

Utilisation de rations de valeur contrastée pour la finition de jeunes bovins de race Blond d'Aquitaine.

MICOL D., DUBROEUCQ H., MARTIN C., GARCIA F., MIALON M.M., AGABRIEL J.

INRA - UR1213, Unité de Recherches sur les Herbivores, Centre de Clermont-Ferrand/Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

RESUME – Ce texte s'intéresse à la quantification des effets de rations contrastées sur les processus digestifs, l'ingestion et la croissance de jeunes bovins Blancs d'Aquitaine. Un effectif de trente jeunes bovins sevrés a été retenu. Vingt-quatre animaux ont été répartis en stabulation libre et en contrôle individuel selon les trois rations expérimentales suivantes distribuées à volonté : foin et concentrés, ensilage de maïs et concentrés et de maïs grain broyé et paille. Les six animaux restants ont permis les mesures de la digestibilité. Les animaux ont été abattus après une période d'engraissement de huit mois avec un objectif commun de 420 kg de carcasse.

Le pH ruminal, assez bas pour la ration maïs grain, est bien régulé, mais la production totale de méthane varie du simple au triple selon la ration. Des phénomènes d'interactions digestives apparaissent avec la ration à base de maïs grain. Les évolutions de l'ingestion volontaire durant la finition se distinguent entre régimes. Par le niveau de croissance et l'efficacité alimentaire élevés, le jeune bovin Blond d'Aquitaine confirme son potentiel de valorisation de rations très concentrées.

Utilization of contrasting diets in Aquitaine Blond young bull production

MICOL D., DUBROEUCQ H., MARTIN C., GARCIA F., MIALON M.M., AGABRIEL J.

INRA - UR1213, Unité de Recherches sur les Herbivores, Centre de Clermont-Ferrand/Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

SUMMARY – The purpose of this paper was to assess the effects of three finishing diets on digestive utilisation, pH regulation, methane production, feed intake and growth performances of Aquitaine Blond young bulls. An experiment was carried out using 30 weaned calves from the Aquitaine Blond breed. Twenty-four of them were allocated fed individually *ad libitum* on three experimental diets: hay and concentrate, maize silage and concentrate or grounded corn grain and straw. Six animals were used for diet digestibility measurements. The animals were slaughtered after an 8 month finishing period at usual commercial Aquitaine Blond carcass weight (>400 kg).

Rumen pH was low on the corn diet. Total methane production tripled with the hay diet. Digestive interactions were pointed out on the corn diet. Voluntary feed intake increase during the finishing period varied with the nature of the diet. According to their high daily gain and their feed efficiency, Aquitaine Blond young bulls upgraded high concentrate diets very well.

INTRODUCTION

Chez les engraisseurs, les jeunes bovins sont alimentés avec des rations de plus en plus riches en céréales, en particulier en race Blonde d'Aquitaine. L'actualisation des tables des valeurs alimentaires et des besoins des animaux de l'INRA en 2007 (INRA, 2007) nous a conduit à concevoir une expérimentation pour mieux préciser les caractéristiques propres de la race Blonde d'Aquitaine (comportement alimentaire, capacité d'ingestion, besoins spécifiques, efficacité alimentaire, phénomènes digestifs) selon la proportion de fourrages et d'aliments concentrés des rations. Cette communication s'intéresse plus particulièrement à la quantification des effets de ces rations contrastées sur les processus digestifs, l'ingestion, la croissance et la composition corporelle de jeunes bovins Blancs d'Aquitaine.

1. MATERIEL ET METHODES

Trente veaux Blancs d'Aquitaine, issus du bassin de la race, ont été retenus à neuf mois d'âge, après leur sevrage. Pour une production de jeunes bovins mâles, vingt-quatre d'entre eux (3x8) ont été alimentés *ad libitum* à partir de trois rations contrastées en terme de valeur énergétique et de composition, constantes tout au long de la finition : F (45 % de foin et concentrés), EM (60 % d'ensilage de maïs et concentrés) et C (90 % de maïs grain broyé à volonté et paille) sans adjonction dans ces rations de régulateurs de la digestion ou du métabolisme. Un ajustement quotidien des aliments offerts selon les refus antérieurs a permis de maintenir la composition constante des rations au cours de la finition. Un complément minéral et vitaminique adapté a été

apporté à chaque type de ration. Les principales caractéristiques des aliments utilisés figurent dans le tableau 1.

Les animaux ont été répartis dans six cases de quatre, en stabulation libre sur aire paillée, en contrôle individuel et quotidien des quantités ingérées des éléments des rations par le biais de portillons, permettant également l'enregistrement des fréquences et temps d'accès à l'auge (Mialon *et al.*, 2007). Cette mise en lot a tenu compte des capacités d'ingestion volontaire des animaux, estimées en début de période durant quatre semaines sur un régime commun d'ensilage de maïs associé à 1 kg brut de tourteau de soja. Les pesées ont été réalisées une fois par semaine. Les mensurations ont été réalisées trois fois au cours de l'expérimentation. L'état d'engraissement a été estimé trois fois au cours de l'expérimentation grâce à la mesure du diamètre des adipocytes du tissu adipeux sous cutané, ainsi qu'à l'abattage par dissection de la sixième côte et des gras internes pour l'estimation de la composition corporelle. L'abattage a été programmé pour un même poids de carcasses (420 kg) et une note d'état d'engraissement de 3. Les caractéristiques d'abattage, rendements à l'abattage, et éléments du cinquième quartier ont été enregistrés. Six taurillons ont été placés dans des cases individuelles à bilan pour mesurer la digestibilité des trois rations grâce à un carré latin 3x3 équilibré des effets rémanents. Chaque période expérimentale de bilan a duré cinq semaines. Les quantités ingérées et la digestibilité des rations dans l'ensemble du tube digestif ont été mesurées individuellement durant six jours consécutifs, en fin de période expérimentale, ainsi que les émissions de méthane *via* l'utilisation de l'hexafluorure

de soufre (SF6) comme gaz traceur (Pinares-Patiño *et al.*, 2003). L'incidence de l'acidose a été évaluée en mesurant le pH postprandial de jus de rumen collecté par trocardage le dernier jour de cette période.

Toutes les données ont été analysées par analyse de variance selon les procédures GLM et MIXED de SAS (1998). Le modèle statistique, relatif aux animaux en case à bilan, incluait l'animal comme facteur aléatoire, la période et le régime comme facteurs fixes. Les différences entre régimes ont été déclarées significatives à $P < 0,05$ et signalées par des indices de lettres différentes.

Tableau 1 : Analyses et valeurs des aliments (g / kg MS), (INRA 2007).

Aliments	MS %	MAT	ADF	UFV	PDIN	PDIE	UEB
Foin de montagne	85,5	108	301	0,62	67	76	1,13
Ensilage de maïs	28,8	73	239	0,82	43	65	1,10
Paille de blé	87,0	46	401	0,31	29	47	1,80
Maïs grain broyé	86,5	96	31	1,22	75	98	-
Tourteau de soja 48	87,8	499	98	1,22	364	256	-

2. RESULTATS

2.1. VALEUR ALIMENTAIRE DES RATIONS

Le tableau 2 résume la nature et la proportion, constante au cours de la finition, des constituants des rations expérimentales. Pour le régime C, les animaux associent volontairement 8 % de paille à l'ingestion de concentrés. La part de concentrés atteint 56 % avec le foin et 42 % avec l'ensilage de maïs. La digestibilité de la MO est significativement plus faible pour le régime F que pour les deux autres régimes (- 4 points en moyenne, $P < 0,01$).

Tableau 2 : Composition, digestibilité mesurée et valeurs des rations distribuées, F (foin et concentrés), EM (ensilage de maïs et concentrés) et C (maïs grain broyé à volonté et paille).

Type de ration	F	EM	C
Composition (% MS)			
- Foin	44	-	-
- Ensilage de maïs	-	58	-
- Paille	-	-	8
- Maïs grain broyé	43	24	67
- Tourteau de soja 48	13	18	25
Digestibilité de la Matière Organique (%) ¹	70,6a	74,0b	75,3b
Valeur UFV / kg MS ²	0,95	0,99	1,15
Valeur UEB / kg MS ²	0,93	0,92	0,93

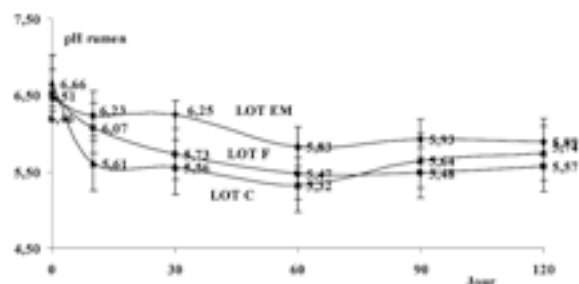
¹ Mesurée sur les taurillons en cage à bilan.

² Calculée selon la composition des rations et Tables INRA 2007.

2.2. pH ET METHANOGENESE

La quantité de MO ingérée quotidiennement par les taurillons, en cage à bilan, est comparable entre les régimes (6,3 kg / j en moyenne, $P = 0,47$). Les trois régimes se caractérisent par des pH du rumen différents ($P < 0,001$). Les animaux alimentés avec le régime C ont les pH les plus faibles (5,06) sans qu'aucun signe clinique d'acidose ne soit observé. Le pH ruminal des animaux recevant le régime F tend à être plus faible que celui des animaux nourris avec le régime M (5,75 vs. 6,05 respectivement, $P = 0,09$).

Figure 1 : Cinétique du pH du rumen au cours de l'engraissement des taurillons.



Les émissions quotidiennes de CH₄ (tableau 3) ont été semblables pour les animaux alimentés avec les régimes EM et F (213 l / j en moyenne), mais de 56 % plus élevées que celles des animaux alimentés avec le régime C (93 l / j, $P < 0,001$). Cette différence entre régimes se maintient lorsque les émissions de CH₄ sont exprimées par kg de MOI, par kg de MOD ou en % de l'énergie brute ingérée (EBI). Approximativement 7 % de l'EBI sont perdus sous forme de CH₄ pour les régimes EM et F, tandis qu'une perte énergétique de seulement 2,5% de l'EBI est observée pour les taurillons alimentés avec le régime C. Les émissions de CH₄ rapportées au kg de gain de poids, estimées à partir du gain de poids quotidien mesuré sur les vingt-quatre animaux nourris avec les trois mêmes régimes (*cf. infra*), sont 62 % plus faibles avec le régime C qu'avec les deux autres régimes. En tenant compte de la durée de finition plus courte des animaux du lot C, la production totale de méthane cumulée sur la période de finition représente seulement le tiers environ de la production des deux autres lots. La production quotidienne de gaz carbonique par les animaux n'est pas modifiée par la nature du régime alimentaire.

Tableau 3 : Production de méthane (CH₄) et de gaz carbonique (CO₂) selon le type de ration F (foin et concentrés), EM (ensilage de maïs et concentrés) et C (maïs grain broyé à volonté et paille).

Type de ration	F	EM	C	P
CH ₄ (l / j)	199,4a	227,3a	93,0b	<0,001
CH ₄ % EB Ingérée	6,6a	7,2a	2,5b	<0,001
CH ₄ (l / kg de poids vif)	0,47a	0,53a	0,22b	<0,001
Production totale de CH ₄ durant la finition (m ³)	35,3a	34,1a	12,5b	<0,001
CO ₂ (l/j)	4806	5117	4793	NS

2.3. QUANTITES INGEREES

Les quantités totales ingérées (tableau 4) avoisinent 8,1 à 8,2 kg MS / j en moyenne pour les trois régimes malgré les différences de composition des rations distribuées (tableau 2). Pour un poids vif moyen d'environ 525 kg, les apports énergétiques journaliers sont supérieurs de plus d'une UFV pour le lot C compte tenu de la densité énergétique plus élevée de cette ration. Les apports azotés sont supérieurs à 860 g / j.

La figure 2 illustre l'évolution des quantités ingérées au cours de l'engraissement, le lot F augmente lentement son ingestion, le lot C atteint assez vite un maximum d'ingestion à l'issue de deux mois et se stabilise ensuite.

2.4. CROISSANCE ET ABATTAGE.

La durée totale moyenne de l'engraissement est de 181, 155 et 138 jours pour les lots F, EM et C respectivement

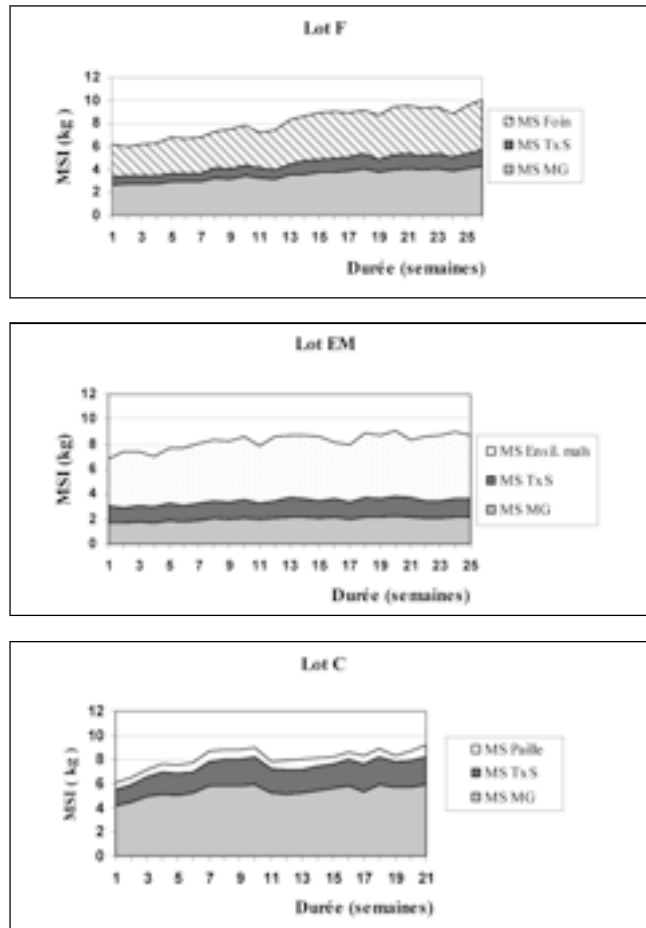
($P < 0,05$), selon l'objectif d'un même poids de carcasse à l'abattage (> 410 kg, tableau 5). La croissance est supérieure ($P < 0,001$) pour les lots C (1,86 kg / jour) et EM (1,71 kg / jour) par rapport au lot F (1,49 kg / jour, figure 3).

Ces différences se traduisent par une augmentation de l'efficacité alimentaire des régimes selon leur concentration énergétique (tableaux 4 et 5), 195, 208 et 201 g de gain de poids vif / UFV pour les régimes F, EM, et C respectivement.

Tableau 4 : Quantités ingérées (kg MS / j) et apports journaliers selon le type de ration F (foin et concentrés), EM (ensilage de maïs et concentrés) et C (maïs grain broyé à volonté et paille).

Type de ration	F	EM	C	P
-Foin	3,57	-	-	-
-Ensilage maïs	-	4,77	-	-
-Paille	-	-	0,69	-
-Maïs grain	3,47	2,00	5,38	-
-Tourteau de soja	1,03	1,44	2,02	-
Matière Sèche totale	8,07	8,24	8,09	NS
UFV/j	7,68a	8,20a	9,28b	$< 0,05$
PDIE (g/j)	880	882	1075	-
PDIN (g/j)	880	890	1165	-

Figure 2 : Evolution des quantités ingérées au cours de la finition des taurillons.



Pour des quantités ingérées quasi identiques (tableau 4), la part du contenu digestif diminue pour la ration à base de céréales (- 3 à 4 points, $P < 0,05$), ce qui se traduit par une augmentation sensible du rendement commercial (+ 2,5 à 3 points, $P < 0,05$). Le rendement vrai, relatif aux caractéristiques propres de l'animal, n'est pas modifié par la nature du régime.

Les poids vif vide et le poids de carcasse ne sont pas différents entre les lots. Le lot EM est caractérisé à

l'abattage par une proportion de dépôts adipeux dans la carcasse, et de dépôts adipeux totaux supérieures ($P < 0,05$) et une taille des adipocytes plus importante.

Figure 3 : Evolution des moyennes ajustées des poids vif au cours de la finition des taurillons.

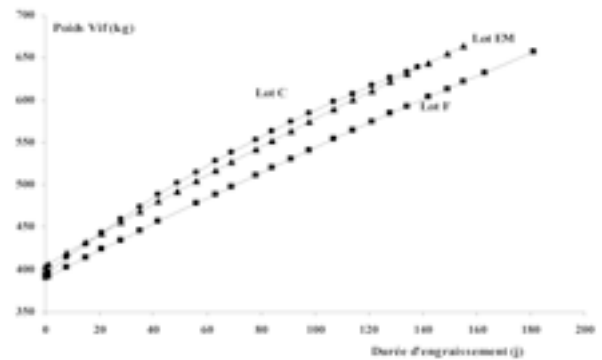


Tableau 5 : Performances de croissance et caractéristiques d'abattage des taurillons selon le type de ration, F (foin et concentrés), EM (ensilage de maïs et concentrés) et C (maïs grain broyé à volonté et paille).

Type de ration	F	EM	C	P
Nombre d'animaux	8	7 ¹	8	-
Poids initial (kg)	393	402	404	-
Poids final (kg)	654	653	648	-
Durée expérimentale totale (j)	181a	155b	138b	$< 0,05$
Vitesse de croissance (g / j)	1494a	1709ab	1862b	$< 0,05$
Efficacité alimentaire (g gain / UFV)	195	208	201	NS
Caractéristiques d'abattage				
Poids vif vide (kg)	570	590	589	NS
Poids de carcasse chaude (kg)	413	426	427	NS
Contenu digestif % du poids vif	12,8a	9,7b	9,0b	$< 0,05$
Rendement % ²	63,1a	65,2b	66,0b	$< 0,05$
Rendement vrai % ³	72,5	72,4	72,5	NS
Dépôts adipeux carcasse (kg)	36a	48b	41ab	$< 0,05$
Dépôts adipeux du poids vif vide (kg)	44a	61b	53ab	$< 0,05$
Diamètre des adipocytes (μ)	84a	110b	97ab	$< 0,05$

¹Un animal du lot EM a été écarté des résultats, suite à des contre performances liées au prélèvement de jus de rumen en cinétique.

²Rendement : Poids de carcasse chaude / Poids final en %.

³Rendement vrai : Poids de carcasse / Poids vif vide en %.

3. DISCUSSION

L'objectif de l'expérimentation présentée était de caractériser les effets de trois rations contrastées sur les processus digestifs, l'ingestion, la croissance et la composition corporelle de jeunes bovins Blonds d'Aquitaine. Les valeurs énergétiques des rations augmentent de 0,95 à 1,15 UFV / kg MS entre la ration à base de foin et la ration de maïs grain selon INRA 2007 (tableau 2). La digestibilité (dMO) des rations, mesurée à partir des animaux en cage à bilan, révèle une augmentation de l'utilisation digestive entre ces trois rations moins élevée qu'attendu (70,6 à 75, 3 % de dMO). Ainsi, à partir de la ration F estimée à 0,95 UFV, la ration C n'atteindrait que 1,09 UFV. Ceci peut correspondre à la mise en évidence d'une interaction digestive négative associée à une forte proportion de concentrés dans la ration (+ de 90 %), se traduisant par une baisse apparente de -0,06 UFV / kg MS (-5 %) pour la ration C. Ce phénomène a déjà été quantifié dans une ampleur analogue sur les taurillons à viande sur des régimes à base de céréales (Hocquette *et al.*, 2002). Il est pris en compte dans le rationnement des vaches laitières à

fort niveau de production recevant une part importante d'aliments concentrés, et peut atteindre 2 UFL / j lors du calcul des rations (INRA, 2007). Ce principe de correction n'a pas été introduit de manière systématique dans le rationnement des bovins en finition. Ainsi la valeur de 5 % (soit 0,4 à 0,5 UFV / j pour un taurillon de race à viande en finition) peut être proposée comme terme correcteur (E) lors du calcul d'ajustement des apports et des besoins énergétiques des bovins à l'engrais recevant des rations très riches en aliments concentrés (> 85 %).

Les émissions de méthane les plus faibles ont été observées avec le régime le plus riche en concentrés (soit 120 l / j en moins en moyenne avec le régime C comparé aux régimes F et EM). Ceci est à relier aux plus faibles valeurs de pH mesurées avec le régime C comme l'indique la relation observée entre les deux paramètres pH-production de méthane ($R^2 = 0,70$). Cette différence de méthanogenèse entre régimes se maintient lorsque les émissions de méthane sont rapportées à l'EBI, soit une perte énergétique de 2,5 % de l'EBI avec le régime C vs. 7 % en moyenne pour les régimes F et EM. Ces valeurs sont en accord avec les données de la littérature montrant que les pertes énergétiques sous forme de méthane diminuent de façon curvilinéaire avec la quantité de concentrés dans la ration (Vermorel, 1995). Elles sont relativement constantes pour des niveaux de concentrés faibles ou moyens (6 % en moyenne), mais chutent au delà de 50 % de concentré dans le régime pour atteindre des valeurs faibles (3 %) avec des régimes contenant 90 % de concentrés (Johnson et Johnson, 1995). Cumulée sur la période totale de finition, la différence de production de méthane entre les lots est encore plus marquée (-64 %) pour le lot C comparé aux deux autres lots), les performances de croissance étant plus élevées avec le régime le plus riche en concentrés. L'ensemble de ces résultats confirme le fait qu'une intensification de la ration et par conséquent des itinéraires de production des ruminants s'accompagne d'une diminution de la méthanogenèse. Un bilan de tous les gaz à effet de serre, associée à une analyse des cycles de vie des intrants des systèmes est à entreprendre pour conclure de manière plus généralisable.

Les quantités totales ingérées sont quasi identiques entre les trois régimes malgré des natures et des compositions très différentes (8,1 kg MS / j). Les tables INRA, tenant compte des valeurs d'encombrement des aliments et des phénomènes de substitution avec les aliments concentrés en rend compte en estimant des valeurs identiques d'encombrement entre ces rations (0,93 UEB / kg MS). Ces données, permettent de préciser la capacité d'ingestion de ces jeunes bovins Blonds d'Aquitaine, 176.10^{-3} UEB/kg PV^{0.6}. Cette valeur est légèrement inférieure (- 5 %) à celle proposée pour ce génotype dans les recommandations 2007, 187.10^{-3} UEB / kg PV^{0.6}. L'évolution des quantités ingérées au cours de la finition révèle une augmentation régulière de l'ingestion à partir du régime à base de foin qui s'ajuste de façon linéaire avec le poids métabolique (PV^{0.75}), alors que le régime à base de maïs grain confirme un ajustement avec le

poids vif ^{0.6}. Ces augmentations différentes de l'ingestion selon la nature des rations justifient des coefficients d'ajustement différents selon le type d'animal (PV^{0.9}, pour les bovins en croissance vs. PV^{0.6}, pour les bovins en l'engrais (Geay et Micol, 1987, Agabriel et Petit, 1987), mais révèle également un processus interactif, pour un type d'animal donné, entre l'évolution de la capacité d'ingestion en UEB et la nature de la ration dans le système des Unités d'Encombrement.

Les vitesses de croissance augmentent avec la concentration énergétique des rations, la durée de finition diminue d'autant pour un même poids final (420 kg de carcasse). L'efficacité alimentaire augmente et se stabilise à 200 g de gain par UFV. Les forts niveaux de croissance obtenus et le maintien de l'efficacité alimentaire avec l'augmentation des apports énergétiques sont en accord avec le caractère tardif du génotype Blond d'Aquitaine (Geay, 1986). Ce potentiel de valorisation des rations énergétiques chez ce génotype confirme la possibilité de distribution, à volonté, de régimes concentrés (Castaing *et al.*, 2000, Haurez et Joulie, 2002).

CONCLUSION

Cette comparaison de trois régimes de nature et de concentration énergétique différentes pour la finition de jeunes bovins Blonds d'Aquitaine met en évidence des niveaux de croissance et des efficacités alimentaires élevés, et confirme ainsi leur bonne valorisation des rations très concentrées. Des évolutions de l'ingestion différentes durant la finition se distinguent entre régimes, la réduction de l'efficacité des rations très concentrées liée aux interactions digestives n'a pas dépassé 5 %. Les rations se sont accompagnées de régulations efficaces du pH. Des productions de méthane allant du simple au triple ont aussi été mises en évidence.

Tous les remerciements des auteurs aux Installations et Abattoir expérimentaux de l'URH du Centre de Clermont-Theix

- Agabriel J., Petit M., 1987.** Bull. CRZV Theix, INRA, 70, 153-166
Castaing J., Coudure R., Peyhorgue A., Mairières M., 2000. Renc. Rech. Ruminants, 7, 204
Geay Y., 1986. In D. Micol (Editor). Production de viande bovine. INRA, Paris, 1986. 151-168
Geay Y., Micol D., Robelin J., Berge P., Malterre C., 1987. Bull. CRZV Theix, INRA, 70, 173-183
Haurez P., Joulie A. 2002. Renc. Rech. Ruminants, 9, 310
Hocquette J.F., Rudel S., Jailler R., Leveziel H., Agabriel J., Micol D., 2002. Renc. Rech. Ruminants, 9, 270
INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Tables INRA 2007. Editions Quae, Versailles
Johnson K.A., Johnson D.E., 1995. *Methane emissions from cattle. J. Anim Science.* 73:2483-2492
Mialon M.M., Martin C., Veissier I, Garcia F., Micol D., 2007. 2^{èmes} J.A.S du Dépt PHASE, Tours, 22-24 Octobre 2007
Pinares-Patiño C.S., Baumont R., Martin C., 2003. *Canadian J. Anim. Sci.*, 83, 769-777
SAS, 1998. SAS/STAT® *User's Guide: Statistics* (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
Vermorel M., 1995. INRA Prod. Anim. 8:265-272