

## Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation

En élevage de brebis laitières, la composition du lait revêt une importance considérable puisque l'essentiel de la production est destiné à la fabrication de fromages. De plus, la collecte de lait est généralement limitée à une partie de l'année. Malgré le regroupement des agnelages, les facteurs physiologiques et génétiques ont une forte influence sur la composition du lait livré. Raisonner l'alimentation des brebis permet de mieux maîtriser cette composition et son évolution au cours de la période de collecte.

Le lait de brebis est quasi exclusivement destiné à la fabrication de fromages. La maîtrise de sa composition, notamment des teneurs en matières grasses et protéiques, est donc particulièrement importante puisque ces paramètres déterminent largement le rendement fromager (Pellegrini *et al* 1997). Ainsi, les principaux objectifs de l'éleveur sont d'accroître la quantité totale de matière utile sécrétée dans le lait, d'obtenir une composition du lait aussi stable que possible au cours de la campagne de traite et de maintenir un rapport matières grasses / matières protéiques élevé, afin d'assurer une teneur

adéquate en matières grasses du fromage qui conditionne sa maturation et ses caractéristiques organoleptiques.

Comme pour les autres ruminants laitiers, la production et la composition du lait des brebis laitières sont principalement conditionnées par les facteurs génétiques, le stade de lactation, le système de traite et l'alimentation (Flamant et Morand-Fehr 1982, Treacher 1983 et 1989, Bocquier et Caja 1993, Caja et Bocquier 1998).

Le revenu de l'éleveur résultant de la combinaison de prix liés à la fois au volume de lait livré et à sa qualité, dont la composition, son objectif général est de disposer de brebis d'un potentiel génétique élevé pour ces deux critères. Mais la production et la composition du lait (matières grasses, protéines, caséine et protéines du sérum) sont génétiquement corrélées négativement (Barillet et Boichard 1987, Molina et Gallego 1994, Fuertes *et al* 1998). Il est donc nécessaire de trouver un équilibre pour augmenter l'une sans pénaliser l'autre. Ainsi en race Lacaune par exemple, l'objectif de maintenir la composition du lait a suivi la réussite de l'amélioration de la production laitière (Barillet *et al* 1993), d'autres objectifs génétiques ayant également été pris en compte, comprenant des critères tels que l'aptitude à la traite et la conformation de la mamelle (Marie *et al* 1999).

Bien qu'il existe de grandes différences entre races à la fois dans la production, la composition du lait et les courbes d'évolutions de ces paramètres à l'échelle de la lactation, les effets de la race sont souvent confondus avec ceux du système de production qui sont très variés (Casu *et al* 1983, Fernández *et al* 1983, Gallego *et al* 1983 et 1994, Labussière *et al* 1983, Caja 1994,

### Résumé

Le niveau d'alimentation est un des facteurs d'élevage qui affecte la production et la composition du lait chez la brebis laitière. La production laitière augmente avec le niveau d'alimentation et inversement, alors que les effets sur la composition du lait sont moins nets. Le taux butyreux du lait est généralement corrélé négativement au bilan énergétique des brebis, alors que le taux protéique est corrélé positivement avec celui-ci : un niveau d'alimentation élevé diminue généralement la teneur en matières grasses du lait et augmente légèrement la teneur en protéines. La distribution de grandes quantités de concentrés, qui est un moyen simple d'augmenter l'apport d'énergie dans la ration, risque de provoquer une chute des taux butyreux et protéique et, secondairement, entraîne une réorientation des flux d'énergie vers le dépôt de gras corporel. Lorsque la brebis n'a pas atteint son potentiel de production, l'augmentation de la teneur protéique de la ration augmente la production de protéines du lait, mais sans modification du taux protéique du lait. L'utilisation de certains nutriments tels que les matières grasses ou les acides aminés protégés semble intéressante comme moyen d'accroître les teneurs en matières grasses et/ou protéiques du lait, mais peu d'expériences ont été effectuées sur brebis laitières et l'intérêt de ces nutriments est encore mal connu.

Dans les conditions pratiques d'élevage de brebis laitières, généralement alimentées en groupes, les effets de l'alimentation sont souvent masqués par d'autres facteurs d'élevage connus pour modifier eux-mêmes la composition du lait. Il est donc nécessaire de prendre en compte la variabilité individuelle (stade de lactation notamment) pour définir la stratégie d'alimentation qui permette de maîtriser la composition du lait collecté.

Bocquier et Caja 1993, Fuertes *et al* 1998). En particulier si de nombreux systèmes de production laitière ovine comportent une courte période d'allaitement de l'agneau (d'une durée de 3-5 semaines) suivie, après le sevrage, d'une longue période de traite (4-8 mois), chez certaines races, la pratique simultanée de l'allaitement et de la traite est appliquée au cours des deux premiers mois de lactation (Caja et Such 1991, Sheath *et al* 1995).

Les plus faibles valeurs de matières grasses, protéiques et de caséines sont observées pendant cette période 'd'allaitement et traite' (Gargouri *et al* 1993, Bocquier *et al* 1999, McKusick *et al* 1999) ou immédiatement après le sevrage, et elles augmentent par la suite avec le stade de lactation.

Quelle que soit l'influence des facteurs ci-dessus, l'alimentation des brebis module simultanément le volume et la composition du lait produit. L'objectif de cet article est de préciser ses effets sur la composition du lait, les résultats obtenus chez la vache laitière ou chez la chèvre pouvant ne pas être transposables à la brebis. De plus, comme les brebis sont principalement alimentées en troupeaux de grande taille, il est nécessaire d'analyser succinctement les effets de la structure du troupeau (en incluant le stade et le numéro de lactation) sur la composition du lait de mélange (Frayssé *et al* 1996) et ses conséquences pour les choix des systèmes d'alimentation. Nous avons volontairement distingué les effets généraux de l'alimentation de ceux des nutriments qui peuvent avoir des effets spécifiques sur la composition du lait.

## 1 / Niveau d'alimentation

### 1.1 / Apport énergétique

Le niveau d'alimentation, qui fait principalement référence au degré de satisfaction des besoins énergétiques, est le principal facteur agissant sur la production et la composition du lait des ruminants. Ainsi, chez la brebis, un niveau alimentaire élevé en début de lactation entraîne un accroissement rapide de la production de lait et le pic de lactation est précoce et élevé. Inversement, un déficit alimentaire pendant la gestation et en début de lactation conduit à un pic de lactation de faible amplitude et retardé (Bocquier *et al* 1999).

Les effets du niveau alimentaire sur la composition du lait en début de lactation sont peu nets, du fait de l'évolution naturelle de cette composition et de l'effet indirect de la quantité de lait produite (effet de concentration). Cependant, le coefficient de régression entre production laitière et taux butyreux estimé à partir des données disponibles (Bocquier et Caja 1993) est plus élevé en début de lactation (-6,3 g/l) que celui observé sur toute la lactation dans la population de brebis Lacaune (-4,9 g/l, Barillet et Boichard 1987). Le phénomène de concentration ne serait donc pas la seule cause d'augmentation du taux butyreux en début de lactation ; l'accroissement de la teneur en acides gras libres du sang, consécutive à la mobilisation des réserves corporelles, pourrait expliquer la forte augmentation observée.

Comme pour toutes les espèces de ruminants laitiers, les possibilités de modifier la composition du lait par les apports alimentaires sont plus importantes pour le taux

**Tableau 1.** Plages de variation de la production et de la composition du lait (TB : taux butyreux, TP : taux protéique) selon la niveau alimentaire de brebis en lactation.

Période de lactation Référence	Race <sup>(1)</sup>	Ration		Lait		
		Energie (UFL/j) <sup>(2)</sup>	Protéine (gPDI/j) <sup>(3)</sup>	Volume (l/j)	TB (g/l)	TP (g/l)
<b>Allaitement</b>						
Robinson <i>et al</i> (1974)	Cheviot	2,14-2,27	188-265	2,4-3,1	76-74	54-50
Cowan <i>et al</i> (1981)	FxD	1,78-2,77	214-317	2,2-3,3	83-74	55-52
Cowan <i>et al</i> (1981)	FxD	2,285-2,33	241-277	3,2-3,5	84-92	53-56
Gonzalez <i>et al</i> (1984)	FxD	1,66-2,36	183-260	2,3-2,6	90	50-52
	FxD	1,66-2,36	212-302	2,3-2,7	90	52-54
	FxD	1,66-2,36	239-339	2,5-3,1	90	53-54
Geenty et Sykes (1986)	Dorset	1,99-2,00	146	2,4-2,5	76	40-39
	Dorset	1,51-2,42	138-170	2,0-2,7	79-69	40-39
Pérez-Orguez <i>et al</i> (1994)	Manch.	1,36-1,49	143-162	1,4-1,5	88-84	49
<b>Traite</b>						
Treacher (1971)	Dorset	1,06-2,18	107-221	1,2-1,5	83-68	46-52
Bocquier <i>et al</i> (1985)	FxSxL	0,87-0,95	113-122	1,0	35-52	32
Geenty et Sykes (1986)	Dorset	1,83	124	1,7	71	47
	Dorset	1,69-2,10	132-158	1,5-2,0	71-65	53
Pérez-Orguez <i>et al</i> (1994)	Manch.	1,41-1,50	147-164	0,6	92-99	57-58

<sup>(1)</sup> FxD = Finnish landrace x Dorset horn, FxSxL = Finnish x Sarde x Lacaune, Manch. = Manchega.

<sup>(2)</sup> Besoins totaux = (0,033 UFL x PV<sup>0,75</sup>) + (0,7 UFL x l de lait)

<sup>(3)</sup> PDI : Protéines Digestibles au niveau Intestinal ; besoins totaux en PDI = (2,5 g x PV<sup>0,75</sup>) + (80g x l de lait) (Bocquier *et al* 1987b).

butyreux que pour le taux protéique (Sutton et Morant 1989). Chez la brebis laitière, les effets spécifiques du niveau alimentaire sur la composition du lait sont assez peu documentés ; les résultats des essais conduits sur des brebis alimentées individuellement pendant l'allaitement et pendant la période de traite sont rassemblés dans le tableau 1 (Caja et Bocquier 1998).

Dans la plupart des élevages où les brebis laitières sont nourries *ad libitum* avec des fourrages de bonne qualité, l'équilibre énergétique est atteint en quelques semaines après le sevrage (Caja 1994, Bocquier *et al* 1995), conséquence de l'accroissement des quantités ingérées (Bocquier *et al* 1987a et 1997, Pérez-Oguez *et al* 1994 et 1995, Caja *et al* 1997) et de la baisse de la production laitière. Cela peut ne pas être le cas lorsque des quantités importantes d'aliments concentrés sont distribuées, celles-ci provoquant une diminution de la consommation de fourrage (Bocquier *et al* 1983), ou lorsque les fourrages distribués sont pauvres en éléments nutritifs. Lorsque le bilan énergétique (apports-production) augmente, le taux butyreux diminue linéairement à raison de -12,2 g/l par UFL/j ( $r = -0,87$  ;  $P < 0,05$  ; figure 1). Cette relation a été établie (Bocquier et Caja 1993) à partir de résultats sur les brebis allaitantes et laitières à différents stades de lactation, avec une large gamme de valeurs de bilans énergétiques (-1,5 à +1,5 UFL/j) et de production laitière (0,6 à 3,5 l/j).

Chez la brebis laitière, comme chez la vache et la chèvre laitières, le taux protéique est corrélé positivement au bilan énergétique ( $r = +0,64$  ;  $P < 0,05$  ; figure 2), mais la relation est moins étroite que celle obtenue avec le taux butyreux (cf figure 1). En conséquence,

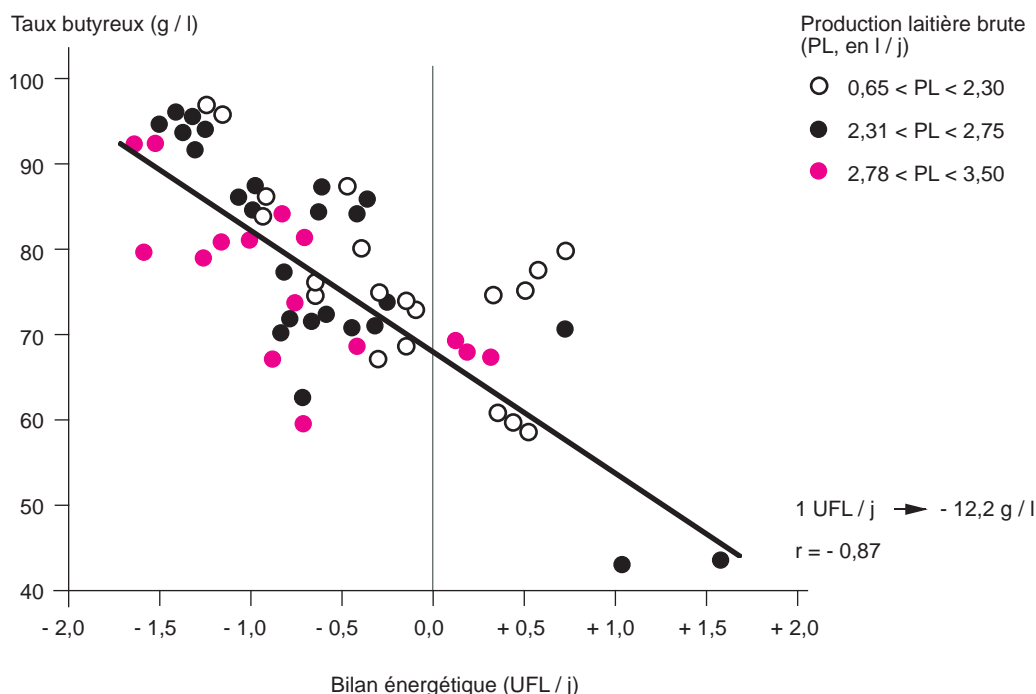
un niveau d'alimentation élevé provoque généralement une augmentation modérée de la teneur en protéines et en caséines du lait de brebis. Cela a été également montré chez la chèvre laitière (Flamant et Morand-Fehr 1982) et chez la vache laitière (Rémond 1985).

Les brebis laitières conduites au pâturage dans les systèmes traditionnels extensifs ou semi-intensifs de la zone méditerranéenne sont périodiquement soumises à une sous-alimentation en raison des fluctuations saisonnières des disponibilités en fourrages ou en sous-produits (Caballero *et al* 1992, Sheath *et al* 1995). De plus, dans les grands troupeaux conduits plus intensivement, malgré un apport moyen théorique suffisant d'aliments, la compétition alimentaire entre brebis de stades de lactation différents conduit souvent à des situations de sous-alimentation individuelle, en particulier pour les brebis les plus productives en début de lactation (ou élevant deux agneaux) dont les besoins sont plus élevés (Bocquier *et al* 1995). Cette sous-alimentation qui correspond à un bilan énergétique fortement négatif, entraîne la diminution de la production laitière et du taux protéique et l'augmentation du taux butyreux (cf tableau 1).

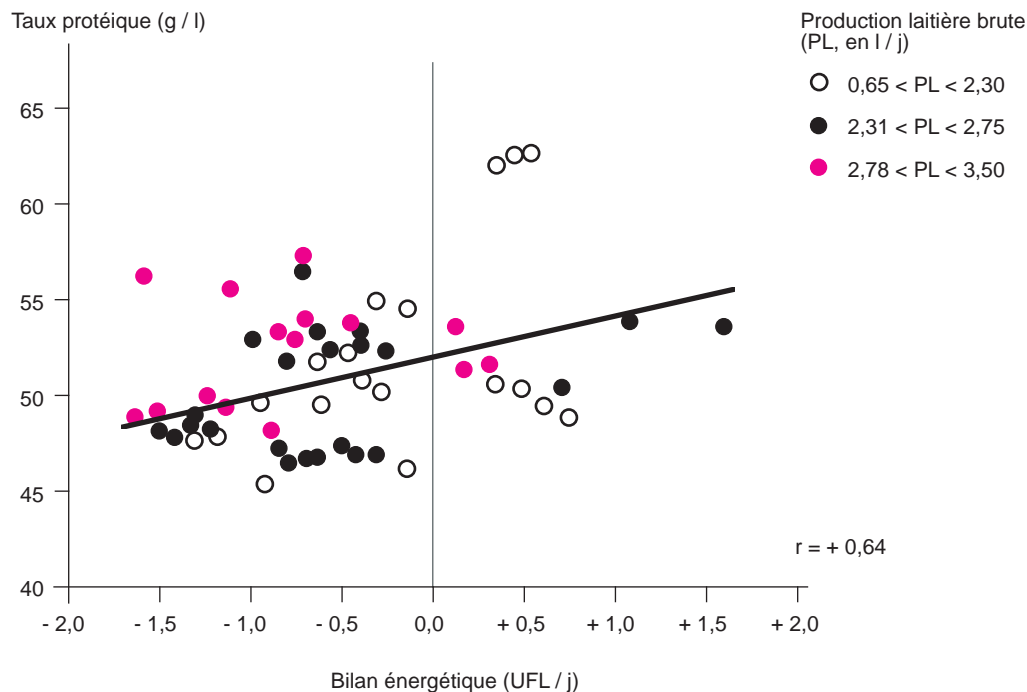
A l'inverse, lorsque les apports énergétiques sont élevés, le taux protéique du lait a tendance à s'accroître et le taux butyreux à diminuer. Mais l'augmentation du taux protéique suite à un accroissement du niveau d'alimentation est très faible en pleine lactation (Bocquier et Caja 1993) : en effet, au cours de cette période, le bilan énergétique des animaux est très souvent positif et les variations de la composition du lait sont alors plus faibles que pendant la période d'allaitement. Compte tenu des pratiques habituelles d'alimentation très libérale en élevage de brebis

**Un niveau d'alimentation élevé diminue le taux butyreux du lait et augmente légèrement le taux protéique.**

**Figure 1.** Effet du bilan énergétique sur le taux butyreux du lait de brebis (chaque point représente un lot expérimental).



**Figure 2.** Effet du bilan énergétique sur le taux protéique du lait de brebis (chaque point représente un lot expérimental).



laitières, le niveau d'alimentation en milieu et en fin de lactation agit principalement sur la persistance de la production et/ou la reconstitution des réserves corporelles (Bocquier et Caja 1993).

Les effets d'une restriction énergétique en milieu et fin de lactation sont peu documentés, que ce soit chez la brebis (Bocquier et Caja 1993) ou chez la vache (Coulon et Rémond 1991). Au cours de ces périodes, une sous-alimentation prononcée et durable des brebis laitières diminue fortement la production laitière (-31 %) et augmente le taux butyreux de +9,6 g/l (+16 %), alors que le taux protéique est inchangé lorsque les besoins azotés sont couverts (Agus et Bocquier 1995).

Les apports énergétiques à une période donnée de la lactation ont probablement un effet sur l'évolution ultérieure de la composition du lait. En effet, pour chacun des taux, butyreux et protéique, il existe des corrélations phénotypiques significatives entre les valeurs successives mesurées au cours de la lactation (TB :  $r=+0,5$  ; TP :  $+0,7$  : Barillet et Boichard 1987). Ceci laisse supposer que les effets du niveau alimentaire en début de lactation, par exemple pendant la phase d'allaitement, pourraient avoir des répercussions sur la composition du lait pendant la période de traite (Frayssé *et al* 1996). De tels effets rémanents sont toutefois difficiles à isoler des effets directs de l'alimentation énergétique.

## 1.2 / Apport en protéines

L'analyse des données bibliographiques obtenues sur les brebis (Bocquier *et al* 1987b) fait apparaître une relation quadratique

( $r^2=0,97$ ) entre l'apport protéique (en g de PDI) au-delà des besoins d'entretien et la quantité de protéines sécrétées dans le lait. L'estimation moyenne du rendement d'utilisation des PDI est de 0,56 ce qui est proche de la valeur (0,59) observée par la méthode des bilans azotés (Bocquier *et al* 1987). L'augmentation marginale de la production de protéines du lait en réponse à un accroissement de l'apport de PDI est pratiquement nulle au-dessus de 300 g de PDI/j. D'après les résultats rassemblés par Bocquier et Caja (1993), il n'y a pas d'effet significatif du bilan azoté sur le taux butyreux ni sur le taux protéique. Les effets du niveau protéique de la ration sur la production laitière des brebis en début de lactation sont principalement imputables à un accroissement de la mobilisation des réserves corporelles (Robinson *et al* 1974 et 1979, Cowan *et al* 1981) et à un meilleur rendement d'utilisation de cette énergie corporelle mobilisée (Geenty et Sykes 1986).

Les effets de l'interaction entre l'énergie et les protéines de la ration ont été étudiés par Cannas *et al* (1998) sur des brebis Sardes en milieu de lactation. Les brebis étaient alimentées en lots avec une ration complète sous forme de pellets. L'essai comparait deux niveaux d'énergie et quatre niveaux protéiques, de 14 à 21 % de MAT dans la ration (tableau 2). Indépendamment des apports énergétiques, les quantités de protéines exportées dans le lait s'accroissent curvilinéairement avec les apports azotés de la ration, ce qui est conforme à ce qui a été décrit ci-dessus. Toutefois, comme la production laitière s'accroît, au moins jusqu'au taux de 19 % de MAT dans la ration, le taux protéique du lait diminue avec les apports azotés de la ration. Cet effet de dilution se retrouve dans la diminution du taux butyreux lorsque

**En milieu et fin de lactation, la sous-alimentation diminue fortement la production laitière et augmente son taux butyreux, le taux protéique n'étant pas modifié lorsque les besoins azotés sont couverts.**

**Tableau 2.** Effets des teneurs en énergie et en protéine des rations sur la production et la composition du lait de brebis laitières sardes (Cannas *et al* 1998).

	Niveau d'énergie(1)	Matières azotées totales (% MS)				Moyenne
		14	16	19	21	
Production laitière (l/j)	B	1,26	1,43	1,50	1,48	1,42
	H	1,16	1,20	1,34	1,34	1,36
Taux butyreux (g/l)	B	60	57	57	59	58
	H	57	57	54	56	56
Taux protéique (g/l)	B	55	54	53	52	54
	H	57	54	53	54	55
Urée du lait (mg/dl)	B	12,9	17,7	23,4	26,7	19,9
	H	12,2	17,0	22,3	25,8	19,3

(1) B = 1,55 Mcal EN<sub>l</sub>/kgMS (i.e. 0,91 UFL/kgMS), H = 1,65 Mcal EN<sub>l</sub>/kgMS (i.e. 0,97 UFL/kgMS)

la teneur en azote de la ration augmente de 14 à 19 % de MAT. Les valeurs des taux butyreux observés dans cet essai sont relativement faibles du fait que les apports énergétiques élevés ont été obtenus par la distribution de rations concentrées, broyées, agglomérées et à faible teneur en glucides pariétaux (cf effet des concentrés). Dans cet essai, la diminution du taux protéique du lait lorsque la ration est plus riche en azote est moins importante avec la ration la plus énergétique.

La teneur du lait en azote uréique, qui dépend de la teneur en protéines de la ration, est mieux reliée avec celle-ci ( $r^2=0,82$ ) qu'avec la quantité de protéines ingérées ( $r^2=0,56$ ), ce qui en fait un indicateur efficace de l'utilisation de l'azote (Faverdin et Vérité 1998). Dans cette étude, la teneur en urée du lait a varié entre 12 et 27 mg/dl selon le niveau protéique de la ration : ces valeurs, plus faibles que celles mesurées chez la vache laitière, concordent avec celles observées sur des brebis Lacaune. Chez les brebis Lacaune, l'augmentation du taux de couverture des besoins moyens en PDIN (de 120 à 160 %) provoque un accroissement significatif de la teneur du lait en urée (de 38 à 52 mg/dl, soit +36 %) qui est relié ( $r^2=0,90$ ) au déséquilibre (PDIN-PDIE)/UFL des rations (Lagriffoul *et al* 1999).

### 1.3 / Conséquences sur les stratégies d'alimentation en lot

Les recommandations alimentaires pour les brebis laitières ont été définies pour un individu ou un petit groupe de brebis ayant des performances similaires ; elle ne prennent pas en compte les différences entre animaux du groupe (Caja et Bocquier 1993, Bocquier *et al* 1995). Les brebis doivent donc, dans la mesure du possible, être regroupées en lots homogènes selon leurs caractéristiques (état corporel et stade physiologique, prolificité ou taille de la portée, stade de lactation ou production laitière). Lorsque ce regroupement n'est pas possible et que les performances des brebis sont largement dispersées, la pratique courante veut que l'on distribue plus d'aliments que les apports recommandés moyens pour le lot. Par exemple, dans les troupeaux

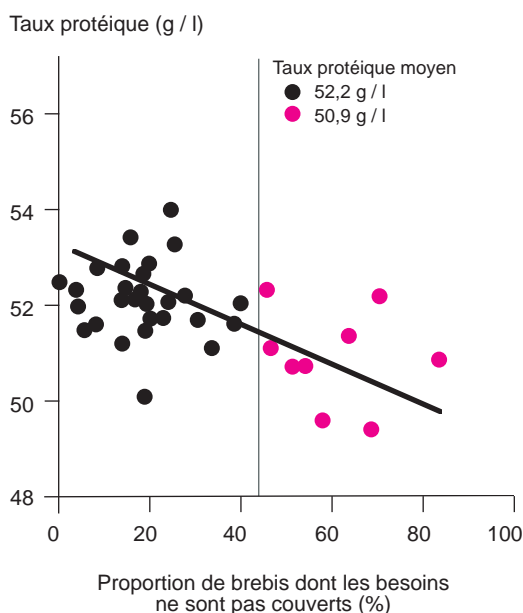
Lacaune du rayon de Roquefort, le rationnement énergétique consiste à apporter ce qui est nécessaire aux brebis qui contribuent le plus à la production laitière totale du lot. Avec la répartition des productions laitières classiquement observée, ces brebis produisent environ 10 % de plus que la moyenne de production du lot. L'apport en protéines est généralement calculé pour une production laitière d'un niveau de 30 % supérieur à la moyenne du lot. Cet objectif différent entre l'énergie et l'azote est dû aux faibles réserves protéiques corporelles et à la réponse marginale à la fois de la production laitière et du taux protéique aux apports d'azote alimentaire. Bien entendu cette suralimentation azotée se traduit par un gaspillage d'azote et par une moindre efficacité de l'azote surtout chez les brebis les moins productives.

Pour améliorer l'efficacité de l'alimentation en lots, une expérimentation a été mise en place afin de comparer deux stratégies d'alimentation (Bocquier *et al* 1995) : deux lots identiques de brebis laitières de race Lacaune (96 brebis par lot) étaient soit alimentés ensemble (conduite mélangée), soit séparément (conduite séparée) en deux sous-groupes de 48 brebis réparties selon leur niveau de production laitière (haut et bas). La quantité totale d'aliments concentrés distribuée a été identique pour la conduite séparée et mélangée. Sur la durée de l'essai, la production laitière totale et la composition du lait ont été identiques entre les deux modes d'alimentation. Dans le sous groupe 'niveau bas de production' alimenté au niveau bas, le gain de poids et la reprise d'état corporel ont été plus élevés que dans le lot 'niveau haut de production' alimenté au niveau haut, indiquant que les écarts d'apports de concentré entre les deux lots n'étaient pas assez importants. En pratique, les effets bénéfiques de l'alimentation en lots séparés ne sont obtenus qu'en diminuant fortement les apports de concentrés aux lots de faible production et en les maintenant ou en les augmentant légèrement pour les lots de brebis performantes. Dans ces conditions, avec une économie de concentrés et une maximisation de la consommation de fourrages, les performances laitières sont généralement maintenues ou légèrement améliorées.

**Augmenter les apports de protéines alimentaires permet d'augmenter les protéines exportées dans le lait, sans modifier le taux protéique du lait.**

A un instant donné, le principal facteur de dispersion des productions laitières au sein d'un troupeau provient de l'étalement des agnelages. Les effets directs de l'alimentation sur la composition du lait sont alors masqués par l'hétérogénéité due au stade de lactation. Des études conduites en France (Roquefort et Pyrénées) pour estimer l'impact de la distribution des agnelages sur la production laitière annuelle d'un troupeau et sa composition (Frayssé *et al* 1996) permettent de prendre en compte ce facteur pour comparer de manière indirecte des performances entre troupeaux et détecter ainsi un effet de l'alimentation sur la composition du lait. C'est ainsi que l'on peut isoler un effet de la proportion des brebis dont les besoins ne sont pas couverts sur le taux protéique du lait (figure 3 ; Lagriffoul *et al* 1997).

**Figure 3.** Effet du taux de couverture des besoins en énergie, exprimé en proportion des brebis dont les besoins ne sont pas couverts, sur le taux protéique moyen du lait livré à l'échelle de la campagne (Lagriffoul *et al* 1997).



## 2 / Effets de la composition de la ration

### 2.1 / Proportion de concentré dans la ration

Les aliments concentrés, du fait de leur densité énergétique et des constituants qui les composent (amidon, parois digestibles), peuvent modifier les taux butyreux et protéique du lait. Lorsque de grandes quantités de concentrés sont distribuées (plus de 60 % de la matière sèche de la ration), on peut observer une diminution simultanée des taux butyreux et protéiques pendant les premiers mois de lactation (Eyal et Folman 1978). Cet effet est beaucoup plus important pour le taux butyreux que pour le taux protéique et varie selon la race : il est beaucoup plus marqué chez les brebis Awassi (TB : -28 g/l ; TP :

2 g/l) que chez les brebis Assaf (TB : -6 g/l ; TP : +1 g/l). Cet effet sur la composition du lait est attribué à une dégradation rapide des glucides non pariétaux dans le rumen, abaissant ainsi sévèrement le pH et modifiant la quantité et la composition des protéines microbiennes synthétisées, et à une moindre dégradation des glucides pariétaux. Ces effets négatifs peuvent être partiellement réduits par l'utilisation de substances tampon (Hadjipanayiotou 1988). En pleine lactation, chez les brebis alimentées en lot, un accroissement raisonnable de l'apport d'aliments concentrés modifie principalement le poids vif et l'état corporel des brebis, sans que la quantité et la composition du lait ne soient significativement modifiées. L'apport d'aliments broyés et agglomérés comme la luzerne déshydratée n'a pas d'effet très net sur la composition du lait. Comme cet aliment ingestible accroît à la fois la production de lait et de matière utile on peut considérer qu'à des taux d'incorporation inférieurs à 1 kg/brebis/jour il ne se produit pas d'effet défavorables sur la composition du lait (Guitard *et al* 1996).

### 2.2 / Apport de matières grasses

L'intérêt de l'introduction des lipides dans les rations de brebis laitières s'est accru ces dernières années avec la disponibilité de nouvelles préparations et les résultats encourageants obtenus chez les vaches laitières (Doreau *et al* 1999). Les informations disponibles sur les brebis sont cependant limitées et nous nous intéresserons en particulier aux savons calciques d'acides gras à longue chaîne (SCALC). L'effet des lipides protégés sur la production de lait de brebis et sa composition a fait l'objet de revues par Casals et Caja (1993) et Chilliard et Bocquier (1993).

Les premiers essais (Pérez Hernandez *et al* 1986) d'ajout de lipides aux rations des brebis avaient été conduits dès la phase d'allaitement afin d'améliorer la croissance de leurs agneaux. Il n'y avait pas eu de résultat très net sur la croissance des agneaux, mais l'effet s'est manifesté pendant la phase de traite qui a suivi : la supplémentation lipidique a accru le taux butyreux du lait.

Ceci a été confirmé par les essais conduits pendant les phases d'allaitement et de traite de brebis Manchega pâturant dans des conditions semi-intensives (Casals *et al* 1989, 1991, 1992ab et 1999, Cuartero *et al* 1992, Gargouri *et al* 1995, Pérez Alba *et al* 1997). Dans tous ces essais (tableau 3), avec des productions laitières totales généralement inchangées sur l'ensemble de la lactation, les rations enrichies avec les savons de calcium ont conduit à une augmentation significative de la teneur du lait en matières grasses et, dans la plupart des cas, une légère diminution du taux protéique du lait. Les réponses varient selon la dose de SCALC et le stade de lactation des brebis : l'estimation de la production et de la composition du lait pendant la phase d'allaitement montre que l'efficacité apparente du transfert des SCALC vers le lait est plus élevée pendant

cette phase que pendant la période de traite, la dose optimale de SCALC qui maximise la production de matières grasses du lait étant de 120 g/j et 70 g/j, pendant l'allaitement et la traite respectivement. L'effet dépressif des SCALC sur le taux protéique s'accroît avec l'avancement de la lactation, mais les niveaux d'incorporation des SCALC indiqués ci-dessus permettent de limiter cet effet. La teneur du lait en caséines diminue également avec l'apport de SCALC, mais la proportion de caséines dans les protéines du lait reste constante.

La composition en acides gras du lait est modifiée par les apports d'acides gras supplémentaires. Ainsi on observe une forte augmentation de la teneur du lait en acides palmitique (C16:0) et oléique (C18:1) et une diminution des concentrations des acides gras de C6 à C14 (Gargouri *et al* 1995, Pérez Alba *et al* 1997). La modification de la composition en acides gras du lait dépend de celle du SCALC (Gargouri *et al* 1995, Pérez Alba *et al* 1997). Cependant, dans les matières grasses du fromage, les différences de composition en acides gras ne sont plus significatives après la phase de maturation. Une attention particulière doit toutefois être portée aux effets de ces acides gras sur le taux de lipolyse et sur les caractéristiques organoleptiques des fromages.

Osuna *et al* (1998) ont étudié les effets de l'introduction de graines d'oléagineux entières (coton ou tournesol) en remplacement partiel de SCALC de telle sorte que les teneurs en lipides des rations étaient de 2,5 % dans la ration témoin à 7 % dans les rations supplémentées en lipides (tableau 4). Les rations étaient iso-azotées (16 % MAT) et constituées d'un mélange fourrage (71 %) concentré (29 %) dans lequel le supplément lipidique était incorporé. Les conséquences de ces traitements ont été évalués sur l'ingestion, la production et la composition du lait de brebis laitières des races Manchega et Lacaune en milieu de lactation. L'incorporation des matières grasses dans les rations provoque une diminution des quantités ingérées, ne modifie pas les niveaux de production laitière et augmente la teneur (+17 g/l ; +25 %) et la quantité de matières grasses sécrétées dans le lait, alors que le taux protéique du lait n'est pas affecté (tableau 4). La teneur en caséines a tendance à diminuer et la proportion de caséines dans les protéines du lait diminue significativement. Aucune interaction n'est observée selon la race des brebis malgré des niveaux de performance très différents entre Manchega et Lacaune, tant pour la production que pour les taux butyreux et protéique.

**Les rations enrichies en matières grasses augmentent fortement le taux butyreux du lait et modifient sa composition en acides gras.**

**Tableau 3.** Effets de l'apport de savons de calcium d'acides gras à chaîne longue sur la production (l/j) et la composition du lait (TB : taux butyreux, TP : taux protéique, en g/l) de brebis Manchega pendant la période de traite.

Référence	Ration de base	Lipides	Lait	TB	TP
Casals <i>et al</i> (1989, 1992a, 1999)	Pâturage	0	0,75	79	62
		160 <sup>(1)</sup>	0,78	97	56
	Pâturage + supplément protéique	0	0,73	85	64
		160 <sup>(1)</sup>	0,69	100	59
Casals <i>et al</i> (1991, 1992b)	Pâturage	0	0,74	74	60
		40 <sup>(1)</sup>	0,83	82	59
		80 <sup>(1)</sup>	0,70	94	60
		120 <sup>(1)</sup>	0,74	89	55
		160 <sup>(1)</sup>	0,71	94	56
Font <i>et al</i> (non publié)	Pâturage	0	0,51	99	65
		72 <sup>(1)</sup>	0,53	105	61
Cuartero <i>et al</i> (1992)	Pâturage	0	0,45	92	-
		75 <sup>(1)</sup>	0,46	104	-
Gargouri <i>et al</i> (1995)	Pâturage	0 <sup>(2)</sup>	0,94	82	67
		72 <sup>(1,2)</sup>	1,00	84	63
Gargouri (1997)	Pâturage	0	0,92	74	63
		96 <sup>(1)</sup>	0,83	83	61
Pérez Alba <i>et al</i> (1997)	Foin de vesce avoine	0	1,40	65	51
		166 <sup>(3)</sup>	1,56	68	49

<sup>(1)</sup> Savons calciques d'huile de palme

<sup>(2)</sup> Incluant 2 % de lipides animaux et 3 % de graine de soja dans les deux concentrés

<sup>(3)</sup> Savons calciques d'huile d'olive.

**Tableau 4.** Effets de l'apport de graines entières d'oléagineux (coton ou tournesol et de savons de calcium d'acides gras sur la production et la composition du lait de brebis Manchega (M) et Lacaune (L) en milieu de lactation.

	Race	Témoin	SCALC <sup>(1)</sup>	SCALC+GC <sup>(2)</sup>	SCALC+GT <sup>(3)</sup>
Production laitière (l/j)	M	0,8	0,8	1,0	0,8
	L	1,7	1,7	1,5	1,7
Taux butyreux (g/l)	M	74	95	95	90
	L	61	77	82	70
Taux protéique (g/l)	M	63	60	64	62
	L	55	55	58	55

<sup>(1)</sup> SCALC = savons de calcium à base d'huile de palme (5,5 % brut)

<sup>(2)</sup> Mélange de SCALC (2,5 %) et de graines de coton (11 %)

<sup>(3)</sup> Mélange de SCALC (2,5 %) et de graines de tournesol (4 %).

### 2.3 / Suppléments protéiques

Les essais de supplémentation par des matières azotées faiblement dégradables, des protéines protégées ou des acides aminés protégés, sont très peu nombreux chez la brebis et la plupart ont été effectués sur des brebis à viande, ce qui en limite la portée quant aux effets sur la composition du lait. De plus, dans certains cas, les résultats sont contradictoires.

La production laitière augmente en début de lactation lorsqu'on distribue des protéines faiblement dégradables (farine de poisson) en remplacement de protéines facilement dégradables (Robinson *et al* 1979, Cowan *et al* 1981, Penning et Treacher 1981, González *et al* 1982, Hadjipanayiotou 1988 et 1992, Penning *et al* 1988, Purroy et Jaime 1995). La composition du lait est inchangée dans la plupart des cas ; elle n'est significativement améliorée que dans les essais de Penning *et al* (1988) et Purroy et Jaime (1995), lorsque la farine de poisson a remplacé du tourteau de soja. Dans ces essais, le taux protéique a significativement augmenté (+2,9 g/l, soit +6,2%), mais pas la production laitière, probablement du fait de la réduction des effets de la sous-alimentation (70-80% des besoins énergétiques) due à une meilleure utilisation de l'énergie corporelle mobilisée. Robinson *et al* (1979) ont également observé une légère augmentation ( $P < 0,01$ ) du taux protéique du lait lorsque de la farine de poisson remplace du tourteau de soja ou d'arachide. Les effets de la farine de poisson sont attribués à une augmentation quantitative et qualitative (profil des acides aminés absorbés dans l'intestin grêle et disponibles pour la synthèse du lait) des apports en acides aminés limitants.

L'utilisation de protéines protégées contre la dégradation ruminale a donné également des résultats intéressants, mais parfois non significatifs ou contradictoires, en particulier parce que le traitement de 'protection' par du formol n'était pas toujours maîtrisé (Caja *et al* 1977). Ainsi, la comparaison, réalisée sur des brebis laitières Chios, de l'utilisation de tourteau de soja, de farine de poisson et de tourteau de soja protégé par le formol, n'a pas montré de différence significative de production laitière ni de composition du lait (Hadjipanayiotou 1992), bien que les teneurs

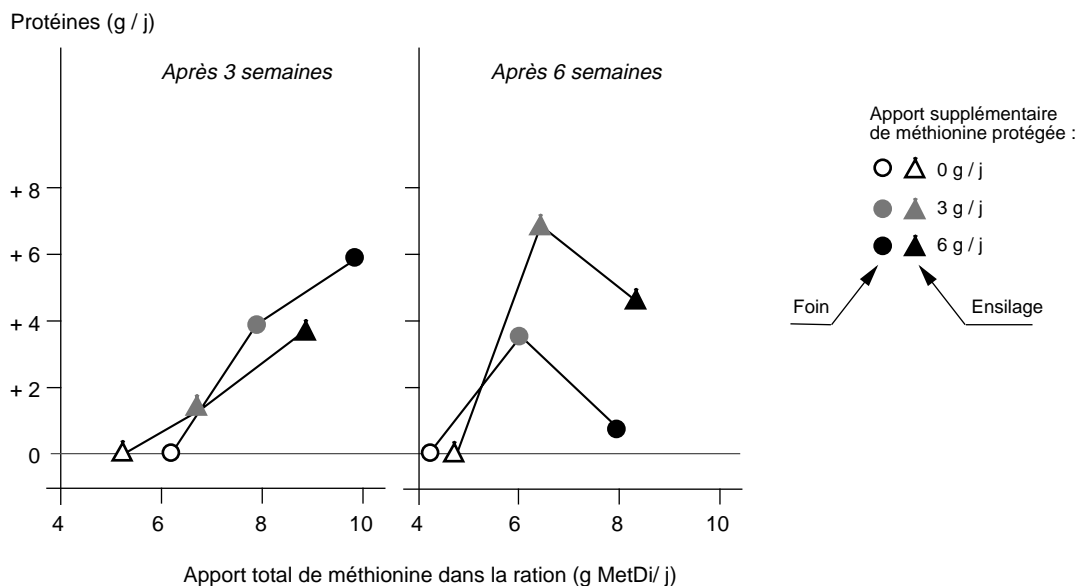
du lait en matières grasses et protéiques aient été légèrement supérieures chez les brebis recevant le tourteau de soja traité au formol. Chez des brebis Chios en déficit énergétique, l'utilisation du tourteau de soja protégé par le formol n'affecte pas non plus la production laitière, ni la composition du lait (Hadjipanayiotou et Photiou 1995). Le soja protégé industriellement par le lignosulfonate est à présent disponible pour les ruminants. La comparaison entre du soja ainsi traité et du soja non traité a été réalisée sur des brebis Manchega alimentées avec des fourrages pauvres à deux niveaux de complémentation avec du concentré (Pérez *et al* 1994 et 1995). Les valeurs de dégradabilité de l'azote, mesurées *in sacco* pour le soja traité et non traité étaient respectivement de 0,30 et 0,56. Les différences de production et de composition du lait entre traitement n'ont pas été significatives, mais une interaction significative ( $P < 0,05$ ) du niveau de concentré et de la dégradabilité des protéines a été observée sur la production laitière. Les plus fortes valeurs de production laitière ont été obtenues avec le niveau haut de supplémentation de soja protégé, la composition du lait n'étant pas modifiée.

L'addition d'acides aminés protégés à la ration en vue d'améliorer la production et la composition du lait a été testée chez les brebis pendant les phases d'allaitement (Lynch *et al* 1991, Baldwin *et al* 1993) et de traite (Bocquier *et al* 1994). Lynch *et al* (1991) ont étudié la supplémentation avec de la méthionine (0,11 %) et de la lysine (0,28 %) de deux concentrés dont la teneur en protéines variait (10 ou 16 % de MAT). La supplémentation en acides aminés n'a pas eu d'effet significatif sur la production et la composition du lait, même chez les brebis recevant le concentré à faible teneur en azote pour lesquelles la production laitière a été inférieure à celle des brebis recevant le concentré le plus riche. Chez des brebis Dorset, l'apport de méthionine protégée (0,2 % MS) dans le concentré a provoqué une légère augmentation (+2 %) de la production laitière et du taux protéique du lait (Baldwin *et al* 1993). Chez des brebis Lacaune en début de période de traite, lorsqu'elles sont en bilan nutritionnel positif (apports égaux à 117-120 % et 120-140 % des besoins énergétiques et azotés respectivement), il a été également montré (Bocquier *et*

**La supplémentation azotée par des acides aminés protégés augmente l'exportation de protéines dans le lait, le taux protéique répondant de façon plus variable.**



**Figure 4.** Effet du niveau (0, 3 ou 6 g/j) et de la durée (semaines) d'un apport de méthionine protégée sur la production de protéine du lait chez des brebis recevant de l'ensilage (symboles carrés) ou du foin (symboles ronds) (Bocquier *et al* 1994).



*al* 1994) que le taux protéique du lait est accru par l'addition de 3 ou 6 g/j de méthionine protégée (figure 4) alors que la production laitière et le taux butyreux sont inchangés. L'accroissement du taux protéique du lait, en réponse à cette supplémentation en méthionine, est supérieure lorsque la ration de base est constituée d'ensilage plutôt que de foin, ce qui signifie que la méthionine peut être un acide aminé limitant de la synthèse des protéines du lait avec des rations à base de foin. Des essais conduits sur des brebis à viande (Bocquier *et al* 1997) montrent qu'il existe une compétition pour les besoins en acides aminés soufrés (méthionine) entre la production de lait et la croissance de la laine. D'ailleurs un apport de lysine protégée, qui permet d'accroître la production laitière, diminue la pousse de laine (Bocquier *et al* 1997). Toutefois nous ne disposons pas de recommandations précises sur les besoins de la brebis en certains acides aminés (méthionine, lysine) comme c'est le cas pour la vache laitière.

## Conclusion et perspectives

Pour la majorité des éleveurs de brebis, le problème est de produire à grande échelle du lait répondant au cahier des charges des transformations fromagères qui les concernent. Ces éleveurs se sont adaptés en faisant évoluer les méthodes de production en s'appuyant sur les connaissances scientifiques disponibles et sur les techniques mises au point tant en matière d'alimentation que de contrôle de la composition du lait. L'étape primordiale a été d'augmenter la productivité individuelle des brebis laitières et de maîtriser les principaux aspects sanitaires. La seconde étape a été imposée par la transformation fromagère : le lait est maintenant

généralement payé sur des critères qui traduisent son aptitude à la transformation fromagère, c'est-à-dire ses teneurs en matières grasses et protéiques. Actuellement, apparaît une grande diversité de nouveaux objectifs émergeant de la demande des consommateurs, qui se traduisent le plus souvent par des contraintes nouvelles de production. Parmi ces contraintes, la production dite naturelle, la prise en compte du bien-être animal, l'utilisation durable des espaces agricoles et le contrôle des pollutions sont souvent évoqués, même s'ils ne concernent pas tous les élevages de brebis laitières. Ces objectifs ne sont pas toujours clairement formulés et sont parfois contradictoires, voire économiquement inadaptés au contexte actuel. C'est la raison pour laquelle les organisations d'éleveurs défendent leurs produits, et leur revenu, par la mise en place de nouvelles règles de production bien précises et collectivement acceptées. Ainsi par exemple, en dehors de la réglementation nationale sur l'utilisation des sous-produits animaux, des décisions locales ont été prises dans le Rayon de Roquefort pour ne plus utiliser certains produits comme les lipides protégés. L'utilisation de certains aliments est en cours de discussion concernant le risque qu'il contiennent des parties d'organismes génétiquement modifiés. D'une façon plus générale les filières de production de lait de brebis cherchent à favoriser, voire à imposer, l'utilisation d'aliments produits localement et à réduire les achats d'aliments à l'extérieur de l'exploitation et/ou de la zone de production. Cette tendance de fond remet au premier plan les problèmes de maîtrise de la composition du lait par l'alimentation puisque d'une part il faut utiliser les fourrages produits localement et d'autre part ne plus recourir à certains aliments ou nutriments destinés à corriger la ration de base.

## Références

- Agus A., Bocquier F., 1995. Contribution of body reserves to milk production in underfed dairy ewes. IV Symposium International sur la Nutrition des Herbivores, Clermont-Ferrand, Septembre 1995. *Ann. Zootech.*, 44 (Suppl.), 320.
- Baldwin J.A., Horton G.M.J., Wholt J.E., Palatini D.D., Emanuele S.M., 1993. Rumen protected methionine for lactation, wool and growth in sheep. *Small Rum. Res.*, 12, 125-132.
- Barillet F., Boichard D., 1987. Studies on dairy production of milked ewes. I. Estimates of genetic parameters for total milk composition and yield. *Genet. Sel. Evol.*, 19, 459-474.
- Barillet F., Sanna S., Boichard D., Astruc J.M., Carta M., Casu S., 1993. Genetic evaluation of the Lacaune, Manech and Sarda dairy sheep with animal model. *Proceed. 5th Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants*, Budapest, May 14-20. *Hungarian J. Anim. Prod.*, 1 (Suppl.), 580-607.
- Bencini R., Pulina G., 1997. The quality of sheep milk: a review. *Australian J. Exp. Agric.*, 37, 485-504.
- Bocquier F., Caja G., 1993. Recent advances on nutrition and feeding of dairy sheep. *Proceed. 5th Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants*, Budapest, May 14-20. *Hungarian J. Anim. Prod.*, 1 (Suppl.), 580-607.
- Bocquier F., Delmas D., Thériez M., 1983. Alimentation de la brebis laitière: capacité d'ingestion et phénomènes de substitution chez la brebis Lacaune. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 52, 19-24.
- Bocquier F., Thériez M., Brelurut A., 1987a. The voluntary hay intake of ewes during the first weeks of lactation. *Anim. Prod.*, 44, 387-394.
- Bocquier F., Thériez M., Brelurut A., 1987b. Recommandations alimentaires pour les brebis en lactation. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 70, 199-211.
- Bocquier F., Delmas G., Sloan B., Vacaresse C., Van Quackebeke E., 1994. Effet de la supplémentation en méthionine protégée sur la production et la composition du lait de brebis Lacaune. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 101-104.
- Bocquier F., Guillouet P., Barillet F., 1995. Alimentation hivernale des brebis laitières : intérêt de la mise en lots. *INRA Prod. Anim.*, 8, 19-28.
- Bocquier F., Guitard J.P., Vacaresse C., Van Quackebeke E., Delmas G., Guillouet P., Lagriffoul G., Morin E., Arranz J.M., 1997. Estimation de la capacité d'ingestion et des phénomènes de substitution fourrage/concentré chez les brebis Lacaune conduites en lots : compilation des données obtenues sur des rations à base d'ensilage. *Renc. Rech. Ruminants*, 4, 75-78.
- Bocquier F., Thériez M., Robert J.C., 1997. Effet de l'apport de méthionine et de lysine protégées sur la production laitière et sur la croissance de la laine chez la brebis allaitante. *Renc. Rech. Ruminants*, 4, 151.
- Bocquier F., Aurel M.R., Barillet F., Jacquin M., Lagriffoul G., Marie C., 1999. Effects of partial milking during the suckling period on milk production of Lacaune dairy ewes. In : F. Barillet and N.P. Zervas (eds), *Milking and milk production of dairy sheep and goats*, EAAP Publ. n° 95, 257-262. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.
- Caballero R., Rióperes J., Fernández E., Arauzo M., Hernaiz P.J., 1992. Performance of Manchega ewes grazing cereal stubbles and cultivated pastures. *Small Rum. Res.*, 7, 315-329.
- Caja G., 1994. Valoración de las necesidades nutritivas y manejo de la alimentación de ovejas lecheras de raza Manchega. In: L. Gallego, A. Torres & G. Caja (eds), *Ganado ovino: Raza Manchega*, 137-159. Mundi-Prensa, Madrid.
- Caja G., Bocquier F., 1998. Effects of nutrition on ewe's milk quality. Cooperative FAO-CIHEAM Network on sheep and goats, Nutrition Subnetwork, Grignon, France, 3-5 September, 1-16.
- Caja G., Such X., 1991. Situación de la producción de leche de oveja en el Mundo y clasificación de los principales sistemas de producción de ovino lechero. *Ovis*, 14, 11-27.
- Caja G., Gálvez J.F., Argamentería A., Ciria J., 1977. Inhibition of ruminal deamination in vitro by formaldehyde treatment of sunflower-seed, soya bean and fish meals: response curves to protective treatment. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, 2, 267-275.
- Caja G., Bocquier F., Pérez-Oguez L., Oregui L., 1997. Mesure de la capacité d'ingestion durant la période de traite des brebis laitières de races méditerranéennes. *Renc. Rech. Ruminants*, 4, 84.
- Cannas A., Pes A., Mancuso R., Vodret B., Nudda A., 1998. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 81, 499-508.
- Casals R., Caja G., 1993. Interés del empleo de los suplementos lipídicos en la alimentación de ovino y caprino en zonas áridas. In: *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña y su relación con la conservación del medio natural*. Congresos y Jornadas 29/93. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, 173-193.
- Casals R., Caja G., Such X., Torre C., 1989. Efectos de la incorporación de grasa y proteína no degradables en el concentrado de lactación de ovejas de ordeño. *ITEA Prod. Anim.*, 9 (Suppl.), 107-109.
- Casals R., Caja G., Guillou D., Torre C., Such X., 1991. Variación de la composición de la leche de ovejas Manchegas según la dosis de lípidos protegidos. *ITEA Prod. Anim.*, 11 (Suppl.), 331-333.
- Casals R., Caja G., Such X., Torre C., Fàbregas X., 1992a. Lactational evaluation of effects of calcium soap and undegraded intake protein on dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 75, 174 (Abstr.).
- Casals R., Caja G., Guillou D., Torre C., Such X., 1992b. Influence of dietary levels of calcium soaps of long chain fatty acids on lactational performance of dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 75, 174 (Abstr.).
- Casals R., Caja G., Such X., Torre C., Calsamiglia S., 1999. Lactational effects of calcium soap and undegraded intake protein on dairy ewes. *J. Dairy Res.*, 66n 177-191.
- Casu S., Carta R., Ruda G., 1983. Morphologie de la mamelle et aptitude à la traite mécanique de la brebis Sarde. 3rd Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants. Ed. Sever Cuesta, Valladolid, 592-603.
- Chilliard Y., Bocquier F., 1993. Effects of fat supplementation on milk yield and composition in dairy goats and ewes. *Proceed. 5th Int. Symp. "La qualità nelle produzioni dei piccoli ruminanti"*. Camera di Commercio Industria Artigiano Agricoltura di Varese, 3 dicembre 1993, Varese, 61-78.
- Coulon J.B., Rémond B., 1991. Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 29, 31-47.
- Cowan R.T., Robinson J.J., Mc Hattie I., Pennie K., 1981. Effects of protein concentration in the diet on milk yield change in body composition and the efficiency of utilization of body tissue for milk production in ewes. *Anim. Prod.*, 33, 111-120.
- Cuartero J.R., Pérez-Sempere J.I., Gómez V., Otal J., 1992. El empleo de la grasa by-pass en la alimentación de la oveja Manchega durante el ordeño. *Investigación Agraria en Castilla-La Mancha, Area de Producción Animal n°4*, 13 p.
- DePeters E.J., Cant J.P., 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *J. Dairy Sci.*, 75, 2043-2070.

Doreau M., Chilliard Y., Rulquin H., Demeyer D.I., 1999. Manipulation of milk fat in dairy cows. In: P.C. Garnsworthy and J. Wiseman (eds), *Recent Advances in Animal Nutrition*, 81-109. Ed. Nottingham University Press.

Eyal E., Folman Y., 1978. The nutrition of dairy sheep in Israel. In: J.G. Boyazoglu & T.T. Treacher (eds), *Milk production in the ewe*. EAAP Publication, 23, 84-93.

Faverdin P., Vérité R., 1998. Utilisation de la teneur en urée du lait comme indicateur de la nutrition protéique et des rejets azotés chez la vache laitière. *Renc. Rech. Ruminants*, 5, 209.

Fernández N., Arranz J., Caja G., Torres A., Gallego L., 1983. Aptitud al ordeño mecánico de ovejas de raza Manchega: II. Producción de leche, reparto de fracciones y cinética de emisión de leche. 3rd Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants. Ed. Sever Cuesta, Valladolid, 667-686.

Flamant J.C., Morand-Fehr P., 1982. Milk production in sheep and goats. In: I.E. Coop (ed), *Sheep and goat production*, 275-295. World Animal Science, C 1. Elsevier Science Publishing Company, Amsterdam.

Fraysse J., Lagriffoul G., Bocquier F., 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.

Fuertes J.A., Gonzalo C., Carriedo J.A., San Primitivo F., 1998. Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 81, 1300-1307.

Gallego L., Molina M.P., Torres A., Caja G., 1983. Evolución de la cantidad y composición de la leche de ovejas de raza Manchega desde el parto. 3rd Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants. Ed. Sever Cuesta, Valladolid, 285-297.

Gargouri A., Caja G., Such X., Ferret A., Casals R., Peris S., 1993. Evaluation d'un système de traite et allaitement simultanés chez les brebis laitières de race Manchega. 5th Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants, Budapest. *Hungarian J. Anim. Prod.*, 1 (Suppl.), 484-499.

Gargouri A., Caja G., Such X., Casals R., Ferret A., 1995. Efectos de la utilización de lípidos protegidos en la alimentación de ovejas de ordeño en el sistema a media leche. *ITEA Prod. Anim.*, 16 (Suppl.), 720-722.

Gargouri A., Caja G., Gafo C., Such X., Ferret A., 1997. Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche de oveja mediante el empleo de jabones cálcicos de ácidos grasos de cadena larga. *ITEA Prod. Anim.*, 18 (Suppl.), 694-696.

Geenty K.G., Sykes A.R., 1986. Effect of herbage allowances during pregnancy and lactation on feed intake, milk production, body composition and energy utilization of ewes at pasture. *J. Agric. Science (Cambridge)*, 106, 351-367.

González J.S., Robinson J.J., McHattie I., Fraser C., 1982. The effect in ewe of source and level of dietary protein on milk yield and the relationship between the intestinal supply of non ammonia nitrogen and the production of milk protein. *Anim. Prod.*, 34, 31-40.

González J.S., Robinson J.J., McHattie I., 1984. The effect of level of feeding on the response of lactating ewes to dietary supplements of fish meal. *Anim. Prod.*, 40, 39-45.

Guitard J.P., Bocquier F., Vacaresse C., Van Quackebecke E., Delmas G., Guillouet Ph., Lagriffoul G., Arranz J.M., 1996. Production laitière et quantité ingérées par des brebis laitières selon le niveau d'apport de luzerne déshydratée. *Renc. Rech. Ruminants*, 3, 120.

Hadjipanayiotou M., 1988. Feeding system largely based on concentrates. I. Sheep. *World Rev. Anim. Prod.*, 24, 75-85.

Hadjipanayiotou M., 1992. Effect of protein source and formaldehyde treatment on lactation performance of Chios ewes and Damascus goats. *Small. Rumin. Res.*, 8, 185-197.

Hadjipanayiotou M., Photiou A., 1995. Effects of level of inclusion and formaldehyde treatment of soybean meal on the performance of lactating Chios ewes in negative energy balance. *Livest. Prod. Sci.*, 41, 207-215.

Labussière J., Bennemederbel B., Combaud J.F., Chevalière F., 1983. Description des principaux paramètres caractérisant la production laitière, la morphologie mammaire et la cinétique d'émission du lait de la brebis Lacaune traite une ou deux fois par jour avec ou sans égouttages. 3rd Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants. Ed. Sever Cuesta, Valladolid, 625-652.

Lagriffoul G., Guitard, J.P., Arranz J.M., Autran P., Drux B., Delmas, G., Gautier J.M., Jaudon J.P., Morin E., Saby C., Vacaresse C., Van Quackebecke E., Bocquier F., 1999. Influence du taux de couverture des besoins azotés des brebis laitières sur la production de lait et sa teneur en urée. *Renc. Rech. Ruminants*, 6, 166.

Lynch G.P., Elsasser T.H., Jackson C.Jr., Rumsey T.S., Camp M.J., 1991. Nitrogen metabolism of lactating ewes fed rumen-protected methionine and lysine. *J. Dairy Sci.*, 74, 2268-2276.

Marie C., Jacquin M., Aurel M.R., Paille F., Porte D., Autran P., Barillet F., 1999. Déterminisme génétique de la cinétique d'émission du lait selon le potentiel laitier en race ovine de Lacaune et relations phénotypiques avec la morphologie de la mamelle. In: F. Barillet and N.P. Zervas (eds), *Milking and milk production of dairy sheep and goats*, EAAP Publ. n° 95, 381-387. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.

McKusick B.C., Berger Y., Thomas D.L., 1999. Effects of three weaning and rearing systems on commercial milk production and lamb growth. Proc. 47 th Annual Spunner Sheep Day, August 28, 1999, 33-48.

Molina M.P., Gallego L., 1994. Composición de la leche: Factores de variación. In: L. Gallego, A. Torres & G. Caja (eds), *Ganado ovino: Raza Manchega*, 191-208. Mundi-Prensa, Madrid.

Osuna D.R., Casals R., Caja G., Peris S., 1998. Effects of feeding whole oilseeds to partially replace calcium soaps of fatty acids on dairy ewes intake and milk production and composition. *J. Dairy Sci.*, 81 (Suppl. 1), 302 (Abstr.).

Pérez Alba L.M., De Souza S., Pérez M., Martínez A., Fernández G., 1997. Calcium soaps of olive fatty acids in the diets of Manchega dairy ewes: Effects on digestibility and production. *J. Dairy Sci.*, 80, 3316-3324.

Pérez-Hernandez M., Robinson J.J., Aitiken R.P., FRazer C., 1986. The effect of dietary supplements of protected fat on the yield and fat content of ewe's milk and on lamb growth rate. *Anim. Prod.*, 42, 455.

Pérez-Oguez L., Such X., Caja G., Ferret A., Casals R., 1994. Variación de la respuesta a la suplementación con proteína no degradable en ovejas lecheras según el nivel de concentrado. XIX Jornadas de la SEOC, Burgos. Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería, 249-254.

Pérez-Oguez L., Caja G., Ferret A., Gafo C., 1995. Efecto de la suplementación con proteína no degradable en ovejas de raza Manchega: 2. Ingestión de forraje. *ITEA Prod. Anim.*, 16 (Suppl.), 12-14.

Pellegrini O., Remeuf F., Rivemale M., Barillet F., 1997. Renneting properties of milk from individual ewes: influence of genetic and non-genetic variables, and the relationship with physicochemical characteristics. *J. Dairy Res.*, 64, 355-366.

Purroy A., Jaime C. 1995. The response of lactating and dry ewes to energy intake and protein source in the diet. *Small Rum. Res.*, 17, 17-24.

Penning P.D., Treacher T.T., 1981. Effect of protein supplements on performance of ewes offered cut fresh ryegrass. *Anim. Prod.*, 23, 374-375 (Abstr.).

Penning P.D., Orr R.J., Treacher T.T., 1988. Responses of lactating ewes offered fresh herbage indoors and when grazing, to supplements containing differing protein concentrations. *Anim. Prod.*, 46, 403-415.

Rémond B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 62, 53-67.

Robinson J.J., Fraser C., Gill J.C., Mc Attie I., 1974. The effect of dietary crude protein concentration and time of weaning on milk production and body weight change in the ewe. *Anim. Prod.*, 19, 331-339.

Robinson J.J., Mc Hattie I., Calderon-Cortes J.F., Thompson J.L., 1979. Further studies on the response of lactating ewes to dietary protein. *Anim. Prod.*, 29, 257-269.

Sheath G.W., Thériez M., Caja G., 1995. Grassland farm systems for sheep production. In : M. Journet, E. Grenet, M-H. Farce, M. Thériez & C. Demarquilly (eds), Recent developments in the Nutrition of Herbivores, 527-550. *Proceed. 4th Int. Symp. on Nutrition of Herbivores. Clermont-Ferrand. INRA Editions, Paris.*

Sutton J.D., Morant S.V., 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. *Livest. Prod. Sci.*, 23, 219-237.

Treacher T.T., 1971. Effects of nutrition in pregnancy and in lactation on subsequent milk yield in ewes. *Anim. Prod.*, 12, 23-36.

Treacher T.T., 1983. Nutrient requirements for lactation in the ewe. In: W. Haresign (ed), *Sheep production*, 133-153. Butterworths, London.

Treacher T.T., 1989. Nutrition of the dairy ewe. In: W.J. Boyland (ed), *North American Dairy Sheep Symposium*, 45-55. University of Minnesota, St Paul.

## Abstract

### *Effects of nutrition on ewes' milk quality.*

Control of milk composition is of importance in dairy ewes because milk is mainly used for cheese making. Besides numerous factors that alter milk composition, knowledge on the effects of nutrition is useful for it concerns both yield and milk content. Level of nutrition is a main factor affecting milk yield and milk composition in dairy ruminants : i.e. milk yield increases with level of nutrition and vice versa, but effects on milk composition are less clear. Milk fat content is in general negatively correlated to energy balance, whereas with protein content the correlation is positive. In consequence, in most cases, a high level of nutrition in dairy sheep will depress fat content and slightly increase milk protein content. In addition, an increase in dietary protein supply will increase milk protein yield, if the ewe has not reached its potential yield, but this response is not associated to changes in milk protein content. An easy mean of increasing energy supply is to

use high quantities of concentrate, but this may directly depress milk fat and protein content and secondarily turn energy partition from milk to body fat depots. The use of specific nutrients such as protected fat or amino acids appears to be of interest as a mean of improving milk fat and/or protein content in dairy ewes. Limited experience is, however available, nowadays and advantages or drawbacks are not fully known.

In the practical conditions of dairy flock management the effects of nutrition are often hidden in the complexity of numerous factors that are also known to alter milk composition. Therefore, as within-group individual nutritional status is unknown, global response in term of bulk milk composition is difficult to predict. This leads to the notion of group-feeding strategies that include the variety of animal responses to feeding treatments.

BOCQUIER F., CAJA G., 2001. Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.*, 14, 129-140.