

Adaptation des brebis Barbarine à l'alternance sous-nutrition–réalimentation : effets sur les tissus adipeux

Naziha Atti^{a*}, François Bocquier^b

^a Laboratoire de recherche ovine et caprine, Inrat, 2080 Ariana, Tunisie

^b URH-Tall, Inra-Clermont-Ferrand,
Theix 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

(Reçu le 6 avril 1998 ; accepté le 24 août 1998)

Abstracts — Adaptive capacity of Barbary ewes to underfeeding and re-feeding periods: effects on adipose tissues. Thirty Barbary ewes were divided into three groups according to body weight (48.7 kg) and body condition score. The first group (TT) was fed its requirements (100 % of theoretical energy requirements), and two other groups were severely underfed (20 % of energy requirements). By the end of the underfeeding period, the ewes of one group (B) were slaughtered, while the ewes of the remaining group (BH) were re-fed until they reached their initial body weight. These ewes were then slaughtered, together with those of the TT group. The body tissues were dissected and divided into fat, muscle and bone. Diets were made of vetch-oat hay, added with barley grain during the re-feeding periods. The duration of the survival period of these Barbary ewes was 161 days and the re-feeding period lasted 154 days, so that the complete cycle was achieved within 315 days. The ewes fed at maintenance (TT) had a constant body weight during the whole experiment, whereas the underfed ewes (B) lost 17.5 kg. By the end of the recovery period, the BH ewes gained 20.1 kg of their body weight and reached 51.5 kg. At almost the same body weight, the re-fed ewes (BH) had a higher (+1.6 kg) total fat content (11.9 kg) than those maintained at a constant body weight (10.3 kg). The TT and BH ewes had almost four times more adipose tissue than the ewes (B) that were underfed (3.3 kg). The adipose tissue variations (−8.8 kg) were more important than changes in muscular mass (−3.4 kg). Fat adipose tissue of the tail varied between 2.7 kg in the well-fed ewes and 0.6 kg in the underfed ewes. In these fat-tailed ewes, the order of adipose tissue mobilization, estimated by allometry coefficients, was in general agreement with observations made in thin-tailed ewes. Furthermore, the ability of fat tissue from the tail to be mobilized was closer to the internal fat rather than the subcutaneous fat. Hence, it can be considered that the fat from the tail of Barbary ewes exerts its role of body reserves more by its mass than by its ability to be rapidly mobilized. This experiment shows clearly the ability of Barbary sheep to survive in situations of food shortage of long duration. (© Elsevier / Inra)

Barbary ewe / fat-tailed sheep / undernutrition / adipose tissue reserves

* Correspondance et tirés à part
Tél : (216) 1 230 024 ; fax : (216) 1 742 897

Résumé — Trente brebis taries, de race Barbarine, ont été réparties en trois lots de poids vif moyen de 48,7 kg. Un premier lot (TT) a été maintenu à l'entretien (régime témoin couvrant 100 % des besoins énergétiques), les deux autres lots ont été sous-alimentés (régime couvrant 20 % des besoins). À l'issue de la période de sous-nutrition, les brebis d'un des deux lots (B) ont été abattues alors que celles de l'autre lot ont été ré-alimentées (BH) jusqu'à ce que les animaux atteignent un poids vif moyen identique au poids initial et soient abattues en même temps que les brebis témoin (TT). Les rations étaient composées de foin de vesce-avoine, et ont été supplémentées par de l'orge pendant la période de réalimentation. Les brebis abattues ont été disséquées et les différents tissus (tissu adipeux, muscle et os) ont été pesés. Dans ces conditions, la durée de survie des brebis Barbarine sous-nutries a été de 161 j et la période de réalimentation a duré 154 j. Les brebis à l'entretien ont maintenu un poids vif constant durant toute l'expérience (315 j), les brebis sous-alimentées du lot B ont perdu 17,5 kg en 161 j. Au cours de la phase de récupération, les brebis ont gagné 20,1 kg de poids vif. Bien que leur poids ait été voisin, les brebis réalimentées (BH) ont présenté plus (+1,6 kg) de tissu adipeux total (11,9 kg) que celles maintenues à l'entretien (10,3 kg). En moyenne, ces brebis (TT et BH) ont environ quatre fois plus de tissu adipeux que celles qui ont été sous-alimentées (3,3 kg). Ces variations de tissu adipeux (-8,8 kg) ont été plus importantes que celles du tissu musculaire (-3,4 kg). Le dépôt adipeux caudal a varié entre 2,7 kg chez les brebis bien nourries et 0,6 kg en fin de sous-nutrition. Chez la brebis Barbarine, l'ordre de mobilisation des tissus adipeux, estimé par les coefficients d'allométrie, a été conforme à celui établi chez les brebis à queue fine. En outre, la mobilisation du tissu adipeux caudal s'est apparenté à celle des tissus adipeux internes plutôt qu'à celle des tissus sous-cutanés. Ainsi, ce dépôt adipeux, spécifique des moutons à queue grasse, joue un rôle de réserve plutôt par sa masse que par sa labilité. Cette expérience montre la bonne capacité d'adaptation de ces brebis à supporter une sous-nutrition importante, pendant plusieurs mois. (© Elsevier / Inra)

brebis Barbarine / ovin à queue grasse / sous-alimentation / réserves adipeuses

1. INTRODUCTION

Les ruminants domestiques, placés dans des situations d'élevage difficiles, utilisent les lipides corporels contenus dans les tissus adipeux pour faire face aux situations de pénuries alimentaires [8]. Dans les conditions méditerranéennes, où les fluctuations des ressources alimentaires sont importantes, les animaux doivent pouvoir stocker l'énergie, sous forme de réserves adipeuses, pendant les périodes favorables et les mobiliser en périodes de pénuries. La principale race ovine de Tunisie est la Barbarine (80 % d'un cheptel national de 3,5 millions de brebis). La prédominance de cette race provient essentiellement du fait que, par rapport aux autres races ovines, elle dispose de réserves adipeuses supplémentaires localisées dans la région caudale. En effet, il a été observé en situations d'élevage contrôlé [16] ou lors d'essais d'alimentation [17], que cette brebis peut supporter des conditions de sous-alimentation intense et de longue durée. Des

mesures sur des brebis Barbarines abattues dans différents états corporels ont permis de préciser [2] les relations entre les différents dépôts adipeux. Toutefois dans ce dernier essai, les conditions d'alimentation n'étaient pas contrôlées. Pour compléter l'analyse des possibilités d'adaptation de ces brebis aux milieux difficiles il fallait, en alimentation individuelle contrôlée, décrire l'évolution des différents tissus adipeux aussi bien pendant une période de sous-nutrition que pendant une phase de réalimentation. La durée de la phase de réalimentation étant déterminée par le retour au poids vif initial.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Animaux et alimentation

Trente brebis de race Barbarine, taries et non gestantes, en bon état corporel (*tableau 1*) ont été utilisées pour cette expérience. Elles ont été réparties en trois lots de dix brebis équilibrés

Tableau I. Poids vif et notes d'état corporel des brebis Barbarines en début d'expérience des trois lots expérimentaux : sous-alimentées (B) réalimentées (BH) et témoins (TT).

Lots	B	BH	TT
Effectifs	10	10	10
Age (années)	4,3 ± 0,7	4,1 ± 0,6	4,5 ± 0,7
Poids vif (kg)	48,90 ± 2,68	48,45 ± 2,35	48,95 ± 1,57
Note d'état dorsale	3,90 ± 0,69	3,90 ± 0,71	3,98 ± 0,65
Note d'état caudale	4,08 ± 0,63	4,08 ± 0,50	4,15 ± 0,81

selon l'âge (4,3 ans en moyenne), le poids vif (PV moyen : 48,84 kg) et l'état corporel (note d'état corporel dorsale : 3,93 et caudale : 4,10). Elles recevaient quotidiennement 25 g de complément minéral vitaminé (10 % Ca ; 3,5 % P ; 8 % Na ; 4,4 % Mg ; 0,4 % S ; 0,4 % Zn ; 0,2 Mn ; 0,2 % Fe) et disposaient d'eau à volonté en plus des rations décrites ci-après.

– Lot **Bas (B)** : Les brebis ont été alimentées à 20 % de leurs besoins énergétiques (environ 0,2 kg de foin brut de vesce-avoine) jusqu'à l'observation du premier cas d'affaiblissement. À ce stade, les brebis ont été abattues. Ce qui correspond à la fin de la première période expérimentale.

– Lot **Bas-Haut (BH)** : Les brebis ont tout d'abord été alimentées, comme celles du lot Bas, à 20 % de leurs besoins énergétiques pendant la première période. Ensuite, après une adaptation progressive de 15 j, elles sont passées à la seconde période durant laquelle elles recevaient une ration composée de 1,2 kg brut de foin pendant 70 j puis une ration composée de 0,8 kg de foin et 0,5 kg d'orge jusqu'au retour des brebis à leur poids vif et état corporel initial (84 j).

– Lot **témoin (TT)** : Les brebis de ce lot ont été alimentées à 100 % de leurs besoins énergétiques, soit environ 1 kg brut de foin de vesce-avoine, durant la totalité de l'expérience.

Les apports alimentaires ont été calculés selon les normes Inra [12], qui ont été validées pour les brebis Barbarines [2]. Les apports ont été ajustés selon le poids vif initial de chaque brebis (26 g de MOD.kg⁻¹ PV^{0,75} soit 0,033 UFL.kg⁻¹ PV^{0,75}) et les quantités offertes et refusées ont été pesées chaque jour.

2.2. Mesures et contrôles

Les brebis ont été pesées au début de l'expérience et à la fin de chacune des périodes. Les notes d'état corporel sont attribuées aux animaux,

en même temps que les pesées, à la fois au niveau dorsal [21], et au niveau caudal [1].

Les brebis du lot B ont été abattues à la fin de la première période, celles des deux autres lots (TT et BH) en fin d'expérience. Après abattage, le tissu adipeux mésentérique et omental ont été séparés et pesés individuellement. Tous les compartiments du tube digestif ont été pesés pleins puis vides afin de déterminer le poids des contenus digestifs, lequel a été soustrait du poids vif pour obtenir le poids vif vide (PVV). Les carcasses ont été conservées dans une chambre frigorifique à +4 °C pendant 24 h et ont ensuite été pesées froides (CF). Après séparation de la queue, la carcasse a été divisée, selon l'axe longitudinal, en deux parties égales. Ces trois parties ont été pesées individuellement. La demi-carcasse gauche a été découpée selon le protocole de Colomer et al. [9] en six morceaux. Tous ces morceaux, ainsi que la queue entière, ont été disséqués afin de séparer les principaux tissus à savoir le gras, le muscle et les os. Les tissus adipeux ont été répartis en cinq sites : sous-cutané, intermusculaire, périrénal, pelvique et caudal. Les tissus composant chaque partie anatomique ont été pesés individuellement. Tous ces tissus ont été broyés et la teneur en cendre a été déterminée à 550 °C pendant 6 h au four.

2.3. Analyses statistiques

Les données zootechniques, ainsi que les poids des différents tissus, ont été soumis à une analyse de variance à un facteur (niveau alimentaire). Ces analyses ont été effectuées avec le logiciel SAS [23].

Les données relatives aux différents tissus ont de plus subi une transformation logarithmique, puisque la croissance pondérale d'un organe ou d'un tissu en fonction de la croissance pondérale globale de l'individu, exprimée en

données logarithmiques, se présente le plus souvent sous forme d'une droite [19] :

$$\text{Log}(y) = a \text{Log}(x) + b$$

où : a est le coefficient d'allométrie, y est le poids du tissu adipeux étudié et x le poids des tissus adipeux totaux (TAT) ou le poids vif vide (PVV) et b un terme constant.

3. RÉSULTATS

La première période a duré 161 j, et s'est terminée à la mort d'une brebis du lot Bas. Au cours de cette première période, une brebis du lot BH (20 % des besoins) et deux du lot témoin sont mortes pour des raisons infectieuses. Aucun des animaux décédés n'a été analysé ou disséqué et leurs données zootechniques ont été écartées du traitement statistique des données.

3.1. Évolution du poids vif, des notes d'état corporel et des principaux tissus

Les brebis à l'entretien (TT) ont maintenu un poids vif et des notes d'état corporel pratiquement constants entre le début (PV 48,95 kg ; note dorsale 3,98 ; note caudale 4,15) et la fin (49,6 kg ; 3,53 et 4,20 respectivement) de l'expérience qui a duré au total 315 j, soit plus de 10 mois. Les brebis (B), sous-alimentées pendant 161 j, avaient au moment de l'abattage un poids vif moyen de 31,4 kg, une note dorsale de 0,71 et une note caudale de 1,82. Ces brebis ont donc perdu 17,5 kg de poids vif, soit 36 % de leur poids vif initial (*tableau II*). En phase de récupération qui a duré 154 j, les animaux du lot BH ont gagné 20,1 kg de poids vif soit 64 % du poids vif mesuré en fin de sous-alimentation (*tableau II*), pour

Tableau II. Poids et proportion des différents tissus par rapport à la carcasse froide (CF) et au poids vif vide (PVV) chez les brebis Barbarines sous-alimentées (B) réalimentées (BH) et témoins (TT).

Lots Effectif	B 9	BH 8	TT 9
Note d'état corporel			
Lombaire	0,71 ± 0,20	3,43 ± 0,72	3,53 ± 0,58
Queue	1,82 ± 0,87	4,53 ± 0,41	4,2 ± 0,57
Poids vif abattage (kg)			
Poids vif vide (kg)	26,79 ^a ± 2,59	43,34 ^b ± 5,54	41,79 ^b ± 2,05
Poids carcasse froide (kg)	14,34 ^a ± 1,67	25,53 ^b ± 3,46	24,62 ^b ± 0,95
Gras (kg)			
Gras (% PVV)	12,2 ^a ± 5,7	27,5 ^b ± 1,9	24,7 ^b ± 2,7
Gras (% CF)	16,7 ^a ± 7,3	38,8 ^b ± 2,4	34,2 ^b ± 3,2
Muscle (kg)			
Muscle (% PVV)	29,8 ^a ± 2,8	25,5 ^b ± 1,7	28,4 ^a ± 1,9
Muscle (% CF)	55,8 ^a ± 4,9	43,4 ^b ± 2,2	48,3 ^{ab} ± 2,9
Os (kg)			
Os (% PVV)	13,5 ^a ± 1,2	9,5 ^b ± 1,0	9,3 ^b ± 0,8
Os (% CF)	25,3 ^a ± 2,9	16,1 ^b ± 1,9	15,8 ^b ± 1,3

Sur une même ligne, les nombres n'ayant pas le même exposant sont significativement différents ($p < 0,05$).

atteindre un poids moyen de 51,5 kg au moment de l'abattage. Finalement, les brebis du lot BH étaient d'un poids vif très proche, et d'un état corporel du même ordre, voire un peu plus élevé, que de celui des brebis témoin (*tableau II*).

Les poids de carcasses ont été voisins dans les lots TT (24,6 kg) et BH (25,5 kg), alors que les brebis du lot B ont perdu 10,3 kg de carcasse au cours de la sous-alimentation. Par rapport aux brebis témoins, la variation de la masse de carcasse a été constituée à 58 % par du tissu adipeux (-6,0 kg), à 38 % par du muscle (-3,9 kg) et à 3 % par du squelette (-0,3 kg). En phase de récupération, la variation de masse de la carcasse a été composée à 66 % par du tissu adipeux et seulement à 28 % par du muscle et à 4 % par du tissu squelettique. Les variations pondérales ont donc été respectivement de +7,4 ; +3,1 et +0,5 kg de gras, de muscle et d'os par rapport aux mesures faites sur les brebis du lot B (*tableau II*).

Par ailleurs, les brebis qui ont été réalimentées (BH) contenaient plus (+1,62 kg ; $p < 0,05$) de tissu adipeux total (11,95 kg) que celles maintenues à l'entretien (10,33 kg), bien que la différence exprimée en proportion du PVV ou de la carcasse froide ne soit pas significative. Les dépôts adipeux des brebis des lots TT et BH ont été environ quatre fois plus élevés que ceux mesurés chez des brebis sous-alimentées 10,33 et 11,95 vs. 3,36 kg respectivement (*tableau II*). En proportion de la carcasse froide, le rap-

port des TAT entre les deux classes de brebis est passé du simple au double (*tableau II*) puisqu'il a été de 16,7 et 36,5 %, respectivement pour les brebis maigres et pour les grasses.

Les variations pondérales du tissu musculaire ont été moins importantes (3,4 kg) que celles du tissu adipeux (8,8 kg). Les brebis sous-alimentées (B) avaient une masse musculaire moyenne (7,96 kg) significativement ($p < 0,001$) plus faible que celles des deux autres lots (TT et BH) de brebis qui avaient pratiquement la même quantité de muscles (respectivement 11,87 et 11,09 kg). En proportion du poids de la carcasse froide ou du PVV, les brebis du lot B avaient les valeurs les plus élevées, celles du lot BH les plus faibles et celles du TT des valeurs intermédiaires (*tableau II*).

La masse du squelette a été, en valeur absolue, significativement ($p < 0,05$) plus importante chez les brebis du lot BH (4,06 kg) que chez celles du lot B (3,59 kg), alors que celles du lot TT avaient des valeurs intermédiaires (3,88 kg ; *tableau II*). Logiquement, la proportion des os dans la carcasse est maximale chez les brebis maigres (25,3 %). Quand l'état corporel des brebis s'améliore, cette proportion diminue ($p < 0,001$) à cause de l'augmentation de la teneur en gras et en muscle chez les brebis qui ont été réalimentées et celles du lot témoin où le squelette représente la même proportion de la carcasse froide (16 %) et du poids vif vide (9,4 %). Les masses minérales osseuses ont suivi la

Tableau III. Matière minérale (MM) dans le tissu squelettique et dans le corps vide chez les brebis Barbarines sous-alimentées (B) réalimentées (BH) et témoins (TT).

Lots	B	BH	TT
MM os (g)	872 ^a ± 132	973 ^a ± 156	947 ^a ± 102
MM (% os)	38,5 ^a ± 5,0	37,4 ^a ± 1,6	35,6 ^a ± 2,6
MM du PVV (g)	1 536 ^a ± 227	1 883 ^b ± 410	1 935 ^b ± 225
MM (% PVV)	6,15 ^a ± 0,88	4,58 ^b ± 0,81	4,88 ^b ± 0,56

Sur une même ligne, les nombres n'ayant pas le même exposant sont significativement différents ($p < 0,05$).

même tendance, sans que les différences soient significatives (*tableau III*). Toutefois la quantité de cendres contenue dans le poids vif vide a été significativement plus faible (-0,37 kg) chez les brebis du lot Bas (1,53 kg) que chez celles des deux autres lots (TT et BH), respectivement, 1,94 et 1,88 kg).

3.2. Variations relatives des différents tissus adipeux

Les brebis en bon état corporel (Lots BH et TT) avaient des proportions de TAT dans le PVV assez importantes (26 %) mais variables puisque comprises entre 21 et 30 %. Chez les brebis maigres à l'abattage (B), cette proportion est en moyenne de 12 %, et peut même atteindre 4 %, même si dans ce lot la brebis la moins maigre comportait encore 19 % de TAT dans le PVV.

3.3. Importance du gras caudal

Entre brebis, la masse du gras caudal a varié entre 0,095 et 4,0 kg. L'écart moyen maximal (2,15 ; $p < 0,001$) de dépôt adipeux caudal a été observé entre les brebis sous-nutries (0,57 kg) et les brebis réalimentées (2,7 kg ; *tableau IV*). Les brebis du lot témoin avec un dépôt moyen de 2,0 kg, ont eu moins de tissu adipeux caudal (-0,7 kg) que celles qui ont été réalimen-

tées (*tableau IV*). Chez les brebis maigres (B), ce dépôt représentait en moyenne 16 % des tissus adipeux totaux. Sur l'ensemble des données, le coefficient d'allométrie entre le dépôt caudal et le TAT est de 1,2 et il est de 3,4 avec le PVV.

3.4. Importance des autres tissus adipeux de la carcasse

Le gras sous-cutané a eu le plus fort coefficient d'allométrie aussi bien par rapport au TAT (1,32) que par rapport au PVV (3,90). Ceci est confirmé par les variations de masse de ce dépôt entre les brebis des différents lots, puisque la masse de gras sous-cutané, et sa proportion dans le TAT, a varié significativement ($p < 0,001$) entre les lots (*tableaux IV et V*). Ainsi, quand on compare les brebis témoins à celles qui ont été sous-alimentées (lot B), ce dépôt a diminué de 2,65 kg ; sa masse a ainsi été réduite de presque cinq fois. Lorsqu'on compare les brebis maigres (B) à celles qui ont été réalimentées (BH), ce dépôt s'est accru de 3,62 kg ; sa masse a alors été multipliée par 6,3. Par ailleurs, le gras sous-cutané a été également le dépôt le plus important en masse et en proportion (> 30 %) dans le TAT des brebis grasses (TT : 3,3 et BH : 4,3 kg). Chez les brebis maigres, c'est le gras intermusculaire qui représentait le dépôt adipeux le plus important tant en valeur absolue (0,89 kg)

Tableau IV. Poids (g) des différents dépôts adipeux chez les brebis Barbarines sous-alimentées (B) réalimentées (BH) et témoins (TT).

Lots	B	BH	TT
Gras caudal	568 ^a ± 396	2721 ^b ± 728	2054 ^c ± 485
Gras sous-cutané	679 ^a ± 375	4299 ^b ± 792	3331 ^c ± 612
Gras intermusculaire	891 ^a ± 401	1953 ^b ± 360	2214 ^b ± 562
Gras rénal	172 ^a ± 92	800 ^b ± 315	695 ^b ± 228
Gras pelvique	168 ^a ± 90	152 ^a ± 76	136 ^a ± 54
Gras omental	582 ^a ± 398	1486 ^b ± 347	1378 ^b ± 343
Gras mésentérique	297 ^a ± 101	536 ^b ± 117	523 ^b ± 94

Sur une même ligne, les nombres n'ayant pas le même exposant sont significativement différents ($p < 0,05$).

que relative (28 % TAT). Sa masse a été divisée par 2,5 chez les brebis sous-alimentées lorsqu'on les compare aux brebis témoins (2,2 kg) ou à celles qui ont été réalimentées (1,9 kg). En effet, ce gras intermusculaire a eu la même importance que les brebis aient été réalimentées (BH) ou qu'elles aient été maintenues à poids vif constant (TT). Son coefficient d'allométrie par rapport au TAT est faible (0,76) car inférieur à 1,0. Toutefois, comme tous les tissus adipeux son coefficient d'allométrie par rapport au PVV reste élevé (2,12).

La masse du gras périrénal des brebis sous-alimentées (0,17 kg) a varié de plus de 0,5 kg ce qui représente une variation de près de quatre fois sa masse, qu'elle soit comparée aux brebis témoin (0,70 kg) ou aux brebis réalimentées (0,80 kg). Son coefficient d'allométrie est de 1,22 par rapport au TAT et 3,55 par rapport au PVV.

La masse du gras pelvique a été très réduite et a été pratiquement la même chez les brebis de tous les lots (0,14 à 0,17 kg). C'est pourquoi il présente les plus faibles coefficients d'allométrie que ce soit avec le TAT (0,15) ou avec le PVV (0,07).

3.5. Importance du gras de la cavité abdominale

La masse du gras omental a été significativement plus faible chez les brebis

maigres (0,58 kg) que chez celles des deux autres lots (TT et BH), pour lesquelles elle a été en moyenne de 1,4 kg, mais sa proportion dans le TAT est restée pratiquement la même (12 à 15 %) chez les brebis des trois lots (tableau V). Son coefficient d'allométrie par rapport au TAT est voisin de 1,0 (1,09) et il est de 2,91 par rapport au PVV.

La masse du gras mésentérique des brebis sous-alimentées (0,3 kg) a varié de plus de 0,2 kg ce qui représente une baisse de près de 1,8 fois sa masse initiale, qu'elle soit comparée aux brebis témoin (0,52 kg) ou aux brebis réalimentées (0,54 kg). Son coefficient d'allométrie est de 0,46 par rapport au TAT et de 1,41 par rapport au PVV.

4. DISCUSSION

La brebis Barbarine, en bon état corporel, recevant seulement 20 % de ses besoins en énergie et de l'eau à volonté est capable de s'adapter pour survivre pendant environ 160 j. Ce résultat est en accord avec les observations faites sur les durées de survie de brebis à queue grasse, placées en jeûne total pendant 62 j et qui ont perdu 17,3 kg soit 38 % du poids vif initial [17]. Des brebis à queue fine, de race Lacaune et en bon état corporel, n'ont supporté une alimentation représentant 33 % de leurs besoins que pendant 60 j avant qu'une brebis ne décède [5]. On peut donc considérer que la brebis Barba-

Tableau V. Proportions des différents dépôts adipeux (%) par rapport au gras total chez les brebis Barbarines sous-alimentées (B) réalimentées (BH) et témoins (TT).

Lots	B	BH	TT
Gras caudal	16,3 ^a ± 6,1	22,8 ^b ± 5	19,9 ^{ab} ± 4,6
Gras sous-cutané	19,8 ^a ± 3,7	36,0 ^b ± 3,8	32,3 ^b ± 5,2
Gras intermusculaire	27,8 ^a ± 6,7	16,5 ^b ± 2,2	21,4 ^c ± 4,6
Gras rénal	4,9 ^a ± 0,9	6,6 ^b ± 2,0	6,7 ^b ± 1,8
Gras pelvique	5,5 ^a ± 1,9	1,3 ^b ± 0,5	1,3 ^b ± 0,5
Gras omental	15,2 ^a ± 6,1	12,4 ^a ± 2,0	13,3 ^a ± 2,0
Gras mésentérique	10,6 ^a ± 4,3	4,5 ^b ± 0,7	5,0 ^b ± 0,7

Sur une même ligne, les nombres n'ayant pas le même exposant sont significativement différents ($p < 0.05$).

rine s'adapte particulièrement bien à une forte sous-nutrition énergétique. La réalimentation, à un niveau supérieur d'environ 30 % aux besoins initiaux (sur la base du poids vif initial), permet aux brebis de recouvrer leur poids vif initial en 154 j.

Lors de cette sous-alimentation intense les brebis ont perdu 16 kg de masse corporelle (PVV). Dans cette variation de masse corporelle, c'est le tissu adipeux qui est dominant (8 kg : -70 % de la valeur initiale), suivi du tissu musculaire (3,9 kg : -29 % de la valeur initiale). Ce résultat confirme ceux trouvés précédemment [6, 13, 14, 18] quant à l'importance relative de la fonte des tissus adipeux et musculaires lors de phases de sous-alimentation. Par comparaison aux brebis à queue fine en lactation [10], et aux autres ruminants [8, 9], la perte musculaire paraît assez élevée chez les brebis Barbarine puisqu'elle représente près du tiers de sa valeur initiale. De plus, cette forte diminution de la masse musculaire paraît être réversible car les brebis ont pu déposer en 154 j une quantité équivalente à celle qui a été perdue. Toutefois, la composition en eau et en lipides de cette masse musculaire disséquée peut varier [10], et des analyses chimiques sont nécessaires pour faire la part des variations des protéines et des autres constituants chimiques. En effet, il a été observé des accroissements de la teneur en eau de la masse maigre lorsque les ovins sont fortement sous-alimentés et/ou en déficit protéique [11]. Contrairement à ce qui a été observé chez des vaches adultes, tarées en engraissement [20], la brebis Barbarine est capable de reconstituer intégralement la perte de masse musculaire lorsqu'elle est réalimentée.

L'ordre de mobilisation des principaux tissus adipeux, exprimé par le coefficient d'allométrie avec la masse totale du gras chez la brebis de race Barbarine, est semblable à celui observé chez les races à queue fine [18, 24]. De plus, lorsqu'on considère les teneurs en lipides, l'évolution que nous observons sur les brebis Barbarine est en

accord général avec les observations faites sur d'autres brebis à queue fine comme la Scottish Blackface [22] et la Mérinos [18]. Cependant la différence quantitative importante réside dans le fait que la brebis Barbarine conserve toujours une proportion de gras plus élevée (21,3 %) et plus variable (4,3 à 30,1 % sur l'ensemble des brebis) que celle de la Rasa Aragonesa qui présente un format voisin et dont la proportion du gras varie seulement entre 11 et 20 % [24], pour un écart de poids vif comparable.

En outre, lorsqu'on compare les brebis Barbarine, issues de deux états nutritionnels contrastés, on constate que c'est le tissu adipeux sous-cutané qui varie le plus, non seulement en masse mais également en proportion (allométrie) du poids vif vide et des dépôts adipeux totaux. De ce point de vue, cette grande labilité du tissu adipeux sous-cutané de la brebis Barbarine est en accord avec les observations faites précédemment sur des ovins en croissance qu'ils soient, à queue fine [7, 15, 18] ou à queue grasse [3, 4], ou sur des bovins adultes [20]. En terme de contribution relative et absolue, le tissu adipeux caudal et le gras périrénal se placent après le tissu sous-cutané. D'après ce résultat, et en accord avec des mesures faites précédemment [2], le tissu adipeux caudal de la brebis Barbarine semble donc constituer un organe de réserve plutôt par sa masse que par sa plasticité relative. En effet, il représente encore 16 % en moyenne des tissus adipeux totaux chez les brebis émaciées. Pour les tissus adipeux intermusculaire et mésentérique les faibles coefficients d'allométrie expliquent que ces tissus soient encore relativement importants chez les brebis maigres de cet essai. Ceci concorde avec les résultats sur la brebis Rasa Aragonesa [24]. Cependant, compte tenu de l'absence de dépôt adipeux caudal, la proportion du gras mésentérique est plus importante chez ces brebis à queue fine.

Par ailleurs, à même note d'état lombaire, les brebis réalimentées (BH) ont davantage de dépôts adipeux totaux que celles du lot

témoin (TT), ce qui ne corrobore pas les résultats de Russel et al. [22]. Toutefois, ceci pourrait provenir, chez les brebis grasses, d'un stockage accru de lipides dans les dépôts adipeux caudaux, comme en témoignent les notes caudales plus élevées chez les brebis réalimentées par rapport aux brebis témoins (4,53 vs. 4,20). Cet aspect confirme l'intérêt d'évaluer l'état d'engraissement des brebis Barbarine en attribuant simultanément des notes d'état dorsale et caudale [1].

Nos résultats mettent en évidence que la masse osseuse a été également sollicitée lors de périodes de sous-nutrition énergétique de longue durée. L'évolution des quantités de cendres du squelette des brebis abattues montre que les minéraux sont utilisés pendant cette période et qu'ils sont déposés à nouveau lorsque les brebis sont réalimentées.

5. CONCLUSION

Cette expérience montre que la brebis Barbarine est particulièrement bien adaptée à un milieu difficile car elle peut supporter une sous-nutrition intense (20 % des besoins) sur une longue période (plus de 5 mois). Inversement, lorsque les brebis sont réalimentées modérément (130 % des besoins initiaux) la durée de la période de reconstitution totale des réserves est assez longue (4 mois). Ceci confirme que, lorsqu'il faut privilégier la survie du cheptel dans l'attente d'une période plus favorable, il est possible d'envisager des conduites très économes en aliments pour ces brebis Barbarine.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier du ministère des Affaires étrangères français, dans le cadre du projet d'amélioration des techniques d'élevage ovin en Tunisie.

RÉFÉRENCES

- [1] Atti N., Relations entre l'état corporel et les dépôts adipeux chez la brebis Barbarine, *Opti. Méd. Séries Séminaires* 13 (1992) 31-34.
- [2] Atti N., Bocquier F., Khaldi G., Thériez M., Localisation et importance des différents dépôts adipeux selon l'état corporel chez des brebis à queue grasse, *Ann. Zootech.* 42 (1993) 214-215.
- [3] Atti N., Khaldi G., Composition de la carcasse et qualité de la viande d'agneaux de races Barbarine et Noire de Thibar en fonction du poids à l'abattage, *Ann. Inrat.* 61 (1988) 24 p.
- [4] Atti N., Khaldi G., Caractéristiques de croissance chez des agneaux de trois races tunisiennes, Symposium « Philoetios » sur l'évaluation des ovins et caprins Méditerranéens, in : Rapport EUR11893 CCE (1989) pp. 375-381.
- [5] Bocquier F., Chilliard Y., Effects of severe undernutrition on body weight and fat tissue changes in dry Lacaune ewes, 8^e Journées Alimentation et Nutrition des Herbivores, 24-25 mars 1993 (Paris), *Ann. Zootech.* 43 (1994) p. 300.
- [6] Burton J. H., Anderson M., Reid J. T., Some biological aspects of partial starvation. The effect of weight loss and regrowth on body composition in sheep, *Br. J. Nutr.* 32 (1974) 515-523.
- [7] Butler-Hogg B.W., Fat partitioning in Clun and Southdown lambs, *Anim. Prod.* 34 (1982) 377 (abstract).
- [8] Chilliard Y., Bocquier F., Doreau M., Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction: a review, *Reprod. Nutr. Develop.* 38 (1998) 129-150.
- [9] Colomer R. F., Dumont B.L., Murillo F.N.L., Descripción del despiece ovino aragones y definición de un despiece de referencia normalizado, *Ann. INIA/ser. Prod. Anim.* 3 (1972) 79-108.
- [10] Cowan R.T., Robinson J.J., Greenhalgh J.F.D., McHattie I., Body composition changes in lactating ewes estimated by serial slaughter and deuterium dilution, *Anim. Prod.* 29 (1979) 81-90.
- [11] Geenty K.G., Sykes A.R., Effect of herbage allowances during pregnancy and lactation on feed intake, milk production, body composition and energy utilization of ewes at pasture, *J. Agric. Sci. Camb.* 106 (1986) 351-367.
- [12] Inra., Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins, Ed. Inra Pub. 78000 Versailles (1988).
- [13] Kabbali A., Johnson D. W., Goodrich R.D., Allen C.E., Effects of undernutrition and refeeding on weights of body parts and chemical components of growing Moroccan lambs, *J. Anim. Sci.* 70 (1992) 2859-2865.

- [14] Keenan D. M. McManus W. R., Changes in the body composition and efficiency of mature sheep during loss and regain of live weight, *J. Agric. Sci. Camb.* 72 (1969) 139–145.
- [15] Kempster A. J., Fat partition and distribution in the carcass of cattle, sheep and pigs : a review, *Meat Sci.* 5 (1980–81) 83–98.
- [16] Khaldi G., Barbary sheep, in: *Small Ruminant in the near East*, vol. III, North Africa, *FAO Anim. Pro. Health Paper* 74 (1989) pp. 96–135.
- [17] Le Houerou H.N., Recherches expérimentales sur la tolérance du mouton barbarin à l'inanition et la restriction alimentaire, in : *Le Floch E., Grouzis M., Cornet A., Bille J.C. (Eds), L'aridité : Contrainte au développement*. Éditions Orstom (1992) pp. 369–385.
- [18] Little D.A., Sandland R.L., Studies on the distribution of body fat in sheep during continuous growth, and following nutritinal restriction and rehabilitation, *Austr. J. Agric. Res.* 26 (1975) 363–374.
- [19] Prud'hon M., La croissance globale de l'agneau : ses caractéristiques et ses lois, in 2^e Journées de la Recherche Ovine et Caprine, Inra-Itovic, (1976) 6–20.
- [20] Robelin J., Agabriel J., Malterre C., Bonnemaire J., Changes in body composition of mature dry cows of Holstein, Limousin, and Charolais breeds during fattening. I. Skeleton, muscles, fatty tissues and offal, *Livest. Prod. Sci.* 25 (1990) 199–215.
- [21] Russel A.J.F. Doney J.M. Gunn R.J.G., Subjective assessment of body fat in live sheep, *J. Agric. Sci. Camb.* 72 (1969) 451–454.
- [22] Russel A.J.F., Doney J.M., Gunn R.J.G., The distribution of chemical fat in the bodies of Scottish Blackface ewes, *Anim. Prod.* 13 (1971) 503–509.
- [23] SAS Institute Inc., *SAS/STAT User's Guide*, Release 6.03 (ed.) Cary, NC, USA, 1988, 1028 p.
- [24] Teixeira A., Delfa R., Colomer-Rocher F., Relationships between fat depots and body condition score or tail fatness in the Rasa Aragonesa breed, *Anim. Prod.* 49 (1989) 275–280.