

Estimation de la capacité d'ingestion et des phénomènes de substitution fourrage/concentré chez les brebis Lacaune conduites en lots

E. VAN QUACKEBEKE(1), F. BOCQUIER(2), J.P. GUITARD (3), C. VACARESSE(4), G. DELMAS(5), Ph. GUILLOUET(6), G. LAGRIFOUL (7) ET J-M ARRANZ (8),
(1)Inst. Elevage (Lyon) , (2)INRA Labo SNUT (Theix), (3) LPA St Affrique, (4) Confédération de Roquefort (Millau), (5) UNOTEC (Rodez), (6) INRA-SAGA (Toulouse), (7) CNBL (Toulouse), (8) CDO (Ordiarp)

RÉSUMÉ – les résultats des mesures de consommation obtenus dans trois essais conduit avec des brebis laitières Lacaune alimentées en lot ont été utilisés pour prédire les niveaux d'ingestion. Chaque essai comprenait quatre lots de 28 à 30 brebis recevant des fourrages distribués *ad libitum* (15% de refus) et des quantités fixes de concentrés . Les consommations ont été mesurées quatre jours par semaine et la composition chimique des aliments a été déterminée. Les productions laitières individuelles et la composition des laits ont été déterminées au début et à la fin de trois périodes de 21 jours .

Ces essais avaient pour but de définir l'effet du niveau de production (essai A) sur la capacité d'ingestion des brebis et les facteurs de variation de la substitution fourrage/concentré : niveau d'apport de concentré (essai B) ou interaction entre VEF de la ration et niveau d'apport de concentré (essai C) . Les rations comprenaient de l'ensilage d'herbe distribué seul ou une association ensilage - foin (essai C) .

L'équation de prévision de la capacité d'ingestion déterminée par ajustement statistiques est la suivante : $CI(UEM) = 2,68 + 0,596 PLS(l/j)$. La substitution entre fourrage et concentré dépend de la VEF de la ration de base et du niveau d'apport de concentré . Pour des rations dont l'encombrement est compris entre 1.15 et 1.39 UEm/Kg de MS , il est possible de prévoir précisément les consommations d'aliments (CV = 5%).

Estimation of food intake capacity and substitution rates in group-fed Lacaune dairy ewes

E. VAN QUACKEBEKE(1), F. BOCQUIER(2), J.P. GUITARD (3), C. VACARESSE(4), G. DELMAS(5), Ph. GUILLOUET(6), G. LAGRIFOUL (7) ET J-M ARRANZ (8),

Renc. Rech. Ruminants, 1994, 1, 221 – 224

SUMMARY – The results of three trials with controlled feed distribution were analysed in order to predict food intake in group-fed Lacaune dairy ewes. These trials were conducted annually, in the same flock, on four groups of 28 to 30 ewes, receiving forage *ad libitum* (i.e. 15 % refusal) plus fixed amounts of concentrates (C1 to Cx). Daily food intake was recorded (4d/week) and feeds were chemically analysed. Individual milk yield (MY) and composition were recorded at the beginning and at the end of each of the three periods (P1, P2 et P3) of 21 days.

In trial A, effect of milk yield : LowMY (PLB) or HighMY : (PLH) was investigated according to two levels of concentrates . In trial B, ewes of same initial MY received one of four levels of concentrates. In the last trial (C), in order to investigate the effect of forage fill value on voluntary intake, ewes of same MY received either silage alone (ENS) or mixed with hay (MEL).

We tried to fit the results to general concepts of Fill Value System (INRA, 1988). Intake capacity (CI) is increased by MY (PLS) : $CI(UEM) = 2,68 + 0,596 MY$. Substitution rates depended on fill value of the diet (VEF) and the level of concentrate (CC). Although the prediction of food intake is precise (CV= 5 %), these relationships should be compared to available data before being used on-farm situations.

INTRODUCTION

L'estimation des consommations volontaires de fourrages par les brebis laitières conduites en lots est encore imprécise. La complémentation des rations de base par des aliments concentrés, provoque des baisses de consommations de fourrages, estimées par le taux de substitution (S). Pour prévoir les consommations de fourrages et l'effet de l'apport de concentrés, l'INRA (1978) a proposé le système des unités d'encombrement (UE) dans lequel la capacité d'ingestion (CI) d'un ruminant ne dépend que de ses performances. *Ad libitum*, cette capacité d'ingestion est saturée par des fourrages (F) et des concentrés (CC) qui ont respectivement des valeurs d'encombrement VEF et VEC ($VEC=S*VEF$). Les équations utilisées actuellement (Bocquier et al., 1987), obtenues à partir d'un nombre limité d'expérimentations, ne permettent pas toujours de prévoir avec précision les quantités d'aliments ingérées. Nous rapportons ici la synthèse de trois campagnes d'essais qui avaient pour objectifs successifs d'étudier l'influence respective, sur la CI et (ou) sur les taux de substitution du niveau de production laitière (essai A - 1992), du niveau d'apport de concentré (essai B - 1993) et de l'encombrement de la ration de base (essai C - 1994).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1 TRAITEMENTS EXPÉRIMENTAUX (CF TABLEAU 1)

Chaque essai conduit au LPA de St Affrique comportait quatre lots de 28 à 30 brebis qui recevaient un fourrage à volonté et une quantité fixée de concentré. Dans l'essai A les brebis ont été réparties selon leur niveau de production laitière (PL) : 2 lots PL-Basses et 2 lots PL-Hautes. Elles recevaient un des trois niveaux d'apports de concentré répartis comme suit : PLB-CC1, PLB-CC2, PLH-CC2 et PLH-CC3. Lors des essais B et C, les brebis des 4 lots avaient la même PL moyenne : en B elles ont reçu un des 4 niveaux d'apport de concentré (CC1, CC2, CC3 ou CC4) et en C elles recevaient un des deux niveaux d'apport en concentré (CC1 ou CC2) croisés, avec soit l'ensilage d'herbe seul (ENS), soit avec l'ensilage associé au foin (MEL). Pour la mise en lot des brebis on a tenu compte de la PL, du stade de lactation, de l'âge, du poids vif (PV) et de l'état corporel.

Ces essais ont été précédés de 2 semaines d'adaptation aux régimes. Ils étaient constitués de 2 ou 3 périodes (P1, P2, et P3) de 3 semaines, bornées par des contrôles laitiers individuels (soir et matin) quantitatifs et qualitatifs (TB, TP). Les brebis ont été pesées et une note d'état corporel leur a été attribuée à 3 ou 4 reprises pendant les essais. Les productions laitières individuelles ont été standardisées sur la base de l'énergie (Bocquier et al., 1993). Les taux (%) de couverture des besoins moyens ont été calculés pour les UFL et les PDI (INRA, 1988).

1.2 ALIMENTATION

Les ensilages (A et B) ont été distribués à volonté (15 % de refus). Dans l'essai C, le lot MEL recevait 1,5 kg MS d'ensilage et du foin à volonté. Les consommations (offert-refus) et la teneur en MS des fourrages ont été mesurées 4

jours par semaine. Les aliments concentrés utilisés étaient de l'orge et un mélange de tourteaux. La proportion de ces deux aliments a été calculée pour assurer *a priori* des taux de couverture des besoins protéiques comparables entre lots. Au cours de chaque période, les niveaux d'apport de concentrés étaient maintenus constants (Tableau 1).

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les valeurs d'encombrement des ensilages, calculées d'après les analyses chimiques, étaient respectivement de 1,15, 1,18 et 1,26 UEm/kgMS pour les essais A, B et C. L'encombrement du foin dans l'essai C atteignait 1,85 UEm/kgMS et celui des rations (MEL) 1,39. En début d'essai, les stades moyens de lactation étaient les suivants : A: 54 j, B : 46 j et C: 42 j. Les PV n'étaient pas différents (ns) et n'ont pas été pris en compte comme facteur de variation de la CI (Tableau 1).

Dans les essais A et C, les différences d'apport en concentré n'ont pas affecté l'évolution des productions laitières. En revanche, l'encombrement important de la ration MEL vs ENS a provoqué une diminution de la PL dans les lots MEL (Tableau 1). Entre essais, les taux de couverture des besoins (Tableau 1) ont été assez variables, que ce soit pour l'énergie (106 à 147 %) ou pour les protéines (99 à 157 %).

Les résultats de l'essai B montrent que les taux de substitution marginaux (entre deux niveaux successifs de concentré : CCK et CCK + 1) diminuent avec le niveau d'apports. Comme le calcul de la CI se ramène à une extrapolation à l'origine (CC=0), elle doit être faite avec le taux de substitution global (Sg : entre 0 et CCx). Par convention (INRA- 1988) quelle que soit la VEF de la ration de base (essai C), lorsque les fourrages sont distribués à volonté, la CI est saturée par l'encombrement respectif des fourrages et des concentrés :

$$CI \text{ (UEm)} = F*VEF + Sg*CC*VEF \quad (1)$$

Avec l'ensemble des données des trois essais nous avons calculé simultanément, par ajustement linéaire, la capacité d'ingestion et les taux de substitution globaux en supposant que Sg dépende du niveau d'apport de concentré (CC) (essai B), de la VEF de la ration de base et des éventuelles interactions (CC*VEF) ou des termes quadratiques (CC*VEF² ou CC²*VEF). On suppose de plus (Essai A) que la capacité d'ingestion (CI) dépend de la production laitière (PLS) :

$$CI = a + b*PLS \quad (3)$$

En recomposant l'équation (1) avec (3) on obtient l'équation (4) :

$$\begin{aligned} F*VEF = & \\ & 2,68+0,596*PLS(28,76*CC*VEF+2,12*CC^2*VEF \\ & - 1,12*CC^3*VEF \\ & - 46,35*CC*VEF^2+17,39*CC*VEF^3) \quad (4) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,664 ; RSD = \pm 0,14 \text{ UEm} ; N = 64$$

Figure 1 : Evolution de Sg et de la VEC en fonction de la ration de base

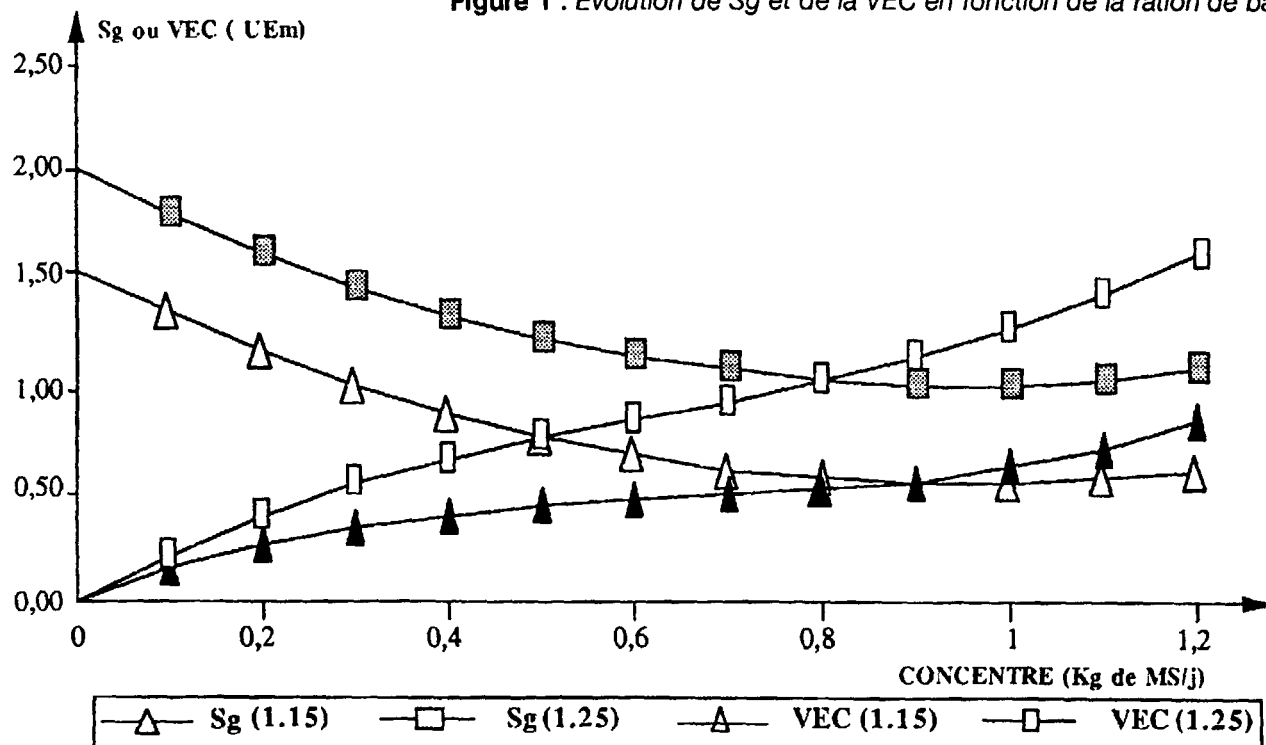


Tableau 1 : Résumé des conditions d'expérimentation et des caractéristiques zootechniques des brebis Lacaune utilisées au LPA de St Afrique (P1 période 1 - P2 période 2 - P3 période 3)

| Traitements : Concentré : | Essai A | | | | Essai B | | | | Essai C | | | | |
|-----------------------------------|----------|------|----------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|------|
| | PL Basse | | PL Haute | | Iso PL | | | | ENS | | MEL | | |
| | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 | C3 | C4 | C1 | C2 | C1 | C2 | |
| Alimentation | | | | | | | | | | | | | |
| Concentré (kgMS/j) | (1) | | | | | | | | | | | | |
| P1 | 0,34 | 0,70 | 0,79 | 1,05 | 0,34 | 0,52 | 0,69 | 0,87 | 0,52 | 0,69 | 0,52 | 0,69 | |
| P2 | 0,26 | 0,53 | 0,51 | 0,78 | 0,18 | 0,36 | 0,53 | 0,72 | 0,36 | 0,54 | 0,36 | 0,54 | |
| P3 | | | | | 0,45 | 0,49 | 0,52 | 0,54 | 0,19 | 0,36 | 0,19 | 0,36 | |
| Fourrage (kgMS/j) | 3,05 | 2,53 | 2,93 | 2,90 | 3,03 | 2,74 | 2,51 | 2,58 | 2,44 | 2,42 | 2,11 | 2,06 | |
| P2 | 2,96 | 2,55 | 2,95 | 2,83 | 2,92 | 2,66 | 2,58 | 2,53 | 2,36 | 2,27 | 2,10 | 2,00 | |
| P3 | | | | | 2,68 | 2,62 | 2,49 | 2,56 | 2,21 | 2,14 | 2,07 | 1,97 | |
| Production laitière | | | | | | | | | | | | | |
| PL Brute (l/b/j) | 0 | 1,64 | 1,67 | 2,17 | 2,37 | 2,04 | 1,98 | 1,93 | 2,08 | 2,69 | 2,59 | 2,27 | 2,33 |
| P1 | 1,52 | 1,46 | 2,01 | 2,11 | 1,81 | 1,78 | 1,78 | 1,82 | 2,19 | 2,08 | 1,91 | 1,90 | |
| P2 | 1,43 | 1,32 | 1,88 | 1,91 | 1,44 | 1,54 | 1,54 | 1,52 | 1,97 | 1,89 | 1,75 | 1,67 | |
| P3 | | | | | 1,25 | 1,30 | 1,35 | 1,24 | 1,61 | 1,52 | 1,40 | 1,39 | |
| Poids : | | | | | | | | | | | | | |
| Poids vif (kg) | P1 | 77,2 | 78,8 | 75,2 | 78,2 | 76,6 | 76,5 | 77,5 | 78,7 | 81,3 | 80,2 | 77,9 | 77,4 |
| P2 | 80,8 | 81,5 | 78,7 | 80,8 | 77,2 | 77,3 | 77,8 | 79,8 | 82,2 | 81,4 | 78,3 | 78,2 | |
| P3 | | | | | 78,4 | 78,2 | 78,8 | 80,7 | 82,8 | 82,6 | 78,9 | 78,7 | |
| Couverture des besoins (%) | | | | | | | | | | | | | |
| Energie (UFL) | P1 | 146 | 152 | 120 | 150 | 120 | 123 | 123 | 133 | 110 | 122 | 106 | 115 |
| P2 | 141 | 147 | 123 | 147 | 123 | 119 | 127 | 135 | 106 | 115 | 101 | 111 | |
| P3 | | | | | 141 | 138 | 133 | 139 | 104 | 118 | 103 | 114 | |
| Protéine (PDI) | P1 | 152 | 149 | 129 | 164 | 129 | 126 | 120 | 123 | 129 | 134 | 139 | 141 |
| P2 | 140 | 149 | 119 | 157 | 119 | 117 | 118 | 114 | 111 | 118 | 123 | 115 | |
| P3 | | | | | 153 | 148 | 145 | 146 | 99 | 104 | 108 | 112 | |

(1) les valeurs données ci-dessus sont les moyennes des mesures faites en début et en fin de périodes

L'équation de prévision de la capacité d'ingestion moyenne est la suivante :

$$CI(UEm) = 2,68 + 0,596*PLS(l) \quad (5)$$

La pente (0,60 UEm/l) qui relie la capacité d'ingestion à la PLS est proche de la valeur obtenue à partir de mesures individuelles faites à La Fage (0,61 ; Marie et al., np) et supérieure à celle qui a été retenue précédemment (0,30 / l de lait brut ; Bocquier et al ; 1983 ; 1987).

Le terme constant de cette équation (2,68 UEm) ne correspond pas à la valeur que l'on peut calculer (2,0 UEm) avec une brebis tarie de même poids vif . Ceci n'est pas étonnant car on sait qu'il subsiste un effet rémanent de la lactation sur la capacité d'ingestion lorsque les brebis sont tarées brutalement. A partir de l'équation (4), on peut déterminer Sg qui devient :

$$Sg = - 28,76 - 2,12*CC + 1,12*CC^2 + 46,35*VEF - 17,39*VEF^2 \quad (6)$$

Il est généralement admis que les phénomènes de substitution sont complexes à décrire car ils intègrent les interactions entre l'animal et sa ration. Dans l'équation (6), à même niveau de concentré il apparaît que Sg s'accroît avec l'encombrement du fourrage, ce qui n'est pas classique par rapport aux observations obtenues en alimentation individuelle. A même VEF de la ration de base, le taux de substitution global est élevé (1,75) pour de faibles niveaux de concentré (0,2 kg), il diminue ensuite pour être minimum (0,75) lorsqu'on distribue 1,0 kg de concentré et il augmente ensuite (1,0) pour 1,2 kg de concentré (figure 1). Cette évolution curvilinéaire du taux de substitution traduit le fait que les substitutions marginales diminuent avec les apports de concentré. En pratique, l'évolution de l'encombrement du concentré ($Sg*CC*VEF$) est sigmoïdale et elle a toujours tendance à s'accroître avec les apports de concentré. Des taux de substitution relativement élevés ont déjà été observés (Bocquier et al., 1983) chez les brebis laitières alimentées en lots. En vache laitière, le taux de substitution dépend également du taux de couverture des

besoins (Faverdin et al., 1992). Nous n'avons pas introduit ce critère car il nous semblait être plutôt la conséquence du rationnement (niveau de concentré choisi *a priori*) qu'un objectif qui puisse être atteint en jouant seulement sur les apports de concentré.

CONCLUSION

La prévision des consommations volontaires de fourrage et de concentré par des brebis alimentées en lots est une étape fondamentale pour définir une stratégie d'alimentation. Les paramètres zootechniques classiques sont probablement insuffisants pour décrire fidèlement les différences de consommations entre lots de brebis (Bocquier et Caja, 1993). Néanmoins, les mesures que nous avons effectuées permettent de prédire, en moyenne et à 5 % près les consommations de fourrage lorsque l'encombrement de la ration de base est compris entre 1,15 et 1,39 UEm / kg MS, et que les apports de concentré ne dépassent pas 1,2 kg brut. Il semble difficile de beaucoup accroître cette précision car au cours des essais les fluctuations de consommations inter-journalières étaient de 6 à 8 %. Néanmoins, il n'est pas certain que les résultats portés ci-dessus permettent de prévoir de façon satisfaisante les consommations d'autre type de rations (foin seul), de ration d'encombrement très différents (VEF > 1,4 UEm / kg MS) ou lorsque on utilise des association d'aliments d'encombrement très différents (cas de l'essai C). Le comportement particulier des brebis dans ce dernier essai pourrait expliquer l'apparente augmentation de Sg avec la VEF. La confrontation des équations proposées ci-dessus à des données collectées lors d'essais précédents devrait permettre de répondre d'apporter une réponse à cette interrogation .

REMERCIEMENTS

A F. Mauran et B. Lejeune pour la réalisation pratique de ces essais qui ont été financés dans le cadre du contrat CEE 8001-CT 91-0113. Tous les auteurs sont membres du Groupe Technique Alimentation du CNBL.

RÉFÉRENCES

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BOCQUIER F., DELMAS D., THÉRIEZ M., 1983. Bull. Tech. CRZV-Theix, INRA, 52 : 19-24. | BOCQUIER F., CAJA G., 1993. HUNG. J. ANIM. Prod. suppl 1 : 580-607. |
| BOCQUIER F., THÉRIEZ M., BRELURUT A., 1987. Bull. Tech. CRZV-Theix, INRA, 70 : 199-211. | INRA, 1988. Ed. R. JARRIGE. INRA Publication 147 rue de l'Université Paris. |
| BOCQUIER F., BARILLET F., GUILLOUET P., JACQUIN M., 1993. Ann. Zootech., 42, 57-66. | FAVERDIN P., DULPHY J-P., COULON J-B., GAREL J-P., ROUEL J., MARQUIS B., 1992. INRA Prod. Anim. 5 (2) 127-135. |