

# UTILISATION ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉE D'UNE MÊME RATION PAR LE MOUTON ADULTE A L'ENGRAISSEMENT ET L'AGNEAU EN CROISSANCE

J.-C. BOUVIER et M. VERMOREL

avec la collaboration technique de Françoise DUBOISSET,  
Simone GASNET, Marinette MARTINAUD, G. MOINS et R. SOUCHET

*Laboratoire d'Études du Métabolisme énergétique,  
Centre de Recherches de Clermont Ferrand, I. N. R. A.,  
Theix, Saint Genès Champanelle, 63110 Beaumont*

---

## RÉSUMÉ

Un fourrage de luzerne déshydratée et condensée a été distribué à 6 moutons castrés âgés de 4 ans et 12 agneaux mâles âgés de 3 à 5 mois à plusieurs niveaux d'alimentation. Les bilans énergétiques et azotés ont été obtenus à l'aide de 2 chambres respiratoires avec 3 groupes de 2 moutons et 3 groupes de 4 agneaux.

Il n'y a pas de différence significative entre les agneaux et les moutons en ce qui concerne la digestibilité de l'énergie, la teneur en énergie métabolisable et l'énergie nette du fourrage pour la croissance et l'engraissement. Le pourcentage d'énergie fixée sous forme de protéines est plus élevé chez les agneaux que chez les moutons adultes mais il varie peu à partir du niveau d'ingestion double de l'entretien.

---

## INTRODUCTION

Les valeurs énergétiques nettes des aliments pour les ruminants ont été obtenues, dans le cas de la production de viande, avec des animaux adultes, castrés, à l'engraissement. Ces valeurs sont utilisées pour le rationnement des ruminants en croissance quelle que soit la composition du croît. Or les études récentes réalisées sur le Porc, la Volaille et le Rat montrent que chez les monogastriques l'énergie métabolisable (EM) est transformée en énergie nette (EN) avec un rendement plus faible pour la croissance que pour l'engraissement. Le coût énergétique de la synthèse protéique apparente est en effet plus élevé que le coût de la synthèse lipidique apparente (SCHIE-

MANN, 1970 ; BONSDORFF, PETERSEN, 1970 ; CLOSE, MOUNT et START, 1971 ; KIELANOWSKI et KOTARBINSKA, 1970 ; OSLAGE *et al.*, 1970 ; THORBEC, 1970).

Chez les ruminants, il existe peu d'expériences similaires et les résultats sont contradictoires. Selon SCHURCH (1961), le rendement de la transformation de EM en EN est plus élevé chez les agneaux en croissance que chez les moutons à l'engraissement. En revanche, selon BLAXTER, CLAPPERTON et WAINMAN (1966), l'utilisation digestive, le rendement de EM et l'énergie nette des rations ne varient pas en fonction de l'âge chez des bouvillons en croissance et les valeurs sont les mêmes que celles attendues chez des animaux adultes. De même, selon GRAHAM et SEARLE (1972) le rendement de EM ne varie pas en fonction de l'âge chez des agneaux entre les âges de 5 et de 14 mois et selon WEBSTER, SMITH et BROCKWAY (1972), le rendement de EM déterminé chez des agneaux en croissance correspond étroitement à la valeur calculée à partir des données obtenues antérieurement avec des moutons adultes. Cependant ces résultats ne dérivent pas, en général, de comparaisons directes entre animaux en croissance et animaux à l'engraissement. Compte tenu de l'importance de ce problème, nous avons déterminé dans le cadre d'une même expérience, par la méthode de calorimétrie indirecte, l'utilisation d'une ration par des agneaux en croissance et par des moutons adultes, castrés, à l'engraissement.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### *Animaux*

L'étude porte d'une part sur 3 groupes de 2 moutons castrés d'autre part sur 3 groupes de 4 agneaux mâles entiers. Les moutons de race *Texel*, sont âgés de 4 ans, pèsent environ 80 kg et sont habitués au séjour en cage à digestibilité. Les agneaux, issus du croisement *Berrichon* × (*Romanov* × *Limousin*) ont été sevrés au poids de 18 kg ; ils sont âgés de 3 mois et pèsent en moyenne 28 kg au début de l'expérience et sont âgés de 5 mois environ en fin d'expérience. En dehors des périodes de mesure tous les animaux sont logés en cases individuelles avec litière de copeaux

### *Régime et niveaux d'alimentation*

Pour compléter les résultats d'une étude sur l'influence du conditionnement des fourrages sur leur valeur énergétique (VERMOREL, BOUVIER et DEMARQUILLY, 1974), l'aliment choisi est une luzerne déshydratée et condensée (broyée avant pressage dans une presse à filière) du commerce. La ration est distribuée en 2 repas égaux par jour, à 9 h et 17 h. Les animaux disposent, en outre, d'eau et d'un mélange minéral. Les moutons adultes reçoivent leur ration à 2 niveaux d'apport : soit *ad libitum*, soit en quantité limitée correspondant sensiblement aux besoins d'entretien. Pour les agneaux, il était intéressant de déterminer quel était le niveau d'alimentation le plus bas qui pouvait être utilisé sans entraîner d'erreur sur les bilans énergétiques et sur le rendement de EM. Pour cela l'aliment est distribué aux agneaux à 4 niveaux d'alimentation : *ad libitum*, 80 p. 100 de *ad lib.*, 65 p. 100 de *ad lib.*, et 50 p. 100 de *ad lib.* (niveau voisin de l'entretien). Cette séquence est adoptée pour 2 des groupes et la séquence inverse pour le troisième groupe (fig. 1). La durée des périodes de transition est de 3 jours entre chacun des 4 niveaux pour les agneaux et de 10 jours entre les niveaux *ad lib.* et entretien pour les moutons adultes. Ensuite, la durée de séjour à chaque niveau d'alimentation est de 11 jours au moins pour les agneaux et de 18 jours pour les moutons adultes.

### *Mesures*

Les méthodes utilisées sont les mêmes que celles indiquées précédemment (VERMOREL *et al.*, 1973).

*Quantités ingérées.*

Les animaux sont alimentés individuellement en 2 repas égaux par jour. Les refus sont récoltés chaque jour et pesés individuellement. Les teneurs en matière sèche de l'aliment et des refus sont déterminées en double chaque jour dans une étuve ventilée à 80°C.

FIG. 1 A

Animaux	Moutons adultes			Agneaux		
	1	2	3	1	2	3
Semaine						
1	100			100		
2		100				100
3			100		50	
4				80		80
5	50				65	
6		50		65		65
7			50		80	
8				50		
9					100	50

FIG. 1 B

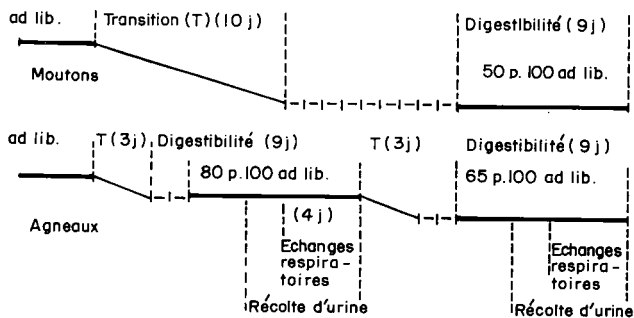


FIG. 1. — Tableau synoptique des bilans réalisés sur les moutons et les agneaux aux différents niveaux d'alimentation (*ad libitum* = 100 (fig. 1 A) et schéma des périodes de transition et de mesure (fig. 1 B)

*Digestibilité.*

Les animaux sont équipés de harnais. Les fèces sont récoltées dans des sacs pendant une période de 9 jours : 3 jours au sol et 6 jours en chambres respiratoires. Chaque jour, on pèse les fèces fraîches et on en prélève 2 échantillons aliquotes : l'un est séché en étuve ventilée en vue de la détermination de la digestibilité de la matière sèche pour chaque animal ; l'autre est conservé à une température de - 20°C. Pour réduire le nombre d'analyses, les échantillons congelés correspondant à chaque animal sont mélangés en fin de période avec ceux des animaux du même groupe puis lyophilisés en vue des dosages d'énergie, de carbone et d'azote dans l'échantillon moyen ainsi constitué. On obtient donc une estimation de la digestibilité de l'énergie, du carbone et de l'azote de l'aliment pour chaque groupe de 2 moutons ou de 4 agneaux.

*Urine.*

Pendant le séjour en chambre respiratoire (6 j), l'urine est récoltée individuellement à l'aide d'un entonnoir en caoutchouc suspendu sous le ventre de l'animal par des sangles. Elle est aspirée en permanence dans un flacon contenant de l'acide sulfurique.

*Échanges respiratoires.*

Les moutons adultes sont placés par 2 dans une chambre respiratoire, attachés face à face ; les agneaux sont placés par 4 dans l'autre chambre respiratoire, attachés, 2 à 2, face à face. Avant le début des mesures, ils sont habitués au port des harnais et à l'environnement des chambres respiratoires.

Après 2 jours d'adaptation, la consommation d'oxygène et les productions de gaz carbonique et de méthane sont mesurées en continu pendant une durée de 23 à 23,5 heures par jour et 4 jours consécutifs selon le principe du « circuit ouvert ». Les échanges respiratoires journaliers moyens de chaque groupe d'animaux sont utilisés pour le calcul des bilans énergétiques. Pour pouvoir comparer les résultats obtenus sur des animaux de poids différents, les données des bilans sont exprimées par kg de poids métabolique ( $P^{0,75}$ ).

## RÉSULTATS

*Composition du fourrage et quantités ingérées*

La taille moyenne des particules de la luzerne condensée, déterminée par analyse granulométrique (DEMARQUILLY et JOURNET, 1967) est de 0,57 mm. La composition chimique moyenne, pour l'ensemble de l'expérience, est la suivante : matière sèche :  $90,1 \pm 0,8$  p. 100 ; matière organique :  $79,9 \pm 0,3$  p. 100 ; matières azotées :  $17,18 \pm 0,15$  p. 100 ; cellulose brute : 28,6 p. 100 ; énergie brute :  $3,983 \pm 0,004$  kcal/g.

Les quantités d'aliment ingérées par les animaux d'un même groupe sont en général très voisines sauf dans 3 cas au niveau *ad libitum* (tabl. 1). Les quantités moyennes de matières sèche ingérée *ad libitum* par kg  $P^{0,75}$  sont de 72,73 et 91 g pour les 3 groupes de moutons et de 112, 115 et 119 g pour les 3 groupes d'agneaux. Compte tenu des besoins d'entretien déterminés dans cette étude, les niveaux d'ingestion (exprimés en multiples de l'entretien) sont en moyenne de 2,3 et 1,1 pour les moutons adultes et de 2,5-2,2-1,7 et 1,4 pour les agneaux.

*Digestibilité du fourrage (tabl. 1)*

Les coefficients d'utilisation digestive (CUD) de l'énergie du fourrage sont faibles. Il n'y a pas de différence significative entre les CUD de l'énergie observés chez les moutons et chez les agneaux au niveau de l'ingestion le plus bas comme au niveau *ad libitum*. L'augmentation du niveau d'ingestion de 1,1 à 2,3 chez les moutons adultes ou de 1,4 à 2,5 chez les agneaux s'accompagne d'une réduction significative de 4 à 5 points du CUD de l'énergie et d'une réduction comparable du CUD de la cellulose brute (36,8 contre 41,1). Chez les agneaux, la réduction du CUD de l'énergie est peu importante entre les niveaux 1,4-1,7 et 2,2 mais atteint 3 points entre les niveaux 2,2 et 2,5 (*ad libitum*).

Le CUD de l'azote est significativement plus élevé chez les moutons adultes que chez les agneaux : de 5,3 points au niveau d'ingestion le plus bas et de 2,2 points au niveau *ad libitum*. Il faut noter cependant que les agneaux ingèrent davantage de

Évolution des pertes journalières d'énergie et d'azote chez le Mouton et l'Agneau en fonction du niveau d'alimentation (moyenne ± écart-type de la moyenne)

Animaux (et âge)	Moutons (4 ans)		Agneaux (3 à 5 mois)			Signification des différences entre moutons et agneaux
	<i>ad lib.</i> 2,3	limité 1,4	<i>ad lib.</i> 2,5	limité 2,2	limité 1,7	
Niveaux d'alimentation (multiples de l'entretien)						Niveau — <i>ad lib.</i> — limité
Énergie brute ingérée (E <sub>T</sub> kcal/j)	11 886	4 364	6 620	5 520	4 385	CUD E. NS
	8 096	4 393	6 613	5 520	4 405	E. urine NS
	8 542	3 985	6 440	5 589	4 365	E. méthane NS
CUD de l'énergie	51,6	57,7	50,2	53,8	54,4	EM NS
	51,8	57,7	50,8	55,0	54,2	CUD N P < 0,05
	52,5	55,0	51,4	53,1	54,8	P < 0,05
Énergie urinaire (p. 100 E <sub>T</sub> )	52,0 ± 0,3	56,6 ± 0,9	50,8 ± 0,3	54,0 ± 0,6	54,5 ± 0,2	—
	4,2	4,9	4,0	5,2	5,5	moutons — agneaux —
	4,2	4,5	4,8	4,6	5,4	P < 0,001
Énergie du méthane (p. 100 E <sub>T</sub> )	4,3 ± 0,1	4,6 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,7 ± 0,3	5,3 ± 0,1	NS
	2,9	5,9	3,3	5,3	5,4	P < 0,05
	3,9	5,2	3,4	4,3	4,7	P < 0,05
Énergie métabolisable (p. 100 E <sub>T</sub> )	4,0	5,2	3,7	3,7	4,8	EM P < 0,05
	3,6 ± 0,4	5,4 ± 0,2	3,5 ± 0,1	4,4 ± 0,5	5,0 ± 0,2	CUD P < 0,001
	44,5	46,9	42,9	43,3	43,5	—
Énergie métabolisable (p. 100 E <sub>T</sub> )	43,8	46,7	42,7	46,4	44,4	44,8
	44,4	45,4	43,7	45,2	44,9	45,4
	44,1 ± 0,2	46,3 ± 0,5	43,1 ± 0,3	44,9 ± 0,8	44,2 ± 0,4	44,9
Énergie métabolisable (p. 100 E. dig.)	84,8	81,5	84,8	83,1	81,1	45,0 ± 0,2
	59,5	70,6	56,4	60,9	63,5	81,4
	58,3	69,3	56,6	61,2	62,1	64,4
CUD de l'azote	58,7	68,9	56,9	59,0	62,1	65,1
	58,8 ± 0,3	69,6 ± 0,5	56,6 ± 0,1	60,4 ± 0,7	62,6 ± 0,5	63,5
						64,3 ± 0,5

fourrage que les adultes par kg de poids métabolique, en moyenne 58 p. 100 au niveau d'ingestion le plus bas et 42 p. 100 au niveau *ad libitum*. L'augmentation du niveau d'ingestion de 1,1 à 2,3 chez les moutons adultes et de 1,4 à 2,5 chez les agneaux entraîne une diminution très importante du CUD de l'azote du fourrage, de 10,8 et 6,4 points respectivement. Par ailleurs, chez les agneaux, la diminution du CUD de l'azote, comme celle du CUD de l'énergie est importante (4 points en moyenne) entre les niveaux 2,2 et 2,5 (*ad libitum*).

#### *Teneur en énergie métabolisable (tabl. 1)*

L'énergie perdue sous forme de méthane, pour 100 kcal d'énergie ingérée, n'est pas significativement différente entre les agneaux et les moutons au niveau d'ingestion le plus bas ou au niveau *ad libitum*. L'augmentation du niveau d'ingestion entraîne une diminution significative de ce pourcentage, de 1,8 point chez les moutons adultes et de 1,4 point chez les agneaux.

L'énergie urinaire, pour 100 kcal d'énergie ingérée (tabl. 1) n'est pas significativement différente entre les agneaux et les moutons adultes quel que soit le niveau d'ingestion. L'augmentation du niveau d'ingestion entraîne une diminution du pourcentage d'énergie perdue dans l'urine de 0,3 point chez les moutons adultes et de 1,1 point chez les agneaux (différence significative).

Les réductions des pertes d'énergie urinaire et sous forme de méthane avec l'augmentation du niveau d'ingestion se traduisent par une augmentation du rapport entre l'énergie métabolisable et l'énergie digestible (EM/ED, tabl. 1) ; ce rapport augmente de 3 points entre le niveau d'ingestion le plus bas et le niveau *ad libitum* et les valeurs sont pratiquement les mêmes chez les moutons adultes et chez les agneaux. Les réductions de ces pertes compensent partiellement la diminution du CUD de l'énergie si bien que le pourcentage d'énergie métabolisable dans l'énergie brute (EM/EB, tabl. 1) ne diminue que de 2 points avec l'augmentation du niveau d'ingestion. Enfin, les teneurs en EM du fourrage ne sont pas significativement différentes chez les moutons adultes et chez les agneaux.

#### *Utilisation de l'énergie métabolisable*

Les quantités d'énergie fixée par les animaux indiquées dans le tableau 1 sont les moyennes des bilans QR et des bilans C-N ; en effet les deux méthodes donnent des valeurs très voisines dont la différence est inférieure à 1 p. 100 de la quantité d'énergie ingérée. Les variations des quantités d'énergie fixée (Ef) en fonction des quantités de EM ingérée (par kg P<sup>0,75</sup>) sont représentées dans la figure 2. Les droites de régression correspondant aux moutons adultes (1) ou aux agneaux (2) ont pour équations :

$$\begin{array}{llllll} (1) \text{ Ef} = 0,443 (\text{EM} - 65) & n = 6 & r = 0,991 & S_b = 0,030 & \text{SD} = 3,1 \\ (2) \text{ Ef} = 0,456 (\text{EM} - 87) & n = 12 & r = 0,981 & S_b = 0,032 & \text{SD} = 4,1 \end{array}$$

Les pentes des droites n'étant pas significativement différentes (F = 0,60) le rendement de EM n'est donc pas significativement différent pour l'engraissement des moutons adultes et pour la croissance des agneaux. Le rendement moyen de EM est de 45,1 ± 2,7 p. 100 pour la croissance et l'engraissement.

En revanche, les valeurs des abscisses à l'origine sont significativement différentes ( $F = 17,3$ ). Elles traduisent une différence de besoin d'entretien des animaux :  $65 \pm 6$  kcal EM par kg  $P^{0,75}$  pour les moutons et  $87 \pm 9$  kcal EM par kg  $P^{0,75}$  pour les agneaux. On peut également calculer le besoin d'entretien des animaux à partir de l'équation de régression entre  $\log Q$  (production totale de chaleur) et EM (exprimés par kg  $P^{0,75}$ ) :  $\log Q = a + b \text{ EM}$  ; à l'entretien  $Q = \text{EM}$  (GARRETT, 1970). La résolution de cette équation par approximations successives conduit à des valeurs supérieures du besoin d'entretien (67,5 kcal EM par kg  $P^{0,75}$  pour les moutons adultes et 95,8 pour les agneaux) mais qui mettent encore en évidence des différences importantes entre les 2 types d'animaux.

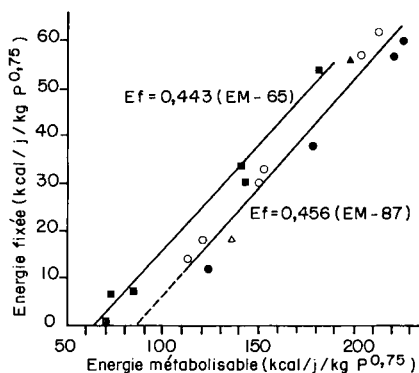


FIG. 2. — Variations des quantités d'énergie fixée en fonction des quantités d'énergie métabolisable ingérée

- Moutons adultes à l'engraissement
- Agneaux les plus jeunes et qui ont fixé beaucoup d'azote
- △ Agneaux moins jeunes et qui ont fixé beaucoup d'azote
- ▲ Agneaux plus jeunes et qui ont fixé moins d'azote
- Agneaux plus âgés

La régression de la production totale de chaleur ( $Q$ ) sur la quantité de matière sèche ingérée ( $MS$ ) permet de calculer que l'extra-chaleur de production est voisine pour les moutons et pour les agneaux et égale en moyenne à  $1,04 \pm 0,10$  kcal/g MS. De même la régression linéaire entre l'énergie fixée et la MS conduit à une valeur de l'énergie nette de cette luzerne déshydratée condensée égale en moyenne à  $0,85 \pm 0,05$  kcal/g MS.

#### Utilisation métabolique de l'azote

Les bilans azotés sont établis en tenant compte de l'azote ammoniacal dilué dans l'eau condensée sur les échangeurs froids des chambres respiratoires. Les valeurs indiquées dans le tableau 2 sont les moyennes des données correspondant à chaque groupe de 2 moutons ou de 4 agneaux. Chez les moutons adultes, la quantité d'azote fixé par kg  $P^{0,75}$  augmente linéairement avec le niveau d'ingestion (fig. 3) et la variabilité est réduite. L'augmentation moyenne est de 2,4 g d'azote pour une différence de 2,68 Mcal EM chez un mouton de 80 kg. Chez les agneaux, au contraire, la régression entre N fixé et EM est curvilinéaire et la variabilité est plus importante, surtout aux bas niveaux d'ingestion (fig. 3). La quantité d'azote fixé augmente de façon

importante entre les niveaux 2,2 et 2,5 (de 2,56 g N pour une différence de 0,45 Mcal EM chez un agneau de 30 kg). Par extrapolation des courbes, on peut calculer que dans nos conditions expérimentales, lorsque les animaux sont placés au niveau d'entretien, la quantité d'azote fixé est de 125 mg/j/kg P<sup>0,75</sup> chez le mouton adulte et de 200 mg/j/kg P<sup>0,75</sup> chez l'agneau, soit de 3,3 g/j chez un mouton adulte de 80 kg et de 2,6 g/j chez un agneau de 30 kg.

TABLEAU 2

Utilisation de l'énergie et de l'azote du régime par les moutons et les agneaux en fonction du niveau d'alimentation

Animaux (et âge)	Moutons (4 ans)		Agneaux (3 à 5 mois)			
	ad lib. 2,3	limité 1,1	ad lib. 2,5	limité 2,2	limité 1,7	limité 1,4
Niveau d'alimentation (multiples de l'entretien)						
Énergie métabolisable ingérée (kcal/j/kg P <sup>0,75</sup> )	181	72	222	178	136	113
	142	84	227	199	151	121
	144	70	214	205	153	124
Énergie fixée (kcal/j/kg P <sup>0,75</sup> )	54	6,6	57	38	18	14
	34	7,2	60	56	30	18
	31	1,0	62	57	33	12
Azote ingéré (g/j)	82,0	30,3	45,7	38,3	30,4	24,6
	55,8	30,5	43,5	38,3	30,6	24,7
	58,9	27,4	44,2	38,4	30,3	22,0
Azote retenu (g/j)	6,8	3,5	7,5	5,0	3,4	1,6
	5,0	4,2	7,1	4,9	3,2	4,2
	5,3	3,3	7,6	4,7	3,9	2,7

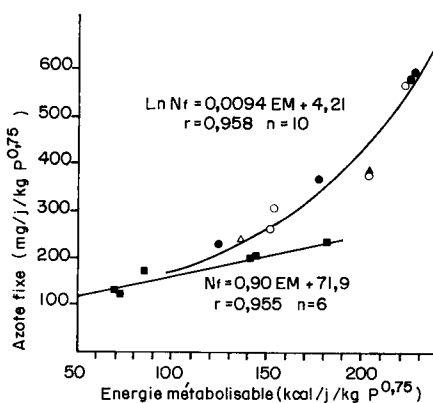


FIG. 3. — Variations des quantités d'azote fixé en fonction des quantités d'énergie métabolisable ingérée

- Moutons adultes à l'engraissement
- Agneaux les plus jeunes et qui ont fixé beaucoup d'azote
- △ Agneaux moins jeunes et qui ont fixé beaucoup d'azote
- ▲ Agneaux plus jeunes et qui ont fixé moins d'azote
- Agneaux plus âgés



Le pourcentage d'énergie fixée sous forme de protéines diminue de façon exponentielle chez les moutons adultes lorsque le niveau d'ingestion et la quantité d'énergie fixée augmentent (fig. 4) ; il est encore de 15 p. 100 quand le niveau d'ingestion est égal à 2,8 (groupe n° 1). Chez les agneaux, l'évolution est comparable (fig. 4) mais le pourcentage d'énergie fixée sous forme de protéines est toujours supérieur à celui observé chez les moutons ; il atteint une valeur moyenne de 30 p. 100 qui varie peu entre les niveaux d'alimentation 2,0 et 2,5 (*ad libitum*).

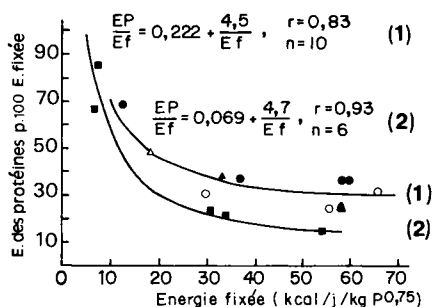


FIG. 4. — Variations des quantités d'énergie fixée sous forme de protéines en fonction des quantités d'énergie fixée

- Moutons adultes à l'engraissement
- Agneaux les plus jeunes et qui ont fixé beaucoup d'azote
- ▲ Agneaux moins jeunes et qui ont fixé beaucoup d'azote
- ▲ Agneaux plus jeunes et qui ont fixé moins d'azote
- Agneaux plus âgés

## DISCUSSION

### *Utilisation digestive et énergétique de la luzerne condensée*

La digestibilité de l'énergie de cette luzerne déshydratée condensée est faible aux niveaux d'ingestion les plus bas malgré une teneur en cellulose brute peu élevée, mais la digestibilité de l'azote semble normale. En revanche, l'augmentation du niveau d'ingestion, surtout au niveau *ad libitum*, entraîne une diminution très importante de la digestibilité de l'azote. Ce phénomène peut résulter d'une dénaturation des protéines par une température de déshydratation excessive et d'une mauvaise utilisation par les microorganismes du rumen. La diminution de la digestibilité de l'azote peut rendre compte d'une réduction de 2,5 points du CUD de l'énergie tandis que la diminution de la digestibilité de la cellulose brute et celle (calculée) de l'ensemble extractif non azoté et matières grasses entraînent une réduction du CUD de l'énergie respectivement de 1,3 et 1,0 point.

L'énergie perdue sous forme de méthane est relativement faible, et a une valeur voisine de celles que nous avons observées chez des moutons de 1 an recevant de la fétuque ou de la luzerne condensée. Ce phénomène s'explique par le fait que le broyage et l'agglomération du fourrage entraînent une diminution de la digestion au niveau du rumen au profit de la digestion intestinale (BEEVER *et al.*, 1972).

L'énergie du méthane représente 9 à 10 p. 100 de l'énergie digestible aux bas niveaux d'ingestion et 7 p. 100 au niveau *ad libitum*. Ces valeurs sont en accord avec les résultats obtenus (10,9 et 7,4 p. 100 de ED) par BLAXTER et GRAHAM (1956)

chez des moutons recevant un foin de graminées finement broyé et aggloméré de digestibilité supérieure à celle de notre luzerne déshydratée. En revanche, les valeurs sont très inférieures à celles obtenues par WAINMAN et BLAXTER (1972) chez des moutons recevant des fourrages broyés et agglomérés de faible digestibilité (12 p. 100 ED en moyenne dans le cas du sainfoin et 15 p. 100 dans le cas d'un foin de graminées). Elles se rapprochent par contre des valeurs (8 à 10 p. 100 ED) obtenues par VAN DER HONING et VAN ES (1974) chez des vaches laitières recevant des rations mixtes comportant environ 50 p. 100 de foin de luzerne broyé et aggloméré. Par ailleurs, la diminution importante de l'énergie du méthane au niveau *ad libitum* doit résulter à la fois d'une réduction de la digestibilité des glucides membranaires dans le rumen (entraînée par la diminution de la durée de séjour) et d'une modification des fermentations du rumen entraînant une réduction de la proportion d'acide acétique au profit de l'acide propionique.

Le rendement de EM pour la croissance et l'engraissement ( $45,1 \pm 2,7$  p. 100) est légèrement inférieur à celui trouvé précédemment (48,5 p. 100) pour une luzerne dont le rapport EM/EB était supérieur de 3 points (46,2 contre 43,1 p. 100) (VERMOREL, BOUVIER, DEMARQUILLY, 1973). Ces 2 valeurs sont voisines du rendement moyen de EM (48 p. 100) indiqué par BLAXTER (1974) pour des fourrages broyés et agglomérés dont le rapport EM/EB est égal à 45 p. 100. Ce rendement de 45,1 p. 100 est également supérieur de 7 points à celui donné par les tables de L'ARC (1965) pour un fourrage long de même teneur en EM. Ce résultat confirme l'amélioration du rendement de EM entraînée par le conditionnement du fourrage ; selon WAINMAN *et al.* (1972) cette amélioration est d'autant plus importante que le fourrage est de moins bonne qualité.

La valeur énergétique nette de production de cette luzerne est de 0,85 Mcal/kg MS soit 0,51 UF d'engraissement (1 UF = 1 640 kcal EN). Nous ne savons malheureusement pas à quel stade végétatif cette luzerne du commerce a été récoltée. Cependant, d'après ses teneurs en cellulose brute et en matières azotées et d'après sa digestibilité au niveau d'entretien, on peut l'assimiler à une luzerne en premier cycle de végétation, au stade floraison, dont l'énergie nette d'engraissement est estimée à 0,51 UF/kg MS dans les tables de DEMARQUILLY et WEISS (1970) à partir de la digestibilité mesurée chez des moutons adultes : cette observation permet de penser que le conditionnement de cette luzerne n'a pas dû modifier de façon importante son énergie nette.

*Comparaison de l'utilisation d'une même ration par le mouton adulte  
à l'engraissement et par l'agneau en croissance*

La digestibilité de l'énergie de la ration est légèrement plus faible (1,5 point en moyenne, différence non significative) chez les agneaux âgés de 3 à 5 mois que chez les moutons âgés de 4 ans pour des niveaux d'ingestion légèrement supérieurs ; elle varie donc peu avec l'âge des animaux. Ce résultat est en accord avec les observations de GRAHAM et SEARLE (1972) sur agneaux et de BLAXTER *et al.* (1966) sur jeunes bovins. Il correspond également aux conclusions des études de RAYMOND *et al.* (1954) : pour des niveaux d'ingestion voisins, la digestibilité de la matière sèche augmente en moyenne d'un point par an chez des moutons, entre la première et la troisième année, soit une différence de 2 points en moyenne entre des agneaux et des moutons adultes. Selon ces mêmes auteurs, la différence est plus importante au niveau

de la digestibilité de l'azote (0 à 4 points entre les agneaux et les moutons adultes) et cette observation est confirmée par nos résultats expérimentaux (tabl. 1).

La perte d'énergie sous forme de méthane et la teneur en EM de la ration ne sont pas significativement plus faibles chez les agneaux que chez les moutons adultes. Ces résultats sont en accord avec les données de BLAXTER *et al.* (1966) qui n'observent pas de variation de ces 2 critères en fonction de l'âge des jeunes bovins. Cependant GRAHAM et SEARLE (1972) ont noté une perte d'énergie sous forme de méthane beaucoup plus faible chez des agneaux âgés de 5 mois que chez des moutons âgés de 14 mois.

La régression entre Ef et EM est linéaire et le coefficient de corrélation est élevé chez les moutons comme chez les agneaux (équations 1 et 2). Ce résultat permet de conclure qu'en vue d'améliorer la précision dans la détermination du rendement de EM pour la croissance, il est possible de diminuer le niveau d'alimentation des agneaux jusqu'à une valeur de 1,4 sans entraîner d'augmentation de leur dépense énergétique d'entretien, tout au moins lorsqu'ils sont plusieurs dans une chambre respiratoire. Cependant, avec des rations totalement condensées qui sont consommées très rapidement, il semble préférable de ne pas choisir un niveau d'alimentation inférieur à 1,5.

Le rendement de EM pour la production n'est pas significativement différent chez les moutons adultes à l'engraissement et chez les agneaux en croissance. Ce résultat, obtenu au cours d'une comparaison directe, est en accord avec les conclusions des travaux de WEBSTER *et al.* (1972) sur agneaux et avec ceux de BLAXTER *et al.* (1966) sur des jeunes bovins. Il ne traduit cependant pas la différence de rendement de EM pour la synthèse des protéines et pour la synthèse des lipides obtenue par plusieurs auteurs chez les monogastriques et par ØRSKOV et McDONALD (1970) chez les agneaux ruminants (respectivement 30 p. 100 et 80 p. 100 dans le cas d'un rendement moyen de EM de 65 p. 100). Si l'on admet, dans le cas de notre ration, que chez l'agneau le rendement de EM est de l'ordre de 25 à 30 p. 100 pour la synthèse des protéines on calcule par différence, que le rendement de EM pour la synthèse des lipides est de 52 à 54 p. 100. A partir des proportions d'énergie fixée sous forme de protéines et de lipides mesurées chez les moutons adultes à l'engraissement, on peut calculer que le rendement global de EM serait supérieur de 3 à 4 points à celui observé chez les agneaux en croissance. Cette différence correspond aux écarts-types des coefficients de régressions de Ef sur EM (équations 1 et 2).

Le besoin d'entretien des moutons adultes ( $65 \pm 6$  kcal/kg  $P^{0,75}$ ) correspond à une dépense au jeûne de  $43 \pm 4$  kcal/kg  $P^{0,75}$  si l'on admet un rendement de EM pour l'entretien de 66,5 p. 100 dans le cas de ce fourrage condensé d'après les données de BLAXTER (1974). Cette valeur est intermédiaire entre les recommandations de l'A. R. C. (1965) ( $48 \pm 5$  kcal/kg  $P^{0,75}$ ) pour des moutons de plus de 4 ans et la valeur moyenne (40,8 kcal/kg  $P^{0,75}$ ) utilisée par JENTSCH *et al.* (1972) pour des moutons adultes.

Dans le cas des agneaux, l'estimation du besoin d'entretien ( $87 \pm 9$  kcal EM/kg  $P^{0,75}$ ) correspond aux valeurs obtenues par JOHNSON et HINDS (1972) chez des agneaux ruminants (100 à l'âge de 105 jours et 88 à l'âge de 153 jours). Cependant, malgré le nombre réduit de points expérimentaux, il est possible de distinguer sur la figure 2, correspondant à l'énergie fixée, d'une part les points situés en dessous de la droite de régression correspondant aux agneaux les plus jeunes et qui ont fixé le plus d'azote

et d'autre part les points situés au-dessus de la droite de régression correspondant aux agneaux les moins jeunes ou à ceux qui ont fixé moins d'azote ; les valeurs correspondantes du besoin d'entretien sont respectivement de 95 et 82 kcal EM/kg P<sup>0.75</sup>. La valeur la plus élevée correspond aux données de ØRSKOV et McDONALD (1970) et à celles de BICKEL et DURRER (1974,) respectivement 100 et 96 kcal EM/kg P<sup>0.75</sup>.

A quantités d'énergie fixée égales, les quantités d'azote fixé et les proportions d'énergie fixée sous forme de protéines par les moutons et les agneaux correspondent aux valeurs obtenues par BLAXTER *et al.* (1971) chez des moutons, par WEBSTER, SMITH et BROCKWAY (1972) (par calorimétrie indirecte) et par ØRSKOV et McDONALD (1960) (par la méthode des abattages comparés) chez des agneaux. On peut cependant noter sur la figure 4, que les agneaux les plus jeunes (en moyenne 1,5 mois de moins que les autres en raison du schéma expérimental) et qui ont fixé le plus d'azote ont une proportion d'énergie fixée sous forme de protéines plus importante que les autres (35 contre 25 p. 100 en moyenne). Par ailleurs, nous notons peu d'évolution de la composition du croît des agneaux avec l'augmentation des quantités d'énergie ingérée ou d'énergie fixée au-delà du niveau d'alimentation de 1,5. Ce résultat est en accord avec les données de ANDREWS et ØRSKOV (1970). Ces auteurs ne notent « pas d'influence significative du niveau d'alimentation sur la composition corporelle d'agneaux abattus au poids de 27,5 kg ».

## CONCLUSION

Cette étude, portant sur une comparaison directe entre animaux en croissance et animaux adultes, montre, dans le cas de cette luzerne déshydratée condensée, qu'il n'y a pas de différence significative entre agneaux ruminants et moutons adultes aux niveaux de l'utilisation digestive, de la teneur en EM de la ration et du rendement de EM pour la croissance ou pour l'engraissement.

Ce résultat ne correspond pas aux connaissances actuelles sur l'utilisation de EM pour la croissance ou l'engraissement chez les monogastriques mais est en accord avec les conclusions de BLAXTER, CLAPPERTON et WAINMAN (1966) sur des jeunes bovins et celles de WEBSTER, SMITH et BROCKWAY (1972) sur des agneaux. L'absence de différence significative au niveau du rendement de EM peut cependant résulter à la fois de la variabilité des résultats et de la faible différence dans les proportions d'énergie fixée sous forme de protéines. Ce résultat mérite d'être vérifié par d'autres études sur des animaux en croissance. En effet, s'il était confirmé par des études sur bovins, il permettrait d'utiliser pour les ruminants en croissance les nombreux résultats obtenus avec des ruminants adultes à l'engraissement.

*Reçu pour publication en juin 1975.*

## SUMMARY

### ENERGY AND NITROGEN UTILIZATION BY FATTENING ADULT WETHER SHEEP AND GROWING LAMBS USING THE SAME DIET

Six 4 years old wethers and twelve 3 months old male lambs were fed with a dehydrated, ground and pelleted lucerne forage. The feeding levels used were 1.1 and 2.3 times maintenance

for the wethers and 1.4-1.7-2.2-2.5 times for the lambs. Energy and nitrogen balances were carried out for 4 and 6 days, respectively, on 3 pairs of wethers and 3 groups of 4 lambs with 2 respiration chambers of the open circuit type.

Energy digestibility and ME (Metabolisable energy) content of the diet were similar in wethers and lambs but nitrogen digestibility was higher in wethers (table 1). ME efficiency ( $45.0 \pm 2.7$  p. 100) was not significantly different in fattening wethers and growing lambs (fig. 1) but was 7 units higher than the value estimated from A.R.C. (1965) for a long forage of the same ME content. Maintenance needs were  $65 \pm 6$  and  $87 \pm 9$  kcal ME/kg  $W^{0.75}$  respectively for adult wethers and growing lambs. Protein energy content of total energy gain was higher in growing lambs than in adult wethers; it remained constant above a certain feeding level (fig. 3). The results are discussed and compared with the published data.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (A. R. C.) 1965. *The nutrient requirements of farm livestock*, 2, Ruminants, Agricultural Research Council, London.
- ANDREWS R. P., ØRSKOV E. R., 1970. The nutrition of the early weaned lamb. *J. Agric. Sci. Camb.*, **75**, 11-26.
- BEEVER D. E., COELHO DA SILVA J. F., PRESCOTT J. H., ARMSTRONG D. G., 1972. The effect in sheep of physical form and stage of growth on the sites of digestion of a dried grass. *Brit. J. Nutr.*, **28**, 347-356.
- BICKEL H., DURRER A., 1974. Energy utilization by growing sheep. *Proc. 6th Symp. Energy Metab.*, Stuttgart, Sept. 1973 (B. R. D.), 119-122 *EEAP*, n° 14, MENKE *et al.*, ed.
- BLAXTER K. L., 1974. Metab. energy and feeding systems for ruminants. *Proc. Nutr. Conf. feed. Manuf. Nottingham*, **7**, 3-25. SWAN et LEWIS, ed.
- BLAXTER K. L., GRAHAM N. Mc, 1956. The effect of the grinding and cubing process on the utilization of the energy of dried grass. *J. Agric. Sci.*, **47**, 207-217.
- BLAXTER K. L., CLAPPERTON J.-L., WAINMAN F. W., 1966. Utilization of the energy and protein of the same diet by cattle of different ages. *J. Agric. Sci. Camb.*, **67**, 67-75.
- BONSDORFF PETERSEN C., 1970. Efficiency of protein and fat deposition in growing chickens determined by respiration experiments. In *Proc. 5th Symp. Energy Metab.*, Vitznau, Sept., 205-208, *EAAP* n° 13, SCHÜRCH et WENK, Juris Druck, Zurich.
- CLOSE W. H., MOUNT L. E., START I. B., 1971. The influence of environmental temperature and plane of nutrition on heat losses from groups of growing pigs. *Anim. Prod.*, **13**, 285-294.
- DEMARQUILLY C., JOURNET M., 1967. Valeur alimentaire des foin condensés. *Ann. Zootech.*, **16**, 123-150.
- DEMARQUILLY C., WEISS P., 1970. *Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages*. I. N. R. A., Étude S. E. I. n° 42, mars 1970.
- GARRET W. N., 1970. The influence of sex on the energy requirements of cattle for maintenance and growth. In *Proc. 5th Symp. Energy Metab.*, Vitznau, sept., 101-104, *EAAP*, n° 13, SCHÜRCH et WENK, Juris Druck, Zurich.
- GRAHAM N. Mc, SEARLE T. W., 1972. Balances of energy and matter in growing sheep at several ages, body weight, and planes of nutrition. *Aust. J. Agric. Res.*, **23**, 97-108.
- JENTSCH W., SCHIEMANN R., HOFFMANN L., WITTENBURG H., 1972. Die energetische verwertung der grünfütterstoffe im frischen und getrockneten Zustand durch Wiederkäuer. *Arch. Tierernähr.*, **22**, 17-40.
- JOHNSON D. E., HINDS F. C., 1972. Heat production of growing sheep at zero energy balance. *J. Anim. Sci.*, **35**, 267.
- KIELANOWSKI J., KOTARBINSKA M., 1970. Further studies on energy metabolism in the pig. *Proc. 5th Symp. Energy Metab.*, Vitznau, sept., 145-148, *EAAP*, publ. n° 13, SCHÜRCH et WENK, Juris Druck, Zurich.
- ØRSKOV E. R., McDONALD I., 1970. The utilization of dietary energy for maintenance and for fat and protein deposition in young growing sheep. *Proc. 5th Symp. Energy Metab.*, Vitznau, sept., 121-124, *EAAP* n° 13, SCHÜRCH et WENK, Juris Druck, Zurich.
- OSLAGE H. J., GADEKEN D., FLIEGEL H., 1970. Über den energetischen Wirkungsgrad der Protein und Fettsynthese bei wachsenden Schweinen. *Proc. 5th Symp. Energy Metab.* Vitznau, Sept., 133-136, *EAAP publ.* n° 13, SCHÜRCH et WENK, Juris Druck, Zurich.
- RAYMOND W. F., HARRIS C. E., KEMP C. D., 1954. Studies in the digestibility of herbage. *J. Brit. Grassland. Society*, **9**, 209-220.
- SCHIEMANN R., 1970. Die Energiebedarf für den Eiweissansatz. *Wissenschaft. Zchr. Humboldt Univ.*, Berlin, **19** (1), 35-43.

- SCHURCH A., 1961. Die energetische Wirkung verschieden hoher Eiweiss und Stärkgaben, gemessen am wachsenden und ausgewachsenen Schaf. *Proc. 2nd Symp. Energy Metab.*, Wageningen, sept., 250-260, *EAAP* n° 10, BROUWER *et al.*, Wageningen (Pays-Bas).
- THORBEK G., 1970. The utilization of metabolizable energy for protein and fat gain in growing pigs. *Proc 5th Symp. Energy Metab.*, Vitznau, sept., 129-132, *EAAP* n° 13, SCHÜRCH et WENK, Juris Druck, Zurich.
- VAN DER HONING Y., VAN ES A. J. H., 1974. Utilization of energy from pelleted roughages in dairy cattle rations. *Proc. 6th Symp. Energy Metab.* Stuttgart (B. R. D.), Sept. 1973, 209-212. *EAAP* n° 14,
- VERMOREL M., BOUVIER J. C., BONNET Y., FAUCONNEAU G., 1973. Construction et fonctionnement de 2 chambres respiratoires du type « circuit ouvert » pour jeunes bovins. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 659-681.
- VERMOREL M., BOUVIER J. C., DEMARQUILLY C., 1974. Influence du mode de conditionnement des fourrages déshydratés sur leur valeur énergétique nette pour le Mouton en croissance. *Proc. 6th Symp. Energy Metab.* Stuttgart, sept. 1973, 213-216, *EAAP* n° 14, MENKE *et al.*, Stuttgart (B. R. D.).
- WAINMAN F. W., BLAXTER K. L., SMITH J. S., 1972. The effect of grinding and pelleting on the nutritive value of poor quality roughages for sheep. *J. Agric. Sci. Camb.*, **78**, 441-447.
- WEBSTER A. J. F., SMITH J. S., BROCKWAY J. M., 1972. Effects of isolation, confinement, competition for feed on the energy exchanges of growing lambs. *Anim. Prod.*, **15**, 189-201.
-