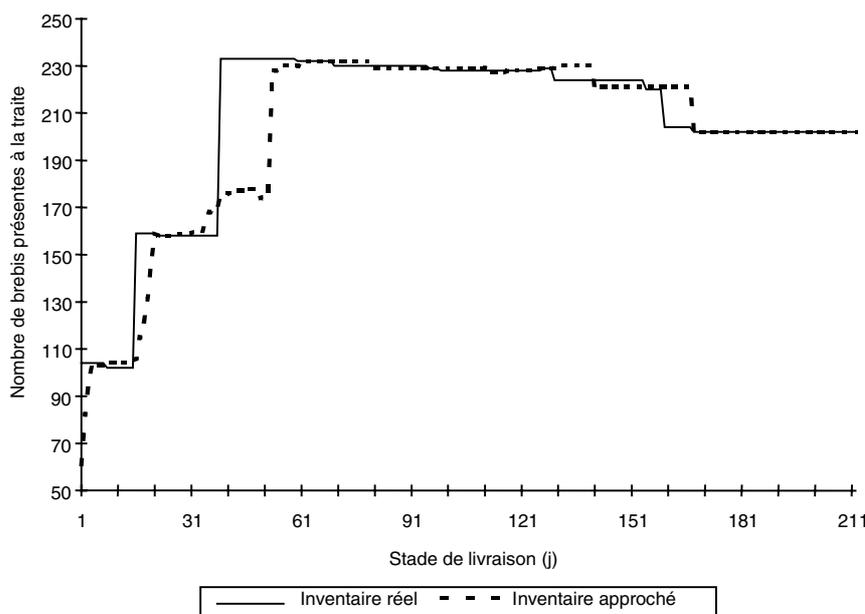


Fig. 8. Représentation simplifiée des inventaires journaliers "réels" et "approchés" des brebis présentes à la traite pour la période de livraison d'un élevage du Rayon de Roquefort.

Table 4. Comparaison des aires partielles (périodes de 10 jours) et totales du nombre de brebis-jours entre des inventaires réels et approchés avec des pas d'un ou de cinq jours sur la période de livraison (exemple de 32 élevages du Rayon de Roquefort)

Aires	Inventaires réels	Inventaires approchés					
		pas = 1 jour			pas = 5 jours		
		μ	μ	dif.	corr.	μ	dif.
1-10 j	1372	1292	+80	0,926	1274	+98	0,934
30-40 j	2073	2072	+1	0,991	2064	+9	0,993
60-70 j	2666	2675	-9	0,995	2673	-7	0,994
90-100 j	2814	2810	+4	0,998	2809	+5	0,997
120-130 j	2810	2813	-3	0,999	2815	-4	0,998
150-160 j	2746	2748	-2	0,994	2748	-2	0,994
180-190 j	2615	2608	+7	0,996	2605	+10	0,996
210-220 j	2433	2459	-27	0,990	2459	-27	0,992
Total	55 179	55 225	-46	0,999	55 191	-12	0,999

Analyser les données du troupeau (lait du tank) à partir des inventaires de brebis à la traite déduits du contrôle laitier suppose une bonne cohérence entre la moyenne économique (lait commercialisé par brebis) et la moyenne technique (lait contrôlé par brebis). Cette condition est respectée par exemple pour 1450 "élevages-années" Lacaune, en contrôle laitier officiel de 1990 à 1994, dont les volumes de production annuelle, d'après la moyenne économique ou la moyenne de contrôle laitier, sont égaux respectivement à 92 208 litres et 91 420 litres, avec une perte de précision de 1% pour la moyenne technique comparée à la moyenne économique.

D'après le règlement international de contrôle laitier ovin, seules les brebis en traite exclusive (après le sevrage des agneaux) doivent être contrôlées. Si cette règle est respectée, on a donc une bonne cohérence entre les approches économiques et techniques (contrôle laitier) si et seulement si, d'une part le lait trait de brebis encore allaitantes n'est pas commercialisée, et d'autre part toutes les brebis en traite exclusive sont contrôlées.

Le modèle d'analyse des données laitières du troupeau

La production laitière (P_j) d'un troupeau, un jour j , représente le cumul des productions individuelles (P_{ij}) des N_j brebis i à la traite le jour j :

$$P_j = \sum_{i=1}^{i=N_j} P_{ij}$$

Si on considère maintenant une période donnée (par exemple du 60 au 70^{ème} jour de livraison), la production laitière (T) du troupeau pendant cette période est égale à :

$$T = NBBJ \times P$$

avec :

(i) NBBJ l'effectif total de brebis-jours égal à :
$$NBBJ = \sum_{j=60}^{j=70} N_j$$

(ii) P , la production moyenne journalière des brebis au cours de cette période :

$$P = \frac{\sum_{j=60}^{j=70} N_j P_j}{\sum_{j=60}^{j=70} N_j}$$

On peut donc relier la production laitière (T) du troupeau pendant une période donnée à un effectif total de brebis-jours (NBBJ) et à une production moyenne journalière déduite des productions individuelles (P_{ij}). Or, les modèles d'analyse des données laitières individuelles – pour les évaluations de la valeur génétique des béliers et brebis (Barillet *et al.*, 1992) – sont du type :

$$P_{ijk} = \mu + F_j + A_i + E_{ijk}$$

avec : P_{ijk} la production laitière de la brebis i , F_j des effets du milieu identifiables (élevage, année, numéro de lactation et âge.), A_i la valeur génétique additive (transmissible) de la brebis, E_{ijk} la résiduelle. Parmi les effets du milieu identifiables, on distingue, d'une part des facteurs de variation systématiques subis par toutes les brebis tels que les facteurs physiologiques liés à l'âge, au numéro de lactation, ou au stade de lactation, d'autre part des facteurs spécifiques subis par des "animaux contemporains", comme les effets de l'année ou de l'élevage.

En référence au modèle d'analyse des performances des brebis décrit ci-dessus, la production moyenne journalière du troupeau (P) dépend donc du niveau génétique moyen du troupeau et d'effets du milieu identifiables. On peut donc poser le modèle suivant pour analyser les données laitières (T) des troupeaux (Frayssé *et al.*, 1996) :

$$T = \mu + F_1 + F_2 + G + E$$

Avec μ représentant la moyenne de la population ; F_1 les facteurs de variation systématiques liés à la structure du troupeau ; F_2 les facteurs de variation spécifiques des effets élevages ; G le niveau génétique moyen du troupeau et E la valeur résiduelle (non expliquée par le modèle).

On considère que les effets imputables à l'ensemble des facteurs F_1 traduisent des différences de structure entre les troupeaux. A un instant donné, la structure du troupeau se définit par le nombre, la proportion, le rapport d'effectifs primipares-multipares, le stade moyen de lactation et l'âge moyen des brebis traites, résultant des flux d'entrée et de sortie des animaux. Le stade de lactation et l'âge sont inclus car ce sont des facteurs de variation systématiques pris en compte dans les modèles d'analyse des données à la brebis. Pour décrire la structure sur une période, on peut utiliser des aires partielles (pour une période donnée) ou annuelles (pour toute la campagne) du nombre de brebis-jours (NBBJ), éventuellement décomposées selon les classes d'âge pour étudier leur poids respectif. Avec la notion de structure du troupeau, on s'intéresse donc à la description des variations de l'inventaire journalier (Fig. 8) et des caractéristiques des brebis à la traite qui contribuent au lait du troupeau, objet principal de l'analyse.

On considère donc deux types d'effets du milieu pour l'analyse des productions laitières (T) des troupeaux, avec :

(i) Les facteurs de variation systématiques liés à la structure du troupeau, représentée par l'aire du nombre de brebis-jours à la traite. On peut envisager de caractériser cette structure, soit en référence à la structure idéale où toutes les brebis seraient présentes du premier au dernier jour de traite du troupeau, soit à partir de facteurs analytiques discriminant les structures des différents élevages.

(ii) Les facteurs de variation spécifiques, tels que les effets "années" combinés ou non avec les effets de "date de début de livraison et de durée de livraison" de l'élevage. Parmi ces facteurs spécifiques, on peut tenir compte aussi de techniques d'élevage dont on connaît l'impact sur la composition du lait, telle l'incorporation d'ensilage dans la ration hivernale. Enfin, on peut considérer les techniques d'élevage susceptibles de modifier la forme des courbes de lactation entre élevages.

Pour le niveau génétique moyen du troupeau (G), on peut en tenir compte si l'éleveur est sélectionneur (contrôle laitier officiel) et qu'une évaluation de la valeur génétique des reproducteurs de la race concernée existe. Sinon, on peut au moins tenir compte de la catégorie de l'élevage (contrôle

laitier officiel ou simplifié ou hors contrôle) qui renseigne sur les différences de niveaux génétiques moyens entre les dites catégories (reflétant l'organisation pyramidale de la population). A défaut, il faut savoir que les trois quarts des différences de productions entre élevages ne sont pas imputables à des différences de niveaux génétiques moyens entre ces troupeaux. Par exemple, en race Lacaune, pour 90% des élevages en sélection, l'amplitude des écarts pour le TB et le TP est égale respectivement à 9 et 5 g/l, alors que les différences de niveau génétique moyen entre ces élevages sont inférieures à 2 et 1 g/l respectivement pour le TB et le TP (Lagriffoul *et al.*, 1995). Autrement dit, dans la majorité des cas, on peut négliger le niveau génétique moyen du troupeau (G), pour l'analyse des données laitières au troupeau (T), sous réserve cependant de rester intra-catégories d'élevages (contrôle laitier officiel ou contrôle simplifié, ou hors contrôle).

L'analyse des résultats du troupeau dans le rayon de Roquefort (en race Lacaune) et les Pyrénées Atlantiques (en races Basco-Béarnaise et Manech) en France

L'étude a porté d'une part sur 306 éleveurs du noyau de sélection Lacaune (contrôle laitier officiel) au cours des campagnes 1990 à 1994 représentant 1450 "élevages-années", pour lesquels on connaît les résultats laitiers des troupeaux (tanks), les inventaires (approchés) à la traite via le contrôle laitier et les valeurs génétiques moyennes des troupeaux (G) grâce aux calculs d'index des reproducteurs (Tableau 3). De plus, on sait pour tous ces élevages s'il y a utilisation d'ensilage dans la ration hivernale. Enfin, une enquête alimentaire a été réalisée en 1992 dans 44 de ces élevages.

D'autre part, on a considéré 238 éleveurs des noyaux de sélection des races Basco-Béarnaise et Manech au cours des campagnes 1990 à 1993 représentant 491 "élevages-années", pour lesquels on connaît les résultats laitiers des troupeaux (tanks) décrits dans le Tableau 3. En outre, une enquête alimentaire a été mise en œuvre dans 55 élevages x années dans la phase hivernale de décembre à mars.

Les résultats laitiers des troupeaux (tank) et les périodes clés dans le Rayon de Roquefort en race Lacaune

La production annuelle de ces élevages était en moyenne de 92 208 litres de lait commercialisés pour 370 brebis traitées, soit 251 litres de lait commercialisé par brebis, avec un TB et TP annuels respectivement égaux à 70,0 et 52,1 g/l. Le pic de livraison varie selon que l'éleveur livre du lait pendant 7 ou 8 mois, mais dans tous les cas il s'agit du 2^{ème} mois de livraison qui représente un peu moins (8 mois) ou un peu plus (7 mois) de 20% du lait annuel (Fig. 9). Le TB du lait (du troupeau) s'enrichit jusqu'au 7^{ème} mois de livraison, d'environ 60 à 83 g/l (Fig. 10), tandis que le TP s'enrichit nettement du 1^{er} (45,5 g/l) au 6^{ème} mois (58 g/l) pour rester approximativement stable ensuite (Fig. 11). Les TB et TP des 90 premiers jours de livraison, qui coïncident avec la phase hivernale de bergerie, sont égaux en moyenne à 63,2 et 48,2 g/l.

L'évolution du carré des corrélations entre le cumul des volumes de lait livrés par décade et le volume annuel indique que la campagne est déterminée très tôt pour le volume de lait livré, puisque, dès la décade 5 ou 6 (selon la durée de livraison) le carré de la corrélation dépasse 0,90. Pour le TB et le TP, il faut attendre respectivement la 12^{ème} et la 14^{ème} décade de livraison pour que le carré de la corrélation entre les taux partiels et annuels dépasse 0,90. Si on considère maintenant les mois de livraison clés, on constate que, pour les TB et TP, le mois le plus important est toujours le 2^{ème} mois de livraison, mais il faut considérer encore 2 autres mois pour prédire précisément les taux annuels, d'abord le 5^{ème} mois de livraison, puis le 4 ou 6 ou 7^{ème} mois selon le taux (TB ou TP) et la durée de livraison (7 ou 8 mois).

Avec un système d'élevage centré sur la production laitière hivernale en bergerie, la production des 3 premiers mois de livraison (et particulièrement du 2^{ème} mois) conditionne donc très largement le volume de lait annuel du troupeau et la composition du lait livré. Toutefois, pour les TB et TP on note des possibilités de "récupération" en milieu et fin de campagne laitière (après la mise à l'herbe) plus particulièrement pour le TP.

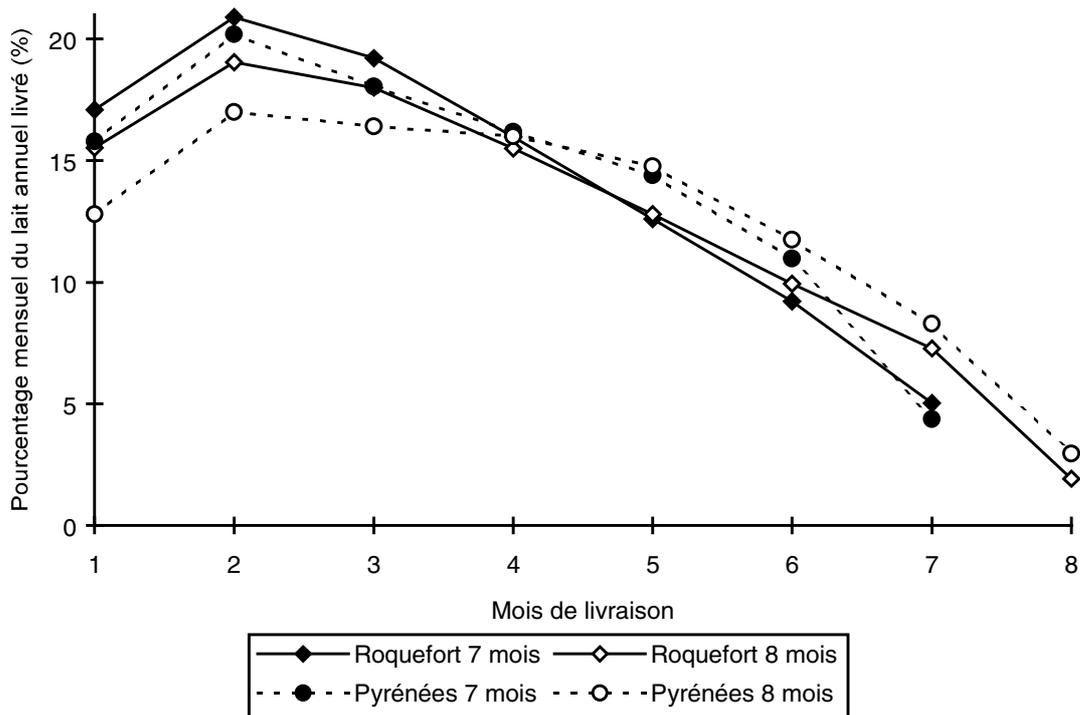


Fig. 9. Evolution de la contribution des mois de livraison au volume annuel livré pour les élevages du Rayon de Roquefort et des Pyrénées Atlantiques.

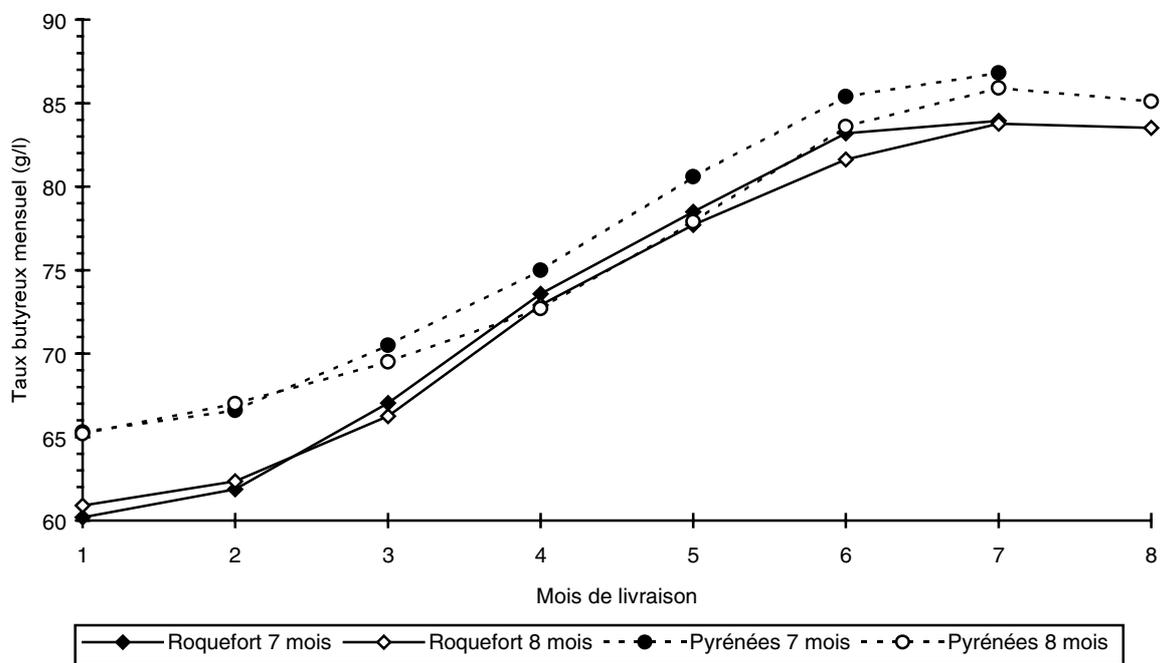


Fig. 10. Evolution des taux butyreux (TB) des volumes de lait livré par mois de livraison pour les élevages du Rayon de Roquefort et des Pyrénées Atlantiques.

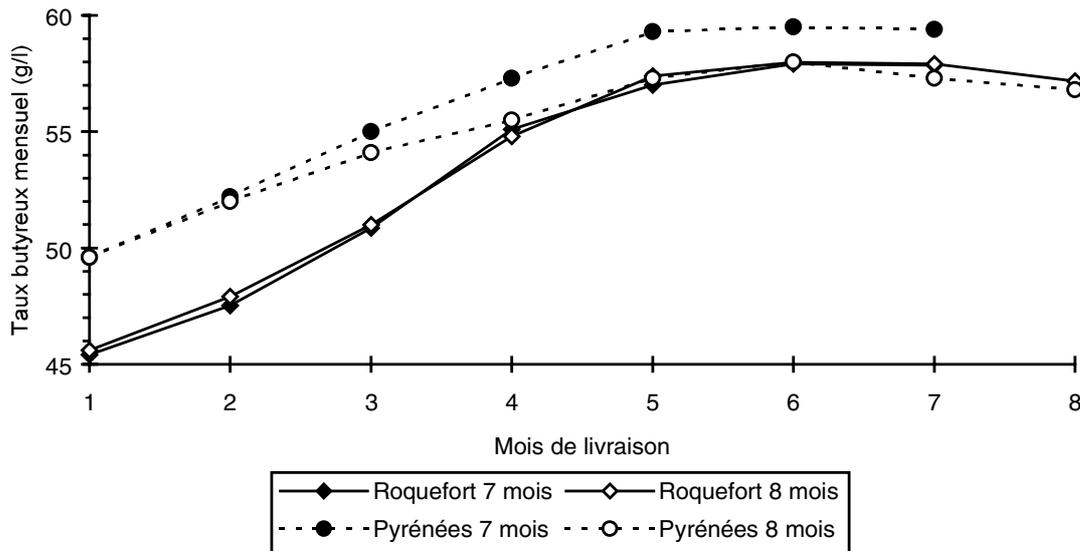


Fig. 11. Evolution des taux protéiques (TP) des volumes de lait livrés par mois de livraison pour les élevages du Rayon de Roquefort et des Pyrénées Atlantiques.

L'évolution des structures de troupeaux au cours de la campagne laitière pour les élevages Lacaune du Rayon de Roquefort

La cinétique de mise à la traite comporte deux phases bien distinctes (Fig. 12). La première phase dure en moyenne 67 jours. Elle dépend principalement de l'étalement des mises bas des adultes (avant l'ouverture des fromageries), qui conditionne directement la proportion de brebis contribuant au lait du tank le premier jour de livraison. Elle se caractérise aussi par la vitesse de constitution du troupeau à la traite, qui dépend de l'écart moyen entre les mises bas des adultes et des agnelles, ainsi que du groupage des mises bas au sein de ces deux catégories d'agnelage. Le stade moyen de lactation des brebis contribuant au lait du tank évolue d'autant plus rapidement que la vitesse de constitution du troupeau est rapide. Certains éleveurs obtiennent des agnelages groupés en 35 jours ; pour d'autres, il faut compter 70 jours, adultes et agnelles comprises. Pendant la deuxième phase (Fig. 12), le pourcentage de brebis traitées se stabilise pendant environ deux mois, autour de 90%. Puis il diminue régulièrement de 90% à 80%, pendant soixante jours, jusqu'à la fin de livraison. Pendant cette seconde phase, le groupe des brebis en production est constitué et relativement stabilisé, aux tarissements prématurés près comparativement à la phase initiale de mise à la traite du troupeau. La durée de cette deuxième phase est fonction de la durée totale de livraison. Ainsi, pour le troupeau, on retrouve alors des facteurs de variation systématiques de la composition chimique du lait connus à la brebis : stade de lactation, âge moyen et durée de traite moyenne du troupeau.

Le deuxième mois de livraison, qui est déterminant pour les résultats annuels de l'élevage, coïncide avec la phase d'évolution très rapide de la structure des troupeaux, selon l'étalement des agnelages et l'écart entre le pic d'agnelage des adultes et des agnelles.

Pour la courbe des mises bas, les valeurs sont exprimées en pourcentage du nombre total de femelles ayant agnelé au cours de la campagne et en pourcentage du nombre total de femelles mises à la traite au cours de la campagne pour les courbes d'entrée, de sortie et de présence à la traite.

Les élevages de races Basco-Béarnaise et Manech en Pyrénées Atlantiques

En Pyrénées Atlantiques, on s'intéresse aussi bien à la race Basco-Béarnaise en montagne béarnaise, qu'à la race Manech en montagne et coteaux basques. Comme en Espagne en race Latxa, il existe deux rameaux têtes noires et têtes rousses en race Manech. Les populations et systèmes

d'élevage présentent de nombreuses similitudes de part et d'autre des Pyrénées, avec une dominante de pâturage (et transhumance) en montagne humide.

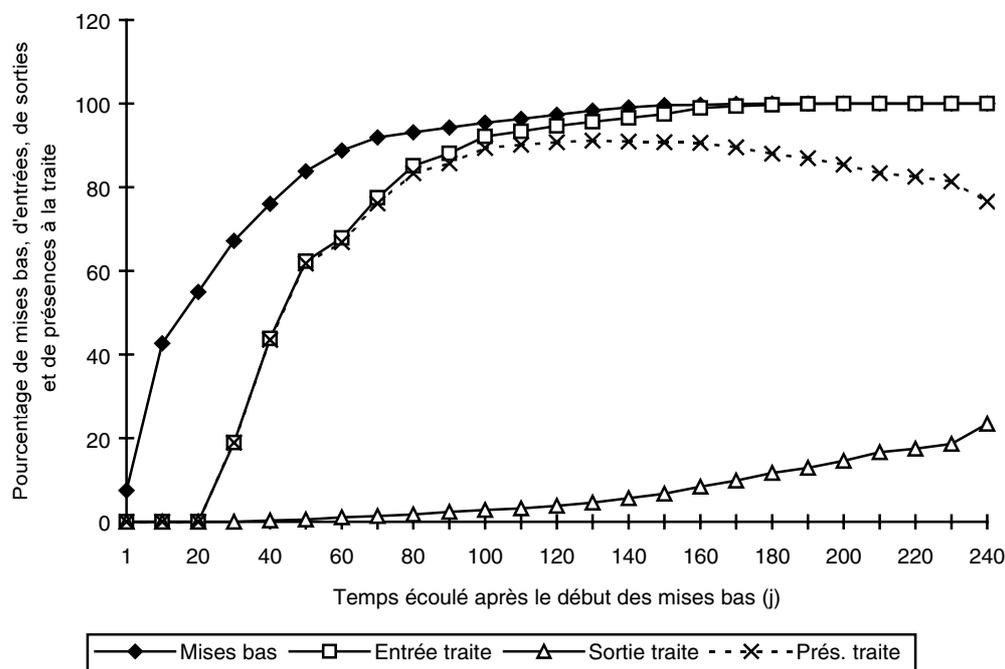


Fig. 12. Evolution de la structure réelle moyenne de 38 élevages du Rayon de Roquefort du début des mises bas à la fin de la campagne.

Comparativement au Rayon de Roquefort (race Lacaune), l'analyse des structures de troupeaux d'élevages des Pyrénées Atlantiques confirme que la mise à la traite du troupeau est nettement plus étalée (comme décrite en Pays Basque espagnol). En effet, pour les élevages pyrénéens (Fig. 13), la phase initiale de mise à la traite du troupeau est beaucoup plus longue, puisqu'il faut plus de 120 jours pour que 80% des brebis soient traitées, alors que le même résultat est obtenu en un peu plus de 60 jours en race Lacaune. La phase de stabilité est limitée en moyenne au 6^{ème} mois de livraison. Comme la durée de traite moyenne d'une brebis pyrénéenne est légèrement inférieure à 5 mois [élevages en contrôle laitier officiel (CLO)], cela signifie que certaines brebis présentes à la traite en début de campagne sortent de l'effectif trait avant la fin de campagne, alors que d'autres femelles arrivent à la traite. Il en résulte que la structure des troupeaux est pratiquement en évolution constante pendant toute la campagne, même pendant la deuxième phase de stabilité relative, ce qui complique sa caractérisation. En outre, dans les Pyrénées, le pourcentage maximal de brebis traitées et la phase de stabilité de la structure augmentent avec le gradient de productivité laitière à la brebis.

La production moyenne annuelle de ces 238 élevages était de 23 419 litres de lait commercialisés pour 210 brebis traitées, soit 111 litres de lait commercialisé par brebis, avec des TB et TP annuels respectivement égaux à 73,4 et 54,8 g/l. Pour les éleveurs livrant du lait 7 mois, on observe un pic au 2^{ème} mois de livraison, un peu moins marqué que dans le Rayon de Roquefort (Fig. 9). En revanche, pour les éleveurs pyrénéens livrant du lait pendant 8 mois, la notion de pic est beaucoup moins nette, dans la mesure où les mois 2 à 4 sont comparables entre eux (environ 16% du lait annuel). Les TB et TP du lait (du troupeau) s'enrichissent du 1^{er} au 6^{ème} mois de livraison (Figures 10 et 11), respectivement d'environ 65 à 84-85 g/l pour le TB et de 49,6 à 57-59 g/l pour le TP qui n'évolue pratiquement plus ensuite jusqu'à la fin de campagne (sauf au 8^{ème} mois de livraison). En outre, la vitesse d'enrichissement du lait du tank est moins rapide qu'en Lacaune (Rayon de Roquefort), ce qui indique indirectement que la structure du troupeau est plus complexe à appréhender.

Une enquête alimentaire a été mise en œuvre dans 55 élevages x années dans la phase hivernale de décembre à mars. Elle a permis de confirmer la permanence du pâturage (y compris en hiver) en

montagne humide pyrénéenne. Toutefois, à cette période de l'année, le pâturage ne représente en moyenne que 20% de la matière sèche ingérée, contre 50% de fourrage distribué dont 26% sous forme d'ensilage.

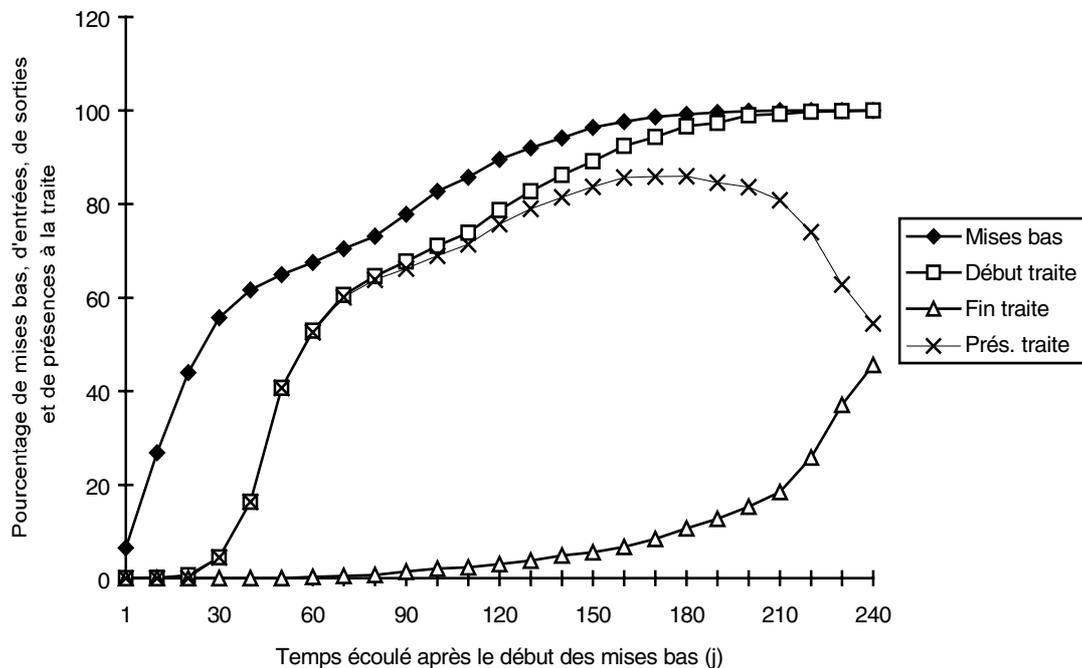


Fig. 13. Evolution de la structure réelle moyenne de 34 élevages des Pyrénées Atlantiques du début des mises bas à la fin de la campagne.

La structure d'un troupeau pyrénéen est plus complexe que celle d'un élevage du Rayon de Roquefort, avec des mises à la traite plus étalées (décembre à avril), de sorte qu'il faut à l'évidence caractériser la structure par classe d'âge intra-troupeau (primipares à un ou deux ans, brebis adultes) si on veut estimer son influence sur la production globale du troupeau (lait du tank), d'autant que les systèmes alimentaires sont plus complexes avec pratique du pâturage toute l'année. Toutefois, le pâturage ne fournit en moyenne que 20% de la matière sèche ingérée en hiver, période qui représente de 45 à 55% de la production annuelle. Ainsi les mois clés de production sont les mois de février à avril.

Analyse globale à partir des données de fromagerie et de contrôle laitier

La méthode d'analyse présentée au paragraphe 1 a été utilisée pour les échantillons de 1450 années x troupeaux du Rayon de Roquefort (345 élevages de 1990 à 1994) et les 491 années x troupeaux des Pyrénées (238 élevages de 1990 à 1993) décrits dans le Tableau 3.

On peut résumer les principaux résultats de la façon suivante (Tableau 5) :

(i) La répartition des livraisons mensuelles conditionne les TB et TP annuels d'un élevage, de sorte qu'il faut en tenir compte conjointement au nombre de jours de livraison pour l'analyse des résultats du troupeau.

(ii) Il est indispensable de considérer à la fois les taux mensuels (exemple, le troisième mois de livraison), les taux partiels (exemple, les 3 premiers mois de livraison) et les taux annuels (ensemble de la campagne laitière), de façon à mettre en évidence à la fois les effets de structure pour une période donnée et les éventuelles compensations entre périodes, susceptibles alors de masquer ces effets au niveau annuel.

Tableau 5. Effets des facteurs de variation des TB et TP du lait de tank pour les échantillons d'élevage du Rayon (1450 années x troupeaux) et des Pyrénées (491 années x troupeaux) : contrastes significatifs les plus élevés entre niveaux des facteurs (G), (F₁) et (F₂) du modèle d'analyse[†]

	Mois de livraison						Période de livraison				Année	
	1 ^{er} mois		3 ^{ème} mois		5 ^{ème} mois		3 premiers mois (90 j)		5 premiers mois (150 j)		Ensemble de la campagne	
	TB	TP	TB	TP	TB	TP	TB	TP	TB	TP	TB	TP
RAYON (G) niveau génétique laitier du troupeau	-0,8	-0,9	-0,7	-0,9	-1,0	-1,3	-0,7	-0,9	-0,9	-1,0	-1,2	-1,0
Facteurs F ₁												
Constitution agnelles			+1,9	+1,5	+3,0	+1,5	+0,7	+0,6	+1,0	+0,4	+0,7	+0,4
Constitution adultes	+0,9	+0,6	+1,8	+1,3	+2,4	+1,6	+1,0	+0,7	+1,0	+0,7	+0,6	+0,6
Facteurs F ₂												
Campagne	+1,2	+1,9	+1,6	+1,7	+0,9	+1,4	+1,4	+1,7	+1,1	+1,5	+1,0	+1,5
Productivité laitière	-0,5	-0,6	-1,8	-1,0			-1,2	-0,9	-1,2	-0,5	-1,3	-0,5
Ensilage (herbe) (ration hivernale)	+2,2	-0,3	+3,0		+2,1		+2,6	-0,2	+2,4		+1,9	-0,2
Durée de livraison	+1,4		-0,8	+0,3		+1,1	+0,4			+0,4	+1,0	+0,8
PYRENEES (G) niveau génétique laitier du troupeau		-0,6		-1,1				-0,7		-0,7		-0,6
Facteurs F ₁												
Constitution agnelles				+0,9	+2,0	+0,9				-0,7	+0,7	-0,6
Constitution 2 ans	+1,2	+1,4	+2,9	+2,1	+2,1	+2,4	+1,3	+0,9	+1,3		+0,7	+0,7
Constitution 3 ans et + Maintien adultes 3 et +					+4,8					+0,7	+0,7	+0,7
Facteurs F ₂												
Campagne	-1,7	+2,1	-3,2			+2,2	-2,0	+1,4	+1,4			
Productivité laitière	-0,9	-0,8	-3,2	-1,5	+2,0	-0,8	-2,3	-1,3	-2,0	+1,7	+1,6	+1,6
Système alimentation hivernale	-1,9	-1,1	-3,0	-1,2	-1,3		-2,7	-1,1	-3,0	-1,0	-2,0	-0,9
Début de livraison		+0,9		+1,4				+1,1			-1,1	-2,6
Durée de livraison					-2,1					+0,6	-0,4	-1,0

[†]Constitution du troupeau à la traite.

(iii) L'effet du niveau génétique laitier du troupeau (G) apparaît comme relativement stable pendant toute la campagne laitière, confirmant indirectement que les mesures annuelles à la brebis (TB et TP par lactation) utilisées par le généticien sont pertinentes vis-à-vis des laits de mélange. Cet effet (G), estimé ici indirectement via la connaissance du seul niveau génétique pour le lait, correspond à des différences maximales d'environ 1 g/l pour le TB et le TP du lait du tank dans le Rayon, et de 0,6 à 1 g/l pour le TP dans les Pyrénées. Ces résultats sont cohérents avec les analyses à la brebis présentées et ils confirment l'impact modéré des différences de niveaux génétiques moyens entre élevages sur les écarts de composition du lait du tank.

(iv) Les facteurs systématiques de variation (F₁) liés à la structure des troupeaux présentent des tendances identiques pour les 2 bassins de production. Le groupage des mises bas des brebis et des agnelles apparaît comme favorable aux TB et TP du lait du tank. L'impact instantané peut expliquer, par exemple pour les adultes au 5^{ème} mois de livraison, des écarts de 2,4 et 4,8 g/l respectivement pour le TB des élevages du Rayon et des Pyrénées, des contrastes de 1,6 et 2,4 g/l pour le TP du lait des troupeaux du Rayon et des Pyrénées. On constate donc que l'impact des structures de troupeaux (plus hétérogènes dans les Pyrénées) rend effectivement compte d'écarts de composition du lait du tank plus élevés pour les mois de livraison concernés par les flux d'animaux dans l'élevage. Inversement, à l'échelle des taux annuels, les structures de troupeaux ont plus de poids dans le Rayon que dans les Pyrénées, expliquant alors des différences d'environ 1,3 g/l pour le TB et 1 g/l pour le TP, si on cumule l'impact du groupage des agnelages des agnelles et des adultes. Ce constat

s'explique par le fait que la part des premiers mois de livraison dans la production annuelle est plus élevée dans le Rayon (Fig. 9) de sorte que l'impact des facteurs de structures des premiers mois de livraison se répercute ainsi plus systématiquement sur les résultats annuels. Autrement dit, les possibilités de compensation d'un mois sur l'autre étant plus importantes dans les Pyrénées, l'impact des structures de troupeaux à l'échelle annuelle peut diminuer nettement en Pyrénées comparativement à celui des mois de livraison les plus affectés par les flux de brebis.

(v) Ce type d'analyses permet également de mettre en évidence l'influence significative de facteurs de variation spécifiques (F_2) liés aux "effets élevages". Si on détecte ainsi des effets liés à la date de début et à la durée de livraison, on met aussi en évidence, à l'échelle du troupeau, des effets de l'alimentation sur la composition du lait déjà connus à l'échelle individuelle (Bocquier et Caja, 2001), ce qui bien sûr est très satisfaisant. Ainsi, la présente démarche permet d'en chiffrer l'importance à l'échelle de la résultante, le lait du tank, indépendamment de tous les autres facteurs (G et F_2) afin de fournir des réponses opérationnelles pour l'éleveur. Dans le rayon de Roquefort, on vérifie l'effet favorable sur le TB de l'incorporation d'ensilage d'herbe dans la ration hivernale (+2,6 g/l sur le TB des 3 premiers mois de livraison et +1,9 g/l sur le TB annuel). Les enquêtes alimentaires conduites dans certains élevages du Rayon (Lagriffoul *et al.*, 1996) permettent également de vérifier l'influence favorable d'une bonne couverture énergétique du troupeau en phase hivernale sur le TP annuel (+1,3 g/l). Dans les Pyrénées, on met en évidence des contrastes maximum d'environ 2,5 et 1,5 g/l respectivement pour le TB et le TP annuels selon divers systèmes alimentaires hivernaux. En particulier, la pratique du pâturage hivernal s'avère favorable au TP, ce qui peut s'interpréter en terme d'une plus grande proportion de brebis du troupeau dont les besoins énergétiques sont couverts en début de lactation.

En tout état de cause, on dispose d'une méthode d'analyse qui est systématiquement mise en œuvre pour les suivis en ferme, et un appui technique aux éleveurs a été développé sur ces principes.

Les autres bassins de production étudiés en Espagne et Italie

Le Pays Basque (Espagne)

Une étude a été conduite par l'équipe de Vitoria pour la quantité de lait produite par 51 troupeaux de race Latxa en contrôle laitier de 1987 à 1992. On observe un pic des agnelages centré sur février en zone méditerranéenne contre le mois de janvier en zone atlantique. Par ailleurs, il existe une amplitude importante des mises bas intra-troupeau, imputable au décalage des agnelages entre brebis adultes, agnelles et brebis de deux ans. Une classification automatique a permis de ventiler les troupeaux en 4 groupes, le premier groupe représentant essentiellement la zone méditerranéenne, et les 3 autres la zone atlantique. Cette classification rend compte simultanément de différences significatives dans l'étalement des agnelages et de niveau de production laitière, d'une moyenne de 93 litres par brebis pour le groupe 3 à 106 litres pour le groupe 1 (après correction pour la durée de lactation).

Ainsi, on confirme indirectement l'importance de la notion de structure de troupeau résultant de l'étalement des agnelages sur la production laitière globale des élevages, avec une double réalité en Pays Basque (Espagne) correspondant, d'une part aux zones atlantiques et méditerranéennes et d'autre part à l'amplitude des agnelages intra-troupeau selon les classes d'âge de brebis adultes, agnelles ou de deux ans.

La Sardaigne (Italie)

L'étude a été conduite à partir de trois sources de données complémentaires :

(i) 1706 troupeaux en suivi PQL (Piano Qualita Latte) par l'Associazione Regionale Allevatori de 1990 à 1991, pour lesquels on disposait des volumes mensuels de lait livré en plus des analyses bimensuelles du tank (TB, TP) du suivi PQL.

(ii) 18 élevages adhérents au PQL et au Livre Généalogique de la race Sarde (LG), pour lesquels un prélèvement supplémentaire du lait du tank a été réalisé en 1992 par le contrôleur laitier le jour du

contrôle. Dans ces élevages en contrôle laitier, on pouvait donc décrire des cinétiques de mise bas et de mise à la traite.

(iii) 2 troupeaux expérimentaux de l'IZCS (Bonassai et Monastir) au cours des campagnes 1991 à 1993.

On constate que la situation sarde, caractérisée par la production de lait de brebis en pâturage méditerranéen, diffère nettement des situations décrites auparavant en France (Rayon de Roquefort et Pyrénées) ou Espagne (Pyrénées). En effet, si la campagne laitière correspond aux mêmes mois de production (décembre à juillet), en revanche la production annuelle de lait dépend en fait fortement des mois de mars et avril, avec un pic en avril (Fig. 14), qui coïncide avec les valeurs les plus basses pour le TB et le TA (taux azoté¹) du lait livré. L'évolution de la richesse du lait (TB, TA) du troupeau est ainsi très différente de celle décrite ci-dessus pour les bassins du rayon de Roquefort ou des Pyrénées. Pour le TB, on observe d'abord une baisse de 70 à 62 g/l de décembre à avril, puis une remontée de 62 à 75 g/l d'avril à juillet (Fig. 15). Le TA a tendance à être stable au fil des mois, avec toutefois une légère diminution en mars-avril et une augmentation en juin-juillet. Il apparaît donc que mars et avril constituent les mois clés en système sarde.

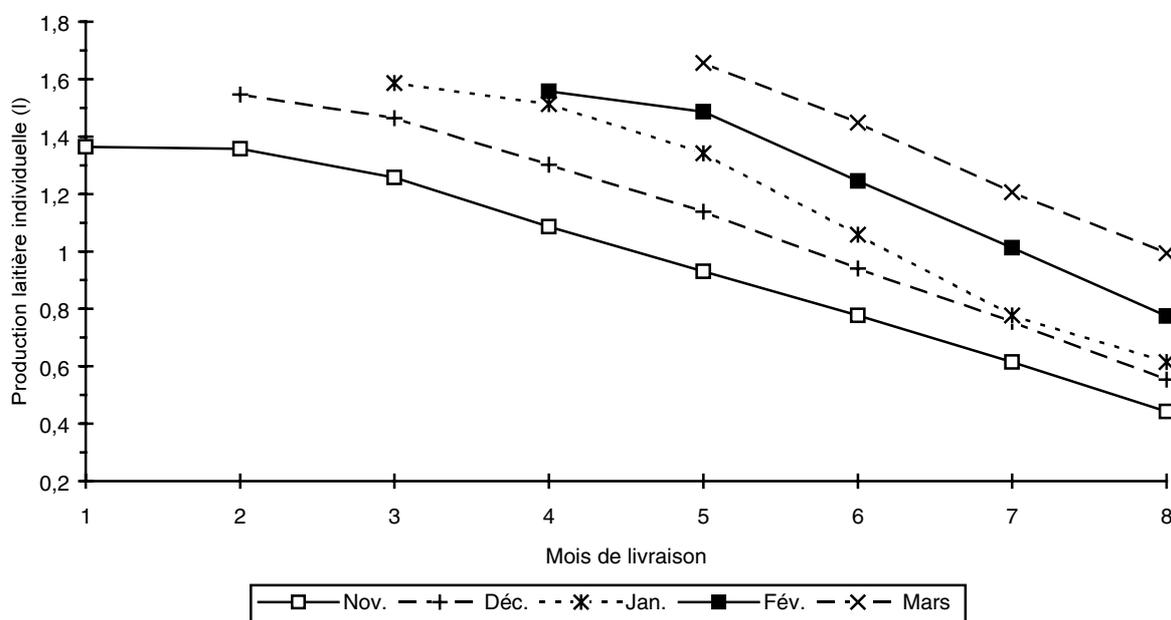


Fig. 14. Evolution moyenne de la production individuelle du lait suivant le mois d'agnelage dans la ferme de Monastir en Sardaigne (d'après S. Sanna, IZCS).

Si on considère les cinétiques de mise à la traite des 18 élevages du LG en suivi PQL et de la ferme de Monastir de l'IZCS, on constate que le nombre de brebis à la traite augmente jusqu'au mois d'avril (pic de production). Dans le système d'élevage sarde, un pourcentage important de brebis mettent bas jusqu'en mars, de sorte qu'il faut attendre le mois d'avril pour obtenir la pleine constitution du troupeau à la traite : pour les 18 troupeaux, en moyenne 72% des brebis sont présentes à la traite en février contre 84% en juillet. En outre, l'analyse des courbes de lactation des brebis de Monastir révèle que les femelles qui mettent bas tardivement (février-mars), bien que plus jeunes que les autres (86% ont 1 ou 2 ans), présentent des productions au contrôle laitier plus élevées que les autres (Fig. 14) avec des taux inférieurs (Fig. 15) pour le TB, ce qui explique la baisse des taux du lait du troupeau en avril, étant donné leur contribution relative au lait du tank.

¹Les analyses portent sur la matière azotée totale et pas sur la matière protéique, d'où l'expression des résultats en TA et non en TP. Il faut considérer qu'il y a en moyenne près de 3 g/l d'azote non protéique (NPN) qu'il faudrait soustraire au TA pour estimer le TP.

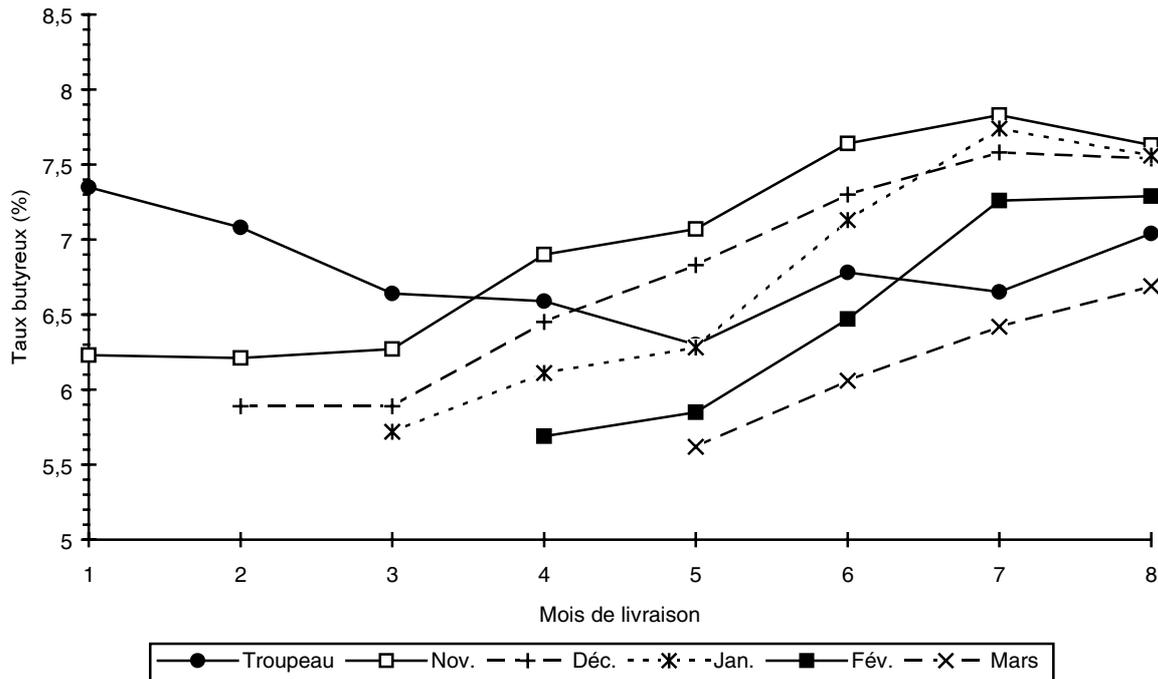


Fig. 15. Evolution moyenne du TB individuel suivant le mois d'agnelage dans la ferme de Monastir en Sardaigne (d'après S. Sanna, IZCS).

La notion de structure de troupeau permet de rendre compte de l'évolution de la production du lait de brebis en Sardaigne, caractérisée par un pic de lait en avril, imputable à l'arrivée tardive à la traite des jeunes femelles. Ces dernières bénéficient alors de la pousse d'herbe de printemps favorable à leur début de lactation (quantité de lait), mais responsable d'un effet de dilution, qui explique la baisse des taux (TB, TP) du lait des troupeaux constatés en mars-avril.

Conclusions et perspectives

La conduite d'élevage pendant la phase d'allaitement x traite est une particularité méditerranéenne de l'élevage des brebis laitières qui justifie la poursuite d'essais spécifiques. Cette conduite a des conséquences qui peuvent être importantes, à la fois sur la croissance des agneaux, et sur la production laitière à la traite exclusive. La solution proposée par l'UABAR avec un système mixte (jusqu'à la 6^{ème} semaine de lactation) permet un accroissement important de la quantité de lait trait pour les races de brebis à potentiel laitier moyen (Manchega). Toutefois cette solution n'est applicable que si la livraison du lait de ces brebis, qui sont alors simultanément allaitantes et traites, est autorisée. De plus, cette solution n'est pas très favorable à la fabrication fromagère, car elle induit une diminution marquée de la teneur en matières grasses du lait (bien que limitée aux 6 premières semaines de lactation). Les tentatives pour corriger cette diminution de la teneur en matières grasses présentent en outre l'inconvénient de diminuer le taux protéique du lait. Pour éviter le problème, cette supplémentation en matières grasses alimentaires doit être limitée aux brebis en début de lactation, ce qui complique la mise en œuvre de cette stratégie alimentaire dans des troupeaux où les agnelages sont étalés, en l'absence de formation de lots.

Enfin, du point de vue génétique, la solution qui est proposée pose une difficulté évidente. En effet, le contrôle laitier doit intervenir après le sevrage des agneaux (ICAR, 1992), ce qui obligerait à calculer les productions laitières (à la traite exclusive) tantôt à partir du 28^{ème} jour de lactation (en cas de conduite traditionnelle avec allaitement exclusif pendant 4 semaines) et tantôt à partir du 42^{ème} jour (en cas de système mixte tel que proposé par l'UABAR). Quelle décision prendre à l'échelle du noyau de sélection de la race Manchega ? De plus, si le règlement de contrôle laitier est appliqué comme prévu au niveau international (ICAR, 1992), il y aura un écart important entre la moyenne de l'élevage calculée à partir du contrôle laitier, et la moyenne économique résultant du lait commercialisé (sous hypothèse qu'il est autorisé de commercialiser le lait trait des semaines 3 à 6).

On pourrait donc faire la série de propositions suivantes pour la poursuite du travail :

(i) Du point de vue méthodologique, il faut souligner l'importance et la qualité du travail de l'UABAR pour valider et recouper toutes les méthodes d'estimation du lait tété. On pourrait envisager d'utiliser aussi une autre technique d'estimation "du lait bu" qui est fondée sur la dilution de l'eau lourde des agneaux (Bocquier *et al.*, 1991).

(ii) Il serait utile de faire un bilan technico-économique global, pour conforter ou non l'utilisation de ce système d'élevage en race Manchega, compte tenu par ailleurs de l'augmentation du temps de travail.

(iii) Pour éviter les problèmes du point de vue génétique, on pourrait essayer une période mixte de 2 semaines uniquement (semaines 3 et 4), qui serait peut-être suffisante pour maintenir une bonne production laitière après le sevrage des agneaux (qui interviendrait alors classiquement à 28 jours). Mais il faudrait vérifier si le raccourcissement de l'allaitement restreint à 2 semaines est acceptable pour la croissance des agneaux, et/ou faire évoluer la technique d'élevage des agneaux.

(iv) Remarquons enfin qu'un autre système mixte est pratiqué dans le Rayon de Roquefort en race Lacaune pendant le premier mois d'allaitement (Barillet, 1989). Dans ce système, on privilégie l'allaitement libre des agneaux avec une "repassse" à la machine une fois par jour (sans commercialisation du lait correspondant) pour vidanger la mamelle. Ce système semble intéressant pour diminuer la perte laitière après sevrage des agneaux (au vu des résultats Lacaune-Manchega de l'UABAR). Cette solution, différente de celle de l'allaitement restreint pendant la période mixte, mériterait d'être testée avec des races plus ou moins productives, pour en mesurer toutes les conséquences sur la croissance des agneaux et la production laitière après le sevrage des agneaux.

(v) En tout état de cause, il se confirme dans tous les cas, que le sevrage des agneaux s'accompagne d'une baisse assez marquée de la production de lait. Il faudrait donc aborder aussi ce problème sous l'angle des régulations hormonales durant cette période de transition complexe. Mieux connaître cette période spécifique permettrait en effet de définir également des stratégies alimentaires qui pourraient débiter bien avant le sevrage (fin de gestation) avant même la période de traite exclusive.

La constitution de lots pour l'alimentation des brebis est manifestement une réponse efficace pour maîtriser les coûts alimentaires (particulièrement pendant la phase hivernale en bergerie). On peut noter deux séries de résultats importants :

(i) La mise en lots des brebis sur le critère de production laitière brute constitue une première étape nécessaire pour mieux ajuster les apports alimentaires aux besoins des animaux ; et un nombre limité de lots (de 2 à 4) par élevage est suffisant pour atteindre cet objectif.

(ii) Les possibilités d'action sont importantes car nous avons montré avec les deux essais que l'on ne diminue pas les performances laitières, quand on utilise les possibilités d'ingestion et le volant d'énergie que constituent les réserves corporelles. Ces résultats sont en accord avec les essais conduits sur des brebis en alimentation individuelle (cf. Bocquier *et al.*, *ibid* ; Marie *et al.*, *ibid*). Il est manifeste que l'on dispose d'une assez grande latitude pour moduler les apports alimentaires selon le niveau de production laitière des brebis et qu'il faudra en profiter pour réaliser des économies d'aliments conservés.

Il reste cependant une série de questions à aborder :

(i) Il est important de pouvoir déterminer précisément quels sont les seuils tolérables de sous-nutrition collective que l'on peut appliquer aux brebis les moins performantes. L'objectif est que ces tactiques permettent de maintenir les performances laitières et la composition du lait de ces brebis les moins productives.

(ii) Si on sait que l'on peut limiter le nombre de lots entre 2 et 4, en revanche se pose la question du rythme des ré-allotements des brebis en cours de lactation. On sait que dans le cas de l'essai en ferme (*lots "logiques"*) les brebis ont été réallotées (si nécessaire) chaque mois sans problème. A La Fage, il n'y a pas eu de réallotement pendant les 100 jours de l'essai. Mais 2 mois après la mise en lot, on observait de nouveau un chevauchement entre les distributions de productions laitières

individuelles des lots Haut et Bas. Il aurait donc été souhaitable de pouvoir réallotter mensuellement (rythme du contrôle laitier) les brebis dans des lots physiquement différents. Il est vraisemblable qu'une fréquence des réallotements inférieure à un mois serait préjudiciable pour des *lots physiques*, si on tient compte du stress et des comportements sociaux à chaque mise en lot physique. Toutefois des études sur les fréquences des réallotements sont souhaitables aussi bien pour les systèmes en lots physiques qu'en lots logiques.

(iii) On peut également envisager d'autres critères de mise en lots que celui qui est utilisé actuellement (production laitière brute), en considérant également le poids vif, l'état corporel, le stade de lactation et l'âge des brebis. Cela suppose cependant des mesures individuelles supplémentaires (pesées et note d'état) en général coûteux à mettre en œuvre en ferme. Le coût de ces contrôles supplémentaires doit être mis en balance avec l'amélioration de la mise en lots.

Enfin en pratique, la constitution de lots (pour des troupeaux productifs de grande taille) suppose de disposer d'un certain nombre d'outils informatiques et électroniques. A ce propos, on peut dire que :

(i) Du point de vue informatique, actuellement le logiciel INRATION (Agabriel *et al.*, 1988-1993) permet d'intégrer les résultats du contrôle laitier, de visualiser l'hétérogénéité des performances, de concevoir des lots homogènes sur la production laitière brute et de comparer les différents rationnements possibles.

(ii) Les nouveaux systèmes d'identification électroniques testés chez les ovins laitiers : implants, bolus, boucles électroniques, etc. (Caja *et al.*, 1994 ; Marie *et al.*, 1995), devraient permettre d'envisager plus facilement la distribution sélective d'aliment(s) concentré(s) aussi bien en salle de traite que par des DAC placés dans la bergerie. On peut même envisager de modifier la totalité de la ration par un contrôle électronique de l'accès à des lots dans lesquels seraient disposées différentes rations, comme cela est déjà envisagé pour les vaches laitières. L'apport de l'électronique apparaît donc comme essentiel pour l'élevage des brebis laitières, compte tenu de la taille croissante de nombre de troupeaux.

Ces dispositifs et les modes de conduites des brebis qui peuvent en découler devraient permettre des économies importantes d'aliments et, en tout cas, un meilleur état nutritionnel des animaux par un ajustement des apports aux besoins. Il faudra toutefois comparer le coût des procédures de mise en lots (contrôles zootechniques et équipements) avec l'économie d'alimentation qui peut être réalisée. Pour l'instant il reste beaucoup à faire avant de disposer d'automatismes industriels utilisables en élevages ovins laitiers, à commencer par une identification électronique aux normes ISO (pour sécuriser les investissements des éleveurs) utilisable à la fois pour ces automatismes et pour le contrôle laitier des brebis.

La mise au point d'une méthode d'étude des conduites d'élevage fondée sur les informations du troupeau ouvre des perspectives intéressantes en ovins laitiers. En effet, c'est probablement la seule façon de concevoir un outil d'appui technique pour la maîtrise de la composition chimique du lait des troupeaux (TB, TP), étant donné que le contrôle laitier qualitatif est très peu répandu en brebis laitières (Barillet et Astruc, 1994). La méthodologie d'analyse proposée suppose donc de disposer de deux types d'information, d'une part les informations globales au troupeau (suivi décadaire ou bimensuel du lait du tank), d'autre part des informations à la brebis permettant de reconstituer l'inventaire annuel ou instantané des brebis à la traite. Si les informations du tank sont généralement disponibles pour la majorité des élevages livreurs en suivi régional, en revanche les informations d'inventaire de brebis ne sont facilement mobilisables que pour les éleveurs en contrôle laitier. Dans ces conditions, une méthodologie d'analyse et des concepts intéressants la structure du troupeau (à la traite) ont été proposés et confrontés à la réalité de divers bassins de production (Rayon de Roquefort, Pyrénées en Espagne et France, Sardaigne). Il apparaît que le concept de structure de troupeau est important pour expliquer les écarts de production entre élevages. Toutefois, la démarche est pour l'instant plus descriptive qu'analytique.

Il est donc souhaitable de poursuivre le travail engagé selon les pistes suivantes :

(i) Vérifier la cohérence entre les approches économiques et techniques (contrôle laitier) largement conditionnée par une estimation fiable de l'inventaire des brebis contribuant au lait du tank.

(ii) Mieux caractériser les structures de troupeaux par catégorie de brebis ou classe d'âge, particulièrement en situation d'étalement des agnelages.

(iii) Valider le modèle d'analyse de données laitières (T) des troupeaux dans le plus grand nombre possible de bassins de production et de systèmes d'élevage, et comparer les résultats obtenus dans ces diverses situations.

(iv) Tenter de mieux quantifier la part des différences entre élevages imputable aux facteurs de variation systématiques (structure de troupeau) ou spécifiques (conduite d'élevage), ce qui suppose de disposer d'enquêtes alimentaires dans les élevages, et/ou d'organiser des essais d'alimentation en ferme (à structure du troupeau donnée).

(v) Concevoir des outils d'appui technique fondés sur cette démarche.

D'ores et déjà, la description comparative des situations des 4 bassins de productions étudiés (Rayon de Roquefort, Pyrénées Atlantiques, Pays Basque espagnol et Sardaigne) fournit des informations intéressantes. C'est dans le Rayon de Roquefort que l'on observe les structures de troupeau les plus homogènes, avec une constitution rapide du troupeau à la traite dans les deux mois suivant le début de production. Dans les autres situations, on constate souvent des structures de troupeau plus "étalées" entre la mise bas des adultes entre novembre et janvier, et des agnelles de février à avril. Si l'on classe les facteurs de milieu selon les deux grandes catégories, F_1 effets de structure de troupeau et F_2 effets spécifiques liés à l'année, l'élevage (en particulier l'alimentation), il faut s'attendre, lors de l'analyse des écarts de TB et TP entre troupeaux, à ce que le poids des structures F_1 soit plus important en Pyrénées et Sardaigne que dans le Rayon de Roquefort. Inversement, un effort accru doit être apporté à l'analyse des facteurs d'élevage F_2 dans le Rayon de Roquefort, en particulier l'alimentation, d'autant qu'une part prépondérante de la production de ce bassin correspond à la phase hivernale en bergerie. En alimentation hivernale en bergerie, on peut en effet privilégier la conduite en lots constitués de façon efficace selon la production laitière brute des brebis, quand les structures de troupeaux sont homogènes. Dans les autres bassins, il faudra s'intéresser de plus en plus à l'hétérogénéité des structures de troupeaux en relation avec les conduites de troupeau bien distinctes entre elles selon les systèmes et périodes de l'année. Si on considère les éleveurs livrant du lait 8 mois par an (de décembre à juillet), on constate en effet que la production laitière des mois de décembre à février représente en moyenne respectivement 53%, 46% et 37% de la production annuelle du troupeau dans le rayon de Roquefort, les Pyrénées Atlantiques et la Sardaigne (Figs 16 et 17). Inversement, la production laitière de mars à mai constitue respectivement 38%, 43% et 47% de la production annuelle des élevages en race Lacaune (rayon de Roquefort), en race Basco-Béarnaise ou Manech (Pyrénées Atlantiques), et en race Sarde (Sardaigne). Le pic de production du troupeau intervient donc en hiver en bergerie (fourrages distribués) dans le rayon de Roquefort, au printemps à l'herbe (fourrages pâturés) en Sardaigne, les Pyrénées Atlantiques étant intermédiaires. De plus, en hiver dans les Pyrénées on estime (d'après les enquêtes alimentaires) que le pâturage représente en moyenne 20% de la matière sèche ingérée, contre 50% pour les fourrages distribués, le solde étant couvert par les concentrés.

Pour l'instant cette approche a surtout concerné les éleveurs qui livrent leur lait à des fromageries. Cependant, cette démarche peut aussi s'appliquer aux éleveurs, producteurs de fromages fermiers, sous réserve de connaître régulièrement les données globales du troupeau (quantité et composition du lait produit). L'objectif technique peut bien sûr être modifié pour les éleveurs fermiers. C'est uniquement la démarche d'analyse technique qu'il s'agit de retenir.

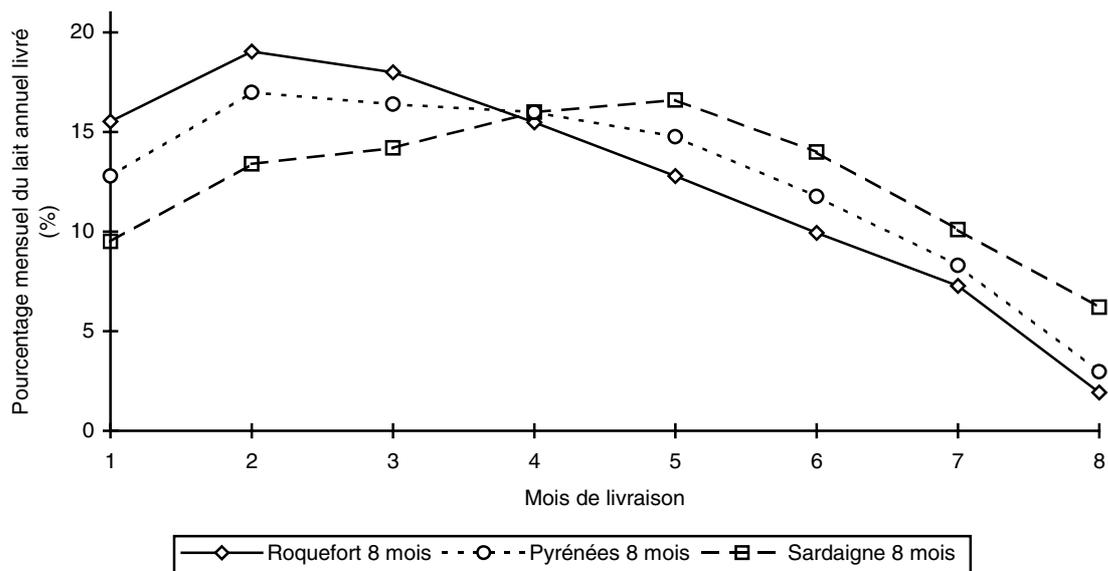


Fig. 16. Evolution de la contribution des mois de livraison au volume annuel livré pour les élevages du Rayon de Roquefort, des Pyrénées Atlantiques, et de la Sardaigne (éleveurs à 8 mois de livraison).

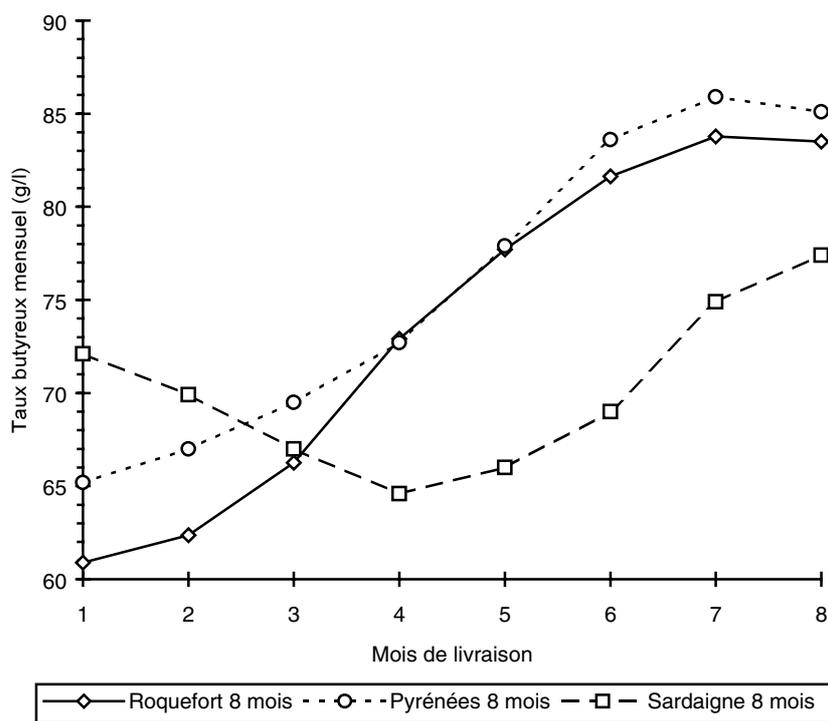


Fig. 17. Evolution des taux butyreux (TB) des volumes de lait livrés par mois de livraison pour les élevages du Rayon de Roquefort, des Pyrénées et de la Sardaigne (éleveurs à 8 mois de livraison).

Références

Agabriel, J., Champciaux, P., Espinasse, C., Coulon, J.B., Micol, D., Bocquier, F. et Favardin, Ph. (1988-1993). *INRation : Logiciel de Référence pour le Calcul et l'Analyse des Rations Destinées aux Bovins, Ovins et Caprins*. CNERTA diffusion, 26 Bd Dr Petitjean, 21000 Dijon.

- Barillet, F. (1989). Expression de la production laitière à la traite des brebis Lacaune en système allaitement x traite mécanique. Dans : *4^{ème} Symposium International sur la Traite des Petits Ruminants*, Tel-Aviv (Israël), 13-19 septembre 1989, pp. 463-495.
- Barillet, F. et Astruc, J.M. (1994). Report of the working group on milk recording of sheep : Survey of milk recording and genetic evaluation in dairy sheep in ICAR member countries. Dans : *Milk and Beef Recording : State of the Art, 1994. Proceedings of 29th Biennial Session of the International Committee for Animal Recording (ICAR)*, Ottawa (Canada). EAAP Publication No. 75. Pudoc, Wageningen, pp. 259-269.
- Barillet, F., Boichard, D., Barbat, A., Astruc, J.M. et Bonaiti, B. (1992). Use of an animal model for genetic evaluation of the Lacaune dairy sheep. *Livest. Prod. Sci.*, 31 : 287-299.
- Bocquier, F., Aurel, M.R., Barillet, F., Jacquin, M., Lagriffoul, G. et Marie, C. (1999). Effects of partial-milking during the suckling period on milk production of Lacaune dairy ewes. Dans : *Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats, Proc. of the 6th International Symposium on the Milking of Small Ruminants*, Barillet, F. et Zervas, N.P. (éds), Athènes (Grèce), 26 septembre - 1 octobre 1998. EAAP Publication No. 95. Wageningen Pers, Wageningen, pp. 257-262.
- Bocquier, F. et Caja, G. (2001). Production et composition du lait de brebis : Effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.*, 14(2) : 129-140.
- Bocquier, F., Guillouet, P. et Barillet, F. (1995). Alimentation hivernale des brebis laitières : Intérêt de la mise en lots. *INRA Prod. Anim.*, 8(1) : 19-28.
- Bocquier, F., Theriez, M. et Brelurut, A. (1987). The voluntary hay intake of ewes during the first weeks of lactation. *Anim. Prod.*, 44 : 387-394.
- Bocquier, F., Theriez, M. et Brun, J.P. (1991). Isotopic estimation of milk intake in suckling lambs with deuterium oxide space : Effect of milk concentration and level of milk intake. *Ann. Zootech.*, 40 : 181-189.
- Caja, G. (1994). *Electronic identification in farm animals : Final report*. FEOGA (III-DG VI) C.GE, Bruxelles.
- Caja, G., Ribó, O. et Nehring, R. (1994). Formation of fibrous capsule and migration movements at different body sites of transponders implanted in sheep for electronic identification. *J. Anim. Sci.*, 72, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.*, 77, Suppl. 1 : 307 (Abstr. 1183).
- Caja, G., Torres, A., Fernandez, N., Molina, M.P. et Gallego, L. (1986). Conclusiones actuales sobre la aptitud al ordeño mecánico, relaciones entre fracciones de ordeño y entre componentes lácteos y su aplicación a la mejora de la raza ovina Manchega. Dans : *Jornada sobre Mejora Genética de Ovino de Leche*. INIA. Madrid, pp. 35-50.
- Clark, P.W., Ricketts, R.E., Beleya, R.L. et Krause G.F. (1978). Feeding and managing dairy cows in three versus one production group. *J. Dairy Sci.*, 63 : 1299-1308.
- Doney, J.M., Peart, J.N., Smith, W.F. et Louca, F. (1979). A consideration of the milk yield by suckled sheep and a comparison of estimates obtained by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. *J. Agric. Sci.*, 92 : 123-132.
- Frayse, J., Lagriffoul, G., Bocquier, F. et Barillet, F. (1996). Brebis laitières : Impact de la structure du troupeau et autres facteurs d'élevage sur la composition chimique du lait livré. *INRA Prod. Anim.*, 9 : 201-210.
- Guillouet, P., Ricard, E., Arhainx, J., Lagriffoul, G. et Barillet, F. (1992). *Mise au point et utilisation d'un distributeur automatique d'aliment concentré par les brebis laitières*. CR annuel contrat Camar CEE, DGVI, No. CT91-0113.
- ICAR guidelines (Barillet, F., Astruc, J.M., De Brauwer, P., Casu, S., Fabbri, G., Frangos, K., Gabiña, D., Gama, L.T., Ruiz Tena, J.L. et Sanna, S.) (1992). International regulations for milk recording in dairy sheep. ICAR, Roma, 15 pp. + appendix.
- Labussiere, J., Combaud, J.F. et Petrequin, P. (1974). Influence de la fréquence des traites et des tétées sur la production laitière des brebis "Préalpes du Sud". *Ann. Zootech.*, 23 : 445-457.
- Lagriffoul, G., Astruc, J.M. et Barillet, F. (1995). *Bilan du schéma de sélection Lacaune pour AOC Roquefort*. Doc CNBL, Toulouse, 34 pp.
- Lagriffoul, G., Bocquier, F., Arranz, J.M., Delmas, G., Drux, B., Fraysse, J., Guittard, J.P., Jaudon, J.P., Morin, E., Vacaresse, C. et Van Quackebeke, E. (1996). Les conduites alimentaires hivernales dans le rayon de Roquefort modifient la composition chimique du lait de brebis. *Rencontres Recherches Ruminants*, 3 : 293-296.
- Marie, C., Caja, G., Barillet, F., Ribó, O., Nehring, R. et Ricard, E. (1995). Experimentation on electronic identification in sheep : First results and general considerations or application and testing. Dans : *Milk and Beef Recording : State of the Art, 1994. Proceedings of 29th Biennial Session of the International Committee for Animal Recording (ICAR)*, Ottawa (Canada). EAAP Publication No. 75. Pudoc. Wageningen, pp. 197-202.

- McCance, I. (1959). The determination of milk yield in the "Merino" ewe. *Austr. J. Agric. Res.*, 10 : 839-853.
- Pecksoc, S.R., McGuilliard, M.L., Johnson, T.G. et Holter, J.B. (1992). Estimating production benefits through simulation of group and individual feeding of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75 : 1604-1615.
- Ricordeau, G., Boccard, D. et Denamur, R. (1960). Mesure de la production laitière des brebis pendant la période d'allaitement. *Ann. Zootech.*, 9 : 97-120.
- Ricordeau, G. et Denamur, R. (1962). Production laitière des brebis "Préalpes du Sud" pendant les phases d'allaitement, de sevrage et de traite. *Ann. Zootech.*, 11 : 5-8.
- Such, X., Caja, G., Casals, R., Paramio, M.T. et Fernandez, M. (1992). *El Ordeño Anterior al Destete y sus Efectos Sobre la Leche Consumida por los Corderos y la Leche Total Ordeñada en Ovejas de Raza "Manchega"*. Producción Animal, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 7 pp.
- Such, X., Caja, G., Ferret, A., Perez-Oguez, L. et Casals, R. (1995). *Comparaison de la production et de l'aptitude à la traite mécanique de brebis de race Lacaune et Manchega dans des conditions semi-intensives d'exploitation*. CR annuel, contrat Camar CEE, DGVI, No. CT91-0113.
- Vacaresse, C. (1992). Constitution de lots pour l'alimentation des brebis laitières. *SEB*, 13 : 4-5.
- Vacaresse, C. (1995). La conduite en lots virtuels. *Réussir Pâtre*, 424 : 18-20.