

Efficacité de la surface fourragère en système laitier dans le canton de Fribourg

Lucie Winckler¹, Erwan Cutullic² et Pierre Aeby¹

¹Institut agricole de l'Etat de Fribourg, Grangeneuve, IAG, 1725 Posieux

²Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, 3052 Zollikofen

Renseignements: Pierre Aeby, e-mail: pierre.aeby@fr.ch, tél. +41 26 305 58 62



Les surfaces fourragères et leur mode d'utilisation sont divers. Leur efficacité en termes de production de lait varie selon leur mode de gestion et leur utilisation.

Introduction

La durabilité des exploitations agricoles est un enjeu d'actualité. Elle combine la rentabilité économique, la charge et la qualité du travail, et le respect de l'environnement. L'utilisation efficace de la surface fourragère par les ruminants s'intègre dans cette notion de durabilité, elle est synonyme de valorisation optimale des ressources «terre» (rare et chère), «fourrages» (impliqués dans l'équilibre de la ration des animaux) et «travail». En systèmes laitiers, la quantité de lait produite par unité de surface fourragère à disposition est un indicateur de cette efficacité (Huguenin 2003). Cette étude vise à évaluer l'efficacité de la surface fourragère dans le canton de Fribourg.

Matériel et méthodes

Un concours sur l'efficacité de la surface fourragère, organisé en 2002 par l'Association pour le développement de la culture fourragère (ADCF), est à l'origine de ce travail. Le questionnaire développé a été réutilisé chaque année par l'Institut agricole de l'Etat de Fribourg, et ainsi complété par 310 exploitations entre 2002 et 2009. Pour cette étude, 266 exploitations laitières ont été retenues dans le canton de Fribourg et en zone limitrophe (huit exploitations concernées).

Ces exploitations peuvent être considérées comme représentatives du canton de Fribourg. Les 258 exploitations fribourgeoises de l'échantillon représentent 12 % des exploitations du canton (Service de la statis-

tique du canton de Fribourg 2010) et sont présentes sur l'ensemble du territoire. Elles ont un atelier lait moyen de 226 tonnes, contre 173 tonnes dans le canton (en ajoutant 10 % du lait livré pour les veaux et le ménage). De 2002 à 2009, la productivité laitière par vache sur le canton a été d'environ 7400 kg selon le contrôle laitier (Swiss Herd Book, Fédération Suisse Holstein) contre 6900 kg dans notre étude en production laitière recalculée (généralement inférieure aux chiffres des fédérations).

Les données disponibles concernent la structure d'exploitation, les pratiques d'alimentation et les performances laitières du troupeau. L'efficacité de la surface fourragère (lait/ha) correspond au lait produit grâce aux fourrages (donc sans les concentrés) divisé par la surface fourragère allouée aux vaches laitières (fig. 1).

Les variables ont d'abord été décrites par classe d'altitude. Certaines moyennes et proportions ont été spécifiquement comparées entre classes par des tests de Student (t-test) et tests du Khi2 ou de Fisher. Les effets des variables de pratique et de structure sur le lait/ha ont ensuite été appréhendés en deux étapes. Dans la première étape, nous avons testé par analyse de variance-covariance (modèle linéaire) les effets sur le lait/ha de ces variables prises une à une, puis prises ensemble en simplifiant le modèle pas à pas pour ne conserver que les variables hautement significatives ($P < 0,01$). Cette même analyse a été appliquée au lait/VL (vache laitière). Dans la deuxième étape, nous avons réalisé une classification ascendante hiérarchique (CAH) sur les quatre variables lait/VL, kg de concentré/VL, >

Résumé

La productivité de lait à l'hectare est un critère pour évaluer l'efficacité de la surface fourragère en système laitier. L'objectif de cette étude est de mettre en évidence ses principaux facteurs de variations dans le canton de Fribourg. L'analyse repose sur le suivi de 266 exploitations durant la période 2002–2009. L'altitude est une contrainte structurelle qui pénalise logiquement la productivité de lait à l'hectare, en raison des baisses de rendement et de qualité des prairies. Les exploitations de plaine utilisant de l'ensilage de maïs et des quantités modérées de concentrés sont en moyenne plus performantes. Les exploitations plus herbagères atteignent pour certaines ces mêmes niveaux d'efficacité, mais la plupart ont encore des marges de progrès. De même, bien que de fortes efficacités soient atteignables avec des vaches de productivité individuelle moyenne, il existe dans notre étude une nette relation positive entre le lait par ha et la production par vache de lait grâce aux fourrages. Pour conclure, en dehors des facteurs pédoclimatiques, la productivité à l'hectare semble fortement influencée par la capacité des éleveurs à optimiser leur système de production, et ce quel que soit ce système.

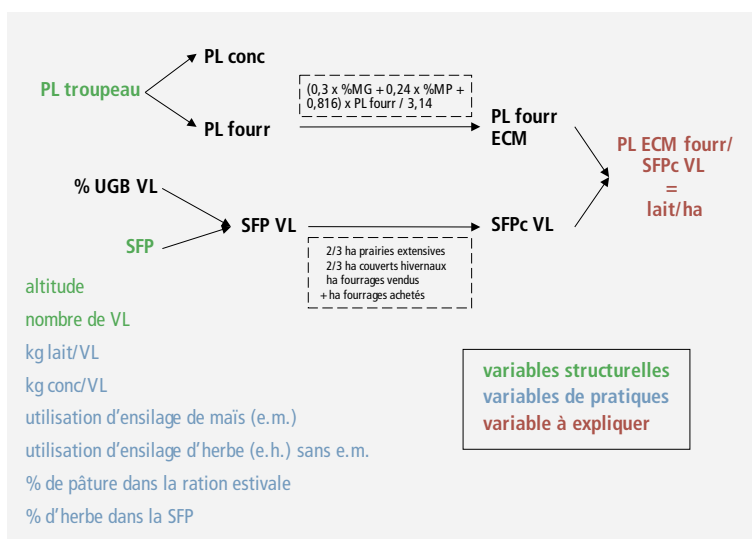


Figure 1 | Variables d'intérêt et mode de calcul du lait à l'hectare selon la méthode ADCF 2002 (Huguenin 2003). Toutes les variables sont annuelles. Le lait produit grâce aux concentrés a été estimé à 2,1 kg/kg de concentré distribué.

% d'herbe dans la surface fourragère principale (SFP) et % de pâture en été, afin de regrouper les exploitations par type de pratiques. Entre groupes générés, les valeurs et proportions moyennes des différentes variables ont été comparées respectivement par des tests de Student et tests du Khi² ou de Fisher.

Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R (procédures *lm*, *agnes* du paquet *cluster*, *t.test*, *chisq.test*, *fisher.test*; R Development Core Team, 2010).

Résultats

Description des exploitations par classe d'altitude

Les exploitations à plus de 800 m d'altitude ont des ateliers lait plus petits qu'à 650–800 m (*t-test*, $P < 0,01$; tabl. 1). Les exploitations à moins de 650 m sont intermédiaires et de taille plus variable. Elles ont notamment une plus petite surface fourragère que celle des classes d'altitude supérieure ($P < 0,01$). La part d'herbe dans la SFP augmente graduellement avec l'altitude ($P < 0,001$ entre les différentes classes). Elle atteint presque 100 % à plus de 800 m.

L'ensilage de maïs est principalement utilisé par les exploitations à moins de 650 m d'altitude, et la pâture y tient une place moins importante ($P < 0,05$). Pour autant, elles ne distribuent pas plus de concentrés que les autres exploitations. L'utilisation d'ensilage d'herbe (sans ensilage de maïs) concerne seulement 17 exploitations, principalement à plus de 800 m ($P < 0,01$).

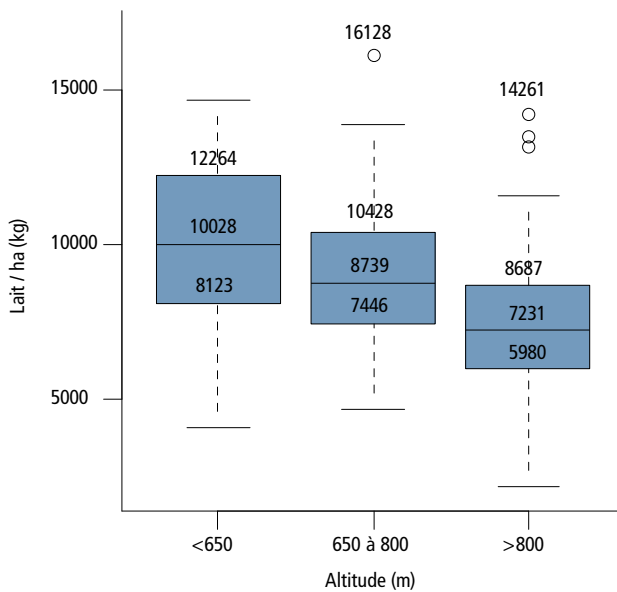
Les exploitations produisent en moyenne 8770 ± 2528 kg de lait/ha, un résultat proche des résultats du concours ADCF de 2002 (8000 kg), qui avait impliqué 201 exploitations suisses (Huguenin 2003). Les exploitations à plus de 800 m sont moins productives à la fois à l'hectare ($P < 0,001$; fig. 2) et par animal ($P < 0,001$; tabl. 1). Les exploitations entre 650 et 800 m sont tout aussi productives par animal que celles de basse altitude, mais ont une productivité à l'hectare significativement plus faible ($P < 0,01$). Toutefois, on retrouve dans les trois classes d'altitude des exploitations avec des niveaux de productivité supérieurs à 14'000 kg de lait/ha.

Les variables explicatives de la productivité à l'hectare et de la productivité laitière

Les variables lait/ha et lait/VL partagent souvent les mêmes facteurs explicatifs et le lait/VL est lui-même un facteur explicatif du lait/ha (tabl. 2). Si les quantités de concentré ont un effet net sur le lait/VL, elles n'en ont pas sur le lait/ha. L'effet du lait/VL sur le lait/ha s'explique essentiellement par la production laitière permise par les fourrages de base, et ce quelle que soit l'altitude (fig. 3). A l'inverse, si l'utilisation d'ensilage de maïs a un faible effet sur le lait/VL, elle a un effet plus marqué sur le lait/ha. Cet effet dépend de l'altitude: en basse altitude, les exploitations avec de l'ensilage de maïs présentent une même productivité à l'hectare que celles utilisant du fourrage sec (fig. 4).

Tableau 1 | Caractérisation des exploitations étudiées par classes d'altitude (moyenne \pm écart-type)

	< 650 m	650 bis 800 m	> 800 m
n	66	107	93
Données structurelles			
Altitude (m)	550 \pm 59	708 \pm 42	892 \pm 97
SFP (ha)	22 \pm 15	29 \pm 14	31 \pm 18
Nombre de VL	30 \pm 19	35 \pm 17	30 \pm 16
PL totale (t)	228 \pm 180	252 \pm 142	199 \pm 124
Données techniques			
Lait/ha (kg/ha)	10108 \pm 2'544	9116 \pm 2'198	7422 \pm 2'239
Lait/VL (kg)	7120 \pm 1'235	7088 \pm 1'131	6510 \pm 1212
Lait fourr/VL (kg)	5521 \pm 1139	5307 \pm 998	5024 \pm 1'138
Concentré /VL (kg)	761 \pm 287	848 \pm 357	707 \pm 275
Part d'utilisateurs d'e.m.	68 %	26 %	15 %
Part d'utilisateurs d'e.h.	0 %	3 %	15 %
% d'herbe dans la SFP	79 \pm 13	91 \pm 8	98 \pm 5
% de pâture en été	44 \pm 23	53 \pm 27	59 \pm 30



Les délimitations des boîtes représentent les 1^{er}, 2^e (médiane) et 3^e quartiles. L'extrémité des pattes se situe soit au dernier point soit à 1,5 fois l'espace interquartile en cas de valeurs extrêmes (figurées par des points).

Figure 2 | Distribution des individus en termes de lait/ha par classe d'altitude.

La CAH a conduit à quatre groupes de pratiques, qui se sont aussi traduits par quatre niveaux d'efficacité à l'hectare, croissants des groupes A à D (tabl. 3).

Groupe A: petites exploitations extensives;

Il comprend la majorité des exploitations à plus de 1000 m et des exploitations à basse altitude qui produisent de petites quantités de lait, pratiquent la pâture en été et utilisent peu de concentrés. La production laitière des vaches est faible. La surface fourragère est principalement constituée d'herbe, mais un tiers des exploitations utilise de l'ensilage de maïs.

Groupe B: exploitations herbagères pâturantes;

Ces exploitations pratiquent la pâture en été. Elles utilisent des quantités de concentrés plus importantes que le groupe A ; la productivité laitière des vaches, y compris par les fourrages est supérieure.

Groupe C: grandes exploitations herbagères peu pâturantes utilisant beaucoup de concentrés;

Ces exploitations ont une productivité des vaches supérieure. Elles pâturent nettement moins et utilisent davantage de concentrés.

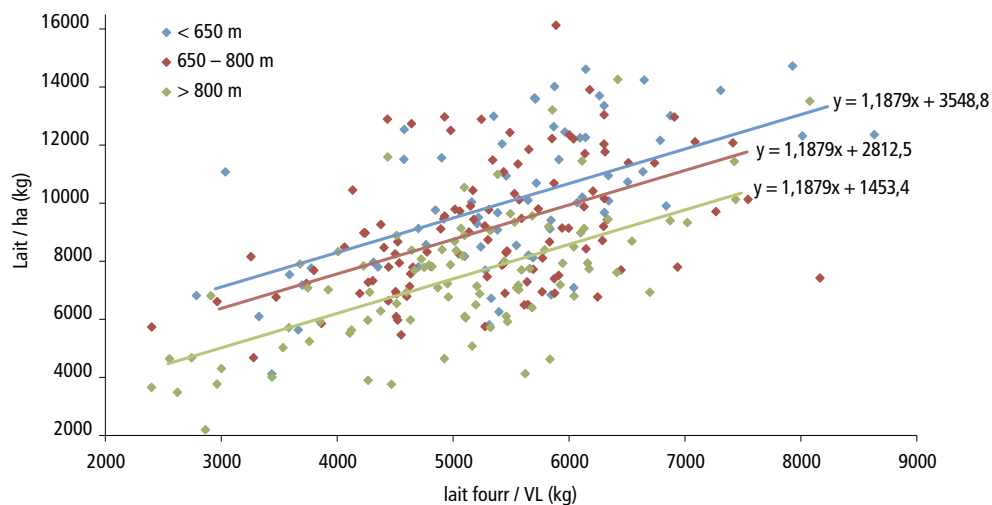
Groupe D: grandes exploitations en basse altitude utilisant du maïs ensilage;

Les quantités de concentré distribuées sont inférieures à celles du groupe C pour une même productivité laitière des vaches. Ces exploitations sont majoritairement en zone d'ensilage, affouragent du maïs et pratiquent peu la pâture.

Tableau 2 | Effet d'une augmentation de 1 écart-type (e.t.) des variables explicatives continues ou de l'utilisation d'ensilage sur la productivité à l'hectare et sur la productivité par vache (modèles univariés; modèle multivarié, $R^2 = 52\%$; erreur type résiduelle = 1753; n = 266)

Variable	variables	modèle univarié		m. multivarié
	Moy. ± e.t. ou %	Lait/VL (kg)	Lait/ha (kg)	Lait/ha (kg)
Altitude (m)	733 ± 149	-344 ***	-1296 ***	-828 ***
PL totale (t)	226 ± 148	624 ***	948 ***	
Lait/VL (kg)	6893 ± 1215		1455 ***	
Lait fourr/VL (kg)	5261 ± 1097	1017 ***	1450 ***	1196 ***
Concentré/VL (kg)	777 ± 318	537 ***	264 ns	
% d'herbe dans la SFP	91 ± 11	-279 ***	-1054 ***	
% de pâture en été	53 ± 28	-402 ***	-949 ***	-441 ***
Utilisateurs d'e.m.	33%	398 *	1792 ***	
Utilisateurs d'e.h.	6%	-428 ns	-2469 ***	

*** P < 0,001; ** P < 0,01; * P < 0,05; ns P > 0,05.



L'interaction de pente n'est pas significative ($P = 0,28$) et a été exclue du modèle.

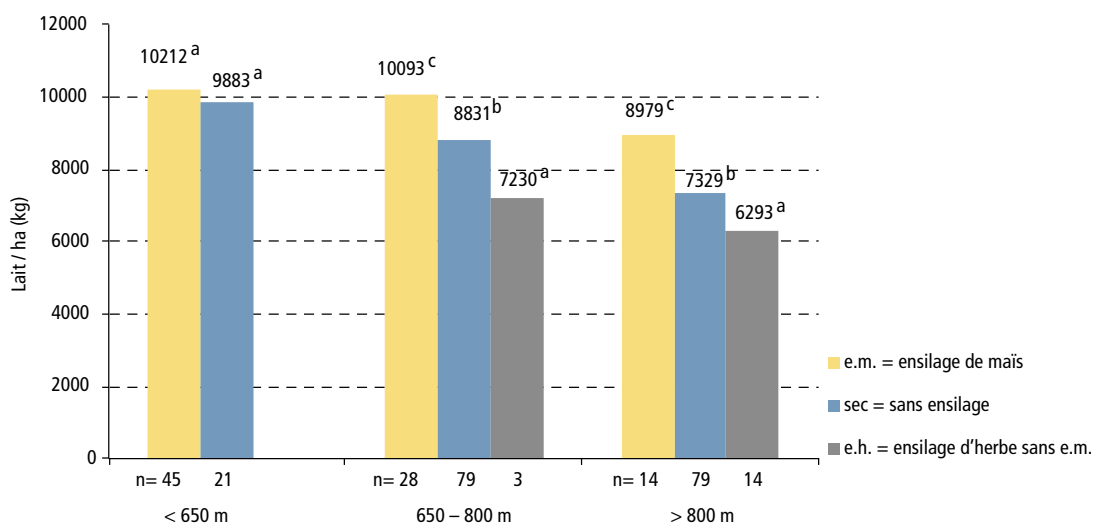
Figure 3 | Effet du lait produit / VL grâce aux fourrages et de la classe d'altitude sur le lait par hectare ($P < 0,001$ et $P < 0,001$, $R^2 = 43\%$, erreur type résiduelle = 1912 kg de lait/ha).

Discussion

Un effet marqué de l'altitude sur la productivité de lait à l'hectare

L'altitude est une contrainte structurelle qui pénalise la productivité de lait à l'hectare. Les deux facteurs rendement et qualité des prairies sont raisonnablement impliqués. Le rendement des prairies diminue de 4 dt MS/ha par 100 m d'élévation selon Mosimann (2005), ce qui se

traduirait par une perte d'efficacité potentielle d'environ 350 à 400 kg de lait/ha par 100 m d'élévation (en considérant une qualité de l'herbe variant de 5,5 à 6,3 MJ NEL/kg MS, un rendement de transformation de l'énergie en lait de 50 % et 3,14 MJ NEL/kg lait). D'autres facteurs liés à l'altitude expliquent donc probablement les 870 kg de lait/ha perdus par 100 m d'élévation dans notre étude. Le % de pâture en été a eu un effet négatif sur l'efficacité à l'hectare, or ce pourcen-



^{a,b,c} intra-classe d'altitude, les valeurs sans lettres communes diffèrent significativement ($P < 0,05$).

Figure 4 | Données moyennes de production de lait à l'hectare en fonction du type d'alimentation des VL, par classe d'altitude.

Tableau 3 | Caractéristiques des groupes résultants de la CAH

Groupe	A	B	C	D
n	50	82	86	48
Variables ayant servi à la constitution des groupes (CAH)				
Lait/VL (kg)	5246 ^a	6968 ^b	7410 ^c	7557 ^c
Concentré /VL (kg)	509 ^a	691 ^b	998 ^d	809 ^c
% herbe dans SFP	93 ^b	96 ^c	94 ^b	74 ^a
% de pâture en été	72 ^b	71 ^b	33 ^a	39 ^a
Autres variables				
Lait/ha (kg)	6913 ^a	8346 ^b	9122 ^c	10798 ^d
Lait fourr/VL (kg)	4177 ^a	5515 ^b	5315 ^b	5859 ^c
Altitude (m)	791 ^b	763 ^b	745 ^b	601 ^a
PL totale (t)	141 ^a	212 ^b	267 ^c	274 ^c
Part d'utilisateurs d'e.m.	32 % ^b	13 % ^a	26 % ^b	79 % ^c
Part d'utilisateurs d'e.h.	14 %	2 %	7 %	4 %

e.m. = ensilage de maïs; e.h. = ensilage d'herbe sans e.m.

^{a,b,c,d} Les valeurs sans lettres communes diffèrent significativement ($P < 0,05$).

Les différents niveaux de bleu mettent en évidence les gradients de valeurs pour les variables de constitution des groupes.

tage augmente avec l'altitude; une maîtrise insuffisante des techniques de pâture pourrait induire une sous-valorisation des potentiels de rendement et de qualité des prairies. En basse altitude, les exploitations de polyculture-élevage cultivent plus de prairies temporaires; celles-ci sont d'excellente qualité et présentent une bonne capacité de conservation. A cela s'ajoute encore la facilité en plaine d'équilibrer finement les rations avec des fourrages humides (ex. pommes de terre).

L'effet positif de l'ensilage de maïs sur le lait/ha n'est observé qu'à plus de 650 m d'altitude (fig. 4). Ceci peut s'expliquer par une baisse des rendements fourragers et une baisse de la qualité de l'herbe avec l'élévation en altitude (tabl. 4).

Des pratiques différentes pour des efficacités à l'hectare différentes

Les quatre groupes de pratiques sont relativement indépendants de l'altitude. Les exploitations les plus performantes (groupe D) se trouvent toutefois en plaine. Elles ont un atelier lait relativement grand, utilisent de l'en-

Tableau 4 | Productivité théorique à l'hectare selon l'altitude pour deux types de ration, en simulant une baisse de rendement du maïs, une baisse de rendement et de qualité des prairies avec l'augmentation de l'altitude

	Ration	Lait/ha (kg)	Ratio (%)
Plaine	1/3 maïs	11 100	100
	100 % herbe	10 200	92
Moyenne altitude	1/3 maïs	8 600	100
	100 % herbe	6 800	80

Ration modulée sur une courbe de lactation standard et calculée à l'aide du plan d'alimentation PAFF-Agridea 2009, pour une vache multipare de 680 kg PV produisant 7500 kg de lait/an, intervalle vêlage de 365 jours. Les rendements sont issus des Données de base pour la fumure; les prairies sont équilibrées avec ray-grass en plaine (stade moyen = 4), et riche en graminées sans ray-grass en altitude (stade moyen = 4).

silage de maïs, sont modérées dans l'utilisation de concentrés et obtiennent des productions laitières par vache totales et par les fourrages élevées. Certaines exploitations des groupes B et C, plus herbagères, atteignent les mêmes performances que les plus efficaces du groupe D, probablement grâce à une gestion optimisée de leur système de production. L'efficacité des groupes pâturants (A et B) est décevante et loin de celles d'exploitations très performantes en matière de pâture, comme la ferme du Waldhof à Langenthal. Elle produit 115 000 kg de lait avec 17 vaches laitières (6780 kg/VL) sur 7 ha de pâture et avec environ 400 kg MS de concentré/VL. Elle a atteint une production moyenne de 14 400 kg de lait à l'hectare entre 2001 et 2006 (Thomet *et al.* 2008; Thomet 2004). Ces performances s'expliquent par une excellente maîtrise du système de pâture (contrôle des hauteurs d'entrée et de sortie des parcs, complémentation réduite, vêlages groupés en fin d'hiver). Une marge de progrès semble donc possible pour les exploitations herbagères du canton de Fribourg. Ces systèmes pâturants requièrent une excellente technicité mais sont à encourager pour leurs effets positifs sur la rentabilité et la charge de travail (Gazzarin et Schick 2004).

La productivité laitière par vache: un réel critère d'efficacité de la surface?

La productivité des vaches, lorsqu'elle s'appuie sur une large proportion de lait produit grâce aux fourrages, a un effet important sur le lait à l'hectare, quelle que soit la classe d'altitude considérée. Cet effet de la proportion de lait produit grâce aux fourrages a également été mis en évidence par Weiss *et al.* (2008) pour 499 exploitations de Bavière.



Figure 5 | Une mauvaise gestion du pâturage peut entraîner un gaspillage important de l'herbe: par exemple, lorsque la pression de pâturage est insuffisante (refus) ou que les vaches pâturent de l'herbe trop haute.

Pourtant, une forte productivité de lait à l'hectare peut être obtenue par la somme de faibles productions laitières individuelles, comme le prouvent l'exemple du Waldhof ou l'étude irlandaise en pâture intégrale de Horan *et al.* (2005). Dans ce dernier essai, les Holstein de génétique nord-américaine alimentées avec peu de concentré (300 kg/VL/an) produisent environ 11 500 kg de lait/ha avec 6 700 kg de lait/VL contre 9 800 kg/ha avec 7 900 kg/VL lorsqu'elles sont alimentées libéralement (1 300 kg/VL/an). De plus, augmenter le chargement à l'hectare réduit la production individuelle mais augmente la productivité à l'hectare par une meilleure valorisation de l'herbe à disposition. En effet, restreindre les vaches à 90 % de leur capacité d'ingestion permet de valoriser 77 % de l'herbe à disposition contre 58 % pour une capacité couverte à 100 % (Delagarde *et al.* 2006). Enfin, pour aller plus loin, la prise en compte des interactions entre la génétique des animaux et le système de production est un pas de plus pour l'amélioration de l'efficacité (Horan *et al.* 2005, Delaby *et al.* 2009).

Conclusions

- L'efficacité de la surface fourragère est fortement influencée par l'altitude pour les exploitations laitières du canton de Fribourg. Cependant, les pratiques des agriculteurs ont elles aussi un effet important sur la productivité à l'hectare. La production de lait par vache grâce aux fourrages joue ainsi un rôle très important sur l'efficacité à l'hectare, quel que soit le système de production.

- Aujourd'hui, les exploitations fribourgeoises avec un atelier lait important, en basse altitude, et utilisant de l'ensilage de maïs, semblent avoir une bonne maîtrise technique de leur système. En revanche, les exploitations pâturantes pourraient être plus performantes par une amélioration de la gestion de la pâture et un apport raisonné et limité de concentrés.
- L'efficacité de la surface fourragère est un critère de durabilité des exploitations car il reflète la valorisation des ressources. Cependant, il ne doit pas être le seul objectif des exploitants, le but final étant de trouver un équilibre entre rentabilité, plaisir au travail et respect de l'environnement. ■

Riassunto**Efficacia della superficie foraggera del sistema lattiero nel canton Friborgo**

La produttività di latte per ettaro è un criterio per valutare l'efficacia della superficie foraggera del sistema lattiero. Obiettivo di questo studio è di evidenziare i suoi principali fattori che determinano la variazione di produttività della superficie nel canton Friborgo. L'analisi si basa su un sondaggio tra 266 aziende nel periodo tra il 2002 ed il 2009. Il livello del mare è, come presupposto, uno dei principali fattori strutturali che limita l'area di produttività a causa della minore qualità dei prati da foraggio. Le aziende in pianura che usano insilato di mais e moderate quantità di concentrati sono in media più efficienti. Aziende maggiormente erbaggiere raggiungono parzialmente gli stessi livelli di efficienza, ma molte di loro presentano ancora margini di miglioramento, anche se delle mucche con una produzione individuale di latte media possono raggiungere elevate prestazioni. Pertanto la nostra inchiesta ha mostrato una chiara e positiva relazione tra la produzione di latte per ettaro e la produzione di latte individuale ottenuta da razione di base. In conclusione, a parte i fattori pedoclimatici, la produttività per ettaro sembra fortemente influenzata dalla capacità degli agricoltori di ottimizzare il loro sistema di produzione, indipendentemente dal tipo di sistema.

Bibliographie

- Delaby L., Faverdin P., Michel G., Disenhaus C. & Peyraud J. L., 2009. Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows. *Animal* 3, 891–905.
- Delagarde R., Delaby L. & Faverdin P., 2006. Le calcul de ration pour vaches laitières au pâturage. *Rencontres Recherches Ruminants* 13, 89–92.
- Gazzarin C. & Schick M., 2004. Systèmes de production laitière en région de plaine, comparaison de la rentabilité et de la charge de travail. *Rapport FAT 608*, 1–12.
- Horan B., Dillon P., Faverdin P., Delaby L., Buckley F. & Rath M., 2005. The interactions of Strain of Holstein-Friesian Cows and Pasture-Based Feed Systems on Milk Yield, Body Weight, and Body Condition Score. *Journal of dairy science* 88, 1231–1243.

Summary**Efficiency of forage surface area in dairy systems in the canton of Fribourg, Switzerland**

Milk output per hectare of forage surface area is a means of measuring the efficiency of dairy production. The aim of this study is to identify which factors are decisive in the variation of surface-area productivity practised in the canton of Fribourg in Switzerland. The analysis is based on a survey of 266 dairy farms which was conducted during the period 2002–2009. Altitude is, as expected, a significant structural factor, constraining milk output per hectare because of lower grassland yield and quality. Lowland farms which use maize silage and moderate amounts of concentrate are, on average, more efficient. Some of the grass-based farms achieve similar levels of efficiency, but many still have room for improvement. Although high efficiency is attainable with individually-medium-yielding cows, a positive correlation was observed between milk output per hectare and cows' forage-based milk yield. In conclusion, it appears that irrespective of local pedoclimatic factors and type of system, surface-area productivity is highly dependent on farmers' ability to optimise their own production system.

Key words: dairy production, production system, forage, grassland, local resources, efficiency.

- Huguenin O., 2003. Production laitière à l'hectare, méthode de calcul et résultats du concours. *Journée herbagère ADCF-SRVA 1054*, Moudon.
- Mosimann E., 2005. Caractéristiques des pâturages pour vaches laitières dans l'ouest de la Suisse. *Revue suisse d'Agriculture* 37 (3), 99–106.
- Thomet P., 2004. Eine sehr hohe Flächenleistung erreicht. *Bauernzeitung* 28 mai 2004, 19.
- Thomet P., Hadorn M. & Wyss A., 2008. Flächenleistung Milch von drei Vollweide-Betrieben mit Kurzrasenweide im CH-Mittelland. *Journée ADCF 52*, Zollikofen, 106–109.
- Weiss D., Dorfner G., Auerswald K. & Thomet P., 2008. Flächenproduktivität – Milch von 499 bayrischen Betrieben. *Journée ADCF 52*, Zollikofen, 71–74.