

# Alimentation des broutards : ingestion et substitution entre aliments, efficacité d'utilisation de l'énergie

GARCIA-LAUNAY F. (1), GAREL JP. (2), MICOL D. (1), AGABRIEL J. (1)

(1) INRA-UR 1213 herbivores - Theix - 63122 Saint-Genès-Champanelle

(2) INRA-UE monts d'Auvergne - domaine expérimental de Marcenat - 15000 Marcenat

**RESUME** - Cette expérimentation avait pour objectif de quantifier l'ingestion et les substitutions entre lait, fourrage et concentré, et de préciser l'efficacité d'utilisation de l'énergie chez le broutard de trois à neuf mois. Trois lots de dix broutards (six Salers et quatre Limousins par lot) ont reçu des régimes contrastés en lait, foin et concentré. Les trois lots (L+, C+, C-) disposaient de foin à volonté et tétaient leur mère deux fois par jour. Les veaux du lot L+ tétaient en supplément une vache de race laitière une fois par jour et les animaux du lot C+ recevaient du concentré *sub ad libitum*. L'ingestion de lait en lot L+ (entre 3,6 et 5,5 kg / 100 kg PV / j en moyenne) est supérieure à celle des deux autres lots (entre 1,8 et 2,8 kg / 100 kg PV / j en moyenne). L'ingestion de foin est devenue progressivement supérieure pour le lot C- (de 1,0 à 1,3 kg MS / 100 kg PV / j) par rapport aux deux autres lots. La substitution entre foin et lait est très faible (0,03 à 0,08) et la substitution entre foin et concentré est plus importante (0,13 à 0,34) et conforme à la bibliographie. Le différentiel d'ingestion a permis une croissance supérieure chez les animaux des lots L+ et C+ (1,48 kg / j) par rapport au lot C- (1,06 kg / j) sans différences notables de composition corporelle au sevrage. L'efficacité alimentaire du gain de poids vif des lots L+ et C+ a été supérieure à celle du lot C- chez les Limousins, mais comparable chez les Salers. Les broutards Limousins ont particulièrement bien valorisé les rations distribuées en lots L+ et C+. Ces résultats confirment que les broutards Salers peuvent être conduits sans ou avec peu d'apport de concentré avant sevrage quand la production laitière des mères atteint 10 kg / j en moyenne. Les veaux Limousins ont confirmé leur bonne capacité de valorisation du lait et du concentré.

## Mixed diets for young suckled bulls: intake and substitution between feeds, energy efficiency

GARCIA-LAUNAY F. (1), GAREL JP. (2), MICOL D. (1), AGABRIEL J. (1)

(1) INRA-UR 1213 Herbivores - Theix - 63122 Saint-Genès-Champanelle

**SUMMARY** - This experiment was aimed at understanding and quantifying the intake and the substitution between milk, forage and concentrate and the efficiency of energy utilisation for young bulls between 3 and 9 months. Three groups of ten young bulls (6 Salers and 4 Limousins) were raised with diets contrasted in terms of milk, hay and concentrate. The three groups (L+, C+, C-) were fed *ad libitum* with hay and suckled their mother twice a day. The animals from the L+ group suckled additionally once a day a dairy cow and the animals of the C+ group were given concentrate *sub ad libitum*. Milk intake was the highest in the L+ group (from 3.6 to 5.5 kg/ 100 kg LW/d vs from 1.8 to 2.8 kg/ 100 kg LW/j in the C- and C+ groups) and the hay intake became progressively higher in the C- group (from 1.0 to 1.3 kg DM/ 100 kg LW/d) than in the other groups. Substitution between milk and hay was very low (0.03 to 0.08) and substitution between hay and concentrate (0.13 to 0.34) was consistent with the literature. The differences of intake induce a higher growth in L+ and C+ groups (1.48 kg/d vs 1.06 kg/d in C- group), without a significant difference in body composition at weaning. Feeding efficiency was similar in L+ and C+ groups, and higher than in the C- group, with more contrast in Limousin calves. Limousin calves showed interesting efficiency with L+ and C+ diets. These results confirm that Salers young bulls can be conducted without or with very little concentrate before weaning as long as milk production of the mothers is higher than 2000 kg/lactation. The Limousin young bulls confirmed their good ability to use efficiently milk and concentrate.

### INTRODUCTION

La conduite des veaux de races allaitantes avant le sevrage est déterminante pour le coût d'alimentation ainsi que pour les performances sous la mère et en engraissement. La phase d'alimentation mixte, qui associe lait, fourrage et concentré conditionne l'évolution du tube digestif. Les jeunes mâles reçoivent souvent du concentré avant sevrage, pour maximiser la croissance et adapter les animaux aux conditions d'engraissement, mais cette pratique devient de plus en plus coûteuse. L'ingestion de lait diminue au cours du temps au profit du fourrage et du concentré au fur et à mesure que la production laitière de la mère diminue et que le jeune évolue vers le statut de ruminant. Les taux de substitution lait / fourrage (quantité de foin ingéré en moins par kg de lait bu en plus) sont très variables, de 0,15 (Le Neindre et Lienard, 1980) à 0,3 et 0,6 (Ansotegui *et al.*, 1991, Abdelsamei *et al.*, 2005). En parallèle, la substitution foin / concentré se met progressivement en place, autour de 0,5 kg MS de foin en moins par kg MS de concentré en plus (Le Neindre et Liénard, 1980). L'effet d'apports variables de lait avant le sevrage sur l'adaptation ultérieure à l'engraissement n'a pas été complètement éclairci (Kaiser,

1976, Abdelsamei *et al.*, 2005). Nous avons mis en place un essai à l'unité expérimentale des monts d'Auvergne (domaine de Marcenat, Cantal), pour mieux suivre et quantifier l'ingestion et la croissance du jeune broutard ruminant, les phénomènes de substitution sur l'ingestion (lait, fourrages, concentré) ainsi que les efficacités d'utilisation de l'énergie ingérée.

### 1. MATERIEL ET METHODES

#### 1.1. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Trois lots de dix veaux (six Salers et quatre Limousins par lot) ont été élevés en stabulation, séparés de leur mère, entre l'âge de trois mois et le sevrage, à neuf mois, soit d'avril à octobre 2007, avec des régimes contrastés en lait, foin et concentré. Les trois lots (L+, C+, C-) disposaient de foin distribué à volonté (tableau 1) et tétaient leur mère deux fois par jour, puis une fois par jour à partir de sept mois. Les mères rentraient du pâturage pour les têtées. Les veaux du lot L+ tétaient en plus une vache de race laitière une fois par jour, avant l'une des deux têtées sous la mère (le matin pour les veaux Salers et le soir pour les veaux Limousins). Le Lot C+ recevait en plus un apport croissant de concentré (tableau 1,

0,5 à 4,5 kg bruts / jour) dit *sub ad libitum*, qui correspond à des pratiques de terrain (Veysset *et al.*, 2007). Un lot de quatre veaux Salers, de même poids moyen que les trois lots expérimentaux, a été abattu juste avant le début de l'expérimentation (à trois mois) et deux broutards Salers par lot ont été abattus juste avant leur sevrage (à neuf mois).

**Tableau 1** : Caractéristiques des aliments distribués (foin 1 = foin de prairie permanente distribué jusqu'en semaine 16, foin 2 = foin de dactyle distribué jusqu'au sevrage)

Aliments	MS (%)	MAT (g/kg MS)	UFL (/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)	UEB (/kg MS)
Foin 1	87	102	0,84	63	82	1,02
Foin 2	89	100	0,63	62	70	1,21
Concentré	89	215	1,00	140	108	-

## 1.2. MESURES EXPERIMENTALES

Le poids vif des veaux et les quantités ingérées de lait ont été mesurés au cours de deux contrôles laitiers chaque semaine (Le Neindre, 1973). Les quantités de foin et de concentré distribuées ainsi que les refus ont été mesurés chaque jour. Les quantités de foin ingérées individuellement ont été évaluées entre la semaine 12 et le sevrage grâce à un système d'auges sur balances et d'identification des animaux par transpondeur. Les quantités ingérées totales ont été calculées entre le 24 avril et le 3 septembre (veille du premier abattage). La composition corporelle tissulaire a été estimée *in vivo* par des mesures de la taille des adipocytes (Robelin et Agabriel, 1986), grâce à des biopsies du tissu sous cutané péri caudal réalisées en semaines expérimentales 2, 11 et 19. Les quantités de dépôts adipeux totaux ont été utilisées pour estimer la composition chimique selon Robelin et Geay (1978). L'échantillon d'animaux abattus en début et fin d'expérimentation a permis d'ajuster la relation entre taille des adipocytes et composition corporelle mesurée.

## 1.3. ANALYSES STATISTIQUES

Les données de poids vif et d'ingestion ont été analysées par un modèle mixte, en considérant comme effets fixes, le lot expérimental, la race de l'animal et son âge (ou la semaine expérimentale pour le foin) ainsi que leurs interactions. Nous avons considéré la semaine de mesure comme un facteur répété et un effet aléatoire de l'individu.

Les résultats d'efficacité alimentaire ont été calculés sur deux périodes grâce aux trois dates d'estimation de la composition corporelle (fin avril à début juillet soit soixante et onze jours et début juillet à fin août soit cinquante sept jours), puis analysés en considérant les effets période, race et traitement ainsi que l'effet aléatoire associé à l'individu. Nous avons calculé les rendements marginaux de croissance du lait et du concentré en comparant les gains de poids vifs réalisés entre les lots L+ et C- d'une part et C+ et C- d'autre part.

## 2. RESULTATS

### 2.1. INGESTION

**Tableau 2** : quantités ingérées totales (/ animal) de lait, foin et concentré dans les différents lots

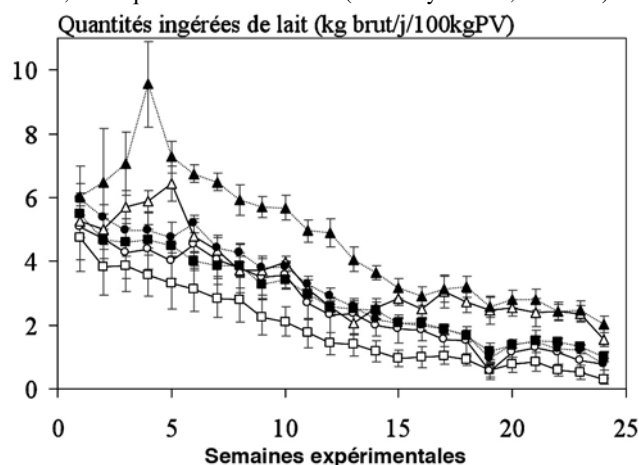
Lots	C-	C+	L+
Lait (kg)	933	841	1424
Foin (kg MS)	369	291	311
Concentré (kg MS)	0	207	0
UFL ingérées	537	661	618

Le lot L+ a reçu 500 kg de lait en plus au total (tableau 2) que les deux autres lots. Le lot C- présente une ingestion de foin supérieure (60 à 80 kg en plus) à celle des deux autres lots.

### 2.1.1. Lait

Les quantités de lait bues ont diminué régulièrement, en suivant la diminution de production laitière des mères (figure 1). En moyenne, les broutards Salers du lot L+ ont ingéré plus de lait (5,5 kg / 100 kg PV / j soit 10 kg / j en moyenne) que les veaux Salers et Limousins des lots C+ et C- (de 1,8 à 2,8 kg / 100 kg PV / j) et les veaux Limousins du lot L+ ont ingéré une quantité intermédiaire (3,6 kg / 100 kg PV). Les veaux Limousins du lot C+ tendent à ingérer le moins de lait au cours de l'expérimentation. Après les trois premières semaines d'habituations, les veaux Salers du lot L+ ingèrent déjà significativement ( $p < 0,0001$ ) plus de lait (9,1 kg / 100 kg PV / j) que tous les autres lots. Le pic d'ingestion de lait du lot L+ apparaît en semaine 4 en Salers, et en semaine 5 en Limousin. Les quantités ingérées de lait évoluent ensuite à la même vitesse entre les lots (-0,2 kg / 100 kg PV / semaine), excepté le lot L+ des veaux Salers (-0,36 kg / 100 kg PV / semaine).

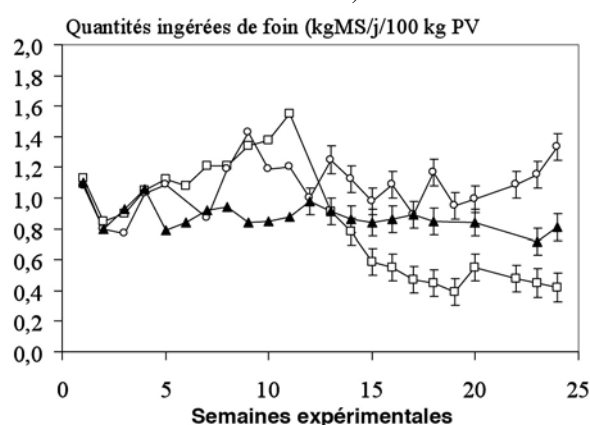
**Figure 1** : évolution des quantités ingérées de lait (moyenne ± erreur standard) pour les lots C- (●), C+ (■) et L+ (▲) en race Salers, ainsi qu'en race Limousine (même symboles, en blanc).



Les veaux Salers ingèrent toujours plus de lait que les veaux Limousins. Enfin, les quantités de lait bues sous la mère n'ont pas été modifiées par les apports supplémentaires de lait ou de concentré.

### 2.1.2. Foin

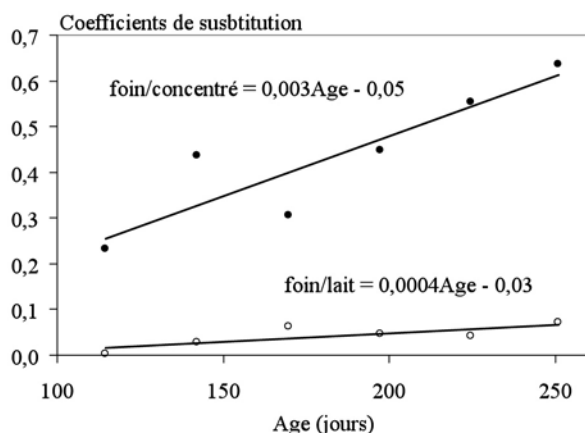
**Figure 2** : évolution des quantités de foin ingérées (moyennes brutes avant la semaine 12 puis moyennes ajustées ± erreur standard) pour les lots contrôle (○), concentré (□) et lait (▲) (races Salers et Limousine confondues).



### 2.1.3. Phénomènes de substitution entre aliments

Le coefficient de substitution foin/concentré (Figure 3) augmente régulièrement avec l'âge, de 0,23 à 0,64 alors que la substitution foin/lait varie peu dans le même temps entre 0,0 et 0,7.

**Figure 3** . Evolution des coefficients de substitution foin/concentré (● : kgMS de foin ingéré en plus en lot C- par kgMS de concentré ingéré en moins par rapport au lot C+) et foin/lait (○ : kgMS de foin ingéré en plus en lot C- par kg de lait ingéré en moins par rapport au lot L+) calculés sur des périodes de 4 semaines consécutives.



### 2.2. CROISSANCE ET COMPOSITION DU GAIN

Le poids vif des veaux des lots C+ et L+ a évolué de façon quasi linéaire, tandis que les veaux du lot C- présentent un fléchissement progressif de leur croissance autour de sept mois d'âge (figure 4). Les GMQ ont été supérieurs pour les lots L+ (1,48±0,10kg) et C+ (1,47±0,15kg) par rapport au lot C- (1,06±0,21kg), sans différence significative entre races. Le poids final des animaux était en conséquence inférieur de plus de 60 kg dans le lot C- par rapport aux lots L+ et C+ (tableau 3). Les quantités de dépôts adipeux totaux déposés étaient supérieures pour les lots L+ (27±5,1kg) et C+ (29±2,8kg) par rapport au lot C- (17±5,6kg).

La composition du gain de poids était en moyenne de 21 % de lipides et de 18 % de protéines, sans différence significative entre lots. Avant sevrage, les quantités de lipides et de protéines corporels sont supérieures dans les lots L+ et C+ par rapport au lot C- (tableau 3), sans différence pour autant de composition moyenne du corps vide (14 % de dépôts adipeux, soit 15,5 % de dépôts lipidiques). Nous avons aussi observé une taille des adipocytes inférieure dans le lot C- par rapport aux lots L+ et C+.

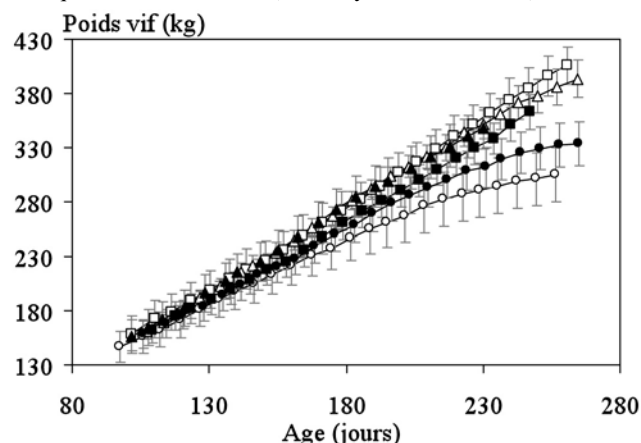
### 2.3. UTILISATION ENERGETIQUE DES RATIONS

#### 2.3.1. Rendements marginaux

Les rendements marginaux de l'utilisation du lait pour le gain de poids vif sont restés relativement stables de mai à septembre, avec une valeur de 92±11,9 g de gain de poids par kilogramme de lait ingéré en plus.

Les rendements marginaux d'utilisation du concentré ont diminué entre mai et septembre, de 270 à 175 g de gain de poids / kg MS de concentré ingéré en plus.

Figure 4 : évolution des poids vifs (moyenne±erreur standard) pour les lots contrôle (●), concentré (■) et lait (▲) en race Salers, ainsi qu'en race Limousine (même symboles, en blanc).



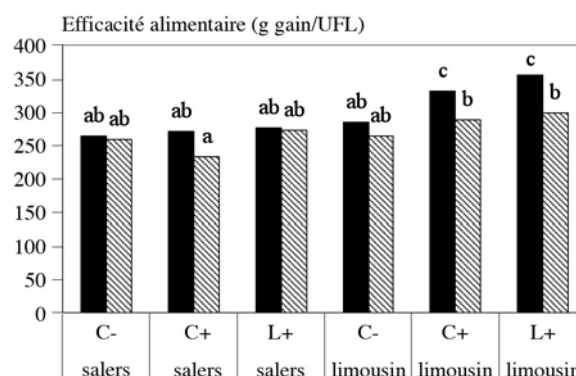
**Tableau 3** : croissance des veaux, taille des adipocytes et composition corporelle estimées à 8,5 mois selon les lots (effet race non significatif).

Lots	C-	C+	L+	p-value
Poids initial (104 jours) (kg)	158	158	160	NS
Poids final (262 jours) (kg)	326 <sup>a</sup>	392 <sup>b</sup>	389 <sup>b</sup>	<0,0004
Vitesse de croissance (kg / j)	1,06 <sup>a</sup>	1,48 <sup>b</sup>	1,45 <sup>b</sup>	<0,0001
Taille des adipocytes (μm)	72 <sup>b</sup>	93 <sup>c</sup>	89 <sup>c</sup>	<0,0006
Lipides corporels (kg)	36 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>	47 <sup>b</sup>	<0,05
Protéines corporelles (kg)	46 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>	<0,05

#### 2.3.2. Efficacité alimentaire

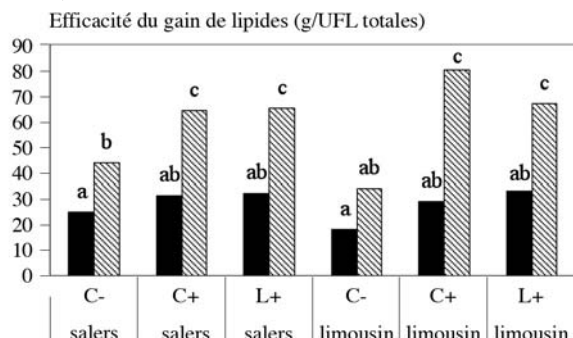
Les efficacités moyennes d'utilisation de l'énergie (UFL) ont été de 274, 277 et 303 g de gain de poids vif par UFL ingérée pour les lots C-, C+ et L+, respectivement. L'efficacité alimentaire des veaux Limousins a été supérieure (+ 40g en moyenne) à celle des veaux Salers, sauf pour le lot C- où elle a été comparable.

**Figure 5** : efficacité alimentaire des veaux des différents lots et des deux races en période 1 (avant le 4 juillet, bâtons noirs) et en période 2 (après le 4 juillet, bâtons hachurés).



Les lots L+ et C+ ont eu une efficacité supérieure au lot C- pour les Limousins, et une efficacité comparable pour les veaux Salers. L'efficacité alimentaire a également diminué entre la période 1 et la période 2, avec le développement des animaux. L'efficacité alimentaire pour le dépôt des lipides correspond au gain de lipides divisé par les UF ingérées totales (figure 6).

**Figure 6** : efficacité du dépôt des lipides chez les veaux des différents lots et des deux races en période 1 (avant la semaine 11, bâtons noirs) et en période 2 (après la semaine 11, bâtons hachurés).



Comme le dépôt des lipides augmente avec l'âge du fait du développement physiologique, l'efficacité alimentaire du dépôt de lipides a augmenté entre P1 et P2. L'efficacité pour le dépôt de lipides a été plus élevée ( $p < 0,05$ ) pour les lots L+ et C+ que dans le lot C-, quelle que soit la race.

### 3. DISCUSSION

#### 3.1. SUBSTITUTION LAIT / FOIN / CONCENTRE : QUELS ELEMENTS POUR LA MODELISATION

Les travaux précédents n'ont pas ou peu considéré l'effet du développement progressif de l'animal sur la substitution lait / fourrage (Baker *et al.*, 1976, Le Neindre et Liénard, 1980, Ansotegui *et al.*, 1991, Abdelsamei *et al.*, 2005). Les valeurs de la littérature suggèrent une substitution lait / fourrage plus élevée (de 0,15 à 0,3 et 0,6) que celle que nous avons trouvée (de 0,0 à 0,07). La plupart de ces études concernent la substitution entre lait et herbe pâturée et indiquent que le stade de développement de l'herbe influence fortement la substitution. Serrano *et al.* (2005) ont par contre trouvé des niveaux d'ingestion de lait comparables (5,17 kg / j) entre des lots expérimentaux dont les ingestions de foin (1,41 vs. 2,26 kg MS / j) et de concentré étaient variables (3,18 vs. 1,73 kg MS / j), ce qui indique un taux de substitution très faible. Les ingestions de lait et de foin sont donc quasiment additives. Le niveau de substitution foin/concentré augmente régulièrement au cours de l'expérimentation, pour atteindre des valeurs cohérentes (0,64) avec celles proposées dans les Systèmes d'Unités d'Encombrement (INRA, 2007). Ainsi, dans un objectif de modélisation, il est important de lier le stade de développement de l'animal et l'estimation de la substitution d'ingestion entre aliments, et le rôle très probable de la qualité du fourrage (foin vs. herbe pâturée).

#### 3.2. PRODUCTION DE BROUARDIS SALERS ET LIMOUSINS : QUEL INTERET DES DIFFERENTS ITINERAIRES DE PRODUCTION ?

Les performances de croissance obtenues dans les lots L+ et C+ ont été comparables, que ce soit pour les brouardis Salers ou Limousins. Ces deux lots ont en effet abouti à des poids vifs, gains de poids vif et efficacités alimentaires (gain / UFL) comparables. L'efficacité entre lots C-, C+ et L+ était même comparable pour les brouardis Salers. L'efficacité

d'utilisation de l'énergie ingérée est identique pour des compositions de ration variables et est donc peu modifiée par l'augmentation de la densité énergétique de la ration. Les Limousins ont néanmoins beaucoup mieux valorisé les régimes L+ et C+ que le régime C-, probablement en raison de la production laitière plus faible de leur mère.

Par ailleurs, contrairement aux résultats précédents (Petit, 1988), le rendement marginal sur la croissance du kilogramme de lait ingéré est resté remarquablement constant tout au long de la croissance des veaux Salers et Limousins.

### CONCLUSION

Les brouardis Salers peuvent être conduits selon une croissance soutenue sans apport de concentré, si les mères produisent près de 10 kg / j de lait en moyenne. Un apport important de lait ne pénalise pas l'ingestion de fourrage et donc l'évolution de l'animal vers le statut de ruminant. Les veaux Limousins montrent une bonne capacité de valorisation du lait bu et du concentré ingéré. Il sera nécessaire dans les prochains travaux d'évaluer la capacité d'adaptation à l'engraissement des animaux ayant suivi ces itinéraires. Ces résultats doivent être également modulés car la conduite se fait en général à l'herbe et pas en bâtiment. En outre, l'apport de concentré est souvent *ad libitum* et non pas *sub ad libitum*. Ces références vont servir de base au développement d'un modèle d'ingestion, de croissance et de composition corporelle pour les brouardis qui permettra de tester les effets de différentes conduites sur les performances des animaux.

*Nos remerciements à I. Constant pour les analyses de laboratoire, et aux personnels de l'unité expérimentale des monts d'Auvergne et de l'abattoir expérimental à Theix.*

**Abdelsamei A.H., Fox D.G., Tedeschi L.O., Thonney M.L., Ketchen D.J., Stouffer J.R., 2005.** JAS, 83, 940-947

**Ansotegui R.P., Havstad K.M., Wallace J.D., Hallford D.M., 1991.** JAS, 69, 899-904

**Baker R.D., Le Du Y.L.P., Barker J.M., 1976.** *J. Agric. Sci. Cambridge* 87, 187-196

**INRA, 2007.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Editions Quae, Versailles

**Kaiser A.G., 1976.** *J. Agric. Sci. Cambridge*, 87, 357-363

**Le Neindre P., 1973.** *Ann. Zootech.* 22, 413-422

**Le Neindre P., Liénard G., 1980.** *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*, 42, 15-23

**Le Neindre P., Petit M., Muller A., 1976.** *Ann. Zoot.*, 25(4), 521-531

**Petit M., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins, Paris, 159-184

**Robelin J., Geay Y., 1978.** *Ann. Zootech.* 27, 159-167

**Robelin J., Agabriel J., 1986.** *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*, 66, 37-41

**Serrano E., Pradel Ph., Agabriel J., Jailler R., Dubroeuq H., Micol D., 2005.** *Renc. Rech. Ruminants*, 12, 383-386. *et al.*, 200.

**Veysset P., Agabriel J., Ingrand S., Bébin D., Constant I., Lherm M., Dauphin L., 2007.** *Renc. Rech. Ruminants*, 14, 229-232