

Comparaison de systèmes de production laitière à Hohenrain

Garde à l'étable vs garde au pâturage – alimentation, performances et efficacité

Pius Hofstetter¹, Hansjörg Frey², Remo Petermann¹, Walter Gut², Lukas Herzog² et Peter Kunz³

¹Centre de formation professionnelle Nature et alimentation BBZN, 6170 Schüpfheim

²Centre de formation professionnelle Nature et alimentation BBZN, 6276 Hohenrain

³Haute école suisse d'agronomie HESA, 3052 Zollikofen

Renseignements: Pius Hofstetter, e-mail: pius.hofstetter@edulu.ch, tél. +41 41 485 88 27



Le troupeau gardé à l'étable était composé de vaches Holstein-Friesian et Brown Swiss. La ration mélangée partielle était calée à 27 kg de lait. L'ingestion d'énergie se faisait principalement par l'ensilage d'herbe avec 40,5 %, l'ensilage de maïs avec 32,2 % et les concentrés avec 19,6 % de l'ingestion totale.



Le troupeau gardé au pâturage était composé de vaches de race Brown Swiss et Swiss Fleckvieh. Ces vaches ingéraient leur énergie principalement avec l'herbe pâturée (62,7 %) et le foin séché en grange (25,4 %). La part d'énergie amenée par les concentrés ne représentait que 7,0 % de l'ingestion totale.

Introduction¹

Pour assurer leur existence sur le marché du lait, les producteurs suisses sont contraints de réduire leurs coûts et de devenir plus efficaces. Dans ce projet, deux systèmes de production largement répandus dans le monde ont été comparés. Le premier système, la **garde à l'étable (GE)** mise sur une production laitière par vache supérieure à la moyenne, avec, en règle générale, une ration totale ou partielle mélangée et couvrant les besoins alimentaires, et l'emploi de technologies modernes. Le second système, la **garde au pâturage (GP)**, vise une production laitière élevée par hectare de pâture avec, en

règle générale, des vêlages saisonniers au printemps et une réduction conséquente de l'utilisation des concentrés, ainsi que des coûts des machines et des structures. Les deux stratégies ont été mises en place et analysées au début des années 2000 sur des exploitations pionnières (Blättler *et al.* 2004). Les recherches en Suisse sur le système de pâture intégrale ont été intensives ces dernières années (Steiger Burgos *et al.* 2007; rapport final du projet «Quelle vache pour la pâture?» 2010; Schori et Münger 2010; Hofstetter *et al.* 2011). Mais à notre connaissance, les deux systèmes n'avaient encore jamais été comparés sur une même exploitation en Europe et de manière si complète.

Le but du projet était de pratiquer côte à côte et simultanément sur la même exploitation les systèmes GE et GP dans les mêmes conditions et avec une surface fourragère identique, afin de comparer les deux systèmes sur différents niveaux: production fourragère,

¹Nous remercions pour leur soutien financier les Producteurs suisses de lait PSL, les Producteurs de lait de Suisse centrale ZMP, le Service pour l'agriculture et la forêt lawa du canton de Lucerne et l'Association pour le développement de la culture fourragère ADCF. Traduction française de Martine Steiger Burgos, Verger L'Ecuyer 2, 2068 Hauterive NE.

garde des animaux, qualité et saisonnalité du lait, écologie et bien-être animal, aspects sociaux, productivité du travail et économie.

L'efficacité et la productivité des deux systèmes ont été optimisées, tout en restant dans le cadre légal, afin de générer un revenu du travail maximal sur une surface donnée. Les performances laitières visées étaient de 8500 kg de moyenne pour le troupeau GE et de 6300 kg de moyenne pour le troupeau GP. Tous les aliments et fourrages ont été produits sur la surface attribuée au projet, excepté les concentrés protéiques qui ont été achetés.

Animaux, matériel et méthodes

Conditions expérimentales

Le projet s'est déroulé de 2008 à 2010 sur l'exploitation du centre de formation professionnelle Nature et alimentation BBZN à Hohenrain (LU). L'exploitation mixte au parcellaire complètement regroupé se trouve dans une région herbagère privilégiée à 620 m d'altitude. De 2008 à 2010, elle a reçu en moyenne 1171 mm (± 131) de précipitations annuelles. La température moyenne annuelle se montait à 9,4 °C ($\pm 0,5$).

Les deux troupeaux de vaches laitières avaient chacun une surface agricole utile (SAU) à disposition de taille similaire: en moyenne 15,8 ha pour les vaches GE et

Tableau 1 | Surfaces disponibles en ha pour la production du fourrage de base et des aliments correcteurs énergétiques et protéiques [moyenne et écart-type (ET)] de 2008 à 2010

Moyennes 2008 – 2010 (ha)	GE		GP	
	Moyenne	(\pm SD)	Moyenne	(\pm SD)
Surface agricole utile (SAU)	15,80	(0,37)	15,70	(0,70)
Surface fourragère principale (SFP)	11,50	(0,56)	14,60	(0,58)
Prairies pour la pâture et la fauche	0,93	(0,40)	13,69	(0,58)
Ensilage d'herbe	6,77	(0,10)		
Ensilage de maïs ¹	2,89	(0,23)		
Surfaces écologiques	0,91	(0,00)	0,91	(0,00)
Blé fourrager ¹	0,76	(0,19)	0,50	(0,11)
Maïs grains ¹	0,64	(0,15)	0,41	(0,16)
Tourteau d'extraction de soja ^{2,4}	1,71	(0,60)	0,11	(0,18)
Gluten de maïs ^{3,4}	1,20	(0,33)	0,05	(0,09)

¹L'ensilage de maïs, le blé fourrager et l'ensilage de maïs grains ont été en grande partie achetés la première année. ²Le calcul de l'équivalent en surface du tourteau de pression de soja a été réalisé en passant par le tourteau d'extraction de soja, en considérant une allocation de 67 % et un rendement de 35,4 kg MF/ha de tourteau d'extraction. ³En considérant une allocation de 6,4 % et un rendement de 71,6 kg MF/ha de grains de maïs. ⁴Pour le troupeau GP seulement 2008.

Résumé

Le but du projet «Comparaison de deux systèmes de production laitière à Hohenrain» était de comparer, sur une même exploitation laitière, deux stratégies de production: la garde à l'étable (GE) et la garde au pâturage (GP). Cette comparaison a eu lieu de 2008 à 2010. Les conditions et la surface fourragère étaient les mêmes dans les deux systèmes.

Le système GE disposait de 15,8 ha SAU (42,9 % d'ensilage d'herbe, 18,3 % d'ensilage de maïs, 8,9 % de céréales, 18,4 % d'aliments protéiques, 5,8 % de pâtures, 5,8 % de surfaces écologiques). Douze vaches Holstein-Friesian et douze vaches Brown Swiss gardées en stabulation libre étaient alimentées avec une ration mélangée partielle composée d'ensilage de maïs, d'ensilage d'herbe et de correcteur azoté. Le concentré équilibré était distribué individuellement à la station automatique (DAC). Les vaches GE ont produit 9607 kg ECM/lactation avec 1094 kg MF de concentrés, et 675,4 kg de matières grasses et de protéines par lactation standard.

Le système GP disposait de 15,7 ha SAU (87,2 % de prairies pour la pâture et la fauche, 5,8 % de céréales, 1,0 % d'aliments protéiques, 5,8 % de surfaces écologiques). Quatorze vaches Swiss Fleckvieh et quatorze vaches Brown Swiss étaient gardées en stabulation libre en début de lactation de janvier à mars, puis au pâturage sur gazon court sur quatre parcelles pendant la période de végétation. Le foin de ces parcelles était fauché en été, séché en grange, puis distribué à volonté dans la stabulation pendant la phase de démarrage. Les vaches GP ont produit 5681 kg ECM/lactation avec 285 kg MF de concentrés et 434,9 kg de matières grasses et de protéines par lactation standard.

Les périodes de service (GE: 121,3 vs GP: 85,0 jours *post partum*, $P < 0,01$) et les durées intervêlage étaient plus courtes chez les vaches GP. Le troupeau GE a produit 12717 kg ECM/ha SAU/année, et le troupeau GP 10307 kg ECM/ha SAU/année. Le troupeau GE a atteint une productivité et une efficacité supérieures au troupeau GP grâce à une densité énergétique plus élevée dans la ration du fourrage et un apport en nutriments plus important après le vêlage.

15,7 ha pour les vaches GP (tabl. 1). La fumure des parcelles a été faite à l'aide de la méthode Suisse-Bilan (2008). En moyenne sur les trois ans, la surface des vaches GE a reçu 176,6 kg N ($\pm 9,5$), et celle des vaches GP 166,1 kg N par ha ($\pm 2,2$) sous forme d'engrais de ferme et d'engrais minéraux.

Tableau 2 | Composition chimique et valeur nutritive du fourrage de base et des concentrés [moyenne et écart-type (ET)] distribués aux troupeaux GE et GP de 2008 à 2010

				MS ¹		MA ²		NDF ³		ADF ⁴		NEL ⁵ (Dairy One)		PAIE ⁶		PAIN ⁶		
				%		g/kg MS		g/kg MS		g/kg MS		MJ NEL/kg MS		g/kg MS		g/kg MS		
				n	M ⁷	(±ET)	M	(±ET)	M	(±ET)	M	(±ET)	M	(±ET)	M	(±ET)	M	(±ET)
GE	3 ans	Ensilage d'herbe	48	44,9	(8,2)	164,6	(29,2)	447,8	(47,1)	306,7	(24,5)	6,1	(0,4)	77,3	(6,8)	103,4	(18,2)	
GE	3 ans	Ensilage de maïs	3	36,9	(2,0)	84,7	(5,0)	363,3	(31,4)	215,0	(20,7)	7,3	(0,2)	66,0	(1,0)	52,7	(3,1)	
GP	3 ans	Herbe pâturée	51	15,9	(2,7)	260,4	(27,0)	378,5	(41,1)	241,6	(25,6)	6,3	(0,4)	118,2	(5,5)	174,6	(17,6)	
GP	3 ans	Foin	5	87,3	(1,6)	161,1	(28,8)	426,5	(52,3)	290,5	(24,5)	6,1	(0,4)	92,6	(4,2)	103,3	(18,7)	
GE/GP	2008–09	CP ⁸	1	89,0		584,3		92,0		48,0		7,8		374,2		460,7		
GE	2010	CP ⁹	1	89,0		696,6		110,0		68,0		8,5		514,6		576,4		
GP	2008–10	CE ¹⁰	1	89,0		116,9		99,0		38,0		8,1		107,9		85,4		
GE	2008–10	VL ¹¹	1	89,0		197,8		143,0		57,0		8,5		137,1		144,9		

¹MS: matière sèche. ²MA: matière azotée. ³NDF: neutral detergent fibre. ⁴ADF: acid detergent fibre. ⁵NEL: énergie nette pour la lactation. ⁶PAIE: protéines absorbables dans l'intestin synthétisées à partir de l'énergie et PAIN: protéines absorbables dans l'intestin synthétisées à partir de la MA; calculé d'après le Livre Vert (2006). ⁷M: moyenne. ⁸Concentré protéique; composition: 47,5 % tourteau de pression de soja, 47,5 % gluten de maïs, 3,5 % phosphate monocalcique et 1,5 % carbonate de calcium, et sel pour bétail et minéraux. ⁹Concentré protéique; gluten de maïs. ¹⁰Concentré énergétique; composition moyenne: 48,7 % grains de maïs, 48,7 % blé fourrager, 2 % mélasse de betteraves sucrières, 0,3 % phosphate monocalcique, 0,3 % carbonate de calcium. ¹¹Concentré vaches laitières équilibré; composition moyenne: 35,8 % blé fourrager et grains de maïs, 15,7 % tourteau de pression de soja, 7,7 % gluten de maïs, 1,5 % mélasse, 1,8 % graisse cristalline, 0,7 % phosphate monocalcique et 1 % carbonate de calcium.

Animaux et troupeaux

Pendant les trois années d'essai, le troupeau GE se composait en moyenne de 24,0 (± 0,8) vaches, âgées en moyenne de 61,4 (± 31,0) mois, avec un nombre moyen de lactation de 3,0 (± 2,2) et un poids vif de 698,3 (± 86,2) kg. Ce troupeau était composé en moyenne de 12,6 (± 0,2) vaches de race Brown Swiss (BS) et de 11,3 (± 0,8) vaches de race Holstein suisses (HF). La valeur d'élevage globale (VEG) moyenne pour les BS était de 107,5 (± 6,2) et l'index génétique de synthèse (ISEL) moyen des HF était de 1032,9 (± 59,2). Les vêlages des vaches GE étaient répartis sur toute l'année avec une fréquence plus élevée en juin et en août. Pendant la période de végétation, ces vaches avaient accès à un pâturage pendant 3 heures par jour.

Le troupeau GP se composait en moyenne de 28,1 (± 0,5) vaches, âgées en moyenne de 52,1 (± 15,7) mois, avec un nombre de lactation de 2,5 (± 1,2) et un poids vif de 610,2 (± 69,6) kg. Ce troupeau était composé en moyenne de 13,9 (± 0,1) vaches BS et de 14,1 (± 0,6) vaches de race Swiss Fleckvieh (FV). La VEG moyenne de ces vaches BS était de 96,5 (± 6,0) et celle des vaches FV de 98,2 (± 6,7). Les vêlages des vaches GP avaient lieu de février à avril, suivis d'une période d'insemination du 20 avril au 20 juillet. Les deux troupeaux étaient gardés chacun séparément dans une stabulation libre à logettes.

Mesure du poids vif et estimation du *Body Condition Score*

Les vaches ont été pesées toutes les 4 semaines après la traite du matin à 06h30. Toutes les 2 semaines, leur *Body Condition Score* (BCS) a été estimé d'après Edmonson *et al.* (1989) modifié d'après Metzner *et al.* (1993), sur une échelle de 1 à 5.

Alimentation et analyses

L'alimentation des vaches GE était composée toute l'année d'une ration mélangée partielle à base d'ensilage de maïs (EM) et d'ensilage d'herbe (EH), complétée par un correcteur azoté (CA). La ration était mélangée dans une mélangeuse à vis verticale et distribuée tous les jours en été et tous les 2 jours en hiver. A partir d'une production journalière de 27 kg de lait, les vaches GE recevaient individuellement un concentré pour vaches laitières équilibré (VL) distribué à une station automatique (DAC), d'après les calculs du plan d'affouragement CPM-Dairy (2006), basé sur les normes NRC (2001). Les vaches tarées recevaient séparément, dans une stabulation entravée, du foin séché à l'air provenant des surfaces de compensation écologiques (foin écologique) et des restes de ration mélangée (refus).

Les vaches GP recevaient à volonté en début de lactation (de janvier à mars) du foin séché en grange ainsi qu'une quantité limitée de concentrés distribuée à la

Tableau 3 | Poids vif (PV) des vaches GE et GP à plusieurs périodes de la lactation [moyenne et erreur standard (ES)] de 2008 à 2010.

Moyennes de 2008 à 2010	GE			GP			P-Value
	n	Moyenne	(±ET)	n	Moyenne	(±ET)	
PV avant le vêlage (kg)	39	759,1	(13,1)	60	698,7	(8,6)	**
PV avant le vêlage moins PV veau (kg)	39	712,6	(12,8)	60	654,1	(8,4)	**
PV pendant la période 281–308 d.pp ¹ (kg)	39	744,3	(10,7)	60	679,2	(9,2)	**
Variation ² (kg)	39	55,2	(5,9)	60	78,8	(4,2)	**
PV min. ³ (kg)	39	657,4	(9,4)	60	575,4	(6,6)	**
Jour du PV min., d.pp	39	73,8	(8,3)	60	111,7	(6,2)	**
Perte de poids ⁴ (%)	39	7,8	(0,7)	60	11,6	(0,6)	**
Perte de poids/jour jusqu'au PV min., (g/j)	39	1199,9	(192,9)	60	946,3	(117,7)	n. s.

¹Poids mesuré entre les jours 281 et 308 (d.pp: jours après le vêlage (pp: *postpartum*). ²Différence maximale entre PV avant le vêlage moins PV veau et PV min. ³Poids vif le plus bas. ⁴Différence entre le PV le plus haut et le PV le plus bas en %.

crèche, conformément au plan d'affouragement AGRIDEA pour vaches laitières (FUPLAN 2008). Jusqu'au début de la période de pâture intégrale, elles recevaient au maximum 4 kg de matière fraîche (MF, matière originale) de correcteur énergétique (CE) par jour. Ensuite, elles ont reçu au maximum 2 kg MF de CE par jour contenant en plus 4 % d'oxyde de magnésium. La gestion de la pâture sur le pâturage à gazon court, en rotation sur quatre parcelles, a été effectuée comme dans l'essai précédent («Quelle vache pour la pâture?» 2010). Ces parcelles servaient à la production de foin de manière échelonnée. A partir de mi-octobre, lorsqu'il n'y avait plus suffisamment d'herbe à pâturer, les vaches GP ont reçu en complément du foin séché en grange et, après le tarissement, du foin écologique et de la paille.

Des échantillons représentatifs d'herbe ont été relevés toutes les deux semaines sur les surfaces pâturées. Plusieurs échantillons représentatifs ont également été pris diagonalement avec une sonde dans le tas de foin et de regain au début de l'hiver. La MS de tous les fourrages de base a été déterminée dans un four sur l'exploitation pendant 24h à 105 °C. Les échantillons destinés à être envoyés pour analyse ont été préséchés pendant 24h à 55 °C. Tous les fourrages et aliments ont été analysés au laboratoire de l'entreprise Dairy One, Ithaca, New York, à l'aide de la méthode NIRS basée sur l'analyse de van Soest (van Soest *et al.* 1991). Les quantités de protéines absorbables dans l'intestin (PAIE et PAIN) ont été calculées après analyse des nutriments bruts avec le programme de calculs d'Arrigo (Livre Vert 2006).

Surfaces nécessaires pour le fourrage de base et les concentrés et croissance de l'herbe

Les quantités annuelles de fourrages calculées par le plan d'affouragement CPM-Dairy ont servi de base à la détermination des surfaces nécessaires aux cultures destinées à l'affouragement du troupeau GE. Les rendements moyens des cultures de 2003 à 2006 ont été retenus pour les calculs. Les surfaces herbagères nécessaires ont été déterminées à l'aide des données issues de la comparaison des types de vaches réalisée par la HESA (2005) à Burgrain (LU). Les équivalents en surface des correcteurs azotés (tourteau de pression de soja et gluten de maïs) ont été déterminés d'après Zimmermann (2006, 2009). Les ensilages de maïs et d'herbe ont été stockés sous forme de grandes balles rondes et rectangulaires.

La courbe de croissance de l'herbe a été déterminée sur la base de quatre parcelles représentatives, selon la méthode de Corral et Fenlon (1978) modifiée d'après Mosimann (2001). Une moyenne a ensuite été calculée.

Ingestion des troupeaux et bilan énergétique

Après la récolte de chacune des cultures, la quantité de fourrage a été pesée. Les teneurs analysées des différentes cultures ont permis de déterminer les quantités d'énergie et de nutriments disponibles pour chaque troupeau. Les besoins en énergie et en nutriments des vaches et des troupeaux ont été calculés d'après la production laitière (divisée en différentes périodes) et le poids des vaches. On a considéré que les vaches des deux troupeaux avaient les mêmes besoins en énergie pour l'entretien (0,293 MJ NEL × kg PV^{0,75}; ALP 2008).

Tableau 4 | Performances laitières par lactations complètes et lactations standard: quantités de lait et teneurs [moyenne et écart-type (ET)] des vaches GE et GP de 2008 à 2010

2008–10	n	GE		GP		P-Value	
		Moyenne	(±ET)	n	Moyenne		(±ET)
Lactations complètes							
Lact. (jours)	67	328,1	(58,8)	88	280,5	(39,4)	**
Lait (kg)	67	9353,6	(2278,2)	88	5891,7	(1293,7)	**
Lait (kg)	67	9607,4	(2304,2)	88	5681,1	(1233,3)	**
Lactations standard							
Lact. (jours)	62	301,0	(8,4)	67	293,6	(11,5)	**
Lact. (jours)	62	8900,4	(1583,2)	67	6073,8	(1078,4)	**
Matières grasses (%)	62	4,1	(0,3)	67	3,8	(0,4)	**
Matières grasses (%)	62	364,2	(68,9)	67	228,3	(42,6)	**
Protéines (%)	62	3,5	(0,2)	67	3,4	(0,2)	**
Protéines (kg)	62	311,2	(48,4)	67	206,6	(33,1)	**

Détermination de la quantité de lait et de ses teneurs

Les quantités de lait et les teneurs ont été déterminées via les contrôles laitiers officiels des différentes fédérations d'élevage. En 2008 et 2009, 22 contrôles étaient disponibles, et 23 en 2010. Les vaches étaient traitées le matin à 05h15 et le soir à 16h00 dans une salle de traite 2x5 en forme d'arête de poisson. Les vaches du troupeau GE ont toujours été traitées avant celles du troupeau GP. Les quantités de lait corrigé en énergie ont été calculées selon la méthode de Sjaunia *et al.* (1990).

Fertilité et poids des veaux à la naissance

Les événements liés à la fertilité ont été relevés par le personnel d'étable. Ces données ont été contrôlées par un vétérinaire expérimenté qui examinait également les vaches de manière rectale et vaginale toutes les deux semaines depuis le vêlage jusqu'à la gestation confirmée.

Analyse statistique

Les données ont été analysées statistiquement à l'aide du logiciel NCSS (2004). Les résultats du poids vif, du *Body Condition Score* ainsi que la production laitière et les teneurs du lait ont été comparés. Des moyennes de 28 jours de lactation ont été calculées pour former plusieurs périodes de lactation. Pour les mesures de poids vif et le BCS, les données ont été considérées avant (*ante partum*) et après le vêlage (*post partum*, pp). Lorsque les données étaient réparties normalement, le test de t Equal-Variance a été employé. En cas de non-égalité des variances, l'analyse a été faite avec le test Aspin-Welch Unequal-Variance. Les données non réparties normalement ont été analysées par rang avec le test de Wilcoxon. Les seuils de significativité sont présentés de la manière suivante: non significatif (n.s.): $P > 0,05$; (*): $P < 0,05$ et (**): $P < 0,01$.

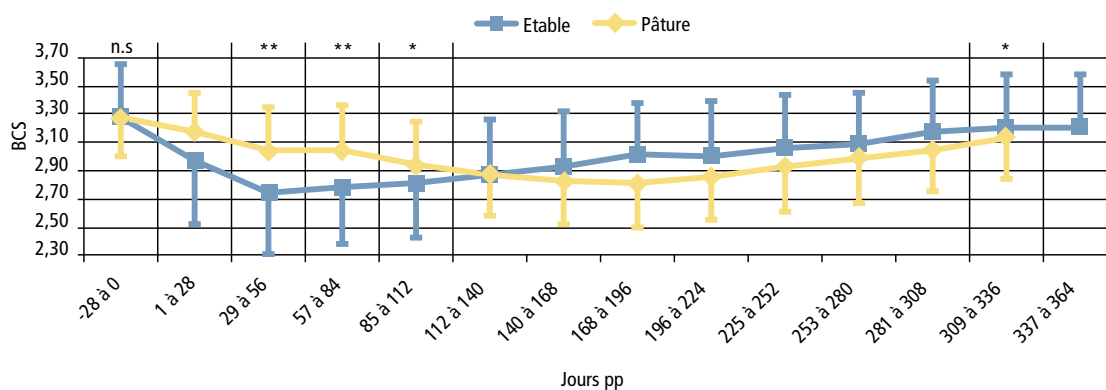

Figure 1 | Evolution du *Body Condition Score* (BCS) moyen des vaches GE et GP de 2008 à 2010.

Tableau 5 | Paramètres de fertilité et poids de naissance des veaux [moyenne et écart-type (ET)] des vaches GE et GP de 2008 à 2010

	GE			GP			P-Value
	n	Moyenne	(±ET)	n	Moyenne	(±ET)	
Indice d'insémination	86	2,1	(1,4)	86	1,6	(1,0)	n. s.
Durée intervêlage (jours)	55	405,1	(58,9)	74	373,5	(30,1)	**
Période de service (jours)	57	121,3	(57,5)	75	85,0	(29,6)	**
Délai d'attente (jours)	57	84,0	(20,8)	75	70,2	(19,3)	**
Délai IP-IF ¹ (jours)	57	37,3	(52,1)	76	14,8	(22,1)	**
Durée de gestation (jours)	72	284,9	(6,8)	86	288,5	(5,8)	**
Poids de naissance des veaux ² (kg)	73	44,2	(5,5)	88	43,4	(5,7)	n. s.

¹Délai entre insémination première et insémination fécondante. ²Tous les vêlages.

Les données annuelles des vaches GE ont été prises en compte du 1^{er} octobre de l'année précédente jusqu'au 30 septembre. En 2010, les données ont été incluses jusqu'à fin décembre. Les données annuelles des vaches GP ont été réparties suivant l'année du calendrier.

Résultats

Rendements, qualité des fourrages et charge par ha

Le rendement annuel moyen de l'ensilage d'herbe se montait à 138,1 (± 8,0) dt MS/ha, celui de l'ensilage de maïs à 177,1 (± 19,2) dt MS/ha. Le rendement moyen du blé fourrager était de 7913 (± 991) kg MF/ha et celui du maïs grain de 9466 (± 1900) kg MF/ha. Les rendements herbagers mesurés selon Corral et Fenlon (1978) se montaient à 142,3 (± 4,9) dt MS/ha. En ce qui concerne la composition chimique et la valeur nutritive des fourrages et des concentrés (tabl. 2), on remarque en particulier les teneurs élevées de l'herbe en MA, PAIE et PAIN ainsi que les hautes teneurs du foin en MA et en énergie. Les vaches étaient au pâturage toute la journée pendant en moyenne 179 jours (± 12), alors que la saison de pâture totale a duré en moyenne 242 jours (± 2) sur les 3 ans. La charge des animaux GE était en moyenne de 2,09 (± 0,06) vaches/ha de surface fourragère principale (SFP), et de 1,93 (± 0,10) vaches/ha SFP dans le troupeau GP. Chez le troupeau GE, l'ingestion d'énergie s'est faite principalement par l'EH (40,5 % ± 4,3), par l'EM (32,2 % ± 4,3) et par les concentrés (19,6 % ± 2,7). La proportion d'herbe pâturée s'élevait à 4,5 (± 0,2) % et celle du foin écologique à 3,2 (± 0,2) %. Chez le troupeau GP en revanche, l'énergie a été ingérée principalement avec l'herbe pâturée (62,7 % ± 4,2) et le foin séché en grange (25,4 % ± 2,6). La part d'énergie amenée par l'ingestion des concentrés ne se montait qu'à 7,0 % ± 1,0 chez les vaches GP, celle amenée par le foin écologique à 4,2 (± 1,9) % et celle par la paille à 0,7 (± 1,3) %.

Poids vifs et Body Condition Score

La variation des poids vifs était plus élevée chez les vaches GP (tabl. 3). Par contre, les vaches GE ont perdu davantage de poids par jour jusqu'au poids minimum et l'ont atteint plus vite après le vêlage. Les vaches GP ont atteint le minimum du BCS plus tard après le vêlage que les vaches GE (GE: 89,5 vs GP: 175,5 jours pp, P < 0,05), comme le montre la figure 1.

Evolution des teneurs du lait

La différence entre les teneurs en matière grasse des deux troupeaux était très grande au milieu de la lactation (fig. 2). Les teneurs du lait en protéines des vaches GP étaient plus basses dès le 85^e jour de lactation, mais plus élevées à la fin de la lactation que celles des vaches GE (fig. 3). Les teneurs en urée du lait des vaches GE étaient stables tout au long de la lactation, avec des valeurs entre 23 et 25 mg/dl de lait. Par contre, chez les vaches GP, les valeurs ont augmenté continuellement jusqu'au 196^e jour de lactation pour atteindre plus de 50 mg/dl, puis elles se sont abaissées jusqu'à la fin de la période de mesure et ont atteint en moyenne 28,6 (± 1,5) mg/dl de lait.

Lactations complètes et lactations standard

Les lactations complètes des vaches GE ont duré en moyenne 47,6 jours de plus que celles des vaches GP (tabl. 4). Les performances moyennes du troupeau GE en lactation complète et pendant la lactation standard étaient considérablement plus élevées. Les vaches GP présentaient une persistance inférieure à celle du troupeau à l'étable. Les vaches GE ont produit 240 kg de plus de matière grasse et de protéines (tabl. 4).

Paramètres de fertilité

La plupart des paramètres relatifs à la fertilité étaient nettement plus bas chez les vaches GP que chez les vaches GE, excepté la durée de la gestation (tabl. 5). ➤

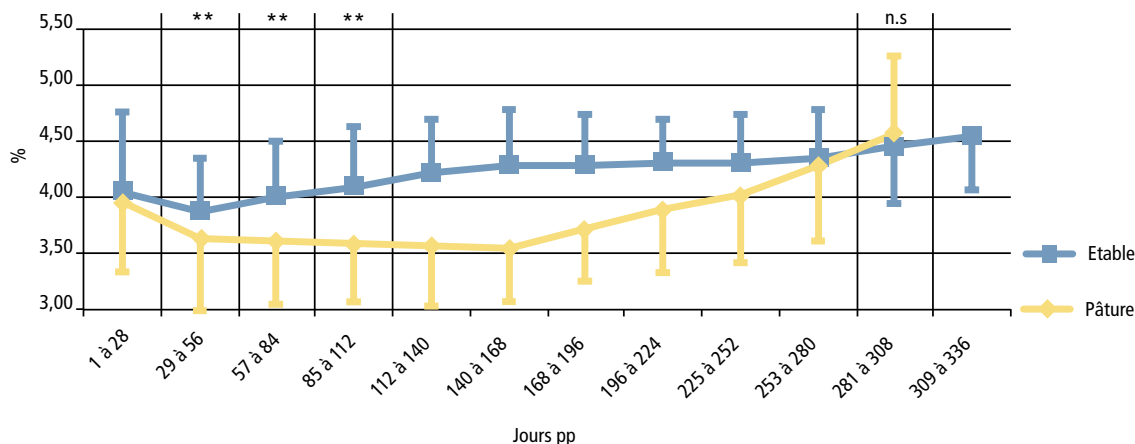


Figure 2 | Evolution de la teneur en matière grasse du lait (%) des vaches GE et GP de 2008 à 2010.

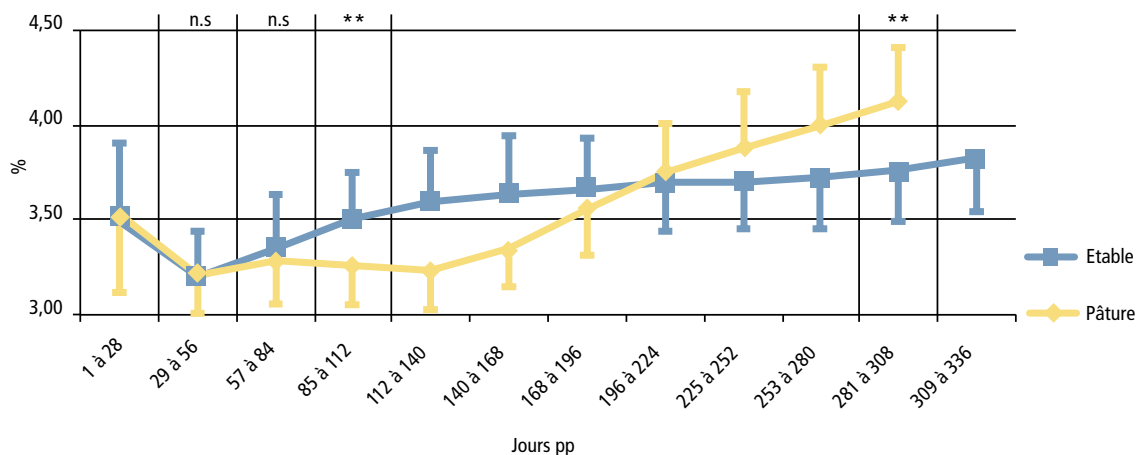


Figure 3 | Evolution de la teneur en protéines du lait (%) des vaches GE et GP de 2008 à 2010.

Productivité et efficacité

En moyenne sur les 3 ans, le troupeau GE a produit davantage de kg ECM/ha SAU (tabl. 6). Sa mise en valeur des fourrages et concentrés était meilleure, de même que son efficacité alimentaire. Par contre, le troupeau GP a produit davantage de masse de veaux (tabl. 6). Chez le troupeau GE, les coûts de concentrés étaient nettement plus élevés (tabl. 6).

Discussion

Rendements des cultures et analyse des nutriments

La quantité d'herbe disponible correspondait aux rendements moyens (Thomet et Blättler 1998) et à la croissance de l'herbe mesurée à Burgrain (LU); (Steiger Burgos *et al.* 2007).

Les teneurs en énergie nette pour la lactation (MJ NEL), calculées par Dairy-One pour l'EM et le foin (tabl. 2), ainsi que les teneurs en NDF et ADF de l'EH et la teneur en MA de l'herbe étaient élevées par rapport aux normes suisses (ALP 2008). Cela s'explique par la méthode van Soest, qui n'est pas standardisée internationalement, et par les différentes équations de régression utilisées pour estimer les teneurs en NEL.

Pour le troupeau GE, les grandes quantités importées d'aliments protéagineux (18,4 % de la SAU) sont problématiques pour l'environnement et en regard de la situation socio-économique des pays producteurs.

Poids vif et BCS

Partant du principe que la valeur énergétique de la perte de poids est de 19,3 MJ/kg et que 83 % des réserves

Tableau 6 | Productivité de la surface et des animaux, efficacité alimentaire ainsi que quantité et coûts des concentrés [moyenne et écart-type (ET)] des troupeaux GE et GP de 2008 à 2010

Années 2008 -2010	n	GE		GP		Comparaison GE/GP (%)
		Moyenne	(± ET)	Moyenne	(± ET)	
ECM / ha surface fourragère principale (kg)	3	17513	-926	11080	-639	158,1
ECM / ha surface agricole utile SAU (kg)	3	12717	-201	10307	-616	123,4
NEL / kg ration MS (MJ)	3	6,58	(0,02)	6,07	(0,1)	108,4
Intensité de production ¹	3	2,93	(0,04)	2,42	(0,05)	121,1
ECM / kg ration MS2 (kg)	3	1,28	(0,04)	1,08	(0,03)	118,5
ECM / kg PV0,75 (kg)	3	61,1	(1,9)	46,6	(0,7)	131,1
Efficacité énergétique ³ (%)	3	64,4	(0,39)	57,1	(0,9)	112,8
Masse de veaux / ha SAU (kg)	3	66,8	(2,9)	80,8	(5,0)	82,7
Concentrés / vache / lactation (kg)	3	1094,2	(149,6)	285,2	(26,3)	383,7
Concentrés / kg ECM (g)	3	131,1	(14,7)	53,9	(6,0)	248,2
Coûts des concentrés / kg ECM (cent.)	3	11,0	(1,1)	3,4	(0,7)	326,5

¹Energie nette pour la lactation (NELtotal; kg ECM × 3,14 MJ) + besoins d'entretien (NELentretien; kg PV^{0,75} × 0,293 MJ × 365) / NELentretien, (ALP, 2008). ²Efficacité alimentaire. ³Part d'énergie pour la production laitière en % de l'énergie totale ingérée.

corporelles sont transformées en lait (Moe *et al.* 1971; Gibb *et al.* 1992), les vaches GE ont produit, jusqu'à leur poids le plus faible, en moyenne 6,1 kg ECM/jour avec leurs réserves corporelles et en tout 451,8 kg ECM, soit 4,7 % de la totalité du lait produit. Les vaches GP ont, quant à elles, produit 4,8 kg ECM/jour avec leurs réserves corporelles et en tout 539,3 kg ECM jusqu'à leur poids le plus faible, soit 9,5 % de la totalité du lait produit. Il semble que le sous-alimentation des vaches GE n'a duré que peu de temps après qu'elles ont atteint leur poids le plus faible, puisque 15 jours plus tard, une augmentation du BCS a été constatée. Au contraire, chez les vaches GP, le BCS n'est remonté qu'à partir du 176^e jour de lactation. On peut en conclure que le troupeau GP a produit environ 12 % de la quantité de lait totale en puisant dans ses réserves corporelles. Cette longue phase de perte de poids des vaches GP s'explique principalement par le faible apport en éléments nutritifs, particulièrement en été. En effet, les teneurs de l'herbe en ADF étaient élevées et, par conséquent, ses teneurs en énergie plutôt basses.

Evolution des teneurs du lait

La teneur en urée stable ainsi que le rapport moyen matières grasses/protéines de 1,2:1 chez les vaches GE indiquent un approvisionnement régulier en éléments nutritifs. Par contre, chez les vaches GP, la teneur en urée élevée en été indique un approvisionnement déséquilibré avec un excès de N. Cela s'explique par la faible teneur de l'herbe en sucres et en énergie en juillet et

août, comparé aux teneurs constatées au printemps et en automne. En conséquence, le rapport moyen matières grasses/protéines était bas (1,1:1).

Par rapport aux performances laitières moyennes des races suisses (Fédération suisse d'élevage de la race Holstein 2011; Fédération suisse de la race brune 2011), les vaches GE ont réalisé des performances supérieures à la moyenne pour les teneurs en matières grasses et en protéines, grâce, entre autres, à une alimentation équilibrée. Les performances des vaches GP, quant à elles, étaient inférieures à la moyenne. Le système de pâture intégrale ne leur a pas permis d'exprimer tout leur potentiel génétique.

Lactations complètes et lactations standard

Les analyses de fourrage et le calcul du plan d'alimentation ont permis de bien couvrir les besoins des vaches GE, et ainsi de produire des quantités de lait, de matière grasse et de protéines supérieures à la moyenne de leur race. Au contraire, la production de matière grasse et de protéines par lactation des vaches GP était inférieure de 15 % à la moyenne de la race tachetée rouge (Swiss Herdbook 2011). Cela s'explique notamment par l'apport réduit en nutriments, et par le fait que de nombreux producteurs suisses pratiquent une alimentation mixte pendant la période de végétation (pâturage à la demi-journée et complémentation d'herbe dans la stabulation). Cette alimentation mixte augmente l'ingestion de MS comme l'ont montré Kolver et Muller (1998) et Kaufmann *et al.* (2011) chez des vaches Holstein-Frie- ➤

sian, et Hofstetter *et al.* (2011) chez des vaches brunes et tachetées rouges. Chez les vaches GP, la production de kg ECM par lactation était légèrement supérieure à celle des vaches suisses du projet «Quelle vache pour la pâture?» dans les mêmes conditions. En accord avec les résultats d'Urdl *et al.* (2007), ces différences constatées dans la production des deux troupeaux GE et GP s'expliquaient par les différences d'apport en éléments nutritifs et en énergie pp.

Paramètres de fertilité

La durée intervallage était supérieure chez les vaches GE et inférieure chez les vaches GP par rapport à la durée moyenne officielle de leur race respective. L'indice d'insémination était particulièrement élevé chez les vaches GE, en comparaison avec les résultats de Reist *et al.* (2000). Les délais d'attente étaient inférieurs chez les deux troupeaux à la moyenne des races suisses. Le fait que les vaches GE aient eu des délais d'attente et des délais entre insémination première et insémination fécondante (IP-IF) plus longs que les vaches GP peut s'expliquer par leur perte de poids quotidienne plus élevée (+250 g) pendant un laps de temps plus court pp, en accord avec Butler (2005), Butler et Smith (1989) et Barb et Kraeling (2004) sur les bilans énergétiques négatifs pp.

Productivité et efficacité

La production totale de 6074 kg ECM par lactation des vaches GP correspond tout à fait aux résultats produits par des vaches de génétique néozélandaise pâturant dans des systèmes de production similaires (Rapport final du projet «Quelle vache pour la pâture?» 2010). L'efficacité alimentaire (kg ECM/ kg ration MS) du troupeau GP était tendanciellement inférieure à celle constatée dans les essais de Schori et Mürger (2010) à Sorens (FR). Par contre, l'efficacité de la production laitière des vaches GP (46,4 kg ECM/kg PV^{0,75}) se situe au niveau des résultats déjà constatés en Suisse dans des essais similaires sur pâturage (Steiger Burgos *et al.* 2007; Schori et Mürger 2010; Thomet *et al.* 2010). L'essai présenté ici n'avait pas pour objectif d'estimer si et dans quelle mesure les besoins en énergie supérieurs dus à une activité physique plus élevée d'une vache au pâturage (Kaufmann *et al.* 2011) modifient l'efficacité du troupeau GP. Alors que l'intensité de production du troupeau GE n'était que de 21 % supérieure à celle du troupeau GP, le troupeau GE a produit 31 % de plus de kg ECM/kg PV^{0,75}. L'efficacité supérieure du troupeau GE résulte de la production laitière plus élevée en proportion des besoins d'entretien des animaux, comparée au troupeau GP.

La masse de veaux produite dans le système GP était plus grande que celle produite dans le système GE, car le

troupeau GP était plus grand. Ce facteur doit être pris en compte du point de vue économique.

Productivité de la surface et coûts des concentrés

La productivité de la surface par ha (SFP) était très élevée chez le troupeau GE, car la surface prise par les concentrés (27,3 % de la SAU) n'est pas comprise dans la SFP. La productivité de la surface par ha de SAU, qui se montait en moyenne à 10307 kg/ha SAU chez le troupeau GP, était plus faible que celle de l'essai de Burgrain (Steiger Burgos *et al.* 2007). Elle était également nettement inférieure à celles des essais réalisés à la station de recherche de Moorepark en Irlande par McEvoy *et al.* (2009) et Curran *et al.* (2010), qui travaillaient toutefois avec une fumure azotée bien supérieure (+80 kg/ha) et une charge en animaux presque deux fois plus importante. De plus, les résultats de Moorepark, où les conditions climatiques sont plus favorables, ne tiennent pas compte de l'ensemble de la lactation.

En ce qui concerne les coûts des concentrés, le système GE présentait des coûts similaires à ceux des exploitations de plaine analysés par Haas et Höltschi (2010). Dans le système GP par contre, les coûts des concentrés étaient nettement inférieurs à ceux calculés dans la publication mentionnée ci-dessus.

Conclusions

- Des lactations de plus de 9000 kg de lait avec des teneurs supérieures à la moyenne sont possibles dans un troupeau gardé à l'étable, affouragé avec une ration mélangée partielle et recevant environ 1100 kg de concentrés/vache/lactation.
- La productivité élevée des vaches gardées à l'étable a été atteinte grâce à une alimentation à la hauteur des besoins, et grâce à l'achat d'aliments protéiques.
- L'intensité de production plus élevée dans le troupeau gardé à l'étable a conduit à une meilleure efficacité alimentaire et une meilleure valorisation énergétique que celles du troupeau gardé au pâturage.
- Dans nos régions herbagères, il est possible d'atteindre des lactations de 6000 kg avec des vaches en pâture intégrale recevant environ 300 kg de concentrés/vache/lactation.
- En raison de la saisonnalité due au système de pâture intégrale, les quantités de lait des vaches gardées au pâturage, ainsi que les teneurs ont beaucoup varié au cours de l'année.
- Le mode de garde, l'alimentation et l'intensité de production plus faible dans le troupeau gardé au pâturage ont conduit à de meilleurs paramètres de fertilité que dans le troupeau gardé à l'étable. ■

Riassunto**Confronto tra sistemi di produzione lattiera Hohenrain: alimentazione in stalla vs. pascolo - foraggio, performance ed efficienza**

Scopo di questo progetto era di confrontare, tra il 2008 ed il 2010 in un'azienda agricola mantenendo le medesime condizioni e le stesse superfici foraggere, due strategie per la produzione di latte; il sistema di pascolo (PC) completo con l'alimentazione in stalla (AS). Nel sistema di alimentazione in stalla con 15,8 ha di terreno agricolo (42,9 % GS, 18,3 % MS, 8,98% grano, 18,4 % mangime proteico, 5,8 % pascolo, 5,8 % superfici di compensazione ecologica) si sono tenute in un box 12 mucche HF e 12 mucche BS, nutrendole con una razione alimentare parzialmente mista, composta da MS, GS e PAF.

Del foraggio concentrato era somministrato, se necessario, attraverso una stazione di alimentazione. Le mucche AS hanno prodotto per lattazione con 1094 kg di FS foraggio concentrato 9607 kg ECM e per lattazione standard 675,4 kg di grasso e proteine.

Nel sistema a pascolo completo con 15,7 ha di terreno agricolo (TA) (87,2 % pascolo e terreni da fieno, 5,8 % grano, 1,0 % foraggio concentrato, 5,8 % superfici di compensazione ecologica) si sono tenute, a inizio lattazione da gennaio a marzo, 14 mucche FV e 14 mucche BS, successivamente, durante il periodo di vegetazione su un pascolo ad erba corta, suddivise su quattro parcelle. Il foraggio secco è stato raccolto durante l'estate dagli appezzamenti, ventilato nel box e distribuito ad libitum.

Le mucche RC hanno prodotto per lattazione con 285 kg FS di foraggio concentrato 5681 kg ECM e per lattazione standard 434,9 kg di grasso e proteine.

Il periodo di intervallo tra i parti ed il periodo fecondo (AS: 121,3 vs. PC: 85,0 giorni, $P < 0,01$) è risultato più breve per le mucche PC. La mandria AS ha prodotto 12717 kg ECM/ha TA/anno, la mandria PC 10307 kg ECM/ha TA/anno. La maggiore produttività ed efficienza della mandria AS in confronto alla mandria PC è stata raggiunta attraverso una maggiore densità di energia nel foraggio ed un apporto maggiore di nutrienti dopo il parto.

Bibliographie

La liste bibliographique est disponible chez l'auteur.

Summary**Comparison of dairy farming systems: barn-keeping v pasture-based keeping – Feed, performance and efficiency**

The aim of this study was to compare barn-keeping (BK) to pasture-based-keeping (PK) systems in dairy farming. We established two herds which were kept under the same conditions and with an equal agricultural area (AA) on the same experimental farm from 2008 to 2010.

The BK herd consisted of 12 Swiss Holstein-Friesian and 12 Brown Swiss cows which were kept in a free-stall barn and fed with a part-mixed ration composed of maize silage, grass silage and protein concentrate. They were allocated 15.8 ha AA [therefore 42.9 % grass silage, 18.3 % maize silage, 8.9 % cereals (energy concentrate), 18.4 % area for protein concentrate, 5.8 % pasture, 5.8 % extensive grassland (hay)]. The concentrate was fed by a concentrate dispenser according to the requirements of each individual cow. BK cows produced 9,607 kg of energy-corrected milk (ECM) per lactation and 675,4 kg of milk fat and protein per standard lactation having been fed 1,094 kg of air-dried concentrate.

The PK herd consisted of 14 Swiss Fleckvieh and 14 Brown Swiss cows which were kept in a free-stall barn during winter time and on a semi-continuous pasture subdivided into four paddocks during the vegetation period. They were allocated 15.7 ha AA [therefore 87.2 % pasture and hay land, 5.8 % cereals, 1.0 % area for protein concentrate, 5.8 % extensive grassland (hay)]. Winter hay, harvested from the same pasture and later barn ventilated, were offered ad libitum in the indoor period after the calving. These cows produced 5,681 kg ECM per lactation and 434,9 kg milk fat and protein per standard lactation having been fed 285 kg of air-dried concentrate.

The calving interval and the empty time of the PK cows (BK: 121,3 v. PK: 85,0 days, $P < 0,01$) were shorter. The BK herd yielded 12,717 kg ECM/ha AA/year and the PK herd 10,307 kg ECM/AA/year. In conclusion, the productivity and the efficiency of the BK herd were higher compared to the PK herd due to the higher energy intake per kg feed and the higher nutrient intake postpartum.

Key words: dairy-farming systems, barn feeding, pasture, productivity, efficiency.