Projet «Quelle vache pour la pâture?»: problématique et description de l'essai

Valérie Piccand[1], Fredy Schori[2], Josef Troxler[3], Marcel Wanner[4] et Peter Thomet[1]
[1]Haute école suisse d'agronomie HESA, 3052 Zollikofen
[2]Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux
[3]Institut für Tierhaltung und Tierzucht, Université de médecine vétérinaire, 1210 Vienne, Autriche
[4]Institut de nutrition animale, Faculté Vetsuisse, Université de Zurich, 8057 Zurich
Renseignements: Valérie Piccand, e-mail: valerie.piccand@bfh.ch, tél. +41 31 910 22 18

Le projet «Quelle vache pour la pâture?» a comparé les performances globales des trois principales races laitières suisses (Tachetée rouge, Brown Swiss et Holstein) aux performances de Holstein-Friesian néo-zélandaises, sur des exploitations pratiquant la pâture intégrale avec vêlages saisonniers de fin d'hiver. (Photo: projet «Quelle vache pour la pâture?»)

Introduction

La Suisse, un pays d'herbages à valoriser

En Suisse, près de 60 % de la surface agricole se constitue de surfaces herbagères permanentes (sans les alpages), contre seulement 36 % dans l'Europe des 15. Seuls l'Irlande (76 %) et le Royaume-Uni (62 %) ont des proportions d'herbages équivalentes ou plus importantes (Office fédéral de la statistique 2007). Le potentiel de croissance de l'herbe sur le plateau suisse est parmi les meilleurs du monde, avec un potentiel de production proche de 15 tonnes de matière sèche par ha et par an. Par ailleurs, le coût des aliments concentrés est nettement plus élevé en Suisse que chez nos voisins. L'utilisation efficace des ressources disponibles – les herbages – est donc essentielle. L'industrie laitière suisse doit pouvoir disposer à cet effet de systèmes de production appropriés et d'animaux au patrimoine génétique adapté. Le projet «Quelle vache pour la pâture?» est la suite logique de précédents projets conduits par la HESA, qui ont notamment abouti à l'introduction du système de production laitière en pâture intégrale avec vêlages saisonniers de

fin d'hiver, calqué sur le système dominant en Nouvelle-Zélande ou en Irlande (Blättler *et al.* 2004; Steiger Burgos *et al.* 2007; Hofstetter *et al.* 2010). Pour atteindre une utilisation optimale des ressources herbagères, ce système de production demande un niveau très élevé de performances, notamment d'efficacité de transformation de l'herbe en lait et de reproduction. Pour que la courbe des besoins alimentaires des vaches s'ajuste à la courbe de production d'herbe, les vaches doivent vêler chaque année à une même période fixe. Cela exige donc des vaches avec d'excellentes performances globales de reproduction. Ces vaches doivent ensuite être capables de couvrir la majorité de leurs besoins avec des fourrages grossiers et de l'herbe pâturée.

Reproduction et sélection

Les deux pays produisant la majeure partie de leur lait à partir de pâture et de manière saisonnière, la Nouvelle-Zélande et l'Irlande, ont subi une augmentation de la part de génétique nord-américaine dans leurs populations de Holstein-Friesian (HF) et par là-même un déclin des performances de reproduction et de longévité de leur cheptel bovin laitier (Harris et Kolver 2001; Evans *et al.* 2006; Harris *et al.* 2006). En effet, la HF nord-américaine a été sélectionnée pour produire avant tout un volume de lait élevé dans un environnement confiné, à partir de rations complètes contenant une part importante de concentrés, avec peu d'intérêt porté sur les performances de reproduction. A l'inverse, la HF néo-zélandaise a été sélectionnée dans des systèmes de pâture intégrale avec vêlages saisonniers, pour produire efficacement des matières utiles (matière grasse et protéique) à partir d'herbe pâturée, tout en maintenant de très bonnes performances de reproduction et une grande longévité.

Interaction génotype x environnement

Pour des environnements bien contrastés, les interactions génotype x environnement sont bien documentées, tant pour la production laitière que pour la reproduction, l'ingestion ou les performances économiques (Kolver *et al.* 2002; Horan *et al.* 2005; Horan *et al.* 2006; McCarthy *et al.* 2007; Fulkerson *et al.* 2008). Ces études ont comparé différentes lignées de HF se distinguant par leur origine et leur pourcentage de sang nord-américain. La conclusion globale est que les vaches sélectionnées dans des systèmes alimentaires avec accès *ad libitum* à des régimes très riches en énergie ne sont pas nécessairement adaptées aux systèmes très pâturants, avec peu de complémentation, et en vêlages groupés. Cependant, une récente étude de Coleman *et al.* (2009) suggère qu'un indice de sélection combinant production et reproduction permettrait d'obtenir à la fois de hautes performances laitières et de hautes performances de reproduction dans des systèmes pâturants. En Suisse, malgré la grande diversité des systèmes de production laitière, les fédérations d'élevage ne disposent pas d'informations relatives au système dans lequel évoluent les vaches. De ce fait, il n'est pas possible aujourd'hui d'évaluer l'aptitude des races suisses aux systèmes de production à bas intrants et vêlages groupés et d'en sélectionner les meilleurs individus. D'autre part, contrairement à la Nouvelle-Zélande ou à l'Irlande, les schémas de sélection des différentes races sont séparés et compliquent la comparaison des performances entre races.

Résumé

La Suisse est un pays d'herbages, dont la bonne valorisation est essentielle pour la filière laitière suisse. Celle-ci nécessite des systèmes efficaces de production laitière et des vaches adaptées à ces systèmes. L'existence d'interactions entre le génotype et l'environnement, lorsque l'on compare des conditions de production contrastées, pose la question de l'adaptation de nos races suisses à des systèmes à bas intrants et vêlages saisonniers, alors qu'elles sont largement influencées par la génétique nord-américaine particulièrement adaptée aux environnements confinés et rations complètes. La Nouvelle-Zélande, où le système pâturant saisonnier domine depuis des décennies, a sélectionné des vaches fertiles et efficaces en production de lait riche en matières utiles à partir d'herbe pâturée. Dans cet essai, il s'agissait de comparer les performances globales des trois principales races laitières suisses (Tachetée rouge, Brown Swiss et Holstein) aux performances des Holstein-Friesian néo-zélandaises, sur des exploitations pratiquant la pâture intégrale avec vêlages saisonniers de fin d'hiver.

Influence nord-américaine sur les races suisses

Tout comme les populations néo-zélandaises ou irlandaises, les races suisses ont fait l'objet ces 40 dernières années d'une introduction massive, voire d'une substitution, par de la génétique nord-américaine (USA et Canada). Dès la fin des années 1960, les races à deux fins Tachetée noire Fribourgeoise, Simmental et Brune originale ont été croisées avec des races laitières spécialisées, afin d'obtenir une augmentation rapide de la producti- ›

Tableau 1 | Caractérisation des vaches présentes dans l'essai «Quelle vache pour la pâture?» (moyenne ± écart-type)

	NZ HF	CH HF	CH FV	CH BS
Vaches	58	24	27	25
Nombre de pères différents	11 (74 % des animaux issus de 5 pères)	18	21	17
Caractéristiques	≥ 2 générations NZ HF	-	68 ± 12 % de Red Holstein	6 ± 5 % de Brune Originale
Valeur d'élevage pedigree	NZ$ 89 ± 13,5	IPQ 103 ± 6,5	ILM 106 ± 6,0	MIW 103 ± 5,6
Valeur d'élevage de la population de référence (vaches nées en 2005)[1]	NZ$ 87 ± 42,0	IPQ 104 ± 9,3	ILM 101 ± 9,8[2]	MIW 104 ± 7,9

[1]Sources: communications personnelles de R. Wood (New Zealand Animal Evaluation Limited, Hamilton, New Zealand), E. Barras (Fédération suisse d'élevage Holstein, Posieux), A. Bigler (swissherdbook, Zollikofen) et B. Bapst (Fédération suisse de la race Brune, Zoug).
[2]Population des vaches vivantes.

vité laitière. La Fribourgeoise a été complètement substituée par la HF nord-américaine en une dizaine d'années. La Brune originale a été croisée massivement avec des Brown Swiss (BS) américaines. En 2002, la population BS de Suisse contenait plus de 78 % de gènes provenant de BS américaines (Hagger 2005). La population Simmental a quant à elle commencé à être croisée avec des Red Holstein nord-américaines dès 1968. Aujourd'hui, la population Simmental ne représente plus que 12 % de la population, celle de Red Holstein par contre 65 % (swissherdbook 2011). Ainsi, la taille et les performances de production laitière de l'ensemble de ces races n'ont cessé de croître (chaque année, 80 kg de lait en plus par lactation depuis les années 1960; Fédération suisse d'élevage Holstein, Fédération suisse de la race Brune 2011). Par contre, suivant les tendances internationales des dernières décennies, les races suisses ont subi dans le même temps un déclin de leurs performances de reproduction et les problèmes de reproduction représentent aujourd'hui la première cause de réforme des vaches laitières (27 % des réformes, Fédération suisse de la race Brune, 2008).

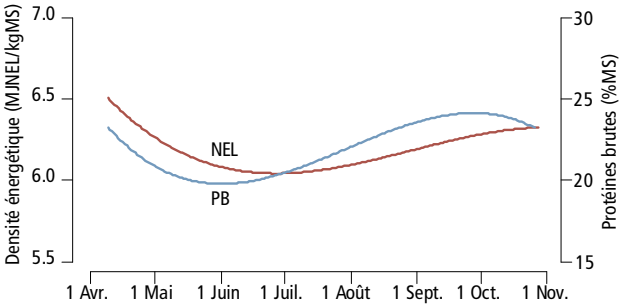

Figure 1 | Evolution de la qualité de l'herbe offerte sur l'année, de 2007 à 2009, sur les exploitations du projet «Quelle vache pour la pâture?».

Pourtant l'introduction des quotas laitiers dès les années 1970 a limité la production et augmenté le poids des traits fonctionnels (notamment longévité, santé et reproduction) dans les schémas de sélection suisses. En 2008, le poids des caractères de production dans les indices de sélection était de 54 % pour la race Brune, de 53 % pour la Holstein et de 40 % pour la Fleckvieh, contre par exemple 66 % en Nouvelle-Zélande (Fédération suisse d'élevage Holstein, swisserdbook, Fédération suisse de la race Brune, New Zealand Animal Evaluation Limited 2008).

Objectifs de l'essai

Cet essai «Quelle vache pour la pâture?» visait à tester l'adéquation des vaches laitières suisses contemporaines à un système de pâture intégrale avec vêlages saisonniers. Les performances de production, de reproduction et de santé ainsi que la qualité du lait des races suisses répondent-elles aux exigences d'un système à bas intrants et vêlages groupés? Pour le savoir, les performances globales de vaches de race Holstein-Friesian suisse (**CH HF**), Tachetée rouge suisse (**CH FV**) et Brown Swiss suisse (**CH BS**) ont été comparées à celles de vaches de race Holstein-Friesian néo-zélandaise (**NZ HF**), sélectionnée pour ce type de système de longue date et connue pour son efficacité laitière et ses bonnes performances de reproduction.

Cet essai a abordé différentes thématiques, dont l'une a déjà été abordée dans Agrarforschung Schweiz en 2009 (élevage; Burren *et al.* 2009). D'autres thématiques comme la production, la reproduction, le comportement d'ingestion et l'économie seront abordées prochainement dans Recherche Agronomique Suisse/Agrarforschung Schweiz. Des résultats connexes concernant le bien-être, la physiologie et la qualité du lait seront publiés dans d'autres revues.

Ce projet a été réalisé et financé par la Haute école suisse d'agronomie HESA, la station de recherche Liebe-

Tableau 2 | Caractérisation des 15 exploitations impliquées dans le projet «Quelle vache pour la pâture?»

	Nombre d'exploitations selon le type			
Localisation géographique	Plateau: 9	Préalpes: 4	Jura: 2	
Zone	Plaine: 10		Collines et zones montagne I et II : 5	
Altitude	430 à 1050 m (moyenne ± écart-type : 633 ± 172 m)			
Durée de végétation[1, 2]	170 à 230 jours			
Aptitudes climatiques pour les herbages[1, 3]	Note 1: 4	Note 3: 3	Note 4: 6	Note 6: 2
Système de pâture	Tournant: 11		Gazon court: 4	
Type d'exploitation	Production intégrée: 13		Agriculture biologique: 2	
Affouragement	Avec ensilage: 8		Sans ensilage: 7	

[1] Source: Carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture suisse, Office fédéral de l'agriculture.
[2] Période de végétation: 7,5 °C au printemps, 5 °C en automne.
[3] 1 = très favorable en plaine; 8 = approprié aux alpages.

feld-Posieux ALP, la faculté Vetsuisse de Zurich, l'Université vétérinaire de Vienne, la Commission pour la technologie et l'innovation CTI, l'OFAG, Swissgenetics et IG Weidemilch.

Animaux, matériel et méthodes

Les résultats qui seront présentés dans cette série d'articles sont issus d'une expérimentation sur trois ans (2007 à 2009). En automne 2006, des génisses NZ HF gestantes ont été importées d'Irlande et réparties de manière aléatoire sur 15 exploitations en janvier 2007. Chaque NZ HF a été appariée selon sa date de vêlage et son âge à une vache de race suisse présente sur l'exploitation. Sur chaque ferme, les vaches de l'essai étaient gérées de la même manière que le reste du troupeau. Le chef d'exploitation était en charge de toutes les décisions concernant la gestion de son troupeau. Le projet a impliqué 14 exploitations en 2007, 13 en 2008 et 10 en 2009, incluant au final 259 lactations de 134 vaches des quatre races NZ HF (n=131 lactations, 58 vaches), CH HF (40, 24), CH FV (43, 27) et CH BS (45, 25). Les vaches se trouvaient en 1ère lactation en 2007, en 2e en 2008 et en 3e lactation en 2009.

Animaux

Les NZ HF sont une lignée de HF originaire de Nouvelle-Zélande, sélectionnée dans des systèmes de production laitière au pâturage avec vêlages saisonniers pour leur haute efficacité de production de matières utiles (matière protéique et matière grasse), de bonnes performances de reproduction et une grande longévité. Les CH HF sont une lignée de HF d'origine nord-américaine mais sélectionnée avec un indice de sélection équilibré incluant la production laitière et les caractères fonctionnels. Les CH FV sont issues de croisements entre des Simmental et des Red Holstein. Leur indice de sélection inclut la production laitière, les critères fonctionnels et la production de viande. Les CH BS sont des BS principalement originaires d'Amérique du Nord mais avec un indice de sélection équilibré incluant la production laitière et les critères fonctionnels. Tous les groupes d'animaux expérimentaux étaient représentatifs de leur population d'origine (tabl. 1).

Exploitations

Les exploitations ont été choisies selon différents critères, en particulier leur système de production: pas d'affouragement complémentaire au pâturage et limitation des apports de concentrés. Ces exploitations ›

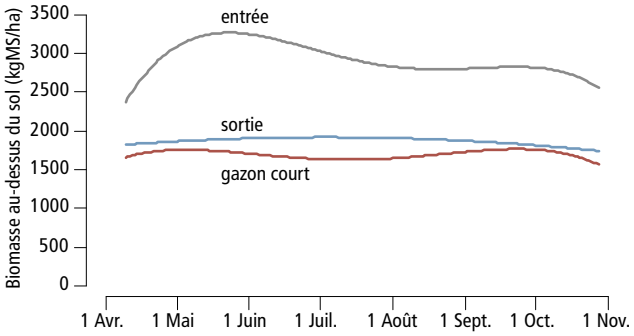

Figure 2 | Evolution sur l'année de la quantité d'herbe offerte en entrée et résiduelle en sortie de parcelle en pâture tournante, et de la quantité d'herbe offerte en gazon court, de 2007 à 2009, sur les exploitations du projet «Quelle vache pour la pâture?». Les hauteurs d'herbe mesurées à l'herbomètre néo-zélandais ont été converties en kg MS biomasse / ha par la formule 500 + 140 × nombre de clics, où un clic représente 0,5 cm d'herbe compressée.

Tableau 3 | Caractéristiques des rations hivernales et estivales offertes aux vaches en lactation dans le projet «Quelle vache pour la pâture?» (moyenne ± écart-type)

Hiver	Type de ration	Foin/regain: 7 exploitations Foin/regain et ensilage d'herbe: 6 exploitations Ensilage d'herbe et de maïs: 2 exploitations
	kg concentrés / vache / jour	3,2 ± 1,6 kg
	Valeur nutritive de la ration	Energie: 6,2 ± 0,5 MJ NEL/kg MS Protéines brutes: 14 ± 2 % de la MS
Eté	Type de ration	Pâturage seul (complémentation possible en cas d'offre en herbe insuffisante)
	Date de début de pâture	25 mars ± 13 j
	Date de fin de pâture	11 novembre ± 11 j
	Valeur nutritive de l'herbe offerte	Energie: 6,2 ± 0,3 MJ NEL/kg MS Protéines brutes : 21 ± 4 % de la MS
	Total kg de concentrés sur la lactation	260 ± 130 kg

représentaient une large gamme de situations en Suisse (localisation géographique, type de production, système de pâture etc.; tabl. 2), cependant leur système de production était très homogène: toutes pratiquaient un système de production laitière à bas intrants basé sur la pâture, avec une majorité de vêlages de fin d'hiver.

Alimentation

L'alimentation hivernale était basée principalement sur de l'herbe conservée (ensilage et foin). L'été, la pâture n'était complémentée qu'en cas de déficit d'herbe passager (tabl. 3). La variation saisonnière de la qualité de l'herbe offerte a été conforme aux variations généralement observées (fig. 1). En pâturage tournant, les hauteurs d'entrée et de sortie (fig. 2) ont été en moyenne supérieures aux hauteurs conseillées en Nouvelle-Zélande (Eastes et van Bysterveldt 2009). En gazon court, les hauteurs correspondent aux conseils de l'ADCF (fiches techniques 4.4.4 et 8.2.2).

Santé et reproduction

Tous les événements sanitaires, traitements et dates d'insémination et de vêlage étaient enregistrés par le chef d'exploitation. La saison d'insémination a débuté chaque année environ à mi-avril (16 avril ± 15 jours). Pour les exploitations qui n'avaient pas tout leur troupeau en vêlages saisonniers (5 exploitations en 2007, 3 en 2008 et 1 en 2009), une date de début des inséminations a été calculée pour chaque vache en additionnant à sa date de vêlage l'intervalle vêlage-1ère insémination le plus court observé sur l'exploitation. En 2008, des profils de cyclicité ont été établis par dosage de la progestérone dans le lait, à raison d'un échantillon tous les deux jours, du vêlage à la 1ère insémination.

Production laitière et état corporel

La quantité de lait, les teneurs ainsi que les numérations cellulaires ont été mesurées mensuellement lors des contrôles laitiers officiels. L'état corporel a été évalué mensuellement sur une échelle de 1 (décharnée) à 5 (obèse) avec des pas de 0,25 points. Les vaches ont été pesées trois fois par lactation à 38 ± 22, 124 ± 27 et 281 ± 33 jours *post-partum* sur une balance électronique mobile (Tru-Test, Palmerston North, New Zealand). Sur l'exploitation de l'Abbaye de Sorens, les vaches étaient pesées automatiquement après chaque traite. Pour calculer les variables d'efficacité de production laitière (production laitière par poids vif métabolique), le poids vif moyen de la lactation a été calculé comme la moyenne des trois pesées. Des courbes de lactation ont été ajustées selon l'équation de Wood $Y_t = a \times t^b \times e^{(-ct)}$. Où Y_t est la quantité de lait au jour t, a le niveau de production laitière au début de la lactation, b la pente d'augmentation de production et c la pente de déclin.

Analyses statistiques

Les variables continues ont été analysées par des modèles linéaires mixtes et les variables binomiales par des régressions logistiques mixtes, qui incluaient la race comme effet fixe, ainsi que l'année, l'exploitation dans l'année et la vache comme effets aléatoires (lmer et glmer). Les biais de comparaison multiples ont été pris en compte pour les comparaisons des moyennes ajustées entre les races (multcomp). Ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel de statistiques R. ■

Remerciements

L'équipe du projet souhaite remercier vivement tous les agriculteurs qui ont investi temps, moyens financiers et énergie pour la réussite de ce projet.

Riassunto

Progetto «la mucca da pascolo e la sua genetica»: problematica e descrizione della prova

La Svizzera è un paese da pascolo da valorizzare. L'uso efficace di questa risorsa è essenziale per la filiera lattiera svizzera. Per rendere validi dei sistemi di produzione lattieri sono necessarie delle mucche a loro adatte. Le attuali razze svizzere sono fortemente influenzate dalla genetica nordamericana e pertanto adattate a condizioni di stalla e ad un foraggiamento totale misto. A causa delle comprovate interazioni tra genotipo e ambiente in condizioni di produzione molto contrastanti, si pone la domanda relativa all'idoneità delle nostre razze ai sistemi low-imput con parto stagionale. In Nuova Zelanda, dove questo tipo di sistema è praticato da decenni, si sono selezionate mucche fertili e adeguate ad una produzione lattiera di qualità. Nella prova qui descritta si è confrontato, in aziende agricole a pascolo permanente con parto stagionale a fine inverno, la prestazione complessiva delle tra principali razze svizzera (pezzata rossa, razza bruna e Holstein) con la Holstein-Friesian neozelandese.

Summary

Which cow for pasture-based production systems?: Problematics and experimental design

Switzerland is a country of grasslands. The effective use of this resource is essential for the Swiss dairy industry. To ensure this, efficient milk production systems and cows suited to these systems are necessary. The existence of interactions between genotype and environment when comparing contrasting conditions of production raises the question of the suitability of our Swiss breeds, mainly influenced by North American genetics selected in confined environments with total mixed rations, to low-input, seasonal-calving systems. New Zealand, where this type of system dominated for decades, has selected cows that are fertile and efficient for the production of milk solids. The objective of this trial was to compare the global performances of the three main Swiss breeds (Red and White, Brown and Holstein-Friesian) with those of New Zealand Holstein-Friesian on pasture-based, end-of-winter seasonal calving farms.

Key words: pasture, seasonal calving, dairy production, breeds.

Bibliographie

- Blättler T., Durgiai B., Kohler S., Kunz P., Leuenberger S., Müller R., Schäublin H., Spring P., Stähli R., Thomet P., Wanner K., Weber A. & Menzi H., 2004. Projekt Opti-Milch: Zielsetzung und Grundlagen. *Agrarforschung* **11**, 80–85.
- Burren A., Reist S., Piccand V., Stürm C., Rieder S. & Flury C., 2009. Züchterische Aspekte der Tiere im Projekt Weidekuh-Genetik. *Agrarforschung* **16,** 302–307.
- Coleman J., Pierce K. M., Berry D. P., Brennan A. & Horan B., 2009. The influence of genetic selection and feed system on the reproductive performance of spring-calving dairy cows within future pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* **92**, 5258–5269.
- Eastes D. & van Bysterveldt A., 2009. Optimiser la qualité de l'herbe pour plus de performance en pâture tournante. **1** | Méthodologie. *Rev. suisse Agric.* **41**, 105–112.
- Evans R. D., Wallace M., Shalloo L., Garrick D. J. & Dillon P., 2006. Financial implications of recent declines in reproduction and survival of Holstein-Friesian cows in spring-calving Irish dairy herds. *Agricultural Systems* **89**, 165–183.
- Fulkerson W. J., Davison T. M., Garcia S. C., Hough G., Goddard M. E., Dobos R. & Blockey M., 2008. Holstein-Friesian dairy cows under a predominantly grazing system: Interaction between genotype and environment. *J. Dairy Sci.* **91**, 826–839.
- Hagger C., 2005. Estimates of genetic diversity in the brown cattle population of Switzerland obtained from pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet.* **122**, 405–413.
- Harris B. L. & Kolver E. S., 2001. Review of Holsteinization on Intensive Pastoral Dairy Farming in New Zealand. *J. Dairy Sci.* **84**, E56 – 61.
- Harris B. L., Pryce J. E., Xu Z. Z. & Montgomerie, W. A., 2006. Development of new fertility breeding values in the dairy industry. Proc. N. Z. *Soc. Anim. Prod.* **66**, 107 – 112.
- Hofstetter P., Steiger Burgos M., Petermann R., Münger A., Blum J. W., Thomet P., Menzi H., Kohler S. & Kunz P., 2010. Does body size of dairy cows, at constant ratio of maintenance to production requirements, affect productivity in a pasture-based production system? *J. Anim. Physio. Anim. Nutr.* (in press).
- Horan B., Dillon P., Faverdin P., Delaby L., Buckley F. & Rath M., 2005. The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture-based feed systems on milk yield, body weight, and body condition score. *J. Dairy Sci.* **88**, 1231–1243.
- Horan B., Faverdin P., Delaby L., Rath M. & Dillon P., 2006. The effect of strain of Holstein-Friesian dairy cow and pasture-based system on grass intake and milk production. *Anim. Sci.* **82**, 435–444.
- Kolver E. S., Roche J. R., Veth M. J. de, Thorne P. L. & Napper A. R., 2002. Total mixed rations versus pasture diets: Evidence for a genotype x diet interaction in dairy cow performance. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* **62**, 246–251.
- McCarthy S., Horan B., Dillon P., O'Connor P., Rath M. & Shalloo L., 2007. Economic comparison of divergent strains of Holstein-Friesian cows in various pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* **90**, 1493–1505.
- Office fédéral de la statistique, 2007. Indicateurs de l'agriculture en comparaison internationale 2000 – 2007.
- Steiger Burgos M., Petermann R., Hofstetter P., Thomet P., Kohler S., Münger A., Blum J. W., Menzi H. & Kunz P., 2007. Quel type de vache laitière pour produire du lait au pâturage? *Revue suisse d'Agriculture* **39** (3), 123 – 128.