




Effets à long terme d'une gestion différenciée sur les prairies et les pâturages d'une exploitation de montagne

B. JEANGROS et J. TROXLER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon

 E-mail: bernard.jeangros@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 738.

Introduction

Depuis plus d'une dizaine d'années, plusieurs mesures ont été prises dans le cadre de la politique agricole suisse pour atteindre divers objectifs environnementaux. De 1994 à 2003, nous les avons mises en pratique sur l'exploitation laitière de La Frêtaz/Bullet dans le Jura vaudois afin d'en évaluer les effets. Pour répondre à l'exigence des surfaces de compensation écologique, les pratiques d'exploitation ont été extensifiées sur une partie des prairies et des pâturages. Pour équilibrer les besoins et les apports en éléments fertilisants, les engrais du commerce ont été supprimés.

Différentes méthodes d'évaluation du bilan des éléments fertilisants ont été comparées dans un premier article (Jeangros et Troxler, 2006). Dans un deuxième, nous avons examiné l'évolution sur dix ans de la disponibilité en éléments fertilisants à travers l'analyse des engrais de ferme, des foins, des regains et des sols (Jeangros et Troxler, 2007). Nous avons ainsi pu montrer que la disponibilité en éléments fertilisants n'avait globalement guère baissé, mais qu'il y avait quelques signes d'appauvrissement en azote et, dans une moindre mesure, en phosphore.

Dans ce troisième article, l'effet à long terme des modifications des pratiques d'exploitation sur les caractéristiques des prairies et des pâturages est analysé grâce à des observations répétées pendant dix ans sur dix-huit placettes permanentes. Des relevés de la composition botanique ainsi que des mesures de la production et de la composition chimique de l'herbe ont été effectués

Résumé

Dans le cadre d'une étude sur l'impact des mesures de la politique agricole pour une exploitation laitière en montagne, l'évolution des prairies et des pâturages du domaine de La Frêtaz/Bullet (altitude 1200 m) a été suivie pendant dix ans. Des observations ont été effectuées sur dix-huit placettes permanentes pour évaluer les effets de l'abandon des engrais du commerce et de l'introduction d'une gestion différenciée. Le sol des prairies peu intensives s'est légèrement appauvri et les teneurs en éléments fertilisants dans l'herbe ont un peu diminué. La quantité d'herbe produite annuellement par ces prairies a progressivement baissé et leur diversité botanique a très légèrement augmenté. La production annuelle et la composition botanique des prairies intensives sont restées stables. Sur les pâturages, nous n'avons pas observé d'appauvrissement du sol, ni d'évolution marquée de la composition botanique. Nos résultats montrent que, dans l'ensemble, les caractéristiques des prairies et des pâturages n'ont pas beaucoup changé, malgré l'abandon des engrais du commerce, et qu'il est difficile d'augmenter la diversité botanique par une simple extensification des pratiques.



Les prairies et les pâturages couvrent la majeure partie de la surface agricole du domaine de La Frêtaz/Bullet situé dans le Jura à 1200 m d'altitude. Exploités autrefois de façon assez homogène, ces herbages ont fait l'objet d'une gestion différenciée depuis 1994.

Tableau 1. Pratiques d'exploitation sur les différents types de prairie et de pâturage du domaine de La Frétaz.

	Mode d'utilisation	Intensité d'exploitation	Surface (ha)	Apport d'éléments fertilisants (kg/ha/an) ¹				Nombre d'utilisations par année ²	Période de 1 ^{re} utilisation
				Principal engrais	N _{disponible}	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Prairie	fauche (au moins à la 1 ^{re} utilisation)	extensif	0,6	–	0	0	0	1	mi-juillet
		peu intensif	1,9	fumier	7	18	30	2	début juillet
		mi-intensif	3,7	purin et lisier	21	24	103	3	mi-juin
		intensif	11,7	purin et lisier	46	44	174	4	début juin
Pâturage	pâturage uniquement	extensif	3,0	–	0	0	0	5	début mai
		peu intensif	6,7	fumier (et purin)	4	8	27	5	début mai
		mi-intensif	6,1	purin et lisier	12	20	51	5	début mai

¹Sous forme d'engrais de ferme uniquement, moyenne des apports de 1994 à 2003. ²Moyenne 1994-2003.

pour évaluer si l'introduction d'une exploitation différenciée permettait d'améliorer la diversité botanique des surfaces exploitées de façon plus extensive et de maintenir les performances fourragères des autres surfaces.

Matériel et méthodes

Types de prairie et de pâturage

L'exploitation de La Frétaz/Bullet est située dans le Jura vaudois à 1200 m et sa surface agricole de 34 ha est principalement constituée de prairies et pâturages permanents (Jeangros et Troxler, 2006). Les prairies sont fauchées au moins à la première utilisation (foin), et parfois une deuxième fois (regain). Elles sont toujours pâturées en fin

de saison, parfois dès le mois de juillet. Quatre types de prairie se distinguent par la période de la 1^{re} coupe et les quantités d'éléments fertilisants qu'ils reçoivent (tabl.1). Les trois types de pâturage sont utilisés de la même façon (cinq pâtures par an), mais avec différentes quantités d'éléments fertilisants.

Les changements suivants ont été opérés depuis 1994: suppression complète des engrais du commerce sur tous les types de prairie et de pâturage, réduction des apports d'engrais sur les prairies et les pâturages extensifs et peu intensifs, report en juillet de la 1^{re} coupe sur les prairies extensives et peu intensives.

Dix-huit placettes permanentes d'une surface de 200 m² ont été mises en place en 1994, dont onze sur des prairies et sept sur des pâturages (tabl. 2), mais aucune sur les prairies extensives car celles-ci n'occupent qu'une très faible surface.

Conditions annuelles

Les conditions de croissance de 1994 à 2003 ont été très variables (tabl. 3). Les années 2000 et 2003 ont été des années particulièrement chaudes, 1995, 1996 et 2001 des années froides, 2002 et 2003 des années sèches et 1994, 1995 et 2001 des années humides. Sur le plan phénologique, 1997, 1998, 2000 et 2003 ont été des années précoces, 1995 et 1999 des années tardives. Il n'y a pas de lien évident entre la température d'avril à mai et le développement phénologique des prairies au printemps, comme l'avaient déjà signalé Jeangros et Amaudruz (2005). Enfin, 1996, 1997 et 2003 ont été des années d'intense activité du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris* Sherman), causant d'importants dégâts aux prairies et aux pâturages.

Analyses de sol

Des échantillons de sol ont été prélevés en automne 1994 et 2002 entre 0 et 10 cm de profondeur autour des dix-huit placettes permanentes. Le laboratoire Sol-Conseil à Nyon a analysé le pH, la matière organique et les teneurs en P, K et Mg après extraction à l'eau saturée en CO₂ ou à l'acétate d'ammonium-EDTA (Ryser *et al.*, 2001).

Composition botanique

Des relevés linéaires ont été effectués chaque printemps (entre fin avril et début mai) selon la méthode de Daget et Poissonnet (1969). Cent points, répartis sur cinq lignes parallèles de 10 m de longueur, ont été observés sur chacune des dix-huit placettes. Toutes les espèces ont été relevées et une contribution spécifique de 0,1% a été

Tableau 2. Répartition des dix-huit placettes permanentes sur les différents types de prairie et de pâturage.

Mode d'utilisation	Intensité d'exploitation ¹		Nombre de placettes
	dès 1994	avant 1994	
Fauche	peu intensif	mi-intensif	4
	mi-intensif	mi-intensif	4
	intensif	intensif	3
Pâturage	extensif	mi-intensif	2
	peu intensif	mi-intensif	3
	mi-intensif	mi-intensif	2

¹Voir tableau 1.

Tableau 3. Conditions météorologiques, développement phénologique des prairies et indice d'activité du campagnol terrestre de 1994 à 2003 à La Frétaz.

	Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1994-2003
Température (avril-septembre) (°C)		10,9	10,1	9,7	10,8	10,8	11,1	11,3	10,2	10,6	13,1	10,8
Température (avril-mai) (°C)		5,5	6,3	6,4	6,5	6,8	7,2	8,0	6,5	6,3	7,5	6,7
Précipitations (avril-septembre) (mm)		763	750	613	701	654	735	688	825	548	521	680
Stade «Début épiaison des graminées» ¹		–	6 juin	28 mai	13 mai	22 mai	4 juin	20 mai	27 mai	29 mai	19 mai	25 mai
Stade «Pleine épiaison des graminées» ¹		–	20 juin	8 juin	26 mai	31 mai	14 juin	31 mai	5 juin	6 juin	1 ^{er} juin	5 juin
Activité du campagnol terrestre ² (indice)		–	–	46	39	9	2	6	6	18	59	23

¹Date de réalisation du stade à la 1^{re} pousse en moyenne des onze prairies observées.

²Indice d'activité moyen en automne sur l'ensemble des prairies et des pâturages du domaine de La Frétaz (indice de 0-100; d'après Giraudoux *et al.*, 1995).

– : pas d'observation

attribuée aux espèces présentes, mais non rencontrées lors du relevé linéaire. La régularité de la distribution des espèces a été estimée par le calcul de l'équitabilité («evenness» en anglais), soit le rapport entre la diversité observée et la diversité maximale atteinte lorsque toutes les espèces occupent la même proportion (Legendre et Legendre, 1984). La nomenclature des espèces est celle d'Aeschmann (1996).

Quantité d'herbe

La quantité d'herbe a été mesurée chaque année à plusieurs reprises sur les onze placettes des prairies. Lors de chaque mesure, six petites surfaces de 0,5 m², réparties de façon aléatoire, ont été récoltées à l'aide d'une mini-tondeuse (hauteur de coupe: 4 cm) sur toutes les placettes où la quantité d'herbe était suffisante pour permettre une mesure (au moins 5 dt MS/ha). Une même surface a été utilisée au maximum trois fois de 1994 à 2003 pour de telles mesures. La 1^{re} pousse a été mesurée en moyenne le 11 mai, puis toutes les deux semaines jusqu'à la fauche de la prairie (quatre mesures au plus par prairie). Chaque année et pour chaque prairie, la quantité d'herbe disponible le 25 mai, correspondant en moyenne au stade «début épiation du dactyle» (tabl. 3), a été estimée par régression linéaire entre les quantités d'herbe mesurées et les dates de prélèvement (n = 12 à 24).

La 2^e pousse a été mesurée en moyenne deux fois entre fin juillet et début août, puis éventuellement la 3^e pousse. Au total, plus de 600 mesures de rendement ont été réalisées en dix ans, soit en moyenne six par année et par placette sur les prairies peu intensives, cinq ou six sur les prairies mi-intensives et quatre à cinq sur les prairies intensives. La production annuelle des prairies a été obtenue en additionnant les dernières valeurs mesurées sur chaque pousse.

Equations pour le calcul des indices de nutrition

$$\text{INN} = 10 \times N / (4,8 \times (q/10)^{-0,32}) \quad \text{où} \quad N = \text{teneur en N, en g/kg MS}$$

$$iP = 10 \times P / (0,15 + 0,065 \times N/10) \quad q = \text{quantité d'herbe en dt MS/ha}$$

$$iK = 10 \times K / (1,6 + 0,525 \times N/10) \quad P = \text{teneur en P, en g/kg MS}$$

$$K = \text{teneur en K, en g/kg MS}$$

Les quantités d'herbe mesurées correspondent donc à la production brute des prairies, sans perte de récolte. Par ailleurs, comme les prélèvements n'ont pas été adaptés aux dates d'utilisation très variables des différentes prairies, certaines repousses ont parfois été fauchées ou pâturées avant que nous ayons pu mesurer le rendement. La production annuelle de fourrage a donc été parfois un peu sous-estimée, en particulier pour les prairies intensives fréquemment utilisées.

Composition chimique de l'herbe

Les teneurs en azote, ligno-cellulose, cellulose, lignine et acides phénoliques estérifiés de l'herbe récoltée sur les onze prairies ont été analysées en laboratoire. Complétés par l'indice d'action négative potentielle (IANP), ces composés chimiques ont permis d'estimer la digestibilité de la matière organique (Scehovic, 1995). Les teneurs de l'herbe en P, K, Mg et Ca ont été analysées par le laboratoire Sol-Conseil à Nyon.

Les indices de nutrition en azote (INN), phosphore (iP) et potassium (iK) ont été calculés à partir des équations données par Théliier-Huché *et al.* (1999; voir encadré). Selon les recommandations de ces auteurs, ces indices ont été calculés lorsque la quantité d'herbe atteignait 15 à 50 dt MS/ha. La

proportion de légumineuses, plutôt faible (11% en moyenne), n'a pas été prise en compte dans le calcul de l'indice INN.

Mises en valeur statistique

Pour atténuer l'effet des variations annuelles, la moyenne des premières années d'étude a été généralement comparée à celle des dernières à l'aide d'un simple test t de comparaison de moyennes indépendantes.

Une image globale de la composition botanique des différentes placettes et de leur évolution a pu être obtenue par l'analyse en composantes principales des contributions spécifiques des vingt-trois espèces les plus fréquentes à l'aide du logiciel Canoco (version 4.5.1 pour Windows).

Résultats et discussion

Caractéristiques du sol

Les sols des placettes contiennent entre 16 et 35% d'argile (23% en moyenne). Les teneurs en **matière organique** sont un peu plus élevées sous les pâturages que sous les prairies (tabl. 4). A une exception près (pâturages peu intensifs), elles ont plutôt augmenté entre 1994 et

Tableau 4. Evolution des caractéristiques du sol entre 1994 et 2002 pour les différents types de prairie et de pâturage.

Mode d'utilisation	Fauche (F)				Pâture (P)				F & P
	Peu intensif	Mi-intensif	Intensif	Moyenne	Extensif	Peu intensif	Mi-intensif	Moyenne	Moyenne
Intensité d'exploitation									
Nombre de placettes	4	4	3	11	2	3	2	7	18
Matière organique (%)									
1994	6,2	6,5	5,9	6,2	7,3	8,9	6,4	7,7	6,8
2002	6,5	8,2	6,2	7,1 ns	8,4	7,9	6,7	7,7 ns	7,3 ns
pH									
1994	6,0	5,9	5,8	5,9	6,3	5,9	5,8	6,0	6,0
2002	5,7	5,6	5,5	5,6 **	5,9	5,7	5,4	5,7 **	5,6 **
P facilement disponible ¹ (indice)									
1994	8,4	6,9	7,4	7,6 ns	9,8	6,4	6,5	7,4 ns	7,5 ns
2002	8,3	6,9	7,2	7,5 ns	6,9	7,9	7,4	7,4 ns	7,5 ns
P mobilisable ² (mg/100 g terre)									
1994	62	48	63	57 **	30	50	67	49 ns	54 *
2002	50	40	52	47 **	26	49	62	46 ns	47 *
K facilement disponible ¹ (indice)									
1994	2,7	3,1	2,3	2,7 ns	2,8	3,7	5,1	3,8 ns	3,2 ns
2002	2,1	3,5	3,3	2,9 ns	3,1	5,4	5,3	4,7 ns	3,6 ns
K mobilisable ² (mg/100 g terre)									
1994	227	288	180	236 ns	266	454	366	375 ns	290 ns
2002	143	261	215	206 ns	279	409	339	352 ns	262 ns
Mg facilement disponible ¹ (indice)									
1994	10,5	12,9	10,6	11,4 **	7,2	9,4	9,6	8,8 ns	10,4 ns
2002	8,7	11,8	9,5	10,0 **	8,6	11,1	9,6	9,9 ns	10,0 ns
Mg mobilisable ² (mg/100 g terre)									
1994	156	191	137	163 **	118	141	129	131 ns	151 **
2002	107	148	114	124 **	126	149	113	132 ns	127 **

¹Extraction «douce» à l'eau saturée en CO₂. ²Extraction acide avec une solution d'acétate d'ammonium-EDTA.
*, **: la moyenne en 1994 est significativement différente de la moyenne en 2002 à P > 0,95, resp. P > 0,99.
ns: les moyennes en 1994 et 2002 ne sont pas significativement différentes.

2002. Les **pH**, faiblement acides à acides (5,4 à 6,3), ont légèrement diminué entre 1994 et 2002 pour tous les types de prairie et de pâturage.

La richesse du sol en **phosphore facilement disponible** est dans l'ensemble satisfaisante (Ryser *et al.*, 2001), sans diminution entre 1994 et 2002. La diminution observée dans les pâturages extensifs est due à une valeur anormalement élevée sur une placette en 1994. La richesse moyenne du sol en **phosphore mobilisable** se situe à la frontière entre fertilité médiocre et satisfaisante. Restée stable sous les pâturages, cette teneur tend à diminuer sous les prairies, conformément à ce qui a été observé sur l'ensemble des parcelles du domaine de La Frêtaz (Jeangros et Troxler, 2007).

Les teneurs en **potassium facilement disponible** indiquent une fertilité satisfaisante à riche. Elles ont diminué entre 1994 et 2002 sous les prairies peu intensives. Cela peut s'expliquer par des exportations de K encore importantes, liées à la bonne production de ces prairies, et des apports réduits (épandages de fumier uniquement). Pour tous les

autres types de prairie et de pâturage, la richesse du sol en potassium facilement disponible n'a pas diminué entre 1994 et 2002, au contraire. Les teneurs en **potassium mobilisable** confirment les observations précédentes, avec une fertilité globalement satisfaisante à riche et une baisse sensible sous les prairies peu intensives.

Le **magnésium** affiche en moyenne des valeurs satisfaisantes, aussi bien pour la fraction **facilement disponible** que pour la fraction **mobilisable**. Les deux méthodes d'extraction indiquent une légère diminution sous les prairies et une stabilité sous les pâturages.

Les caractéristiques du sol ont donc évolué différemment selon le mode d'utilisation: sous les pâturages, le niveau de fertilité du sol est resté stable ou a augmenté, alors que quelques signes d'appauvrissement ont été observés sous les prairies (P mobilisable et Mg, K sous les prairies peu intensives). Cela confirme que les exportations d'éléments fertilisants sont faibles en cas de pâture, surtout lorsque sa durée journalière est importante comme à La Frêtaz.

Composition botanique des prairies et des pâturages

Cette composition botanique est dominée par les graminées (55%) et les autres plantes (33%; tabl. 5). Sur l'ensemble des relevés, les principales espèces sont la dent-de-lion (*Taraxacum officinale*), le pâturin commun (*Poa trivialis*), l'agrostide capillaire (*Agrostis capillaris*) et le trèfle blanc (*Trifolium repens*). Les prairies contiennent nettement plus de dent-de-lion, de fléole (*Phleum pratense*), de trèfle blanc et de petite oseille (*Rumex acetosa*) que les pâturages. Ceux-ci se distinguent par une plus grande proportion de graminées, une plus faible part de légumineuses et une plus grande diversité. On y trouve davantage de fétuque rouge (*Festuca rubra*), d'agrostide capillaire et de fétuque des prés (*Festuca pratensis*).

Entre 1994-1996 et 2001-2003, on note quelques changements de faible ampleur dans la composition botanique des différents types de prairie et de pâturage. Dans les **prairies peu intensives**, la part des graminées augmente au dé-

Tableau 5. Evolution de la composition botanique entre 1994-1996 et 2001-2003 pour les différents types de prairie et de pâturage.

Mode d'utilisation		Fauche (F)				Pâture (P)				F & P
Intensité d'exploitation		Peu intensif	Mi-intensif	Intensif	Moyenne	Extensif	Peu intensif	Mi-intensif	Moyenne	Moyenne
Nombre de placettes		4	4	3	11	2	3	2	7	18
Graminées	(%) 1994-1996 2001-2003	48,0 53,1	51,6 50,9	53,5 52,6	50,8 52,2 ns	57,2 55,9	65,9 66,8	62,7 60,0	62,5 61,7 ns	55,3 55,9 ns
Légumineuses	(%) 1994-1996 2001-2003	13,9 9,6	12,8 13,7	14,6 12,3	13,7 11,8 ns	11,5 10,2	7,3 7,5	10,0 12,2	9,3 9,6 ns	12,0 10,9 ns
Autres plantes	(%) 1994-1996 2001-2003	38,2 37,3	35,7 35,4	32,1 35,0	35,6 36,0 ns	31,3 33,8	26,8 25,8	27,4 27,9	28,3 28,7 ns	32,8 33,1 ns
Nombre d'espèces	1994-1996 2001-2003	26,3 30,9	30,3 26,6	25,6 25,2	27,5 27,8 ns	38,7 40,3	43,6 40,3	28,2 28,7	37,8 37,0 ns	31,5 31,4 ns
Equitabilité	(%) 1994-1996 2001-2003	73 77	74 78	74 75	74 77 **	76 78	73 76	77 79	75 ns 77 ns	74,3 77,0 **
Principales espèces:										
Dent-de-lion (<i>Taraxacum officinale</i>)	(%) 1994-1996 2001-2003	21,1 13,1	17,4 17,2	18,3 17,6	19,0 15,8 ns	7,8 7,3	4,7 3,1	7,8 6,2	6,5 5,2 ns	14,1 11,7 ns
Pâturin commun (<i>Poa trivialis</i>)	(%) 1994-1996 2001-2003	12,8 11,7	17,1 11,6	15,4 14,2	15,1 12,3 *	11,2 5,3	16,9 13,8	14,7 10,7	14,6 10,5 **	14,9 11,6 **
Agrostide capillaire (<i>Agrostis capillaris</i>)	(%) 1994-1996 2001-2003	3,3 5,4	8,8 13,5	3,7 6,7	5,4 8,7 **	10,3 11,2	14,9 14,5	15,1 15,2	13,6 13,8 ns	8,6 10,7 *
Trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i>)	(%) 1994-1996 2001-2003	13,7 9,1	12,6 13,5	14,6 12,3	13,5 11,6 ns	11,2 8,8	6,2 6,5	10,0 12,1	8,7 8,7 ns	11,6 10,5 ns
Dactyle (<i>Dactylis glomerata</i>)	(%) 1994-1996 2001-2003	10,0 9,4	5,0 6,0	8,7 8,3	7,8 7,9 ns	5,7 5,2	7,7 7,6	3,7 4,2	6,0 5,9 ns	7,1 7,1 ns
Fétuque rouge (<i>Festuca rubra</i>)	(%) 1994-1996 2001-2003	2,7 4,3	1,5 1,1	0,4 0,4	1,6 2,1 ns	10,1 13,0	11,3 13,1	9,6 10,5	10,5 12,3 *	5,1 6,1 *
Pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i>)	(%) 1994-1996 2001-2003	6,0 5,4	6,4 4,6	8,0 4,9	6,7 5,0 ns	3,5 2,0	5,8 2,9	8,0 4,3	5,8 3,0 **	6,3 4,2 **

*, **: la moyenne 1994-1996 est significativement différente de la moyenne 2001-2003 à P > 0,95, resp. P > 0,99.
ns: les moyennes 1994-1996 et 2001-2003 ne sont pas significativement différentes.



Sur les prairies peu intensives, la réduction des apports d'engrais et de la fréquence des coupes pendant dix ans a conduit à une légère augmentation de la diversité botanique et à une diminution de la production de fourrage.

triment des légumineuses, principalement du trèfle blanc. La part de dent-de-lion diminue considérablement, sans changer la proportion d'autres plantes. Le nombre d'espèces augmente, mais seulement de 4 espèces, confirmant que la simple extensification des pratiques ne suffit souvent pas pour augmenter véritablement la diversité botanique d'une prairie (Koch et Masé, 2001). Dans les **prairies mi-intensives**, le pâ-

turin commun diminue fortement et l'agrostide capillaire prend de l'importance. Le nombre d'espèces diminue légèrement. La composition botanique des **prairies intensives** évolue peu: une légère diminution du pâturin des prés au profit de l'agrostide capillaire. Dans les trois types de **pâturage**, la fétuque rouge remplace progressivement le pâturin commun et le pâturin des prés. Le trèfle blanc semble favorisé par les

apports d'engrais, puisqu'il diminue dans les pâturages extensifs et augmente dans les pâturages mi-intensifs. Pour tous les types de prairie et de pâturage, l'équitabilité augmente légèrement, indiquant que les nouvelles pratiques d'exploitation n'ont ni favorisé certaines espèces de façon excessive ni déséquilibré la composition botanique. Une analyse en composantes principales montre que la composition botanique des prairies (fig.1, à gauche) se distingue clairement de celle des pâturages (à droite). Pour les prairies comme pour les pâturages, la composition botanique d'une même placette évolue assez peu: les changements au cours des années sont nettement moins marqués que les différences entre placettes. Une analyse un peu plus fine révèle que ces changements au cours du temps sont un peu plus marqués pour les placettes soumises à une extensification des pratiques (prairies peu intensives, pâturages extensifs et peu intensifs) que pour les prairies intensives.

Quantité d'herbe

En moyenne des onze prairies et des dix années, la **quantité d'herbe disponible le 25 mai** est de 25,5 dt MS/ha. Les prairies peu intensives et mi-intensives sont en moyenne moins productives que les prairies intensives (-8 dt MS/ha). Les variations de rendement d'une année à l'autre sont importantes, avec une moyenne dépassant à peine 20 dt MS/ha en 1995, 1998 et 1999, mais proche de 30 dt MS/ha en 2000 et 2003 (fig. 2). Ces fluctuations s'expliquent en partie par des différences de température au printemps, de développement phénologique des prairies et d'activité du campagnol terrestre (tabl. 3). Au-delà des variations annuelles, la production printanière des prairies reste plutôt stable entre 1994 et 2003. Aucun des trois types de prairie n'enregistre de baisse significative de la quantité d'herbe produite le 25 mai. En moyenne des onze prairies et des dix années, la **production annuelle** des prairies a atteint 63 dt MS/ha. Les prairies intensives ont produit en moyenne 67 dt MS/ha, trois de plus que les prairies mi-intensives et neuf de plus que les prairies peu intensives. Dans un essai antérieur, avec des apports d'azote comparables, la production annuelle moyenne était de 65 à 75 dt MS/ha (Jeangros *et al.*, 1994). Les fluctuations annuelles sont très importantes, avec une production minimale en 1998 (44 dt MS/ha) et maximale en 1994 (87 dt MS/ha). La faible production de 1998 peut être due à la

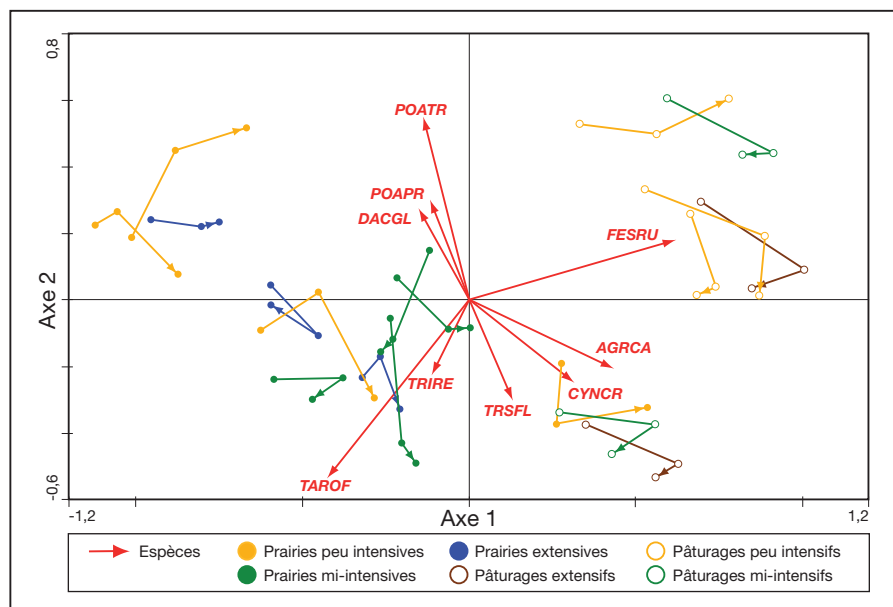


Fig. 1. Projection sur le plan 1/2 de l'analyse en composantes principales des relevés botaniques réalisés de 1994 à 2003 sur les dix-huit placettes permanentes de La Frêtaz (seules les vingt-trois espèces les plus fréquentes ont été retenues pour l'analyse; AGRCA = *Agrostis capillaris*, CYNCR = *Cynosurus cristatus*, DACGL = *Dactylis glomerata*, FESRU = *Festuca rubra*, POAPR = *Poa pratensis*, POATR = *Poa trivialis*, TAROF = *Taraxacum officinale*, TRIRE = *Trifolium repens*, TRSFL = *Trisetum flavescens*; pour chaque placette, les moyennes des années 1994 à 1996, 1997 à 2000 et 2001 à 2003 sont reliées par une flèche; variance expliquée: 50%).

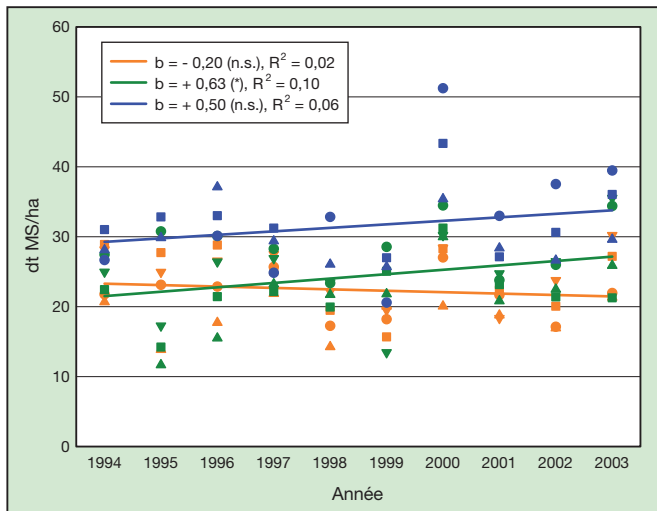


Fig. 2. Evolution de 1994 à 2003 de la **quantité d'herbe disponible le 25 mai** sur les onze prairies de La Frétaz exploitées à différents niveaux d'intensité (quantité estimée à partir de la régression linéaire entre les dates de prélèvement à la 1^{re} pousse et les quantités d'herbe mesurées; symboles orange = prairies peu intensives, verts = prairies mi-intensives, bleus = prairies intensives; b indique la pente de la régression linéaire, * signifie que b est significativement différent de 0 à P > 0,95, n.s. que b n'est pas significativement différent de 0).

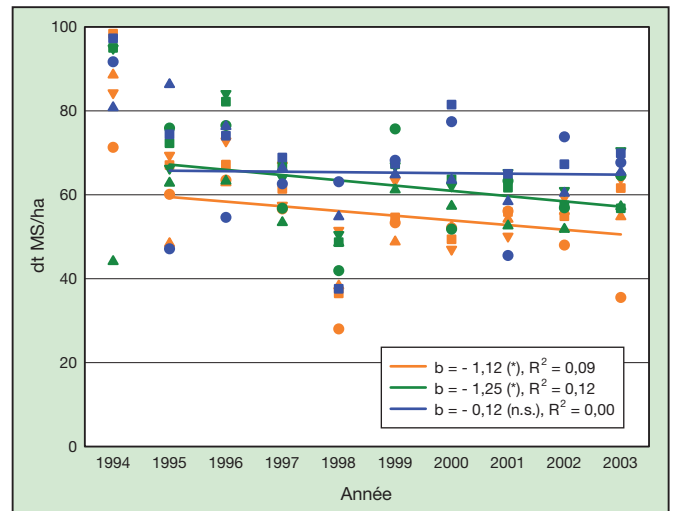


Fig. 3. Evolution de 1994 à 2003 de la **quantité d'herbe récoltée annuellement** sur les onze prairies de La Frétaz exploitées à différents niveaux d'intensité (valeur obtenue par addition des derniers prélèvements réalisés sur les différentes pousses; symboles orange = prairies peu intensives, verts = prairies mi-intensives, bleus = prairies intensives; b indique la pente de la régression linéaire, * signifie que b est significativement différent de 0 à P > 0,95, n.s. que b n'est pas significativement différent de 0).

très forte activité du campagnol terrestre en 1996 et 1997 (tabl. 3). Les rendements élevés de 1994 sont probablement liés aux apports d'engrais de ferme plus importants que d'habitude cette année-là (Jeangros et Troxler, 2007) et aux précipitations très régulières pendant toute la période de végétation (tabl. 3).

Si la croissance printanière des prairies reste stable, la production annuelle tend pour sa part à diminuer, de 14 (prairies intensives) à 25 dt MS/ha (prairies peu intensives) sur dix ans. Toutefois, si on fait abstraction de l'année 1994, le niveau de production des prairies intensives se maintient (fig. 3). Entre 1995 et 2003, le rendement annuel des deux autres types de prairies diminue de 11 à 12 dt MS/ha. Cette évolution différente des productions printanière et annuelle semble indiquer que les changements de pratiques, en particulier l'abandon des engrais du commerce, ont davantage influencé la croissance estivale que la croissance printanière.

Composition chimique de l'herbe

L'herbe des **prairies peu intensives** est un peu moins riche en N et K en 2000-2003 qu'en 1994-1996. Les autres composés et la digestibilité de la matière organique sont restés à peu près stables (tabl. 6). Les teneurs de l'herbe des **prairies mi-intensives** sont stables, voire en légère augmentation (N dans les repousses et K).

En 2000-2003, l'herbe des **prairies in-**

tensives contient en moyenne un peu moins de N, de P et de Mg qu'en 1994-1996, surtout à la 1^{re} pousse. La digestibilité de la matière organique tend à légèrement diminuer au cours des années.

Les teneurs observées dans l'herbe des placettes équivalent à celles des foins et des regains (Jeangros et Troxler, 2007), parfois un peu plus élevées. Dans les foins et les regains, l'azote montrait

Tableau 6. Evolution de la composition chimique de l'herbe entre 1994-1996 et 2000-2003 pour les trois types de prairie.

		Intensité d'exploitation				
		Peu intensif	Mi-intensif	Intensif	Moyenne	
		4	4	3	11	
		Nombre de placettes				
N (g/kg MS)	1 ^{re} pousse	1994-1996 2000-2003	26,1 ** 22,0 **	26,3 ns 25,1 ns	30,1 ** 25,7 **	27,1 ** 24,0 **
	Repousse(s)	1994-1996 2000-2003	26,9 * 25,2 *	25,9 * 27,4 *	28,3 ns 27,8 ns	27,0 ns 26,8 ns
P (g/kg MS)	1 ^{re} pousse	1994-1996 2000-2003	3,62 ns 3,48 ns	3,51 ns 3,44 ns	3,82 * 3,50 *	3,62 * 3,47 *
	Repousse(s)	1994-1996 2000-2003	3,81 ns 4,07 ns	3,57 ns 3,69 ns	3,71 ns 3,42 ns	3,69 ns 3,72 ns
K (g/kg MS)	1 ^{re} pousse	1994-1996 2000-2003	26,0 ** 22,9 **	28,0 * 31,1 *	28,1 ns 28,1 ns	27,2 ns 27,2 ns
	Repousse(s)	1994-1996 2000-2003	25,2 ns 21,0 ns	26,4 * 30,9 *	28,6 ns 29,2 ns	26,7 ns 27,7 ns
Mg (g/kg MS)	1 ^{re} pousse	1994-1996 2000-2003	2,03 ns 2,09 ns	1,95 ns 1,84 ns	2,18 ** 1,92 **	2,03 ns 1,96 ns
	Repousse(s)	1994-1996 2000-2003	2,57 ns 2,73 ns	2,36 ns 2,23 ns	2,53 ns 2,34 ns	2,48 ns 2,40 ns
Ca (g/kg MS)	1 ^{re} pousse	1994-1996 2000-2003	7,17 ns 7,09 ns	6,56 ns 6,62 ns	5,99 ns 6,34 ns	6,68 ns 6,74 ns
	Repousse(s)	1994-1996 2000-2003	10,21 ns 10,85 ns	9,17 ns 8,94 ns	8,67 ns 9,32 ns	9,33 ns 9,56 ns
DMO ¹ (%)	1 ^{re} pousse	1994-1996 2000-2003	73,6 ns 71,9 ns	75,5 ns 74,4 ns	79,5 ns 76,7 ns	75,6 ns 73,9 ns
	Repousse(s)	1994-1996 2000-2003	69,5 ns 70,2 ns	71,6 ns 71,9 ns	74,5 ns 73,7 ns	71,7 ns 71,9 ns

¹DMO = digestibilité de la matière organique.

*, **: la moyenne 1994-1996 est significativement différente de la moyenne 2000-2003 à P > 0,95, resp. P > 0,99. ns: les moyennes 1994-1996 et 2000-2003 ne sont pas significativement différentes.

Tableau 7. Evolution des indices de nutrition en azote (INN), en phosphore (iP) et en potassium (iK) entre 1994-1996 et 2000-2003 pour les trois types de prairie.

Intensité d'exploitation	Peu intensif	Mi-intensif	Intensif	Moyenne
Nombre de placettes	4	4	3	11
INN				
1994-1996	74	71	83	75
2000-2003	61 **	71 ns	73 **	68 **
iP				
1994-1996	117	110	112	113
2000-2003	119 ns	112 ns	112 ns	114 ns
iK				
1994-1996	88	95	92	92 *
2000-2003	83 ns	107 **	100 ns	98 *

*, **: la moyenne 1994-1996 est significativement différente de la moyenne 2000-2003 à P > 0,95, resp. P > 0,99. ns: les moyennes 1994-1996 et 2000-2003 ne sont pas significativement différentes.

également l'évolution la plus nette, soit une diminution faible, mais significative avec les années.

Nos teneurs sont conformes aux valeurs des *Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages* (Ryser *et al.*, 2001) ou du *Livre vert* (ALP, 2007). Dans la comparaison des types de prairies, notons que les teneurs indiquées sont une moyenne de tous les prélèvements et pas seulement une moyenne des prélèvements réalisés juste avant une utilisation. Si tel avait été le cas, les différences entre les types de prairies seraient plus marquées.

Indices de nutrition

Les **indices de nutrition en azote (INN)** diminuent entre 1994-1996 et 2000-2003 dans les prairies peu inten-

sives et intensives, mais restent stables dans les prairies mi-intensives (tabl. 7). D'après l'échelle d'interprétation de Théliier-Huché *et al.* (1999), les indices INN, compris le plus souvent entre 60 et 80, peuvent être qualifiés d'insuffisants pour les trois types de prairie.

Les **indices de nutrition en phosphore (iP)** évoluent très peu au fil des années. Compris entre 100 et 120, ils indiquent un état de nutrition très satisfaisant.

Les **indices de nutrition en potassium (iK)** tendent à diminuer légèrement dans les prairies peu intensives et à augmenter dans les deux autres types de prairie. Ces indices, compris pour la plupart entre 80 et 100, révèlent un état de nutrition en potassium globalement satisfaisant.

Les indices iP et iK obtenus donnent une image un peu différente de l'état de

nutrition que les analyses de sol. En effet, ces dernières indiquaient un niveau de fertilité plus élevé pour K (satisfaisant à riche) que pour P (satisfaisant).

Conclusions

L'évolution en dix ans des principaux paramètres observés est résumée dans le tableau 8. Globalement, on constate que:

❑ Les **prairies peu intensives** évoluent lentement dans le sens souhaité. Le sol s'appauvrit, en tout cas pour ce qui concerne K et Mg, les teneurs de l'herbe en N et K diminuent et cela se traduit par une diminution de la quantité d'herbe produite annuellement. Cette baisse de production s'accompagne d'une légère augmentation de la diversité botanique.

❑ La disponibilité en éléments fertilisants reste assez stable pour les **prairies mi-intensives**. Seul l'état de nutrition en Mg diminue, et semble même augmenter pour K. C'est le seul type de prairie où l'état de nutrition azotée n'a pas diminué, peut-être grâce à la légère augmentation des légumineuses. Étonnamment, la richesse floristique de ces prairies tend à baisser alors que la production annuelle de fourrage diminue, ce qui pourrait indiquer un déséquilibre entre le niveau de fumure et l'intensité d'utilisation.

❑ Les **prairies intensives** s'appauvrissent légèrement, notamment en azote et en magnésium, et dans une moindre mesure en phosphore. Ces prairies restent toutefois assez stables dans leur composition et leur diversité botaniques et leur production annuelle se maintient. Les apports renforcés d'engrais de ferme permettent donc de compenser l'abandon des engrais du commerce.

❑ Les paramètres pour apprécier l'évolution des **pâturages** sont peu nombreux. Néanmoins, les observations du sol, complétées par quelques analyses d'échantillons d'herbe (données non présentées), n'indiquent pas de problème particulier. Compte tenu du système de pâture pratiqué, les exportations en éléments fertilisants sont très faibles et les risques d'appauvrissement beaucoup moins importants que pour les prairies.

Tableau 8. Synthèse de l'évolution en dix ans des principaux paramètres mesurés sur les différents types de prairie et de pâturage (+: augmentation, -: diminution, 0: pas de changement).

Mode d'utilisation	Fauche			Pâturage ¹		
	Peu intensif	Mi-intensif	Intensif	Extensif	Peu intensif	Mi-intensif
Intensité d'exploitation						
Nombre de placettes	4	4	3	2	3	2
Composition botanique						
- graminées	(+)	0	0	0	0	(-)
- légumineuses	-	0	(-)	0	0	(+)
- nombre d'espèces	(+)	(-)	0	0	(-)	0
- équitabilité	(+)	(+)	0	(+)	(+)	(+)
Quantité d'herbe						
- 1 ^{re} coupe (25 mai)	0	(+)	(+)			
- annuelle	-	-	(-)			
N						
- dans l'herbe	-	0	(-)			
- indice de nutrition (INN)	-	0	-			
P						
- disponible dans le sol	0	0	0	(-)	(+)	(+)
- mobilisable dans le sol	(-)	(-)	(-)	0	0	0
- dans l'herbe	0	0	(-)			
- indice de nutrition (iP)	0	0	0			
K						
- disponible dans le sol	(-)	0	(+)	0	+	0
- mobilisable dans le sol	-	0	(+)	0	(-)	(-)
- dans l'herbe	-	+	0			
- indice de nutrition (iK)	(-)	+	(+)			
Mg						
- disponible dans le sol	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	0
- mobilisable dans le sol	-	-	(-)	0	0	(-)
- dans l'herbe	0	(-)	-			

¹Pas de mesure de la quantité d'herbe ni de sa composition chimique sur les pâturages.

Remerciements

Nous remercions S. Dick et J. Scehovic pour les très nombreuses analyses effectuées sur l'herbe ainsi que les nombreuses personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude.

Bibliographie

- Aeschmann D., 1996. Index synonymique de la flore de Suisse. Centre du réseau suisse de floristique, 1292 Chambésy (GE), 318 p.
- ALP, 2007. Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants. Edition en ligne. Editeur: Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Posieux.
- Daget P. & Poissonet J., 1969. Analyse phytologique des prairies, applications agronomiques. Document 48, CNRS-CEPE, Montpellier, 67 p.
- Giraudoux P., Pradier B., Delattre P., Deblay S., Salvi D. & Defaut R., 1995. Estimation of water vole abundance by using surface indices. *Acta theiologica* **40** (1), 77-96.
- Jeanros B., Aeby P., Ravenel L. & Troxler J., 1994. Prairies permanentes en montagne. II. Effets de la fréquence des coupes et de la fertilisation azotée sur le rendement en matière sèche. *Revue suisse Agric.* **26** (6), 367-372.
- Jeanros B. & Amaudruz M., 2005. Dix ans d'observations sur la phénologie des prairies permanentes en Suisse romande. *Revue suisse Agric.* **37** (5), 201-209.
- Jeanros B. & Troxler J., 2006. Bilan des éléments fertilisants sur une exploitation laitière de montagne. *Revue suisse Agric.* **38** (3), 121-125.
- Jeanros B. & Troxler J., 2007. Les engrais du commerce sont-ils indispensables pour une exploitation laitière de montagne? *Revue suisse Agric.* **39** (1), 31-36.
- Koch B. & Masé G., 2001. Extensivierung von intensiv bewirtschaftetem Grasland. *Cahiers de la FAL* **39**, Zurich, 61-68.
- Legendre L. & Legendre P., 1984. Ecologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris, 260 p.
- Ryser J.-P., Walther U. & Flisch R., 2001. DBF 2001, Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. *Revue suisse Agric.* **33** (3), 1-80.
- Scehovic J., 1995. Pourquoi et comment tenir compte des métabolites secondaires dans l'évaluation de la qualité des fourrages? *Revue suisse Agric.* **27** (5), 297-301.
- Thélier-Huché L., Farruggia A. & Castillon P., 1999. L'analyse d'herbe: un outil pour le pilotage de la fertilisation phosphatée et potassique des prairies naturelles et temporaires. Institut de l'élevage, ITCF, INRA, ACTA, Chambres d'agriculture et COMIFER, France, 31 p.

Summary

Long term effects of differentiated management practices on meadows and pastures of a mountain farm

As part of a study on the impact of the Swiss agricultural policy on a mountain dairy farm, the evolution of the meadows and pastures on the experimental farm of La Frêtaz/Bullet (1200 m a.s.l.) was followed during 10 years. Observations were carried out on 18 permanent plots to assess the consequences of mineral fertilizers abandonment and of differentiated management practices. In meadows managed at a low intensive level, nutrients availability in the soil and nutrients content in the grass declined slowly. The annual amount of grass produced by this type of grassland decreased gradually while botanical diversity slightly increased. By contrast, annual production and botanical composition of intensive meadows remained stable. On pastures, we neither observed a reduction of the soil fertility nor important modifications of the botanical composition. On the whole, results show that the characteristics of meadows and pastures didn't changed a lot, despite the abandonment of mineral fertilizers, and that increasing botanical diversity only by reducing management intensity is difficult.

Key words: mountain grassland, management practices, soil fertility, botanical composition, grass yield, grass nutrient content.

Zusammenfassung

Langfristige Einflüsse einer abgestuften Bewirtschaftung auf die Wiesen und Weiden eines Bergbetriebes

Im Rahmen einer Studie über die Auswirkung der schweizerischen Agrarpolitik für einen Milchbetrieb im Berggebiet, wurde während 10 Jahren die Entwicklung von Wiesen und Weiden auf dem Betrieb von La Frêtaz/Bullet (Meereshöhe 1200 m) verfolgt. Um die Einflüsse des Verzichts auf Handelsdünger und der Einführung einer abgestuften Bewirtschaftung zu beurteilen, wurden Beobachtungen auf 18 Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt. Der Boden der wenig intensiv genutzten Wiesen hat sich leicht verarmt und die Nährstoffgehalte im Gras haben etwas abgenommen. Die auf diesen Wiesen jährlich produzierte Grasmenge ist allmählich zurückgegangen und die botanische Vielfalt ist leicht angestiegen. Dagegen sind der Jahresertrag und die botanische Zusammensetzung der intensiv genutzten Wiesen unverändert geblieben. Auf den Weiden haben wir weder eine Verarmung des Bodens noch eine markante Entwicklung der botanischen Zusammensetzung beobachtet. Im Gesamten gesehen zeigen unsere Ergebnisse, dass sich die Eigenschaften der Wiesen und Weiden nicht viel geändert haben, trotz Verzicht auf Handelsdünger. Es ist andererseits schwierig, die botanische Vielfalt einfach durch eine Extensivierung der Nutzung zu erhöhen.

Riassunto

Effetti a lungo termine di una gestione differenziata sui prati e sui pascoli di un'azienda di montagna

Nell'ambito di uno studio sull'impatto delle misure della politica agricola svizzera per un'azienda lattiera di montagna, abbiamo seguito durante 10 anni l'evoluzione dei prati e dei pascoli della fattoria sperimentale di La Frêtaz/Bullet (altitudine 1200 m). Sono state effettuate delle osservazioni su 18 piazzette permanenti per valutare gli effetti dell'abbandono dei concimi del commercio e dell'introduzione di una gestione differenziata. Il suolo dei prati poco intensivi si è leggermente impoverito ed i tenori di elementi fertilizzanti nell'erba sono un po' diminuiti. La quantità d'erba prodotta annualmente su questi prati si è progressivamente abbassata e la loro diversità botanica è aumentata molto leggermente. La produzione annuale e la composizione botanica dei prati intensivi sono rimaste stabili. Sui pascoli non abbiamo osservato né un impoverimento del suolo né un'evoluzione spiccata della composizione botanica. I nostri risultati mostrano che, nell'insieme, le caratteristiche dei prati e dei pascoli non sono molto cambiate, malgrado l'abbandono dei concimi del commercio e che è difficile aumentare la diversità botanica semplicemente con un'estensivizzazione delle pratiche.