

## Fermeté et composition des tissus adipeux sous-cutanés chez l'agneau de bergerie : effets du sexe, de l'alimentation et de l'origine paternelle

J. NORMAND (1), P. BAS (2), A. GOUEDARD (3), E. POTTIER (4), B. AUROUSSEAU (5), M. MATRAY (6),  
M. THERIEZ (7), D. SAUVANT (2)

(1) Institut de l'Elevage, INA-PG, Laboratoire de Nutrition et Alimentation, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris Cedex 05

(2) INRA, Laboratoire de Nutrition et Alimentation, INA-PG, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris Cedex 05

(3) Chambre d'agriculture d'Ille et Vilaine, 35042 Rennes Cedex

(4) Institut de l'Elevage, Ferme expérimentale du Mourier, 87800 St-Priest-Ligoure

(5) INRA, Laboratoire Croissance et Métabolisme des Herbivores, Theix, 63122 St-Genès-Champanelle

(6) Institut de l'Elevage, Theix, 63122 St-Genès-Champanelle

(7) INRA, Laboratoire d'Adaptation des Herbivores aux Milieux, Theix, 63122 St-Genès-Champanelle

**RÉSUMÉ** – Une proportion importante de carcasses d'agneaux de bergerie est souvent dépréciée en raison d'un défaut de présentation concernant la tenue des tissus adipeux sous-cutanés. Divers facteurs en seraient à l'origine ; il a semblé intéressant de les clarifier à travers 2 protocoles. (a) : 166 agneaux Rouge de l'Ouest des deux sexes, engraisés avec trois aliments concentrés à base de blé, de pulpes de betteraves (55 %) ou d'un mélange de céréales. (b) : 97 agneaux mâles de race Lacaune, alimentés avec deux aliments concentrés à base d'amidon (blé, orge) ou de pulpes de betteraves (70 %). La composition du tissu adipeux dorsal de 48 agneaux de race Lacaune a été déterminée. L'origine paternelle est connue dans les deux protocoles. L'incorporation de 55 % de pulpes de betteraves dans le régime a eu un effet bénéfique sur la tenue des gras par rapport aux aliments à base de céréales de l'essai (a). En revanche, dans l'essai (b), l'incorporation de 70 % de pulpes de betteraves n'a eu aucun effet sur la tenue mais a dégradé la composition du tissu adipeux (plus d'eau et d'acides gras impairs et ramifiés). L'effet « bélier » est apparu significatif ( $P < 0,07$ ) sur la tenue des gras des mâles Rouge de l'Ouest et sur les teneurs en acides gras poly-insaturés des agneaux Lacaune. La taille de la portée, le rapport fourrage/concentré, l'énergie métabolisable ingérée, la vitesse de croissance semblent avoir de manière directe ou indirecte, un effet sur la tenue.

## Firmness and composition of subcutaneous adipose tissues of lamb carcasses : effects of sex, diet and paternal origin

J. NORMAND (1), P. BAS (2), A. GOUEDARD (3), E. POTTIER (4), B. AUROUSSEAU (5), M. MATRAY (6),  
M. THERIEZ (7), D. SAUVANT (2)

(1) Institut de l'Elevage, INA-PG, Laboratoire de Nutrition et Alimentation, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris Cedex 05

**SUMMARY** – An important proportion of housed lamb carcasses is often depreciated because of lack of firmness in the subcutaneous adipose tissues. Several factors could be responsible for this phenomenon. It seemed interesting to clarify the origin of this defect through 2 experimental plans. (a) : 166 « Rouge de l'Ouest » breed lambs, males and females, fattening with 3 feeds containing either wheat, beet pulps (55 %) or a mixture of cereals. (b) : 97 « Lacaune » breed male lambs, fattening with 2 diets : wheat and barley or beet pulps (70 %). The back adipose tissue composition of 48 « Lacaune » lambs was determined. In both experimental plans, the lamb's paternal origin is known. The incorporation of 55 % of beet pulps in diet (test a) improves fat firmness compared to diets containing cereals. On the other hand, the incorporation of 70 % of beet pulps (test b) does not modify the firmness, but damages the adipose tissue composition (more water and more branched-chain and odd-numbered fatty acids). The paternal origin influences significantly fat firmness of « Rouge de l'Ouest » male lambs and the level of polyunsaturated fatty acids of « Lacaune » lambs. The litter size, the forage/concentrate ratio, the ingested metabolizable energy, the growth rate seem to have directly or not an effect on fat firmness.

## INTRODUCTION

Chez l'agneau de bergerie, les carcasses peuvent, après ressuyage, présenter des défauts de qualité du tissu adipeux sous-cutané qui se traduisent par des gras mous, plus ou moins huileux. Dans certaines régions, ce défaut se rencontre sur 20 à 50 % des carcasses produites (Legrand, 1994 b). Il altère la présentation de la carcasse et entraîne une dépréciation commerciale pouvant atteindre 5 F/kg.

Plusieurs facteurs sont suspectés dans l'apparition de ces défauts : la race (Legrand, 1994 a), le sexe (Van Quackebeke et al, 1978, Bas et al, 1980), l'origine paternelle (Sauvant et al, 1979, Bouix, non publié), la composition du lait (Molénat et Theriez, 1973), la quantité et la nature de l'énergie ingérée (Cazes et al, 1990)... Les glucides rapidement fermentescibles de type « amidon » produiraient une forte quantité de propionate lequel peut être un précurseur des acides gras impairs et ramifiés, caractéristiques des tissus adipeux mous. Des études tendant à modifier l'équilibre des fermentations ruminales en incorporant dans la ration des glucides pariétaux de type « pulpes de betteraves » ont été conduites pour tenter d'améliorer la fermeté des carcasses. Les résultats ont été variables (Theriez et Brun, 1983, Matray, 1994).

Nos études ont pour objectifs de tester les effets du sexe, de l'origine paternelle, de la nature et de la quantité d'énergie ingérée sur la tenue des gras, et de relier ces résultats aux variations de composition du tissu adipeux dorsal. Ce texte rapporte les premiers résultats de deux séries d'expérimentations : l'engraissement de quatre lots d'agneaux Rouge de l'Ouest à la station expérimentale de Mauron (56), et l'engraissement de deux lots d'agneaux Lacaune « lait » à la bergerie expérimentale de Theix (63).

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. AGNEAUX ROUGE DE L'OUEST

Trois types d'aliments concentrés ont été testés dans 2 expérimentations distinctes (I et II) sur la vitesse de croissance et la qualité des carcasses des agneaux. Dans l'expérience I, un aliment concentré à base de pulpes de betteraves (lot P55) est comparé à un concentré à base de blé entier (lot B), et dans l'expérience II, un concentré constitué de diverses céréales (lot MC) est comparé au même type d'aliment concentré à base de blé que celui de l'expérience I. La composition de ces aliments concentrés est indiquée dans le tableau 1. La ration est constituée de foin de dactyle, de trèfle blanc, et d'un des aliments concentrés. Chaque constituant est distribué séparément et à volonté dès de la 7<sup>e</sup> semaine de vie. Le niveau d'ingestion de foin représente de 6 à 10 % de la matière sèche (MS) totale ingérée.

Les expériences I et II ont été répétées au cours de 2 années consécutives. Elles ont été réalisées avec 166 agneaux (80 mâles et 86 femelles) nés fin novembre et issus de 11 béliers (utilisés les 2 années et ayant 2 à 15 agneaux répartis dans la mesure du possible de façon homogène entre les régimes). La plupart des agneaux ont été élevés sous la mère (n = 152) et sevrés tardivement vers 12 ( $\pm$  1,2) semaines. Quelques uns ont été élevés avec du lait de remplacement (n = 14), sevrés plus précocement (6,1  $\pm$  0,4 semaines) et répartis entre les différents lots. Les animaux ont été abattus vers 40 kg ( $\pm$  2,36) pour les mâles et 35 kg ( $\pm$  3,38) pour les femelles, soit à l'âge de 16 à 17 semaines pour les 2 sexes.

Après 18 à 24 heures de ressuyage à 4°C, la fermeté des dépôts adipeux de couverture est appréciée par une notation subjective en 5 classes définies par l'Institut de l'Élevage, de 1 pour des gras très fermes à 5 pour des gras très mous et huileux (Legrand, 1994 b). Cette méthode est commune aux différents essais.

**Tableau 1**  
**Composition (% MS) et valeur énergétique des aliments concentrés expérimentaux**

	Blé (B)	Pulpes de betteraves (P)	Mélange de céréales (MC)
Blé	75,0 %		
Orge		25,0 %	40,5 %
Maïs			1,5 %
Avoine			8,0 %
Tourteau de soja	18,3 %	11,0 %	10,5 %
Tourteau de tournesol	2,0 %		10,0 %
Pulpes de betteraves		55,0 %	20,0 %
Luzerne			5,0 %
Mélasse	1,8 %	6,0 %	
CMV	2,9 %	3,0 %	4,5 %
EM (UFV/kg MS)	0,98	0,87	0,89
PDI (g/kg MS)	125	109	110

Les données ont été traitées avec un modèle d'analyse de variance-covariance (GLM) prenant en compte les effets de l'année, de l'expérience, de la nature du régime, du sexe, de l'ascendance paternelle, de la taille de la portée et de l'âge à l'abattage. Quel que soit l'essai, la tenue du gras, variable continue mais notée en 5 classes, a été l'objet de 2 traitements statistiques complémentaires : une analyse par le test du chi<sup>2</sup> (les classes de tenue ayant été regroupées en 3 classes : 1 et 2 : bon, 3 : moyen, 4 et 5 : mauvais) et une analyse de variance-covariance en s'assurant de la normalité des valeurs résiduelles.

### 1.2. AGNEAUX LACAUNE

Au cours de deux années successives, deux lots de 48 et 49 agneaux mâles, sevrés à 4-5 semaines et issus de 16 béliers (8 béliers par année, ayant 2 à 13 agneaux répartis de façon équilibrée entre les régimes), ont été engraisés en case individuelle sur caillebotis. Du début de l'essai (55  $\pm$  9 j et 19,5  $\pm$  5,3 kg) à l'abattage (121  $\pm$  13 j et 40,5  $\pm$  3,2 kg), ils ont reçu un régime composé de 20 % de foin de seconde coupe et d'un des deux aliments concentrés expérimentaux décrits par Theriez et al (1997) : « amidon » (46 % d'orge, 35 % de blé, lot A) ou « pulpes » (70,6 % de pulpes de betteraves, lot P70). Ils ont été abattus à état d'engraissement comparable (couvert). La mesure des vitesses de croissance et des quantités ingérées a été effectuée chaque semaine.

Après ressuyage, un prélèvement de tissu adipeux a été effectué sur les 48 carcasses de la première bande, au milieu du dos, au niveau de la première vertèbre lombaire. La teneur en eau de ces tissus a été déterminée par lyophilisation, la teneur en lipides, par extraction par solvants suivant une adaptation de la méthode Folch et la composition en acides gras, par analyse en chromatographie de phase gazeuse.

Les données zootechniques ont été traitées avec un modèle statistique d'analyse de variance-covariance (GLM) qui prend en compte les effets de la nature de la ration, de l'année, de l'ascendance paternelle hiérarchisée par l'année et du poids de carcasse. La composition du tissu adipeux a été traitée avec un modèle prenant en compte les effets de la nature de la ration et du « bélier ».

## 2. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES ET TENUE DES TISSUS ADIPEUX SOUS-CUTANÉS

### 2.1. AGNEAUX ROUGE DE L'OUEST

#### 2.1.1. effets du sexe

Les carcasses des agneaux mâles sont plus dépréciées que celles des agneaux femelles quel que soit le type de régime ( $P < 0,01$ ). La tenue de 74 % des carcasses des femelles a été jugée bonne contre 53 % pour les mâles. A l'opposé, la tenue de 12 % des carcasses des mâles a été jugée mauvaise contre 2 % pour les femelles.

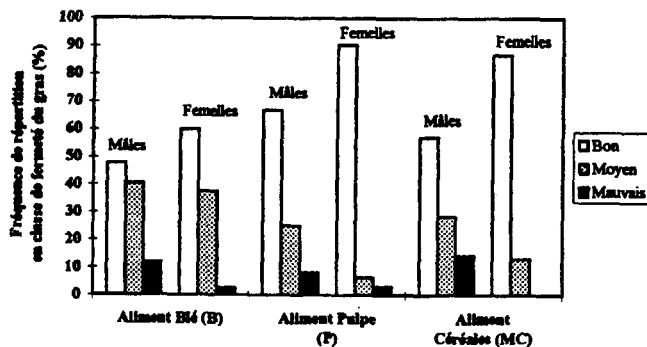
#### 2.1.2. effets du type d'aliment concentré

Les vitesses de croissance des agneaux, de la naissance à l'abattage, sont du même ordre avec les 3 types d'aliment concentré testés (respectivement pour les lots B, P et MC : 314, 312 et 319 g/j pour les mâles, 269, 293 et 276 g/j pour les femelles).

Les carcasses des agneaux alimentés avec la ration à base de blé sont moins bien jugées que celles des lots P et MC (cf. figure 1). La différence de répartition entre les classes de note de tenue est plus importante pour les femelles ( $P < 0,05$ ) que pour les mâles ( $P$  : NS).

Figure 1

Fréquence de répartition des agneaux suivant la fermeté des gras sous-cutanés, le sexe et le type d'aliments concentrés



#### 2.1.3. effets de la taille de la portée

En ne prenant en compte que les animaux allaités par leur mère, la répartition des notes de tenue du gras des agneaux nés et élevés « simples » est meilleure que celle des agneaux nés et élevés « doubles » ( $P < 0,001$ ). Les gras sous-cutanés des agneaux issus de portées simples ( $n = 20$ ) ont tous été jugés bons alors que la moitié de ceux issus de portées doubles ( $n = 83$ ) ne sont pas jugés satisfaisants.

#### 2.1.4. effets de l'origine paternelle

L'origine paternelle semblerait influencer la répartition des notes de fermeté des gras des agneaux mâles ( $P = 0,12$ ). Par analyse de variance, l'origine paternelle expliquerait la plus grande part des variations des notes de fermeté : 30 % de la variance expliquée par l'ascendance paternelle, 16 % par l'alimentation et la taille de la portée et 13 % par le sexe.

### 2.2 AGNEAUX LACAUNE

#### 2.2.1. performances zootechniques des agneaux

Les principaux résultats zootechniques ont été présentés dans l'exposé précédent de Theriez et al (1997). A même poids de carcasse, la vitesse de croissance des agneaux pendant la phase d'engraissement est significativement plus élevée dans le lot « pulpes » que dans le lot « amidon » (346 vs 316 g/j). Le lot P70 ingère significativement plus d'énergie métabolisable

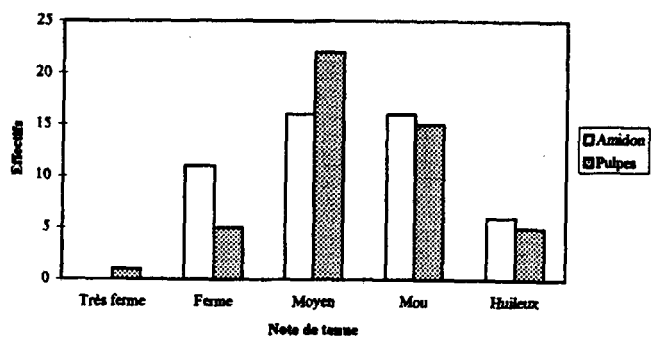
(EM) que le lot A (3,39 vs 3,28 Mcal/j), mais rapporté au poids métabolique (PM), l'effet n'est plus significatif entre les deux régimes (0,265 vs 0,259 Mcal d'EM/j/kg de PM). De plus, le pourcentage de foin ingéré est significativement plus élevé avec le régime « amidon » qu'avec le régime « pulpes » (16,9 vs 14,7 %). Comme l'ont précisé Theriez et al, un effet « année » et un effet « bélier » sont significatifs sur la croissance des agneaux.

#### 2.2.2. tenue du gras de couverture des agneaux

La répartition des carcasses suivant la note de tenue des gras sous-cutanés et le régime alimentaire est présentée sur la figure 2. Globalement la tenue du gras a été mauvaise ; plus de 80 % des carcasses ont eu une note supérieure ou égale à 3. La nature de l'énergie ingérée n'a pas eu d'effet significatif sur cette répartition.

Figure 2

Répartition des agneaux suivant la tenue du gras de couverture et le régime



La répartition des notes de tenue varie avec certains facteurs zootechniques. Le poids et l'âge à la mise en lot ont un effet significatif sur cette répartition : les agneaux les plus lourds et les plus âgés à la mise en lot ont la meilleure tenue. La tenue des gras varie également avec le pourcentage de foin ingéré ( $P < 0,1$ ) (la proportion de carcasses dont la tenue est mauvaise est plus importante chez les animaux ingérant peu de foin) et avec l'EM ingérée rapportée au PM ( $P < 0,06$ ) (les défauts sont moins fréquents chez les agneaux qui ingèrent les plus faibles niveaux d'EM/j/kg de PM) ( $< 0,25$  Mcal/j/kg). Ces variables sont corrélées entre elles ; les agneaux les plus vieux à la mise en lot consomment plus de foin ( $r = 0,459$ ) et moins d'EM/j/kg de PM ( $r = -0,627$ ). Par ailleurs, bien que les agneaux ayant les vitesses de croissance les plus faibles ( $< 300$  g/j) soient les mieux jugés, les répartitions des notes de tenue ne sont pas significativement différentes selon la vitesse de croissance des agneaux.

En croisant plusieurs analyses, il apparaît qu'il n'y a pas d'effet « bélier » significatif sur la note de tenue des gras.

## 3. COMPOSITION DES TISSUS ADIPEUX DORSAUX DE 48 AGNEAUX LACAUNE

### 3.1. RELATION TENUE-COMPOSITION DES TISSUS ADIPEUX DORSAUX

La tenue du gras de couverture des carcasses d'agneaux est significativement corrélée à certains composants du tissu adipeux dorsal. Ainsi, les carcasses les plus fermes ont une teneur plus importante en matière sèche ( $r = 0,437$  ;  $P < 0,01$ ), en acides gras (AG) saturés pairs ( $r = 0,612$  ;  $P < 0,01$ ), mono-insaturés pairs ( $r = 0,346$  ;  $P < 0,05$ ) et en tri-insaturés ( $r = 0,364$  ;  $P < 0,05$ ). En revanche, les carcasses les plus molles sont plus riches en AG mono-insaturés impairs

( $r = 0,627$  ;  $P < 0,01$ ), ramifiés ( $r = 0,568$  ;  $P < 0,01$ ) et saturés impairs ( $r = 0,444$  ;  $P < 0,001$ ).

### 3.2. EFFETS DES DIFFÉRENTS FACTEURS SUR LA COMPOSITION DES TISSUS ADIPEUX DORSAUX

L'analyse de la composition des tissus adipeux dorsaux montre des différences significatives entre les régimes : les tissus adipeux des agneaux du lot « pulpes » sont plus riches en acides gras saturés impairs et ramifiés que leurs homologues du lot « amidon », et moins riches en acides gras insaturés pairs (cf. tableau 2). Les béliers ont un effet significatif sur la composition des tissus, en particulier sur les teneurs en matière sèche (8,3 points d'écart entre le meilleur et le moins bon bélier,  $P < 0,06$ ) et en acides gras poly-insaturés (respectivement 1,1 et 0,24 point d'écart pour les di- et les tri-insaturés entre le meilleur et le moins bon bélier,  $P < 0,01$ ).

**Tableau 2**

Composition du tissu adipeux dorsal suivant le régime moyenne  $\pm$  écart-type. Les valeurs assorties de lettres différentes sont significativement différentes à 1 % (majuscules) ou 5 % (minuscules).

Composition du tissu adipeux dorsal	Régime	
	Amidon	Pulpes
Teneur (%)		
Matière sèche	75,1 $\pm$ 4,1	73,0 $\pm$ 5,8
Lipides	81,3 $\pm$ 4,6	78,7 $\pm$ 6,4
AG saturés pairs	27,0 $\pm$ 5,2	26,0 $\pm$ 5,9
AG saturés impairs	5,7 $\pm$ 1,2 a	6,6 $\pm$ 1,3 b
AG mono-insaturés pairs	42,5 $\pm$ 3,4 A	37,5 $\pm$ 3,9 B
AG mono-insaturés impairs	4,5 $\pm$ 1,6	5,0 $\pm$ 1,8
AG di-insaturés (C18:2)	2,5 $\pm$ 0,6 a	2,0 $\pm$ 0,4 b
AG tri-insaturés (C18:3)	0,3 $\pm$ 0,1 A	0,2 $\pm$ 0,1 B
AG ramifiés (iso + anteiso)	2,9 $\pm$ 0,5 A	3,4 $\pm$ 0,4 B
Autres AG ramifiés	11,7 $\pm$ 4,4 A	16,5 $\pm$ 5,1 B
AG non identifiés	2,8 $\pm$ 0,8	2,8 $\pm$ 0,4

En outre, les teneurs en matière sèche et en lipides sont significativement corrélées à l'épaisseur de gras dorsal (respectivement 0,33,  $P < 0,05$  et 0,40,  $P < 0,01$ ). Le pourcentage de foin ingéré et l'EM ingérée par kg de PM agissent de façon opposée sur les teneurs en acides gras : saturés impairs, ramifiés et mono-insaturés. Le foin modifie la composition en acides gras dans le sens d'une amélioration de la tenue. Enfin la vitesse de croissance est positivement corrélée à la proportion d'acides gras ramifiés en dehors de ceux de structure iso ou anteiso ( $P < 0,05$ ).

### 4. DISCUSSION - CONCLUSION

Nos résultats confirment que les femelles sont moins sensibles aux défauts de tenue du gras que les mâles.

Différents éléments liés à l'alimentation lactée de l'agneau semblent avoir une incidence sur la tenue du gras sous-cutané. Les carcasses des agneaux nés d'une portée simple sont plus fermes que celles des agneaux nés et élevés « doubles ». Les agneaux « simples » pourraient disposer de plus de lait que leurs homologues « doubles » et substitueraient donc, les aliments grossiers au lait plus tardivement et en moins grande quantité. Ils déposeraient de ce fait plus de gras d'origine lactée riche en AG saturés pairs, favorables à la qualité du gras.

L'alimentation a eu des effets différents dans les deux essais : dans un cas, le régime à base de pulpes de betteraves a amélioré la tenue, alors que dans le second, il n'a pas eu d'effet sur la tenue mais a dégradé la composition en acides gras, critère qui pourrait être plus sensible que le jugement visuel et tactile. Il pourrait y avoir un effet négatif de la quantité d'énergie métabolisable ingérée sur la tenue des gras. La différence d'EM théorique ingérée entre les lots P70 et A, est faible (3 %) mais la différence de vitesse de croissance (30 g/j) laisserait à penser que cette croissance a été sous-estimée. Par ailleurs, les différences de teneurs en acides gras synthétisés à partir du propionate des tissus adipeux des lots A et P70, sembleraient indiquer une plus grande utilisation du propionate par le tissu adipeux avec un aliment « pulpes » qu'avec un aliment « amidon ».

Nous ne disposons pas d'un nombre suffisant d'agneaux par bélier pour mettre en évidence un effet père sur la tenue du gras dans chacun des essais. Cependant, cet effet tend à être significatif sur la tenue des mâles des agneaux Rouge de l'Ouest. L'origine paternelle, semblerait agir plutôt sur des critères d'ingestion et/ou de digestion que sur le métabolisme puisqu'elle a un effet sur la teneur en acides gras poly-insaturés d'origine alimentaire et non sur les teneurs en acides gras synthétisés de novo, du tissu adipeux dorsal des agneaux Lacaune.

Ces résultats illustrent l'imbrication des différents facteurs influençant la fermeté des tissus adipeux sous-cutanés. Plusieurs voies semblent possibles pour l'améliorer, bénéficier d'une alimentation lactée importante, incorporer des pulpes de betteraves dans le régime avec un taux d'incorporation voisin de 55 %. Cependant, le taux d'incorporation de pulpes optimal ainsi que l'effet « bélier » devront être confirmés dans d'autres conditions.

### RÉFÉRENCES

- BAS P., MORAND-FEHR P., VAN QUACKEBEKE E., CAZES J.P., 1980. 31ème Réunion annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Munich (DEU), 1-4 septembre 1980.
- CAZES J.P., VALLADE C., VAN QUACKEBEKE E., 1990. World Rev. Anim. Prod., XXV (4), 55-62.
- LEGRAND I., 1994 (a). Renc. Rech. Ruminants, 1, 209-212.
- LEGRAND I., 1994 (b). Pâtre, 411, 22-25.
- MATRAY M., SAGOT L., VAN QUACKEBEKE E., 1994. Renc. Rech. Ruminants, 1, 205-208.
- MOLENAT G., THERIEZ M., 1973. Ann. Zootech. 22, 279-293.
- SAUVANT D., BAS P., MORAND-FEHR P., 1979. Ann. Zootech., 28, 73-92.
- THERIEZ M., BRUN J.P., 1983. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix INRA, 54, 27-30.
- THERIEZ M., AUROUSSEAU B., PRACHE S., MENDI-ZABAL J., 1997. Renc. Rech. Ruminants, 4, (sous presse).
- VAN QUACKEBEKE E., CAZES J.P., VALLADE C., 1978. 4ème Journées de la Recherche Ovine et Caprine, 295-311.