

Dépense énergétique, activité physique et comportement alimentaire de vaches laitières au pâturage ou consommant la même herbe à la crèche

KAUFMANN L.D. (1), MUENGER A. (1), RERAT M. (1), JUNGHANS P. (2), GOERS S. (2), METGES C.C. (2), DOHME F. (1)

(1) Agroscope Liebefeld-Posieux, station de recherche ALP, CH-1725 Posieux, Suisse

(2) Research Institute for the Biology of Farm Animals (FBN), D-18126 Dummerstorf, Allemagne

RESUME - Pour comparer la dépense énergétique (DE) de vaches laitières mangeant de l'herbe au pâturage ou à la crèche et pour évaluer l'influence de l'activité physique sur la DE, quatorze vaches laitières ont été distribuées en deux groupes dans un plan croisé de quatre semaines. Les vaches à la crèche ont reçu, à volonté, de l'herbe fauchée sur la parcelle qui était à moitié pâturée par l'autre groupe. La production laitière, la composition du lait et le poids vif ont été enregistrés à chaque traite. La DE de chaque vache a été déterminée une fois par période en utilisant la méthode de dilution du bicarbonate ^{13}C . L'activité physique et le comportement alimentaire ont été enregistrés. La production laitière (42,8 kg / j) n'a pas différé ($p > 0,05$) entre les traitements. Pendant la période de détermination de la DE de 6 h, les vaches au pâturage ont produit plus de CO_2 et ainsi dépensé plus d'énergie que les vaches à la crèche (251 vs. 204 kJ / kg $\text{PV}^{0,75}$; $p < 0,01$). Le nombre de pas, la proportion de temps en mouvement et la proportion de temps passé à ingérer ont augmenté pour les vaches au pâturage ($p < 0,01$). En revanche, les vaches à l'étable ont passé plus de temps debout et à ruminer.

Energy expenditure, physical activity, and feeding behaviour of grazing dairy cows or dairy cows fed grass indoors

KAUFMANN L. D. (1), MUENGER A. (1), RERAT M. (1), JUNGHANS P. (2), GOERS S. (2), METGES C. C. (2), DOHME F. (1)

(1) Agroscope Liebefeld-Posieux, Station de recherche ALP, Posieux, Suisse

SUMMARY

Fourteen dairy cows were randomly assigned to two experimental groups in a cross over study during 4 weeks in order to compare energy expenditure (EE) of dairy cows fed grass either on pasture or in the barn and to evaluate the influence of physical activity on EE. Cows either grazed on pasture or had *ad libitum* access to grass cut daily on the same paddock, fed in a free-stall barn. Milk yield and milk components were recorded for each milking. EE of each cow was determined on one day of the collection period using the ^{13}C bicarbonate dilution technique. Physical activity and feeding behaviour were recorded. Milk yield (42.8 kg/d) did not differ ($p > 0.05$) between treatments. Within the 6-h measurement period, cows on pasture produced more CO_2 and consequently expended more energy ($p < 0.01$) than cows fed grass in the barn (251 vs. 204 kJ/kg $\text{BW}^{0,75}$; $p < 0.01$). The number of steps, the proportion of time spent walking and the proportion of time spent feeding increased for cows on pasture compared to those in the barn which conversely spent more time standing ($p < 0.01$). The proportion of time spent eating was higher and that of time spent ruminating lower for grazing cows compared to cows fed grass in the barn ($p < 0.01$).

INTRODUCTION

La performance de vaches consommant des rations à base d'herbe est souvent plus basse que ce qu'on attend par rapport aux nutriments et / ou à l'énergie ingérés en appliquant des normes standard de leur utilisation. Parmi les explications proposées il y a la surestimation de la valeur énergétique de l'herbe, le manque de nutriments glycogènes ou aminogènes ou une réduction de leur utilisation en raison d'une ration déséquilibrée ou encore, une influence de la ration sur la répartition des nutriments (Bruinenberg *et al.*, 2002). Les vaches ingèrent des quantités plus importantes d'un fourrage plus fibreux, avec pour effet un travail d'ingestion et des organes digestifs demandant plus d'énergie (Reynolds *et al.*, 1991). Pour les vaches au pâturage s'ajoutent les besoins pour l'activité physique supplémentaire (Agnew et Yan, 2000). Graf *et al.*, (2005) ont montré, par exemple, que des vaches en pâture intégrale en comparaison avec celles avec une ration de pâture supplémentée de foin ou d'ensilage de maïs, ont passé plus de temps à manger pour ingérer la même quantité de matière sèche (MS). Ceci comprend des déplacements, et donc des dépenses énergétiques, supplémentaires pour la recherche de l'herbe et pour sa récolte (sélection – prise – arrachage). Ces activités et les dépenses énergétiques qui en découlent varient en fonction des conditions de pâture : offre et qualité de l'herbe,

homogénéité du gazon, topographie pour en citer des exemples. L'énergie supplémentaire nécessaire afin d'assurer ces activités physiques au pâturage se situe entre 10 % (Bruinenberg *et al.*, 2002) et 50 % (National Research Council, 2001) des besoins d'entretien enregistrés en stabulation. La plupart des calculs de dépenses énergétiques des vaches se basent sur des données mesurées dans des systèmes de calorimétrie indirecte en chambres respiratoires. Peu d'informations précises concernant les échanges énergétiques de vaches au pâturage sont disponibles jusqu'à maintenant. Avec la méthode de dilution du bicarbonate ^{13}C (Junghans *et al.*, 2007), il est possible de déterminer avec plus de précision la dépense énergétique de ruminants au pâturage.

L'objectif de l'essai présenté était de comparer les dépenses énergétiques de vaches à la pâture avec celles de vaches qui consommaient de l'herbe à la crèche en stabulation, et de les mettre en relation avec des enregistrements d'activités locomotrices et ingestives.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. PLAN D'ESSAI ET ANIMAUX

Deux groupes de sept vaches laitières ont été comparés, l'un était conduit dans un système de pâture intégrale, l'autre en stabulation libre avec affouragement d'herbe fauchée. Le dispositif de l'essai correspondait à un plan

croisé : après une semaine d'adaptation et une semaine de mesures, les traitements ont été échangés et le schéma reconduit. Les vaches utilisées pour l'essai étaient de race Holstein, multipares et présentaient, au début de l'essai, un poids vif (PV) moyen de 660 ± 65 kg, une production laitière de $44 \pm 2,7$ kg / j et un nombre de jours en lactation de $38 \pm 10,8$. Afin d'équilibrer les deux groupes, les vaches ont été « pairées » sur base de leur stade de lactation, leur PV et leur production laitière. Un membre de chaque paire allait dans chacun des deux groupes.

1.2. PATURE ET ALIMENTATION

Le groupe «Pâturation» était au pâturage de 8:00 à 14:30 et de 17:00 à 5:00 heures. Il rentrait à l'étable pour la traite et la consommation du complément alimentaire. Pendant les mêmes heures, le groupe «Stabulation» avait accès, *ad libitum*, à l'auge, à de l'herbe fauchée sur la même parcelle. La prairie utilisée était en place depuis plus de dix ans. La qualité de sa flore (66 %, sur base de la matière fraîche, de graminées (43 % *Lolium perenne*), 14 % de trèfle blanc et 20 % d'autres espèces, dominées par *Taraxacum officinale* (18 %)) a été maintenue grâce à des sur semis. La distance moyenne entre l'étable et les parcs pâturés était de 484 ± 110 m. Le groupe «Pâturation» avait accès à un nouveau parc tous les deux à trois jours. La quantité d'herbe disponible, estimée sur la base de l'herbe fauchée pour le groupe « Stabulation », qui était pesée, était de 1910 kg de MS / ha (fauche à 4 cm), l'offre moyenne d'herbe, par animal, étant de 28 kg de MS par jour. En deux portions identiques par jour, à des heures fixes (6:30 à 7:00 et 15:00 à 15:30 h), les vaches pouvaient consommer un mélange de céréales enrichies en minéraux. La quantité à attribuer était calculée au préalable sur la base des recommandations en vigueur en Suisse (ALP 2007). Elle était alors adaptée afin d'être identique entre les animaux d'une même paire et fixée pendant la durée de l'essai, avec un minimum de 4 kg et un maximum de 10 kg.

1.3. MESURES ET ENREGISTREMENTS

Chaque jour, la dépense énergétique a été déterminée chez une des vaches de chaque traitement. Une dose de marqueur ($0,7$ mg $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$ / kg PV) a été injectée à 7:00 h par un cathéter dans la *vena jugularis*. Pendant les 6 h suivantes une série de seize échantillons de sang ont été prélevés ; à l'étable manuellement, au pâturage avec un automate programmable (*IceSamplerTM*, *IceRobotics*, *Roslin, UK* (Fønss et Munksgaard, 2008)). L'appareil était porté par l'animal dans une sacoche fixé sur le dos. L'appareil ainsi que les échantillons prélevés manuellement étaient réfrigérés. Les vaches en étable portaient une sacoche lestée du même poids. Le CO_2 marqué était extrait des échantillons avec de l'acide lactique et le rapport $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ déterminé par spectrométrie de masse. L'activité physique a été enregistrée sur quatre jours pour chaque vache et chaque période, avec un podomètre (*IceTag3DTM*, *IceRobotics*). Les données ainsi saisies ont permis une distinction des activités „être debout“ (sans mouvement), „locomotion“ et „être couché“. Les mouvements masticatoires ont été enregistrés pendant trois jours, pour chaque vache et chaque période, avec un équipement automatisé (*IGER Grazing Behaviour Recorder*, Rutter et al., 1997). Ces données ont été analysées à l'aide du logiciel *GRAZETM* (Rutter, 2000) et attribuées aux activités „ingestion“ et „ruminantion“. Le PV et la production laitière des vaches ont été mesurés à chaque traite, et les teneurs en matières utiles du lait déterminées chaque jour. Les quantités d'herbe ingérée individuelles ont été estimées

durant les semaines de mesure par la méthode des alcanes (Mayes et al., 1986) avec une dose de 700 mg / j d'alcane C_{32} administrée, en deux fois, tous les jours, dans des capsules en gélatine. L'ingestion de concentré a été enregistrée par un système de pesage automatique des auges. L'herbe pâturée ainsi que celle offerte à la crèche ont été échantillonnées quotidiennement : au pâturage, en suivant des vaches et en imitant leur choix, à l'étable, avec la réalisation de prises multiples dans le fourrage fraîchement fauché.

1.4. CALCULS ET ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse de la cinétique d'élimination du marqueur permet d'estimer la production de CO_2 . La dépense énergétique a été calculée en utilisant une équation de Brouwer (1965) modifiée en prenant en compte un quotient respiratoire de 0,85 (Junghans et al., 2007). Les données par vache et par période ont été traitées statistiquement avec une analyse de variance avec le facteur 'traitement' comme effet fixe et une prise en compte des effets 'vache' et 'période'. Des indices de corrélation selon Pearson ont été calculés sur les données individuelles par vache et par période pour évaluer les relations entre la dépense énergétique et les activités. Pour ces comparaisons, seulement les activités correspondant aux six heures couvertes par la détermination de la dépense énergétique ont été prises en compte. Pour les interprétations, sauf indication, un niveau de signification de 0,05 a généralement été adopté.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. CONDITIONS D'ESSAI

Pendant les périodes d'essai, la température extérieure moyenne à 7:00 h était de $8 \pm 3^\circ\text{C}$ et à 13:00 de $17 \pm 4^\circ\text{C}$; on peut admettre que les températures au niveau de la stabulation libre étaient similaires. La qualité de l'herbe offerte aux deux groupes (en pâture ou fauchée) était identique, conformément aux objectifs fixés lors de l'établissement du dispositif expérimental. Les teneurs moyennes relevées étaient : Matière azotée, 179 ± 7 g / kg MS ; NDF, 406 ± 53 g / kg MS ; ADF, 256 ± 38 g / kg MS.

2.2. PERFORMANCES

La production laitière et la composition du lait produit n'étaient pas significativement différentes entre les traitements (tableau 1)

Tableau 1 : impact du traitement sur le poids des animaux, les quantités et la qualité des laits produits (ESM : erreur standard de la moyenne, p : niveau d'erreur du test sur l'effet des traitements)

	Stabu- lation	Pâturation	ESM	effet du traite- ment (p)
Poids vif, kg	658	658	16,3	0,97
Production de lait, kg / j	43,1	42,4	0,72	0,40
Matière grasse, %	3,62	3,76	0,111	0,24
Matière grasse, kg / j	1,56	1,59	0,052	0,33
Protéines, %	3,02	3,12	0,038	<0,001
Protéines, kg / j	1,30	1,32	0,023	0,49

2.3. INGESTION

L'ingestion d'herbe n'a pas été significativement différente entre la pâture et l'affouragement à la crèche (tableau 2). De même, aucune différence n'est apparue dans la comparaison des temps de rumination et ce que ces derniers soient exprimés par kg de MS ingéré d'herbe ou total ou encore par kg de NDF ingéré, fraction qui est la plus susceptible d'influencer directement la rumination. Par contre, les temps d'ingestion, par kg de MS ingéré, sont nettement plus longs à la pâture.

Tableau 2 : ingestion et paramètres du comportement alimentaire – impact du traitement

(ESM : erreur standard de la moyenne ; p : niveau d'erreur du test sur l'effet des traitements ; NDF : Parois [*neutral detergent fiber*])

	Stabu- lation	Pâturage	ESM	effet du traite- ment (p)
Ingestion (kg MS / j)				
- herbe	16,1	15,0	0,95	0,42
- concentré	6,4	6,4	0,26	0,98
- totale	22,5	21,4	0,97	0,44
Durées d'ingestion par 24 heures (min)				
- herbe	342	485	16,7	<0,001
- concentrés	26	28	1,6	0,32
- totale	368	514	17,5	<0,001
Durées de rumination par 24 heures (min)				
	514	473	19,0	0,12
Temps d'ingestion par kg ingéré (min)				
- MS herbe	23,8	34,7	1,46	<0,001
- MS totale	16,6	24,2	0,83	<0,001
- NDF totale	50,0	71,8	3,31	<0,001
Temps de rumination par kg ingéré (min)				
- MS herbe	34,4	32,4	2,67	0,60
- MS totale	23,7	22,4	1,46	0,53
- NDF totale	72,6	68,1	6,43	0,63

2.4. DEPENSE ENERGETIQUE ET ACTIVITE

Les vaches au pâturage ont produit, pendant la période de six heures couverte par les mesures, plus de CO₂ (p < 0,01) que les vaches en stabulation libre et, par conséquent, ont dépensé plus d'énergie (tableau 3). Les valeurs, par unité de poids métabolique, se situent dans le domaine de celles qu'ont trouvé Brosh *et al.* (2004), qui ont déterminé la dépense énergétique de vaches nourries en lactation au pâturage par l'enregistrement de la fréquence cardiaque mise en relation avec l'utilisation d'oxygène.

Pendant les six heures d'observation prises en compte, les vaches au pâturage ont passé plus de temps en mouvement et moins de temps debout sans locomotion que celles en stabulation libre. Par rapport au temps passé couché, la différence entre les traitements est moins importante. Les vaches qui pâturaient ont mangé plus longtemps. Cette observation est en accord avec les résultats de Graf *et al.* (2005) qui constataient une durée d'ingestion plus longue chez des vaches en pâturage intégral par rapport à des vaches qui recevaient une ration de pâture complétée avec du foin ou de l'ensilage de maïs à l'auge. La durée d'ingestion prolongée l'a été aux dépens du temps de

rumination. Le temps passé avec d'autres activités ou en repos n'ayant pas été significativement influencé par les traitements. Il faut néanmoins souligner que la période d'observation, allant de 7 h à 13 h, incluait une des phases principales d'ingestion de la ration journalière. Dans les circonstances de cet essai, les vaches étaient menées au pâturage à 8 h et les auges ouvertes à 7 h 30. La période d'observation de 6 h ne couvre, dès lors, probablement pas complètement le travail de rumination lié au principal repas du matin et ce particulièrement pour le groupe «Pâturage». Dans les observations sur 24 heures (tableau 2), la différence de durée de rumination n'est plus significative ; par contre la différence de temps d'ingestion est encore plus marquée.

Tableau 3 : production de CO₂, dépense énergétique et activités des animaux

(ESM : erreur standard de la moyenne ; p : niveau d'erreur du test sur l'effet des traitements ; résultats sur six heures, durée de détermination de la production de CO₂ [7 h à 13 h])

	Stabu- lation	Pâturage	ESM	effet du traite- ment (p)
Production de CO ₂ (l / kg PV ^{0,75})				
	10,3	12,5	0,51	0,006
Dépense énergétique (kJ / kg PV ^{0,75})				
	246	298	12,2	0,006
Activités (min / 6 heures)				
- debout	169	125	8,6	0,001
- couché	157	134	8,3	0,04
- locomotion	34	100	8,1	<0,001
- ingestion	131	169	7,2	<0,001
- rumination	105	79	5,2	0,001

Des corrélations positives (p < 0,01) entre la dépense énergétique et la durée d'ingestion (R = 0,59 ; N = 28) ainsi qu'entre la dépense énergétique et la locomotion (R = 0,63 ; N = 28) ont été trouvées. Elles confirment que ces activités sont d'importance prioritaire pour la détermination des besoins énergétiques des vaches au pâturage. En fait, la durée d'ingestion et celle de locomotion ne sont pas indépendantes. L'ingestion comporte une partie de locomotion liée à la recherche et la récolte du fourrage qui est évidemment moins importante en stabulation. Au pâturage, l'ingestion proprement dite est une activité potentiellement plus exigeante en énergie parce que l'herbe doit être arrachée et parce que les quantités ingérées à chaque bouchée sont plus faibles, nécessitant, dès lors, un nombre de bouchées plus important pour atteindre un même niveau d'ingestion. L'autre partie des dépenses de locomotion est due aux distances d'accès au pâturage et probablement aussi à la conformation de celui-ci : importance des mouvements non liés à l'ingestion, distance par rapport aux points d'eau, etc. Une variation systématique des conditions de pâturage (fibrosité, préhensibilité de l'herbe ; topographie de la prairie, ...) permettrait de mieux séparer et quantifier ces différentes composantes de la dépense énergétique.

CONCLUSION

Dans les conditions de cet essai, une augmentation de 21 % de la dépense énergétique a été enregistrée chez des vaches au pâturage, durant une période de six heures intégrant un des principaux repas de la journée, par rapport aux vaches qui consommaient une ration similaire à la crèche. La différence est due, en grande partie, au travail plus important durant la phase de recherche et d'ingestion de la ration, mais d'autres facteurs, comme les déplacements en dehors des activités d'ingestion, ou la thermorégulation, peuvent également jouer un rôle.

La méthode de dilution du bicarbonate ^{13}C constitue un outil intéressant qui permet de déterminer les variations des échanges énergétiques dans des situations où l'animal peut bouger librement dans son milieu habituel, au contraire de la mesure en chambre respiratoire. Ceci pourrait permettre de mieux discerner et préciser l'importance des différents facteurs influençant les besoins énergétiques dans les systèmes pastoraux.

Nous remercions le personnel de la station de recherche de Posieux pour leur travail fiable ainsi que l'association des fédérations d'élevage de Suisse pour son soutien financier.

- Agnew, R. E., Yan, T., 2000. *Livest. Prod. Sci.* 66: 197-215
- ALP, 2007. Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour ruminants. Edition en ligne
- Brosh, A., Aharoni, Y., Shargal, E., Sharir, B., Gutman, M., Choshniak, I., 2004. *Livest. Prod. Sci.* 90: 101-115
- Brouwer, E., 1965. In: *Energy Metabolism* (K. L. Blaxter, ed.). Academic Press, London, S. 441
- Bruinenberg, M. H., van der Honing, Y., Agnew, R. E., Yan, T., van Vuuren, A. M., Valk, H., 2002. *Livest. Prod. Sci.* 75: 117-128
- Graf, C. M., Kreuzer, M., Dohme, F., 2005. *J. Dairy Sci.* 88: 711-725
- Fønss, A., Munksgaard, L., 2008. *Comp. Electr. Agric.* 64: 27-33
- Junghans, P., Voight, J., Jentsch, W., Metges, C. C., Derno, M., 2007. *Livest. Sci.* 110: 280-287
- Mayes, R.W., Lamb C.S., Colgrove P.M., 1986. *J. Agr. Sci.* 107, 161-170
- National Research Council, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press Washington, DC
- Reynolds, C. K., Tyrrell, H. F., Reynolds, P. J., 1991. *J. Nutr.* 121: 994-1003
- Rutter, S. M., 2000. *Behav. Res. Meth. Instr. Comp.* 32: 86-92
- Rutter, S. M., Champion, R. A., Penning, P. D., 1997. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54: 185-195