

# Facteurs d'influence sur les valeurs nutritives des fourrages secs ventilés

Pascal Python et Marc Boessinger, AGRIDEA 1006 Lausanne

Renseignements: Marc Boessinger, e-mail: marc.boessinger@agridea.ch, tél. +41 52 354 97 68



Selon la situation de la parcelle, la météo, les caractéristiques du sol et l'exploitation influencent différemment la composition et la qualité du foin. (Photo: AGRIDEA)

## Introduction

Depuis 1979, dans le cadre de l'enquête annuelle sur les foins séchés ventilés ou séchés au sol, la centrale de vulgarisation agricole AGRIDEA collecte sur tout le territoire national les résultats d'analyses (constituants organiques, minéraux et valeurs nutritives calculées) pour les ruminants, les interprète et les diffuse (Boessinger *et al.* 2011). Les données traitées proviennent des principaux laboratoires helvétiques d'analyses pour aliments. Au-delà de l'intérêt direct des résultats d'analyses pour le client, la synthèse des résultats constitue un outil de référence pour la vulgarisation, l'enseignement et la pratique, car elle livre chaque année des valeurs

moyennes par région. A long terme, cette mise en valeur permet de suivre l'évolution de la qualité des fourrages secs sur une période, en relation avec le climat, le sol et les modes d'exploitation (Boessinger *et al.* 2010; Python *et al.* 2010).

Les objectifs de la présente étude étaient, sur la base des données de l'enquête 2005 à 2009, d'évaluer statistiquement les facteurs d'influence significatifs sur la qualité des fourrages secs, en particulier de répondre aux interrogations suivantes:

- Quelles sont les influences des facteurs année, région, altitude et composition botanique sur les valeurs nutritives (constituants organiques, minéraux et oligoéléments) des fourrages secs ventilés?



Figure 1 | Découpage de la Suisse en 12 régions pour l'enquête sur les fourrages secs.

- Quelle est la représentativité des données de l'enquête pour décrire la qualité régionale des fourrages secs par rapport aux références de la Base suisse de données des aliments pour animaux de Agroscope Liebefeld-Posieux ALP (feed-ALP; 2009)?

## Matériel et méthodes

### Echantillons

L'ensemble des résultats d'analyse utilisés dans la mise en valeur provient d'un seul laboratoire (UFAG SA), évitant ainsi les différences liées aux laboratoires. Cinq types d'information sur l'origine des échantillons étaient disponibles: a) foin (1<sup>re</sup> coupe) ou regain (coupes suivantes), b) mode de conservation: ventilé ou séché au sol, c) composition botanique selon l'ADCF (2007), d) attribution à l'une des 12 régions (fig. 1) grâce au numéro postal de l'exploitation et e) altitude de l'exploitation (répartition en 4 classes:  $\leq 599$ ; 600 – 799; 800 – 999;  $\geq 1000$  m au-dessus du niveau de la mer).

**Résumé** Les résultats d'analyses de 1077 échantillons de fourrages secs ventilés provenant de l'enquête 2005–2009 d'AGRIDEA ont été utilisés dans une mise en valeur statistique pour mettre en évidence l'influence des facteurs année, région, altitude et composition botanique sur les constituants organiques, minéraux et oligoéléments des fourrages secs ventilés.

Les résultats indiquent une influence significative de la région sur la majorité des teneurs, cuivre excepté. L'altitude agit sur la cellulose brute, les minéraux majeurs, le manganèse et le zinc. L'année exerce une influence significative sur une grande partie des teneurs, à l'exception de la matière azotée, des cendres et du potassium. Les échantillons issus de prairies équilibrées ou riches en graminées n'ont pas permis de détecter des influences significatives en raison de leur grand nombre.

La mise en valeur donne un reflet représentatif de la qualité régionale des fourrages secs de la Suisse. Les différences entre régions fourragères intensives et régions d'altitude sont parfois importantes. A l'avenir, ces données devraient connaître une utilisation accrue dans les banques de données pour aliments ou dans le système d'information géographique.

Tableau 1 | Valeurs nutritives des fourrages secs ventilés, 2005–2009

	en g/kg MS										en mg/kg MS				
	MA	CB	<sup>1</sup> NDF	<sup>1</sup> ADF	<sup>1</sup> Sucres	CE	Ca	P	Mg	K	<sup>2</sup> Na	<sup>2</sup> Fe	<sup>2</sup> Cu	<sup>2</sup> Mn	<sup>2</sup> Zn
n	1073	1076	460	460	457	1054	1054	1076	1066	1073	212	214	216	216	212
Minimum	76,0	172,3	424,0	223,0	70,0	65,0	3,8	1,7	1,1	14,1	0,08	75,9	5,6	17,6	20,1
Maximum	185,0	316,0	594,0	356,0	196,0	161,3	12,4	4,7	3,7	40,1	0,77	1363,0	10,1	194,8	44,5
Médiane	129,0	245,2	489,0	280,0	123,0	110,3	7,2	3,5	2,2	28,5	0,3	474,0	7,9	75,7	30,1
Moyenne,	128,6	245,0	491,4	279,5	126,9	111,5	7,4	3,4	2,2	28,0	0,29	530,7	7,9	82,1	30,6
Ecart-type, s	16,4	21,5	33,5	22,6	25,0	14,7	1,5	0,5	0,5	4,4	0,15	268,1	0,9	36,8	4,5
Coeff. de variation %	12,7	8,8	6,8	8,1	19,7	13,2	20,1	15,8	20,1	15,6	50,1	50,5	11,1	44,9	14,8

Echantillons: <sup>1</sup>2008–2009, <sup>2</sup>2009.

Au total, les analyses de 1077 échantillons de fourrages secs ventilés prélevés de 2005 à 2009 ont été incluses dans la mise en valeur. Le nombre d'analyses (n) par région est indiqué dans le tableau 3. Les analyses effectuées englobent la matière sèche (MS), la cellulose brute (CB), la matière azotée (MA), les cendres (CE), le calcium (Ca), le phosphore (P), le magnésium (Mg) et le potassium (K). De plus, les analyses sur les teneurs en parois (NDF), lignocellulose (ADF) et sucres étaient connues pour 460 de ces échantillons pour les années 2008 et 2009; et 218 échantillons pour 2009, avec les teneurs, pour la première fois, en sodium (Na), fer (Fe), cuivre (Cu), manganèse (Mn) et zinc (Zn).

### Analyse statistique

Les effets des facteurs année, région, altitude et composition botanique, de même que les interactions entre ces facteurs, sur les caractères teneurs d'analyses des constituants organiques et minéraux, ont été testés par l'estimation du modèle linéaire par la méthode du Maximum Likelihood. La méthode statistique de Tukey-Kramer a été utilisée pour comparer les moyennes significatives.

## Résultats et discussion

### Statistiques descriptives

Les teneurs d'analyses des constituants organiques et minéraux sont résumées dans le tableau 1. Le coefficient de variation atteint presque 50 % pour le Fe, Mn et Na. Il se situe entre 15 et 20 % pour les autres minéraux analysés. Dès 1000 m d'altitude, la majorité des écarts-types double par rapport à la classe précédente d'altitude (tabl. 2).

La répartition des moyennes et écarts-types par région (tabl. 3) montre quelques extrêmes entre les régions. Les Grisons (10) et le Valais (12) sont les régions avec les teneurs les plus basses en MA, P et K, et les plus élevées en Ca et Mg. Ces régions ont une majorité d'analyses issues de parcelles provenant de 1000 m d'altitude et plus, dont l'intensité d'exploitation et de fumure est habituellement plus faible que dans les régions de basse altitude. A l'opposé, les régions fourragères intensives telles Berne-Soleure (4) et la région vaudoise (2) produisent des fourrages avec les teneurs les plus élevées en MA; Lucerne-Argovie (6) et Zurich-Thurgovie (8) ont les teneurs les plus élevées en P. Les fourrages secs les plus riches en K se situent dans les régions Lucerne-Argovie (6) et Berne-Soleure (4).

### Analyses par région, altitude et composition botanique

Le tableau 3 contient l'ensemble des moyennes et écarts-types par région. Un nombre restreint d'analyses était disponible pour les régions 1, 2, 5, 10 et 12, et aucune analyse pour la région du Tessin (11). La répartition des 1077 échantillons par altitude était la suivante (tabl. 2): 380 échantillons à moins de 600 m, 385 entre 600 et 799 m, 235 entre 800 et 999 m, et 77 à 1000 m et plus (soit moins de 10 % des échantillons).

La répartition des échantillons selon la composition botanique était la suivante: 433 de prairies équilibrées (E, autres graminées), 448 échantillons issues de prairies équilibrées (E<sub>r</sub>, principalement ray-grass), 92 de prairies riches en graminées (G, autres graminées), 89 de prairies riches en graminées (G<sub>r</sub>, principalement ray-grass) et 15 échantillons de prairies riches en diverses autres

Tableau 2 | Valeurs nutritives (moyenne et écart-type) des fourrages secs ventilés par altitude, 2005–2009

Altitude (m)	n		en g/kg MS										en mg/kg MS				
			MA	CB	<sup>1</sup> NDF	<sup>1</sup> ADF	<sup>1</sup> Sucres	CE	Ca	P	Mg	K	<sup>2</sup> Na	<sup>2</sup> Fe	<sup>2</sup> Cu	<sup>2</sup> Mn	<sup>2</sup> Zn
a) ≤ 599	380	̄x	130,2	245,9	494,2	276,9	133,5	109,6	7,1	3,5	2,1	29,2	0,3	436,2	7,8	56,7	28,4
		s	0,9	1,1	2,2	1,9	2,2	0,7	0,1	0,02	0,02	0,2	0,02	27,6	0,1	2,3	0,4
b) 600–799	385	̄x	129,4	246,3	492,7	279,3	126,0	112,4	7,3	3,5	2,2	28,7	0,3	560,1	7,9	79,6	30,7
		s	0,8	1,1	2,6	1,6	1,8	0,8	0,1	0,03	0,02	0,2	0,02	27,3	0,1	3,2	0,5
c) 800–999	235	̄x	127,4	240,8	482,4	279,5	122,8	113,8	7,6	3,3	2,4	26,7	0,2	586,7	8,0	114,6	32,9
		s	1,0	1,4	3,7	2,1	2,0	1,0	0,1	0,03	0,03	0,3	0,02	41,4	0,1	5,3	0,6
d) ≥ 1000	77	̄x	120,0	246,7	501,7	298,6	107,1	109,4	8,8	2,8	2,5	23,1	0,3	652,6	7,5	108,6	32,3
		s	1,6	2,4	8,0	4,1	3,3	1,9	0,2	0,07	0,06	0,5	0,05	108,3	0,3	10,4	1,1

Echantillons: <sup>1</sup>2008–2009, <sup>2</sup>2009.

plantes ou légumineuses. La majorité (98,6 %) des échantillons provient de prairies équilibrées ou riches en graminées.

### Facteurs d'influence sur les valeurs nutritives

#### Facteur année

Le tableau 4 montre que la grande majorité des valeurs nutritives (CB, NDF, sucres, CE, Ca, P, Mg) sont significativement influencées par l'année et par les conditions météorologiques qui conditionnent la date de coupe et le séchage. Seules les teneurs moyennes MA, ADF et K ne sont pas influencées d'une année à l'autre. Comme nous n'avons que les analyses de 2009 pour les oligoéléments et le sodium, le facteur année n'a pas pu être testé statistiquement pour ces teneurs.

Par exemple, les moyennes de la teneur en CB sont significativement différentes entre les années 2005 et

2008, et entre 2005 et 2009. Durant l'année 2005, les fourrages récoltés étaient de bonne qualité en raison des bonnes conditions météorologiques, d'où des valeurs logiquement plus basses en CB ( $233,4 \pm 1,4$  g/kg MS) en comparaison des années 2008 et 2009 avec des conditions majoritairement défavorables et donc des teneurs élevées en CB ( $250,3 \pm 1,4$  g et  $253,4 \pm 1,2$  g/kg MS). La moyenne de la teneur en Ca pour l'année 2008 est significativement plus basse ( $6,8 \pm 0,08$  g/kg MS) qu'en 2006 ( $7,8 \pm 0,1$  g/kg MS), 2007 ( $7,1 \pm 0,1$  g/kg MS) et 2009 ( $7,7 \pm 0,1$  g/kg MS).

#### Facteur région

Le facteur région influence significativement la majorité des teneurs (tabl. 4). Les teneurs en CE et en Mn ne sont, quant à elles, que faiblement reliées au facteur région. Le test ne met en évidence aucune influence de ce facteur sur les teneurs en cuivre. >

Tableau 3 | Valeurs nutritives (moyenne et écart-type) des fourrages secs ventilés par région, 2005–2009

Région	n	en g/kg MS										en mg/kg MS					
		MA	CB	<sup>1</sup> NDF	<sup>1</sup> ADF	<sup>1</sup> Sucres	CE	Ca	P	Mg	K	<sup>2</sup> Na	<sup>2</sup> Fe	<sup>2</sup> Cu	<sup>2</sup> Mn	<sup>2</sup> Zn	
1 JU, NE	23	$\bar{x}$	126,6	263,5	509,4	301,9	106,9	111,4	8,0	3,3	1,9	27,5	0,4	574,9	7,8	67,4	27,6
		s	3,6	5,8	11,4	6,2	4,7	3,1	0,4	0,1	0,1	1,0	0,04	95,7	0,3	5,7	1,5
2 VD	22	$\bar{x}$	131,2	248,8				109,1	8,1	3,4	2,1	29,3					
		s	5,3	4,5				3,5	0,4	0,1	0,1	0,9					
3 BE, FR	251	$\bar{x}$	122,8	251,0	506,0	291,6	116,6	112,7	7,2	3,3	2,2	26,5	0,3	521,4	7,7	103,8	32,6
		s	1,0	1,3	3,8	2,1	1,7	1,0	0,1	0,03	0,03	0,3	0,02	36,5	0,1	5,7	0,8
4 BE, SO	55	$\bar{x}$	134,0	262,8	511,2	296,8	106,8	110,9	7,5	3,5	2,0	29,8	0,4	437,4	8,0	69,4	28,4
		s	2,5	2,8	5,0	3,5	3,4	1,8	0,2	0,1	0,04	0,6	0,04	98,7	0,3	9,1	0,9
5 BS, BL	2	$\bar{x}$	122,0	265,5				105,0	8,8	3,4	2,6	26,2					
6 LU, AG	201	$\bar{x}$	130,2	251,1	506,2	279,0	133,7	107,5	6,5	3,7	1,9	30,1	0,3	349,5	7,6	61,7	28,1
		s	1,3	1,3	2,7	2,1	2,8	1,0	0,1	0,03	0,02	0,3	0,02	38,6	0,2	3,9	0,8
7 OW, NW, SZ, UR	127	$\bar{x}$	127,8	240,0	475,1	271,5	131,5	117,2	7,9	3,3	2,2	27,6	0,3	621,5	8,0	82,4	31,7
		s	1,2	1,3	3,2	2,0	3,0	1,4	0,1	0,05	0,03	0,3	0,02	40,0	0,1	4,7	0,6
8 ZH, TG	229	$\bar{x}$	132,3	237,6	478,4	269,8	135,3	110,8	7,3	3,6	2,4	29,1	0,3	540,4	8,2	63,7	29,7
		s	1,1	1,4	2,9	2,6	2,7	0,9	0,1	0,03	0,03	0,3	0,02	40,5	0,1	4,7	0,6
9 GL, AR, AI	138	$\bar{x}$	130,7	229,3	467,4	268,8	131,2	113,7	7,9	3,3	2,6	27,2	0,2	612,5	8,0	106,7	31,8
		s	1,0	1,5	2,9	1,9	2,7	1,2	0,1	0,04	0,04	0,3	0,03	42,0	0,1	7,1	0,6
10 GR	24	$\bar{x}$	120,5	254,1				101,1	9,3	2,6	2,6	21,1					
		s	3,3	4,0				2,7	0,4	0,1	0,1	1,2					
12 VS	5	$\bar{x}$	117,0	240,2				117,3	10,3	2,4	3,1	23,8					
		s	4,0	3,4				15,1	1,0	0,3	0,2	2,8					

Echantillons: <sup>1</sup>2008–2009, <sup>2</sup>2009.

**Tableau 4 | Résultats du test avec Maximum-Likelihood**

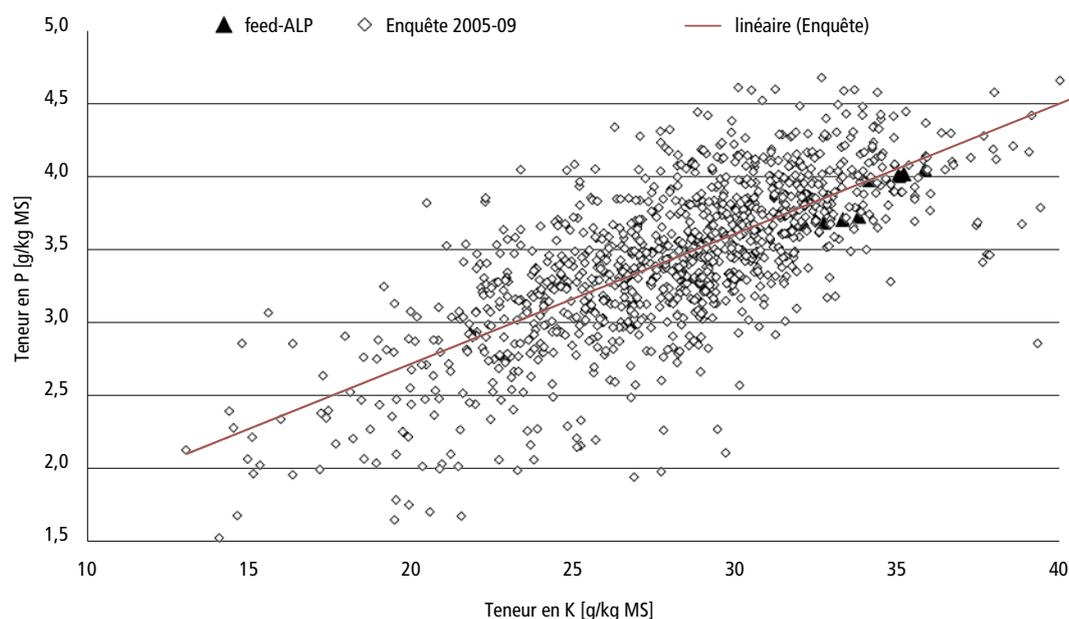
Effet	MA	CB	NDF	ADF	Sucres	CE	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
Année	n.s.	**	**	n.s.	**	**	**	*	**	n.s.	NA	NA	NA	NA	NA
Région	*	**	**	**	**	P = 0,06	**	**	**	**	**	*	n.s.	P = 0,08	*
Altitude	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
Compos. bot.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	P = 0,10	n.s.	n.s.	n.s.	P = 0,07	n.s.	n.s.	n.s.

\*P ≤ 0,05 ; \*\*P ≤ 0,01 ; n.s.: non significatif; NA : non analysé.

La moyenne de la région 1 (JU, NE) se différencie significativement des moyennes des régions 7, 8 et 9 (Suisse centrale et orientale) pour la CB et le Mg. Ces différences sont liées avant tout à la répartition déséquilibrée des échantillons par altitude. La moyenne pour la teneur en CB, NDF, ADF et Na de la région 4 (BE, SO) est aussi significativement différente des régions 8 (ZH, TG) et 9 (GL, AR, AI), où les conditions météorologiques locales semblent être responsables. Lorsqu'on se penche sur le cas du P, seule la région 3 (BE, FR) se différencie significativement de la moyenne de la région 8 (ZH, TG).

#### Facteur altitude

L'altitude, qui se traduit par des effets du climat, par une intensité d'exploitation et une composition botanique modifiées, a une influence significative sur les teneurs en CB, Ca, P, Mg, K, Mn et Zn. Par contre, le facteur altitude n'influence pas les teneurs en MA, NDF, ADF, sucres, CE, Na, Fe et Cu. Il est à observer que le cuivre est l'une des seules teneurs qui ne dépend ni de la région, ni de l'altitude (P > 0,05; tabl. 4), et son coefficient de variation est l'un des plus bas (11 %) parmi les minéraux analysés (tabl. 1).


**Figure 2 | Corrélation des teneurs en phosphore (P) et potassium (K) des fourrages secs ventilés.**

**Tableau 5 | Valeurs moyennes de l'enquête et feed-ALP pour les fourrages secs**

Moyennes, g/kg MS	MA	CB	NDF	ADF	Sucres	CE	Ca	P	Mg	K	Na
Enq. <sup>a</sup>	128,6	245,0	491,4	279,5	126,9	111,5	7,4	3,4	2,2	28,0	0,29
feed-ALP <sup>b</sup>	132,3	249,3	455,0	283,9	104,6	92,1	15,5 / <sup>2</sup> 7,2	3,9	11,5 / <sup>2</sup> 2,3	34,0	0,20

<sup>1</sup> 1<sup>re</sup> pousse; <sup>2</sup> repousses.

<sup>a</sup> Enquête 2005–2009.

<sup>b</sup> Base suisse de données des aliments pour animaux ALP, fourrages secs des stades 3 et 4, composition botanique G, G<sub>R</sub>, E, E<sub>R</sub>.

Des différences significatives sont observées pour la teneur en CB entre les altitudes a) et c), b) et c) et pour la teneur en Mg entre a) et b) jusqu'à d). Pour K, seule la moyenne de l'altitude a) se différencie significativement de l'altitude d). Pour P, il n'y a qu'une tendance entre l'altitude a) et d) (tabl. 2).

#### Facteur composition botanique

Il est connu que les prairies contenant des autres plantes, légumineuses ou luzernes, se distinguent par des teneurs plus élevées en Mg et Ca que les prairies à forte proportion en graminées et équilibrées. Avec seulement 15 analyses, il n'a pas été possible de contrer la forte représentation des échantillons de prairies riches en graminées pour mettre en évidence des différences significatives. Seuls deux légers effets de la composition botanique sur les teneurs en phosphore (P = 0,10) et le fer (P = 0,07) sont à relever (tabl. 4).

#### Corrélation des teneurs en minéraux

##### Phosphore et potassium

Le coefficient de corrélation de Pearson entre P et K est de 0,72. Daccord *et al.* (2001) avait déjà relevé une corrélation élevée. La figure 2 montre la relation entre ces deux caractères de 1074 analyses d'où la régression suivante est déduite:  $P \text{ [g/kg MS]} = 0,089 \times K \text{ [g/kg MS]} + 0,935$ ,  $R^2 = 0,52$ .

Les valeurs de références de feed-ALP des compositions botaniques G, G<sub>R</sub>, E et E<sub>R</sub> des stades de développement 3 (début épiaison) et 4 (pleine épiaison) des fourrages secs sont intégrées dans la figure 2. Les moyennes (stades 3 et 4) de feed-ALP sont de P = 3,9 g et K = 34,0 g/kg MS tandis que les moyennes de l'enquête sont légèrement plus basses : P = 3,4 ± 0,5 g et K = 28,0 ± 4,4 g/kg MS (tabl. 1).

De plus, les régions fourragères très intensives telles que la région 6 (LU, AG), P = 3,7 ± 0,03 g et K = 30,1 ± 0,3 g/kg MS, et la région 8 (ZH, TG), P = 3,6 ± 0,03 g et K = 29,1 ± 0,3 g/kg MS, ont les teneurs les plus élevées de l'enquête en P et en K. Pourtant, les teneurs de l'enquête de ces deux régions se situent en dessous des valeurs de références feed-ALP.

#### Autres minéraux

Dans les résultats, quatre coefficients de corrélation de Pearson sont supérieures à 0,50: R = 0,64 entre Ca et Mg (n = 1050), R = 0,56 entre Cu et Mg (n = 215), R = 0,54 entre Zn et Mn (n = 210) et R = 0,54 entre Mg et Zn (n = 211).

## Conclusions

- La région, en particulier ses spécificités naturelles et anthropogéniques, influence fortement la plupart des teneurs du fourrage sec. L'influence de la région englobe l'altitude, des facteurs tels que le climat (pluviométrie, température, exposition), l'intensité d'exploitation et de fumure, et les caractéristiques du sol. La teneur en cuivre est l'unique élément qui ne dépend ni de la région, ni de l'altitude. Il est à remarquer que nous n'avons à disposition qu'un faible volume d'analyses pour le cuivre de même que pour les autres oligoéléments.
- La question de la représentativité des échantillons se pose pour les données de l'enquête sur les fourrages secs. Il ne s'agit pas d'un échantillonnage homogène car seules les exploitations intéressées par les résultats d'analyse envoient leurs échantillons. En outre, l'échantillon n'est souvent pas clairement déterminé. ➤

Il peut provenir d'une ou plusieurs coupes effectuées sur plusieurs parcelles, à des stades différents et sa composition botanique peut diverger de celle annoncée. De plus, la détermination correcte de la composition botanique n'est souvent pas assurée, d'autant plus que la composition botanique évolue: la proportion de légumineuses et autres plantes tend à augmenter avec l'altitude au détriment des graminées (Kessler 1989). Malgré toutes ces imprécisions difficilement maîtrisables, la présente mise en valeur permet d'illustrer les relations distinctes entre les facteurs d'influence et les caractéristiques qualitatives du fourrage sec.

- En considérant les moyennes de l'enquête 2005–2009 avec les valeurs feed-ALP (tabl. 5) et la corrélation de la figure 2, une bonne concordance est observée entre les valeurs des deux sources, même si les teneurs en P et K de l'enquête sont légèrement inférieures et celles en Ca et Mg sont légèrement plus élevées que les références de feed-ALP.
- En considérant les influences significatives des facteurs année, région et altitude sur un grand nombre de valeurs nutritives, la différenciation supplémentaire de la qualité des fourrages secs selon la zone climatique (région et altitude), en plus des critères usuels tels que la composition botanique, cycle et stade de développement (Daccord *et al.* 2006), apparaît comme appropriée.
- L'enquête annuelle des fourrages secs donne cependant un aperçu actuel de la qualité des fourrages secs helvétiques. Sur la durée, elle pourrait servir comme source dans les banques de données pour aliments et dans les systèmes d'information géographique (structure multidimensionnelle des données dans le temps et l'espace). ■

#### Remerciements

Les auteurs remercient le Dr. Werner Luginbühl (ChemStat) pour son précieux appui et ses conseils pour la mise en valeur statistique, de même que les laboratoires UFAG SA pour la mise à disposition des résultats d'analyses des années 2005 à 2009 de l'enquête sur les fourrages secs.

**Riassunto****Fattori che influenzano il contenuto di nutrienti e minerali del foraggio secco ventilato**

I risultati d'analisi di 1077 campioni di foraggio secco ventilato, provenienti da un'inchiesta condotta da AGRIDEA dal 2005 al 2009, sono stati sottoposti a un'analisi statistica per evidenziare l'effetto dei fattori anno, regione, altitudine e composizione botanica sul valore nutritivo determinato da sostanze minerali e oligoelementi del foraggio secco ventilato. I risultati mostrano un influsso significativo della regione sulla maggior parte delle tenori sostanze contenute nel fieno ad eccezione del rame. L'altitudine agisce in modo significativo sul contenuto di fibre, la quantità di elementi e su manganese e zinco. Anche il fattore anno influenza in modo significativo gran parte tenori delle sostanze contenute, eccezion fatta per proteina grezza, ceneri e sodio. Non è stato possibile provare statisticamente l'influenza della composizione botanica, poiché i campioni provenivano principalmente da pascoli equilibrati e ricchi in graminacee. Quest'inchiesta annuale offre un quadro rappresentativo della qualità regionale e nazionale del foraggio secco svizzero, illustrando le importanti differenze tra le tipiche regioni foraggere intensive e montane d'alta quota. In futuro questi dati potrebbero essere pubblicati nella banca dati dei foraggi o nel sistema d'informazione geografico.

**Summary****Factors influencing the nutrient and mineral content of ventilated dry forage**

AGRIDEA has assembled the results of its annual forage survey (nutrient, mineral and trace elements content) undertaken between 2005 and 2009. Data of 1077 samples of ventilated dry forage were used in a statistical analysis to detect the various influences of factors such as year, region, altitude and botanical composition on the nutrient and mineral content of ventilated dry forage.

The region influences significantly most of the nutrient contents, except for copper. Altitude influences the crude fiber, major minerals, manganese and zinc. The effect of the year is statistically significant on a majority of the nutrient contents, with the exception of crude protein, ash and potassium. The effect of botanical composition could not be determined due to the fact that most samples came from balanced meadows or grass-rich meadows. This study provides a representative picture of the regional quality of dry forages in Switzerland. Differences between intensive forage regions and mountain zones are sometimes considerable. This survey data could in the future be used in feed data bases or geographic information systems.

**Key words:** forage, survey, influence factors, nutrient content, mineral content, trace elements.

**Bibliographie**

- ADCF, 2007. Estimation de la valeur du fourrage des prairies: valeur nutritive et production de lait ou de viande, ADCF 3, 2007.
- Agroscope Liebefeld-Posieux, 2009. Base Suisse de données des Aliments pour Animaux. Accès: <http://www.agroscope.admin.ch/futtermitteldatenbank/index.html?lang=fr>
- Boessinger M., Buchmann M. & Python P., 2011. Valeur des fourrages secs récoltés en 2011. Publication annuelle, AGRIDEA. Accès: [www.agridea-lausanne.ch/pages/productions\\_techniques.htm#134](http://www.agridea-lausanne.ch/pages/productions_techniques.htm#134)
- Boessinger M., Buchmann M. & Python P., Tagungsbericht, ETH Zürich, Institut für Pflanzen-, Tier- und Agrarökosystem-Wissenschaften, 2010. Dürrfutterproduktion: Von den Besten kann noch gelernt werden.
- Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Ca, P, Mg und K; *Agrarforschung* 8, 264–269.
- Daccord R., Wyss U., Kessler J., Arrigo, Y., Rouel, M., Lehmann, J. & Jeangros B., 2006. Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants, valeur nutritive des fourrages. Livre Vert, chap. 13.
- Kessler J., 1989. Mineralstoffgehalt von Wiesenfutter : Zusammenfassende Ergebnisse. *Landwirtschaft Schweiz* 9 (2), 523–526.
- Python P., Boessinger M. & Buchmann M., Frühjahrstagung ETH Zürich, 2010. Teneur moyenne en minéraux majeurs des fourrages secs ventilés selon l'altitude et la situation géographique.