

Equilibre énergétique et protéique de rations complètes à base d'herbe conservée pour des vaches laitières en début de lactation

P. FAVERDIN (1), V. THENARD (2), O. MARCANT (1, 2), J.M. TROMMENSCHLAGER (2)

(1) INRA UMR Production du Lait, 35590 St-Gilles

(2) INRA, Station SAD, Domaine du Joly, 88501 Mirecourt

RESUME - L'utilisation de rations complètes facilite le travail en élevage laitier mais implique une ration unique pour toutes les vaches. L'impact de l'équilibre en énergie et protéines des rations complètes à base d'herbe conservée est encore mal connu. Quatre rations complètes combinant deux proportions d'aliments concentrés, 25 et 45% sur la base de la MS, et deux concentrations en protéines, 92 et 110 g de PDIE/UFL, suivant un schéma factoriel 2x2 ont été offertes à volonté à quatre lots de 16 vaches laitières pendant 14 semaines en début de lactation. La plupart des effets des niveaux d'aliments concentrés et de protéines sont additifs. L'élévation de la proportion d'aliments concentrés accroît significativement l'ingestion (+2,1 kg/j), la production de lait (+1,9 kg/j), le taux protéique (+1,5 g/kg) et le taux de lactose (+0,6 g/kg). La situation énergétique des vaches laitières est améliorée avec une augmentation du poids vif de 10 kg, du bilan énergétique calculé de +1 UFL/j et des concentrations plasmatiques de glucose (+2,6 mg/dl) et d'insuline (+3,4 µU/ml). Les effets sur la reproduction ont été bénéfiques. L'accroissement de la teneur en protéines des rations a permis d'accroître l'ingestion (+0,8 kg MS/j), et plus fortement la production laitière (+3,3 kg/j), mais n'a pas modifié la composition du lait. Cette augmentation plus importante de la production que de l'ingestion a entraîné une baisse du bilan énergétique calculé (-1 UFL/j), mais le poids vif, les paramètres métaboliques et les résultats de reproduction ne sont pas en accord avec cette dégradation du bilan énergétique. Dans cet essai, la proportion d'aliments concentrés dans la ration complète a été importante pour contrôler la qualité du lait et la réussite à la mise à la reproduction alors que les teneurs en protéines ont principalement amélioré la production laitière et l'efficacité du régime en début de lactation.

The energy and protein ratio of conservative grass based complete diet for dairy cows in early lactation

P. FAVERDIN (1), V. THENARD (2), O. MARCANT (1, 2), J.M. TROMMENSCHLAGER (2)

(1) INRA UMR Production du Lait, 35590 St-Gilles

SUMMARY - The use of complete diet facilitates work in dairy herds but implies the same diet for each cow. The consequences of energy and protein concentrations in conservative grass based complete diets are not very well known. Four complete diets combining two proportions of concentrates, 25 and 45% on a DM basis, and two concentrations of metabolizable protein, 92 and 110 g of PDIE/UFL, with a 2x2 factorial design were offered *ad libitum* to four groups of 16 lactating dairy cows during 14 weeks in early lactation. Most of the effects of concentrate and protein concentrations were additive. The rise in concentrates significantly increased DM intake (+2.1 kg DM/d), milk yield (+1.9 kg/d), milk protein content (+1.5 g/kg) and milk lactose content (+0.6 g/kg). The energy status of the cows was improved with an increase in body weight (+10 kg), in calculated energy balance (+1 UFL/d), in plasma glucose (+2.6 mg/dl) and insulin (+3.4 µU/ml) concentrations. The consequence on reproduction was positive. The rise in protein content significantly increased DM intake (+0.8 kg DM/d), and milk yield (+3.3 kg/d), but didn't change milk composition. As a consequence, the calculated energy balance decreased (-1 UFL/d), but body weight, metabolic parameters and reproduction results didn't support this result. In this trial, concentrate ratio in complete diet was important to manage milk quality and reproduction, whereas protein content principally improved milk yield and efficiency of energy in early lactation.

INTRODUCTION

Alors que le souhait d'une simplification du travail oriente les éleveurs vers l'utilisation de rations complètes pour les vaches laitières en lactation, l'impact de la composition de ces rations sur le déroulement de la lactation reste encore mal connu. Ceci est particulièrement vrai pour des rations complètes à base d'herbe conservée, ensilage et/ou foin. La part d'aliments concentrés dans la ration complète, et la part de matières premières riches en protéines dans les aliments concentrés sont les deux éléments déterminants du coût de la ration mais aussi de sa valeur alimentaire, énergétique et protéique. Les coûts associés à l'incorporation de ces aliments sont-ils largement compensés par les réponses de production des vaches laitières et permettent-ils d'améliorer la santé et la reproduction des vaches en limitant la mobilisation des réserves corporelles ?

Pour essayer de mieux connaître l'impact de la formulation d'une ration complète à base d'herbe conservée sur le déroulement du début de la lactation des vaches laitières, un essai a été réalisé à l'INRA de Mirecourt (Vosges). Cet essai a permis de comparer quatre rations complètes à base d'ensilage d'herbe et de foin afin de tester les effets et l'interaction des niveaux d'apports d'aliments concentrés et de protéines.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET ALIMENTATION

Quatre rations complètes à base d'ensilage d'herbe et de foin croisant deux niveaux d'apport d'aliments concentrés (25 et 45 %) et deux niveaux de protéines (92 et 110 g de PDIE/UFL) suivant un schéma factoriel 2x2 ont été distribuées en début de lactation à quatre lots de 16 vaches de races Holstein et Montbéliarde. Chaque lot a reçu à partir de la semaine 3 de lactation et pendant 14 semaines une des 4 rations complètes expérimentales. Pendant les deux premières semaines de lactation et après la 16^{ème} semaine de lactation, les vaches ont toutes reçu un régime de référence contenant 35% d'aliments concentrés et 96 g PDIE/UFL. La composition des rations est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1
Composition et valeur alimentaire des rations

Protéines	Bas		Haut		Pré- et post-expé
Concentrés	Bas	Haut	Bas	Haut	
Composition de la ration (en %/MS totale)					
Ensilage d’herbe	50	36	50	36	43
Foin	24	18	24	18	21,5
Concentré de production ¹	20	20	15	25	28
Orge	5	25	2	14	6
Tourteaux de Soja tannés	0	0	8	6	0,5
Valeur alimentaire					
UFL/kg MS	0,86	0,92	0,86	0,92	0,89
PDIN (g/kg MS)	92	88	112	108	96
PDIE (g/kg MS)	81	84	96	98	85
PDIE(g/UFL)	94	91	113	107	96
P (g/kg MS)	4,1	4,3	4,3	4,3	4,4
Ca (g/kg MS)	7,2	6,3	7,2	6,6	7,0

¹Mélange de maïs, drèches de blé et tourteaux de colza

Les rations étaient pesées et offertes individuellement à volonté (4 kg brut de refus minimum) une fois par jour le matin. Les refus étaient pesés individuellement 6 jours par semaine avant la distribution suivante. Les vaches ont été traitées deux fois par jour. Elles ont été inséminées (IA) sur chaleurs naturelles à partir de 50 jours après vêlage. Le diagnostic de gestation a été réalisé par échographie systématique du troupeau.

1.2. MESURES ET ANALYSES

La teneur en matière sèche (MS) des aliments a été déterminée 6 jours par semaine pour les fourrages et une fois par semaine pour les concentrés. Un échantillon moyen expérimental constitué pour les analyses chimiques (MO, MAT, NDF, ADF, ADL) afin de calculer la valeur alimentaire des rations (tableau 1).

La production de lait a été mesurée à chaque traite à l'aide de compteurs à lait. La composition en protéines, matières grasses et lactose des laits a été analysée sur le lait de chèvres, prélevé lors de 4 traites consécutives par semaine (3 jours matin et soir).

Les vaches ont été pesées une fois par semaine, après la traite du matin et avant la distribution de la ration. L'état corporel a été noté toutes les deux semaines par au moins deux notations.

Des prises de sang ont été effectuées en semaine 2, 6 10 et 14 de lactation avant la distribution du repas du matin au milieu de la queue afin de déterminer les concentrations plasmatiques des paramètres du métabolisme énergétique, acides gras estérifiés (AGNE), glucose et insuline, et du métabolisme azoté, urée et protéines.

Les variables ont été analysées par analyse de covariance avec comme covariable la même variable mesurée en semaine précédente. Les facteurs parité, race, protéines et concentrés ainsi que les interactions parité x race, protéines x concentrés, parité x protéines, parité x concentrés, parité x protéines x concentrés. Seuls les résultats des facteurs protéines, concentrés, protéines x concentrés seront discutés dans les résultats. Les taux de réussite à la reproduction ont été comparés à l'aide d'un test du Khi2.

2. RESULTATS

2.1. INGESTION ET PRODUCTION DE LAIT

L'augmentation de 20% de la proportion d'aliments concentrés a permis une augmentation des quantités ingérées de 0,8 kg de MS par jour pour une augmentation de la consommation d'aliments concentrés de 4,5 kg de MS (tableau 2). Dans le même temps la production de lait et de lait 4% ont augmenté respectivement de 1,9 et 2,3 kg/j en moyenne.

L'élévation de la teneur en protéines des rations a augmenté l'ingestion de 0,8 kg de MS en moyenne (tableau 2), mais n'a entraîné aucune évolution de la réponse au cours du temps. Pendant les premières semaines expérimentales, il n'y a pas d'augmentation des quantités ingérées alors que l'écart est de 1,3 kg de MS en fin d'expérience (Figure 1). Cette réponse d'ingestion est plus faible que pour l'effet du niveau de concentré, s'est atténuée néanmoins par une réponse plus importante sur la production de lait et de lait 4%, respectivement 3,3 et 3,6 kg/j en moyenne.

La composition du lait a principalement été modifiée par l'augmentation des apports de concentrés (tableau 2). Les teneurs en protéines et de lactose ont été significativement accrues respectivement 1,5 et 0,6 g/kg. Le taux butyreux a significativement été augmenté par l'élévation de la teneur en concentrés du régime à bas niveau de protéines (1,9 g/kg) mais pas à haut niveau (-0,4 g/kg).

2.2. BILANS ÉNERGÉTIQUES ET PROTÉIQUES VARIATIONS DE POIDS ET PARAMÈTRES MÉTABOLIQUES

Le bilan énergétique calculé a augmenté d'environ 1 UFL/j avec l'élévation des teneurs en concentrés alors que l'augmentation de la teneur en protéines a diminué ce même bilan énergétique (Tableau 2). Cet effet des protéines sur le bilan énergétique a surtout été important en début de lactation mais tend à diminuer lorsque les quantités ingérées augmentent. Par ailleurs, les évolutions de poids vif, de note d'état et des paramètres du métabolisme énergétique ne confirment pas cet effet des protéines sur le bilan énergétique.

Tableau 2
Effet de la teneur en protéines (90 PDIE/UFL, 110 PDIE/UFL)
et de la proportion d'aliments concentrés (25% et 45%)
de rations complètes à base d'ensilage d'herbe et de foin sur
l'ingestion et la production.

Protéines	Bas		Haut		ETR ¹	Effets ⁵		
	Concentrés	Bas	Haut	Bas	Haut	P ²	C ³	Px C ⁴
Ingestion (kg MS/j)								
Ration totale		18,4	20,4	19,2	21,4	1,25	*	**
Fourrages		13,8	11,4	14,4	11,9	0,83	*	**
Concentrés		4,6	9,0	4,8	9,5	0,46	*	**
Production								
Lait (kg/j)		27,0	28,4	29,8	32,2	1,81	**	**
Lait 4% (kg/j)		26,6	29,0	30,3	32,4	2,23	**	**
Composition du lait (g/kg)								
Matière grasse		39,0	41,9	40,9	40,5	2,89		*
Protéines		29,5	31,3	29,9	31,2	1,54		**
Lactose		48,9	49,8	49,0	49,4	1,15		*
Poids et bilans								
Poids vif (kg)		621	630	626	636	17,5		*
Variation poids vif vide (kg)		-30	-20	-30	-19	22,2		
Note état corporel		2,63	2,60	2,67	2,69	0,29		
Bilan énergie (UFL/j)		-1,6	-0,7	-2,7	-1,7	1,15	**	**
Bilan PDIE (g PDIE/j)		-153	-68	37	110	108	**	**
Paramètres plasmatiques								
AGNE (μmoles/l)		268	246	382	277	112		
Glucose (mg/l)		67,9	68,5	66,4	71,0	2,95	**	*
insuline (μU/ml)		9,8	11,6	10,0	15,0	3,33	**	
Urée du lait (mg/dl)		26,5	22,9	34,0	30,7	2,47	**	**
protéines (g/l)		7,65	7,45	7,76	7,88	0,42	*	

¹Ecart type résiduel. ²Effet protéines. ³Effet concentrés.

⁴Interaction protéines concentrés

⁵Seuil de Signification : * P<0,05, ** P<0,01

L'augmentation des aliments concentrés a provoqué une différence significative de poids vif et une moindre perte de poids vif corrigée des variations d'ingestion (P=0,06). Au niveau métabolique une augmentation significative de l'insuline et du glucose ainsi qu'une teneur en AGNE plus faible (P=0,06), ont été observés avec les niveaux hauts d'apports d'aliments concentrés, ce qui est cohérent avec les variations de bilan énergétique.

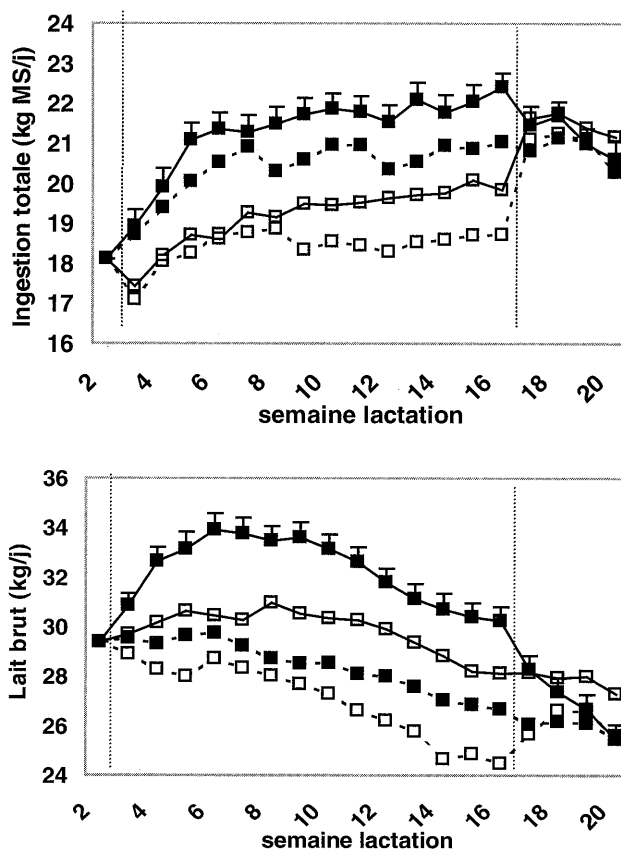
Le bilan PDIE a été amélioré par l'augmentation de concentrés (+79g/j) et plus encore par celle de protéines (+184 g/j). Les paramètres du métabolisme azoté, urée et protéines ont bien été augmentés par l'apport de protéines. Par contre, l'augmentation de la proportion d'aliments concentrés a provoqué une baisse significative d'urée plasmatique de 3,4 mg/dl, ce qui s'explique par la constitution de rations un peu moins riches en azote dégradable avec les niveaux hauts d'aliments concentrés.

2.3. REPRODUCTION

Le pourcentage d'IA fécondante 100 jours après vêlage a été significativement accru avec les niveaux hauts d'aliments concentrés (66 vs 52, P<0,001), mais ceci est également vrai avec les niveaux haut en protéines (66 vs 52, P<0,001). Ce

résultat provient d'une meilleure réussite en première IA avec les niveaux hauts de concentrés (41 vs 32, P=0,05) et d'un intervalle vêlage-première IA plus faible avec les niveaux hauts en protéines (68 vs 74, P<0,05). Le pourcentage de vaches fécondées n'a pas été modifié globalement par les traitements, les niveaux bas en concentrés ou en protéines récupérant largement leur retard après 100j. L'intervalle vêlage-IA fécondante n'a pas été significativement modifié malgré une réduction de 22 jours avec les niveaux hauts en concentrés et de 9 jours avec les niveaux élevés de protéines.

Figure 1
Effet de la teneur en protéines (90 PDIE/UFL, pointillés
et 110 PDIE/UFL, trait continu) et de la proportion d'aliments
concentrés (25%, carrés vides et 45%, carrés pleins)
sur l'ingestion et la production.



3. DISCUSSION

3.1. L'INGESTION AUGMENTE AVEC L'ÉLEVATION DE LA TENEUR EN PROTÉINES DES RATIONS INDÉPENDAMMENT DE LA PROPORTION D'ALIMENTS CONCENTRÉS

L'augmentation des quantités ingérées, déjà observée dans des essais d'alimentation azotée (Vérité et Delaby 1998), apparaît progressivement et n'est maximum qu'après deux mois. Cette observation a été faite précédemment au travers de l'analyse bibliographique des essais de complémentation azotés (Rico-Gomez et Faverdin 2001). Ce résultat tend à prouver que l'effet des protéines n'agit pas directement sur la régulation de l'ingestion et confirme qu'à long terme l'apport d'énergie est modifié par l'apport de protéines. Un précédent essai réalisé avec des rations complètes à base d'ensilage de maïs avait montré que la complémentation en protéine augmentait l'ingestion de la ration complète et ce d'autant plus que celle-ci était riche en aliments concentrés (Faverdin et al 1998). Cette interaction n'a pas été observée dans cet essai avec des rations complètes à base d'ensilage d'herbe et de foin, peut-être parce que ce sont des rations moins acidogènes, ou mieux équilibrées en acides aminés (Rico-Gomez et Faverdin 2001).

3.2. LA TENEUR EN PROTÉINES RÉGULE LA PRODUCTION DE LAIT ET NE SEMBLE PAS AFFECTER DURABLEMENT L'UTILISATION DES RÉSERVES CORPORELLES QUAND LA RATION EST OFFERTE À VOLONTÉ

L'augmentation de la teneur en protéine des rations a rapidement provoqué une augmentation de la production laitière, ce qui est bien connu (Vérité et Delaby 1998). Comme l'ingestion n'augmente qu'après plusieurs semaines, les vaches laitières mobilisent sans doute plus leurs réserves les premières semaines. Il est possible que cette mobilisation des réserves stimule l'appétit des vaches et explique la dynamique de la réponse d'ingestion.

Le bilan énergétique calculé dans cet essai est apparemment légèrement sous-estimé pour les rations à niveaux élevés de protéines, peut-être en raison d'une meilleure digestibilité des rations. En effet, alors que l'augmentation de protéines entraîne une baisse du bilan énergétique calculé, le poids vif, le taux protéique et les paramètres du métabolisme énergétique ne sont pas modifiés, contrairement à ce qui est observé entre les deux niveaux d'aliments concentrés. Ceci permet de mieux comprendre que les paramètres de reproduction n'aient pas été détériorés par l'élévation de la teneur en protéines des rations contrairement à ce qui souvent relaté (Laven et Drew 1999). Avec une ration complète offerte à volonté, la réduction des apports protéiques ne semble pas un moyen efficace d'améliorer les performances de reproduction ou la qualité du lait, même avec des rations à faible proportion d'aliments concentrés.

3.3. LA PROPORTION D'ALIMENT CONCENTRÉ EST UN ÉLÉMENT CLÉ DE LA TENEUR EN PROTÉINE DU LAIT ET DE LA RÉUSSITE À LA REPRODUCTION

La réponse de production à la complémentation en alimentation en concentré est assez faible, proche de 0,5 kg de lait par kg d'aliment concentré. La substitution fourrage concentré de 0,53 a été voisine des données moyennes de la littérature (Faverdin *et al.*, 1992), mais la réponse par kg de MS supplémentaire ingéré n'a pas excédé 1 kg de lait. En contrepartie, les effets positifs du concentré sur la composition du lait, sur l'amélioration du bilan énergétique et de la mobilisation des réserves, ainsi que sur la reproduction sont conformes aux résultats déjà connus (Coulon *et al.*, 1990 ; Coulon et Rémond, 1991 ; Grimard *et al.*, 2002).

3.4. LES TRAITEMENTS ALIMENTAIRES, MÊME EN DÉBUT DE LACTATION, N'ONT PAS EU D'EFFETS RÉMANENTS SUR LE POTENTIEL DE PRODUCTION.

Cette observation confirme des observations antérieures (Faverdin *et al.*, 1998) et vient contredire une idée très répandue et issue de travaux anciens (Broster, 1972) selon laquelle

la production au pic de production détermine la production de toute la lactation. Malgré des différences importantes de production au pic de production entre les quatre régimes expérimentaux, jusqu'à 6 kg de lait entre les régimes extrêmes (figure 1), les vaches reviennent très rapidement au même niveau de production lorsqu'elles sont placées sur le régime standard. Il semble que l'on puisse sous-alimenter en énergie ou en protéines des vaches pendant plus de trois mois sans affecter le potentiel de lactation. Ce résultat est cohérent avec les observations faites dans les systèmes laitiers très économes en période hivernale. En effet, des vaches vêlant en fin d'été présentent des courbes de lactation avec un second pic de production au printemps aussi important que le pic du début de lactation (Brunschwig *et al.*, 2002).

CONCLUSION

Cet essai montre que la proportion d'aliments concentrés est importante pour le taux protéique du lait et une fécondation précoce des vaches laitières alors que la complémentation protéique permet de produire le lait avec une meilleure efficacité tout en stimulant l'ingestion pour faire face au risque accru de mobilisation des réserves. Les choix de composition en concentrés et en compléments protéiques de la ration seront donc à raisonner en fonction des priorités de l'éleveur et des contraintes du système d'élevage.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce à la collaboration des techniciens animaliers du domaine expérimental INRA-SAD de Mirecourt et des techniciens de laboratoire de l'INRA-UMRPL de St-Gilles.

- Broster W.H., 1972. Dairy Sci. Abstr., 34, 265-288.
Brunschwig P., Veron J., Perrot C., Faverdin P., Delaby L., Seegers H., 2002. Renc. Rech. Ruminants, 8, 237-250.
Coulon J.B., Petit M., D'hour P., 1990. INRA Prod. Anim., 3, 319-328.
Coulon J.B., Rémond B., 1991. INRA Prod. Anim., 4, 49-56.
Faverdin P., Delaby L., Vérité R., Marquis B., 1998. Renc. Rech. Ruminants, 5, 263.
Faverdin P., Dulphy J.P., Vérité R., Garel J.P., Rouel J., Marquis B., 1992. INRA Prod. Anim., 5, 127-135.
Grimard B., Sauvant D., Chilliard Y., 2002. Journée de l'Association Française de Zootechnie, 4 avril 2002, INA-PG, Paris.
Laven R.A., Drew S.B., 1999. Vet. Rec., 145, 687-695.
Rico-Gomez M., Faverdin P., 2001. Renc. Rech. Ruminants, 8, 285-288.
Vérité R., Delaby L., 1998. Renc. Rech. Ruminants, 5, 185-188.