

Les pelouses à *Festuca paniculata* (L.) Schinz & Thellung du Tessin (Suisse)

Festuca paniculata meadows in Ticino (Switzerland) and their Alpine environment

Pascal Vittoz¹, Paolo Selldorf², Stefan Eggenberg³ et Stéfanie Maire⁴

¹Université de Lausanne, Département d'écologie et d'évolution (Faculté de biologie et de médecine) et Faculté des géosciences et de l'environnement, Bâtiment de biologie, CH-1015 Lausanne; e-mail: pascal.vittoz@unil.ch

²Via Campagna 19, CH-6926 Montagnola; e-mail: paolosel@ticino.com

³UNA, Mühlenplatz 3, CH-3011 Bern; e-mail: eggenberg@unabern.ch

⁴Tecc du Pitor, CH-6677 Aurigeno

Manuscript accepted 10 February 2005

Abstract

Festuca paniculata locally dominates montane and subalpine meadows of the Alps and other mountains of southern Europe. Vegetation relevés were carried out in Switzerland and northern Italy to study the site conditions under which *Festuca paniculata* meadows occur in this part of the Alps, their species composition and phytosociological status, and their relationship to *Festuca paniculata* meadows described previously from the French Alps (*Centaureo-Festucetum spadiceae*) and Austrian Alps (*Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae*). The Swiss meadows were found to have a similar ecology to those in France and Austria. They occur mostly between 1600 and 2100 m a.s.l on steep slopes with southern aspect, generally on crystalline rocks, but sometimes on calcareous rocks if soils have been decalcified. The species composition of the Swiss meadows is closer to the Austrian than to the French communities, and we attribute them to the association *Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae* with the new subassociation *polygaletosum chamaebuxi*. Climate is probably the main factor separating vegetation units in the Alps: the *Centaureo-Festucetum spadiceae* occurs where summers are dry, whereas the *Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae* occurs where rainfall is not a limiting factor in summer.

Key words: Phytosociology, *Caricetea curvulae*, *Festucion variae*, Alps, subalpine meadows

Introduction

Festuca paniculata (L.) Schinz et Thellung est présent dans les différentes chaînes de montagnes du Sud de l'Europe ainsi qu'au Maroc. En Suisse, l'espèce n'est connue que dans la moitié sud du Tessin et dans le Val Calanca aux Grisons (Welten et Sutter 1982, Hess et al. 1976).

De nombreuses associations dominées par *F. paniculata* ont déjà été décrites en Europe. Lors d'une synthèse, Sburlino et al. (1996) ont mis en évidence des compositions différentes entre massifs montagneux. Dans les Alpes, les deux principales associations appartiennent au *Festucion variae* (ordre des *Festucetalia spadiceae*, classe des *Caricetea curvulae*; Theurillat et al. 1995):

- le *Centaureo-Festucetum spadiceae*, décrit par Guinochet (1938) dans les Alpes maritimes, s'étend dans toutes les Alpes austro-occidentales, des Alpes ligures (Barbero 1970) au Piémont (Kaplan 1983), en passant par les Alpes occidentales (Braun-Blanquet 1972). Ces pelouses ont leur optimum à l'étage subalpin, entre 1900 et 2300 m, mais avec des extrêmes à 1500 m et 2800 m. Elles occupent le plus souvent des pentes comprises entre 10° et 40°, en exposition sud (sud-est à sud-ouest). L'association se rencontre sur des roches siliceuses, avec des sols parfois riches en éléments grossiers (Barbero 1970), ou sur des roches carbonatées, mais les sols sont alors profonds, évolués et déjà partiellement acidifiés en surface (pH 5.4–6.1, Lacoste 1971; pH 6.0–6.8, Guinochet 1938). Ces pelouses sont en général secondaires, prairies de fauche ou pâturages gagnés sur la forêt, souvent abandonnés maintenant. Cependant, elles peuvent être primaires lors d'avalanches fréquentes (Braun-Blanquet 1972), à l'étage alpin inférieur (Guinochet 1938) ou comme formation colonisatrice de pierriers (Barbero 1970). D'autres associations ont été décrites dans les Alpes occidentales (Lacoste 1971; Nègre 1950), mais la synthèse de Sburlino et al. (1996) semble indiquer qu'elles pourraient toutes être regroupées sous une même entité.
- l'*Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae*, décrit par Hartl (1983) et Theurillat (1989) en Autriche, est connu dans le Tyrol oriental, les Hauts Tauern et en Carinthie jusqu'à la Koralpe en Styrie (Hartl 1983). L'association se trouve également au Tyrol du Sud (Italie). L'optimum altitudinal se situe entre 1800 et 2000 m, avec des extrêmes à 1500 et 2500 m, sur des pentes raides exposées au sud. Elle se trouve exclusivement sur des roches carbonatées, mais avec un horizon superficiel légèrement acide (pH 5–7; Peer et Hartl 1976; Hartl 1983). Ces pelouses étaient le plus souvent fauchées, parfois pâturées, mais sont maintenant en général abandonnées (Hartl 1983; Theurillat 1989). Elles peuvent néanmoins être d'origine primaire sur des pentes raides.

Entre le *Centaureo-Festucetum* des Alpes occidentales et l'*Hypochaerido-Festucetum* de Styrie, une grande lacune existe dans la connaissance de ces pelouses. Elles n'ont encore été que peu étudiées au Tessin, et leur position phytosociologique n'est pas claire. Jäggli (1908) et Bär (1914) mentionnent cette formation dans leurs monographies consacrées respectivement au Camoghè et au Val Onsernone et la classent comme variante des pelouses à *Carex sempervirens*. Aucune mention plus récente n'a été trouvée pour la Suisse, à part Hess et al. (1976) qui indiquent que l'espèce occupe des pâturages sur pentes exposées au sud, sur sol pierreux et généralement pauvre en calcaire. Finalement, Antonietti (2002) a trouvé neuf stations de cette espèce dans la vallée Ossolane (Italie), entre 600 et 2130 m, dans des prés et pâturages le plus souvent abandonnés. Selon Lacoste (1971), le *Centaureo-Festucetum spadiceae* s'étendrait jusqu'au Tessin, ce que Lippmaa (1933) et Guinochet (1938) avaient déjà suggéré. Par contre, Braun-Blanquet (1972) exclut de cette association les pelouses de la Savoie et du Tessin, mais ne donne aucun autre nom.

Par cet article, nous avons voulu étudier l'écologie des pelouses à *F. paniculata* en Suisse et dans les environs immédiats, leur composition floristique et leur appartenance phytosociologique par rapport aux deux associations décrites dans les Alpes. Bien peu de formations végétales aussi voyantes et caractéristiques que ces pelouses sont encore si mal connues en Suisse.

Matériel et méthodes

Notre étude se base sur 43 relevés effectués selon la méthode phytosociologique (Braun-Blanquet 1964) et couvrant la moitié sud du Tessin, ainsi que le Monte Zeda en Italie (Fig. 1 et annexe 1), avec une amplitude altitudinale allant de 900 à 2180 m. Les relevés des différentes régions ont à l'origine été effectués indépendamment dans le cadre de projets divers, si bien que la surface relevée varie entre 17 et 100 m². Afin de concentrer notre étude sur les pelouses dominées par *F. paniculata*, et ne pas considérer toutes les formations où

l'espèce peut être présente, nous n'avons retenu pour les analyses que les 30 relevés où l'espèce apparaît avec un indice d'abondance-dominance égal ou supérieur à 2. Ces relevés couvrent l'essentiel des localités tessinoises où l'espèce est actuellement connue pour former des pelouses importantes.

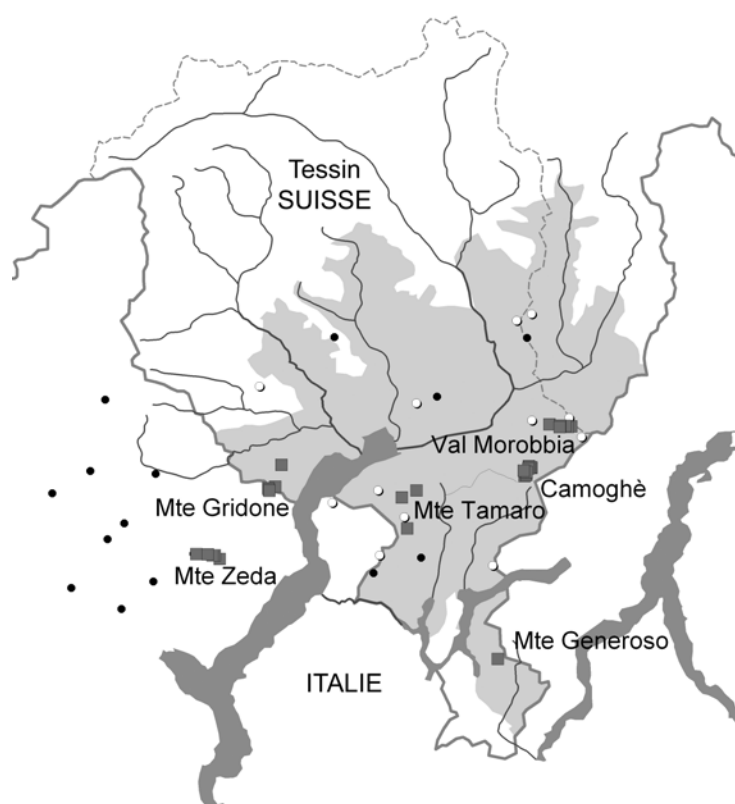


Fig. 1. Répartition de *Festuca paniculata* au Tessin et environs. En grisé: répartition selon Welten et Sutter (1982); ■ relevés phytosociologiques inclus dans cette étude; ● autres observations récentes (Antonietti 2002, Staehli com. pers.); ○ observations historiques (Jäggli 1908; Chenevard 1910; Bär 1914; Conert et al. 1994).

Fig. 1. Distribution of *Festuca paniculata* in Ticino and neighbouring regions. Shaded: distribution in Welten and Sutter (1982); ■ phytosociological relevés included in this study; ● other recent records; ○ historical records (Jäggli 1908; Chenevard 1910; Bär 1914; Conert et al. 1994).

La nomenclature utilisée suit Aeschimann et al. (1996) et pour les espèces absentes de Suisse, Tutin et al. (1964-80). Les relevés rassemblés se basant sur différentes flores, plusieurs petites espèces et sous-espèces ont été réunies au sein de l'espèce collectives (par ex. *Galium pumilum s.l.*, *Leucanthemum vulgare s.l.*, *Festuca rubra aggr.*, etc.)

La classification des relevés a été réalisée avec le logiciel MULVA-5 (Wildi et Orloci 1996), en utilisant un groupement hiérarchique agglomératif des relevés (pondération selon l'indice d'abondance-dominance, indice de ressemblance de van der Maarel), après avoir supprimé les espèces n'apparaissant qu'une ou deux fois. Les espèces ont ensuite été classées selon leur appartenance phytosociologique, en suivant Theurillat et al. (1995). Un relevé synthétique, basé sur la fréquence relative, a été calculé pour l'ensemble du tableau (r: < 10 %; I: 10-20 %; II: 21-40 %; III: 41-60 %; IV: 61-80 %; V: > 80 %).

Afin de comparer les relevés du Tessin et environs avec les deux associations décrites dans les Alpes, nous avons cherché dans la littérature des relevés couvrant l'ensemble des régions alpines où l'espèce a été étudiée (Fig. 2, annexe 3). Un relevé synthétique a été calculé pour chaque tableau phytosociologique, en choisissant la sous-association la plus proche écologiquement des pelouses tessinoises lorsqu'un choix était possible. Seules les espèces avec une fréquence supérieure à 20 % dans au moins une région ont été retenues pour les

analyses. Un groupement agglomératif hiérarchique des relevés à l'aide de MULVA-5 (présence-absence, indice de ressemblance de van der Maarel) a été effectué sur l'ensemble des relevés synthétiques alpins, complété par une analyse factorielle des correspondances (AFC en présence-absence). L'ordre des espèces dans le tableau 2 a été choisi de manière à mettre en évidence les espèces différentielles entre régions géographiques.

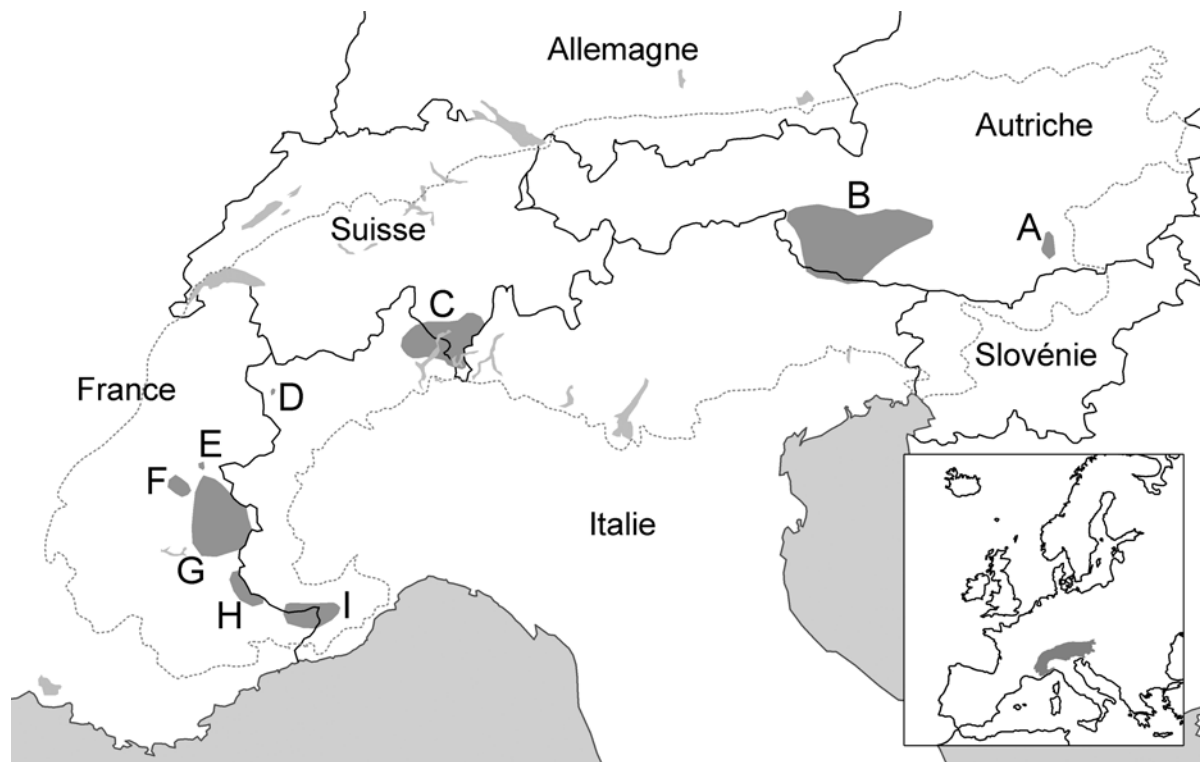


Fig. 2. Localisation des relevés du Tab. 2. A: Koralpe, B: Alpes centrales autrichiennes, C: Tessin et environs (ce travail), D: Val Grisanche, E: Lautaret, F: Meije-Ecrins-Pelvoux, G: Alpes sud-occidentales, H: Bassin de la Tinée, I: Alpes maritimes et ligures (voir annexe 3). Le pointillé délimite les Alpes.

Fig. 2. Location of the relevés in Table 2. A: Koralpe, B: Austrian Central Alps, C: Ticino and neighbouring regions (this article), D: Val Grisanche, E: Lautaret, F: Meije-Ecrins-Pelvoux, G: South-Eastern Alps, H: Tinée river basin, I: Maritim and Ligurian Alps (Appendix 3). Dotted line outlines the Alps.

Résultats et discussion

Ecologie des pelouses tessinoises

Festuca paniculata a été observé au Tessin approximativement au sud d'une ligne passant par le haut du Val Verzasca et Biasca (Welten et Sutter 1982). Cependant, les relevés que nous avons pu recueillir sont limités à la partie la plus méridionale, au sud de Locarno et Bellinzona (Fig. 1). Les pelouses dominées par *F. paniculata* sont réparties essentiellement entre 1600 m et 2180 m d'altitude, à l'étage subalpin, comme ailleurs dans les Alpes. L'espèce peut croître également plus bas, par exemple à 900 m dans le Malcantone, voire à 205 m au bord du Lac Majeur (Conert et al. 1994, observations non confirmées récemment). Cependant, à basse altitude elle n'est plus dominante mais subordonnée à *Pteridium aquilinum*, *Molinia arundinacea*, *Nardus stricta* ou d'autres graminées (relevés non retenus). La pente (généralement entre 20 et 40°) et l'orientation (entre ESE et SW) correspondent également aux autres observations. Géologiquement, les relevés se trouvent essentiellement sur des gneiss de roches cristallines, avec éventuellement un peu d'amphibolite au Camoghè, et sur des calcaires du Lias au Monte Generoso (Quervain et al. 1967). *F. paniculata* semble

donc indifférent au substrat, pouvant occuper aussi bien des sols sur roches siliceuses que sur roches calcaires.

L'exploitation des pelouses tessinoises à *F. paniculata* est mal connue. Comme ailleurs dans les Alpes, elles étaient vraisemblablement pâturées ou fauchées même si, malgré leur haut rendement, elles étaient haïes des bergers qui considéraient la fétuque comme une mauvaise herbe ne pouvant être fauchée (Bär 1914, 1915). Un important recul de l'agriculture de montagne a été enregistré dans ce canton ces dernières décennies (Donati 1992) et la plupart des pentes raides et sèches ont été abandonnées. Il semble cependant que bovins, ovins et caprins parcourent encore certaines de ces pelouses (Gridone, Monte Gazirola, Pizzo Leone et Camoghè). Bien que l'écologie et la dynamique des pelouses à *F. paniculata* soient encore mal connues (Grabherr 1993), il est vraisemblable que l'abandon des pratiques pastorales sera néfaste à celles situées dans le domaine potentiel de la forêt.

Composition floristique

D'une manière générale, les pelouses à *Festuca paniculata* montrent une grande diversité floristique, avec souvent plus de 40 espèces par relevés (maximum de 60 espèces), et plus de 170 au total pour le tableau 1. La grande amplitude altitudinale explique sans doute la richesse floristique totale, alors que la diversité des relevés individuels est corrélée positivement à leur surface et négativement au recouvrement de *F. paniculata* (résultats non montrés). Les analyses numériques mettent en évidence trois groupes régionaux, reportés dans le tableau 1.

Groupe 1. Cinq relevés du Camoghè situés au-dessus de 2000 m, caractérisés par une bonne présence des espèces des *Caricetea curvulae* et des *Loiseleurio-Vaccinietea*. La flore reflète donc avant tout une altitude assez élevée (étage subalpin supérieur).

Groupe 2. Cinq relevés du Camoghè, six relevés du Val Morobbia et trois relevés isolés tous entre 1400 et 1940 m (Tab. 1). La flore différentielle correspond à des espèces des *Festuco-Brometea* et des *Molinio-Arrhenatheretea*, ainsi que d'autres espèces propres aux prairies et pâturages des étages montagnard et subalpin inférieur. Il s'agit donc vraisemblablement de formations secondaires issues d'une exploitation agricole.

Groupe 3. Onze relevés de différents sommets, caractérisés par une composition intermédiaire aux deux autres groupes, ou par un petit nombre d'espèces (Monte Zeda). Le recouvrement de *F. paniculata* est par contre très élevé (souvent supérieur à 50 %) et pourrait résulter du surpâturage qui aurait favorisé *F. paniculata*, non brouté, au détriment des autres espèces préférées par le bétail.

Importance pour la protection de la nature

Malgré leur répartition suisse limitée au sud des Alpes, ces pelouses ne contiennent que peu d'espèces austro-alpines ou figurant sur la liste rouge suisse (Moser et al. 2002). Seules *Chamaecytisus supinus*, *Asphodelus albus*, *Asperula cynanchica*, *Scorzonera humilis*, *Inula hirta*, *Paeonia officinalis*, *Narcissus verbanensis* et *Orobanche gracilis* sont classées comme vulnérables. Elles n'apparaissent généralement que dans un seul relevé, pour la plupart au Monte Generoso. C'est donc plus pour leur répartition géographique limitée en Suisse que pour leur composition floristique que ces pelouses méritent d'être conservées. Elles ont d'ailleurs été retenues par le projet "Prairies et pâturages secs de Suisse" (Eggenberg et al. 2001) comme une des communautés dignes de protection et 41.3 ha ont été inventoriés et cartographiés entre le Val Morobbia et le Camoghè.

Tab. 1. Relevés des pelouses à *Festuca paniculata* du Tessin et environs (voir Tab. 2 pour les fréquences, annexes 1 et 2 pour la localisation et les espèces accidentelles).
 Table 1. Relevés of *Festuca paniculata* meadows in Ticino and neighbouring regions (frequencies as in Tab. 2, location and occasional species in appendixes 1 and 2).

Région	Groupe 1					Groupe 2													Groupe 3										Fréquences		
	Camoghè					Camoghè					Val Morobbia			Arosio	Mte Generoso	Mte Gridone	Mte Gridone		Mte Tamaro		Pizzo Leone	Mte Zeda									
N° relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Altitude [m]	2070	2130	2180	2100	2090	1595	1630	1790	1939	1720	1640	1940	1810	1700	1850	1800	1400	1520	1660	2060	1970	1930	1770	1920	1600	1520	1380	1490	1900	1780	
Pente [°]	25	40	25	40	30	40	23	35			33		36	35			35	30	35	30	20	25	30	30	30	20	20		20	15	
Orientation	SSW	SSW	SSE	SE	SE	S	SSW	SSW	S	SE	SSE	S	S	SSE	S	S	SW	SSW	SSE	SW	SW	SSE	ESE	SW	SE	S	S	SSE	S		
Surface [m ²]	40	40	40	40	40	50	50	50		28	17.5	28	25	25	28	28		100		20	20	20		20	20	20	20		20	20	
Recouvrement herbes [%]	80	90	90	80	70	95	90	95	70		55		70	95			95	95		100	100	100		100		100	100		100	100	
Recouvrement ligneux [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		25		20	5			0	0		0	0	0		0		0	0		0	0	
Nbre total d'espèces	41	42	38	53	48	60	54	56	40	35	47	43	42	34	30	32	19	46	31	26	23	24	22	27	24	13	18	12	16	19	
Festucetalia spadiceae																															
<i>Festuca paniculata</i>	2	2	4	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	4	4	2	4	3	4	4	2	3	5	5	5	5	4	5	
<i>Paradisea liliastrum</i>				r		r		+	r				+								+	+		+	+	+	+	+	+	1	
<i>Potentilla grandiflora</i>	+	+		1	+				+																						
<i>Festuca acuminata</i>						1														1				2	1						
<i>Pulmonaria angustifolia</i>												+	+	+		+								2							
<i>Laserpitium halleri</i>							+	+	r																						
Caricetea curvulae																															
<i>Phyteuma betonicifolium</i>		+		+	+	+		1	+	+	+	+	+	1	1	1			+			+	+	+		1	2	2	+	1	
<i>Nardus stricta</i>	1	1	1					1		2	1		r	r	+				2	3	2		+	+	2		1	1	2	2	
<i>Leontodon helveticus</i>	1	2	1	+	+								+						r	1	1	1	+	1	1	+		+		+	
<i>Pedicularis tuberosa</i>	1				+	+	+	+	+	+	+	1	r			+				+	+	1	+						+	+	
<i>Arnica montana</i>		r			+		+	1	+	1	1	+	+	1	1	+		+		+	+										
<i>Gentiana acaulis</i>	+	1	+	+	r		+	+	+		+					+				+	+										
<i>Trifolium alpinum</i>	2	1	1		1			+			+	1		1						+	1	+	+	+							
<i>Campanula barbata</i>	1	1	+	+	r			r			1	r			+	+															
<i>Poa violacea</i>	+	1	1			+		+	+	+		+							+					2							
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	+	+	r	+	+						+	+									+							+			
<i>Juncus trifidus</i>	+	+	+	+	+						1									+	+										
<i>Pulsatilla alpina apiifolia</i>	+	+	+	1	r			r																							
<i>Geum montanum</i>	r	r	+	+				r												+											
<i>Agrostis schraderiana</i>		2	2	2																								+	+		
<i>Luzula lutea</i>			+	+					+			1																			
<i>Hieracium hoppeanum</i>								+	+	1						1															
<i>Potentilla aurea</i>	+	+	1																										+		
Festuco-Brometea																															
<i>Carlina acaulis simplex</i>	r			+	+	+	+	1	2	1	+	1	1		1	1	+	r	+	+	+	+									
<i>Galium pumilum s.l.</i>	+	1	+	1	+	+	+	+	+	2	+		+				+		+	1		1			r		+				
<i>Brachypodium pinnatum</i>						1	2	2		1	+								1									1			
<i>Scabiosa columbaria</i>				r		+	+	+	2			+																			
<i>Carex caryophylla</i>								r			r					+										+		+	+		
<i>Prunella grandiflora</i>						1	1						1	1	+																
<i>Hippocrepis comosa</i>				+		r	+	+																							

Tab. 1. (suite)

Molinio-Arrhenatheretea																												
<i>Lotus corniculatus</i> s.l.	+	+	+	+	+	1	+	+	+	1	+	1	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> s.l.		1	+			+			1	2		1			1		2	+	+		2			+	+	2	1	III
<i>Crocus albiflorus</i>	+	+	1		+	+		+			+	+	+	+				+	+							+		III
<i>Achillea millefolium</i> s.l.						+	+	+	+	1			+	+	1						+							II
<i>Trifolium pratense</i>						+			+			1			r	+												I
<i>Stachys officinalis</i>				+		+		+					+												+			I
<i>Leontodon hispidus</i> s.l.						1	+						1												r			I
Loiseleurio-Vaccinietea																												
<i>Calluna vulgaris</i>	2	1		+	2	+	2	2	2	2	1	1	2	+	+	+	2	+	2	+	+	1						IV
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1	1		1	+						+	+	+			1		1	+	+	+		1				III	
<i>Viola thomasiana</i>				+	+	+	+	1	+			1			+	1			+	+				+		+	III	
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	+	+		+	r												1	+								+	II	
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	2	1	+	+	2						+																I	
<i>Juniperus communis nana</i>	+			+							+																I	
Autres différentielles du gr. 1																												
<i>Agrostis alpina</i>	1	2		+	2																						I	
<i>Soldanella alpina</i>	r			1	+	r																					I	
<i>Festuca violacea</i> aggr.	r	+		+		+																					I	
Autres différentielles du gr. 2																												
<i>Genista germanica</i>						+	+			1	+	1	+	+	+	+	+										II	
<i>Hieracium pilosella</i>						+					+	+	+	+	+								r				II	
<i>Cruciata glabra</i>						1	+	+		1			+	+										+			II	
<i>Carex ornithopoda</i>						+	+			1	+	1	r	+	+												II	
<i>Silene nutans</i>						+	+	+	+				+	+													I	
<i>Agrostis capillaris</i>						+	+	+																1		+	I	
<i>Luzula campestris</i> s.l.						+		+					+	+													I	
<i>Genista tinctoria</i>						+	1	r		2														+			I	
<i>Gymnadenia conopsea</i>						+	+			1			+			+											I	
<i>Briza media</i>						+	+			1			+			+											I	
<i>Viola canina</i> s.l.						+				1	+		+														I	
<i>Succisa pratensis</i>														1	+	+	r										I	
<i>Lathyrus montanus</i>						+						1	+			+									+		I	
<i>Aconitum napellus</i> s.l.						1		+	r	1																	I	

Comparaison entre pelouses tessinoises, françaises et autrichiennes

Dans l'analyse factorielle des correspondances, le relevé synthétique tessinois occupe une position intermédiaire entre les relevés autrichiens d'une part, les relevés français et celui du Val Grisanche (Italie) d'autre part (Fig. 3). Le groupement hiérarchique (résultat non montré) met en évidence trois groupes (Tab. 2): d'abord l'Autriche et le Tessin, puis le Val Grisanche avec la région Meije-Ecrins-Pelvoux, et enfin les autres relevés français.

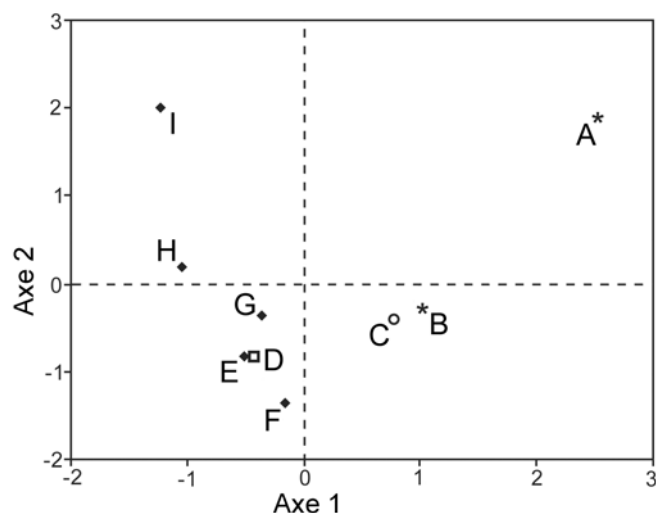


Fig. 3. Axe 1 (23.8% de la variance), axe 2 (14.2%) et axe 3 (11.6%) de l'analyse factorielle des correspondances sur les relevés du Tab. 2 (mêmes abréviations que Fig. 2). * Autriche, ○ Tessin et environs, □ Val Grisanche (Italie), ◆ France.

Fig. 3. Axis 1 (23.8% of variance), axis 2 (14.2%) and axis 3 (11.6%) of the correspondence analysis on relevés of Table 2 (same abbreviations as in Fig. 2). * Austria, ○ Ticino and neighbouring regions, □ Val Grisanche (Italy), ◆ France.

Selon Hartl (1983), l'*Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae* d'Autriche est caractérisé par *F. paniculata* et deux espèces limitées aux Alpes orientales, toutes deux peu fréquentes (Tab. 2). Grabherr (1993) complète la description par douze espèces constantes de l'association (* dans le tableau 2). Toutes ces espèces sont présentes dans l'ensemble des Alpes, mais leur fréquence est généralement plus élevée dans les relevés autrichiens que français. De son côté, Guinochet (1938) donne seize espèces caractéristiques pour le *Centaureo-Festucetum paniculatae*, dont également *F. paniculata*. La plupart sont rares ou absentes des relevés autrichiens. Selon la synthèse effectuée ici, d'autres espèces différencient également ces deux associations: une douzaine d'espèces sont fréquentes dans l'*Hypochaerido-Festucetum* mais rares ou absentes du *Centaureo-Festucetum*, et c'est l'inverse pour une trentaine d'autres (Tab. 2). Les deux associations vicariantes se distinguent donc bien l'une de l'autre.

La composition spécifique tend à rapprocher les pelouses tessinoises de l'*Hypochaerido-Festucetum* autrichien plutôt que du *Centaureo-Festucetum* français (Tab. 2, Fig. 3). Le nombre d'espèces en commun avec l'Autriche et la France est assez similaire. Quelques espèces caractéristiques françaises sont présentes au Tessin, mais elles sont plutôt rares. Bien que *Knautia longifolia* et *Dianthus barbatus*, espèces caractéristiques de l'association autrichienne, soient absentes de Suisse, plusieurs constantes de l'association proposées par Grabherr (1993) y sont fréquentes (*Potentilla erecta*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Carlina acaulis*, *Campanula scheuchzeri*, *Hypochaeris uniflora*). Pour sa part, l'unique relevé du Val Grisanche semble un peu plus proche de l'association française, mais d'autres relevés seraient nécessaires pour confirmer cette affinité.

Tab. 2. Relevés synthétiques de pelouses à *Festuca paniculata* le long de l'arc alpin (codes des régions comme Fig. 2, voir annexes 3 et 4 pour l'origine des relevés et les espèces avec une fréquence de 20–40%). Fréquences: r (< 10 %), I (10-20 %), II (21-40 %), III (41-60 %), IV (61-80 %), V (> 80 %), x (présent dans le seul relevé). * espèces constantes de l'*Hypochaerido-Festucetum* selon Grabherr (1993). E, W: taxon limité aux Alpes orientales (E) ou occidentales (W) d'après Tutin et al. (1964-80).

Table 2. Synoptic table of *Festuca paniculata* meadows in the Alps (abbreviation as in Fig. 2, origin of the relevés and species with a frequency of 20–40% in appendixes 3 and 4). Frequencies: r (< 10 %), I (10-20 %), II (21-40 %), III (41-60 %), IV (61-80 %), V (> 80 %), x (present in the single relevé). * Constant species in *Hypochaerido-Festucetum* in Grabherr (1993). E, W: species limited in Eastern (E) or Western Alps (W) in Tutin et al. (1964-80).

	Autriche			Tessin			Vai Grianche			France									
	A	B	C	D	F	E	G	H	I	A	B	C		D	F	E	G	H	I
Nbre de relevés	9	46	30	1	6	5	22	10	32										
Nbre total d'espèces	66	202	174	45	46	71	219	95	96										
<i>Festuca paniculata</i>	V	V	V	x	V	V	V	V	V										
Caractéristiques de l'<i>Hypochaerido-uniflorae-Festucetum paniculatae</i> (selon Hartl 1983)																			
<i>Knaulia longifolia</i>		II								E									
<i>Dianthus barbatus</i>		I								E									
Caractéristiques du <i>Centaureo-Festucetum spadiceae</i> (selon Guinocet 1938)																			
<i>Silene nutans</i> s.l.		II	I	x	V	III	IV	III	III										
* <i>Arnica montana</i>	III	V	III			III	III	II	I										
<i>Potentilla grandiflora</i>			I		V	III	V	V	V										
<i>Trifolium montanum</i>		IV		x		IV	III	III	III	W									
<i>Hypericum richeri</i>						IV	III	III	III										
<i>Centaurea uniflora</i>						V	V	V	V	W									
<i>Pulmonaria angustifolia</i>			I			IV	IV	I											
<i>Paradisea liliastrum</i>		III	x			II	II	II											
<i>Anemone narcissiflora</i>						I	III	II											
<i>Luzula nutans</i>						III	I	r		W									
<i>Asphodelus albus</i>						I	I	I		W									
<i>Hieracium peletierianum</i>				x		II	I	I		W									
<i>Lilium bulbiferum</i> s.l.						I	I	I											
<i>Hieracium intybaceum</i>			r																
<i>Hypochaeris maculata</i>																			
Différentielles d'Autriche																			
<i>Silene vulgaris</i> s.l.	II	III		x		r	I												
<i>Thesium alpinum</i>	I	III	I			r													
<i>Potentilla aurea</i>	II	II	I			r													
<i>Helictotrichon versicolor</i>	I	III	r				I												
<i>Dianthus superbus</i> s.l.	III	II	r																
* <i>Trollius europaeus</i>	III	II	r																
<i>Homogyne alpina</i>	II	II	r																
<i>Bartsia alpina</i>		III	r																
<i>Pulsatilla vernalis</i>		III	r																
<i>Luzula luzuloides</i>	IV	II																	
<i>Luzula campestris</i> s.l.		IV	I																
<i>Thymus praecox polytrichus</i>		III	I																
Autriche et Suisse																			
* <i>Potentilla erecta</i>	I	V	V			I													
<i>Pedicularis tuberosa</i>		III	III			I	r												
<i>Leontodon helveticus</i>	I	I	III						r										
<i>Calluna vulgaris</i>	V	IV	IV																
* <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	I	IV	III																
Différentielles de Suisse																			
<i>Polygala chamaebuxus</i>			IV																
<i>Viola thomasiana</i>			III																
<i>Crocus albiflorus</i>	r	III				r													
France et Suisse																			
<i>Trifolium alpinum</i>	r	II		x	V	II	III	III	I										
<i>Thymus serpyllum</i> s.l.		III	x	V	III	IV	IV	III											
<i>Plantago serpentina</i>		II	x	III	III	IV	V	III											
<i>Festuca ovina</i> aggr.		III	x			III	III	II											
<i>Poa violacea</i>		II				I		IV											
<i>Centaurea nervosa</i>	r	II		IV															
Différentielles de France																			
<i>Senecio doronicum</i>	r	x	V	II	IV	III	III												
<i>Leucanthemum vulgare</i> s.l.	r	I	x	V	III	II													
<i>Veronica allionii</i>			V	II	I	I	II		W										
<i>Meum athamanticum</i>				V	V	V	II												
<i>Cerastium arvense</i> s.l.			x		I	III	IV	III											
<i>Dianthus pavonius</i>					I	III	III	III		W									
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>		r			III		I	III											
<i>Sempervivum arachnoideum</i>				IV		I	I	I											
<i>Campanula rotundifolia</i>		r		V		I	I												
<i>Linum catharticum</i>		I	x	IV		r	I												
<i>Galium rubrum</i>		r						III											
<i>Hieracium hoppeanum</i>			I		V			IV											
<i>Pedicularis gyroflexa</i>					IV			III		W									
<i>Gentiana campestris</i>					V			II											
<i>Viola calcarata</i>						I		II											
<i>Onobrychis montana</i>						I	III	II											
Espèces supplémentaires										33	131	95	6	1	18	131	30	38	

La chorologie n'explique pas les différences de composition spécifique entre les deux associations de pelouses à *Festuca paniculata* étant donné que la majorité des espèces sont présentes sur l'ensemble des Alpes (Tab. 2). On peut par contre y voir l'influence d'une variation du climat le long de la chaîne alpine (Walter et Lieth 1960): plutôt frais et humide en Autriche avec un maximum estival des précipitations (pluies fréquentes), chaud et humide au Tessin avec des pluies importantes toute l'année (violents orages espacés en été), chaud et sec au sud-ouest des Alpes avec des étés secs (Theurillat com. pers.).

Les montagnes tessinoises et autrichiennes partagent donc des étés humides où l'eau n'est en général pas un facteur limitant pour la croissance des plantes, contrairement aux Alpes

sud-occidentales. Ces précipitations induisent vraisemblablement une acidification des sols plus marquée au Tessin et en Autriche qu'en France. Ces conditions écologiques sont soulignées par les espèces différentielles avec une bonne présence d'espèces acidophiles en Autriche et au Tessin (par exemple *Potentilla aurea*, *Helictotrichon versicolor*, *Homogyne alpina*, *Luzula luzuloides*, *Calluna vulgaris*) contre des espèces de pelouses sèches en France (par exemple *Sempervivum arachnoideum*, *Linum catharticum*, *Galium rubrum*, *Pedicularis gyroflexa*, *Festuca varia*).

Appartenance phytosociologique des pelouses tessinoises

La composition floristique et le climat rapprochent les pelouses tessinoises et autrichiennes. Cependant, neuf espèces sont différentielles du Tessin (*Polygala chamaebuxus*, *Viola thomasiana*, *Crocus albiflorus*, *Carex ornithopoda*, *Hieracium murorum*, *Genista germanica*, *Molinia arundinacea/caerulea*, *Scabiosa columbaria*, *Senecio abrotanifolius*; Tab. 2 et annexe 4), les trois premières avec une fréquence supérieure à 40 %. La majorité des relevés contient au moins trois espèces différentielles. Nous considérons que cela ne justifie pas une nouvelle association régionale, mais nous proposons une nouvelle sous-association: *Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae polygaletosum chamaebuxi* subass. nov. hoc loco, holotypus relevé 7, Tab. 1.

Ce travail comble partiellement une lacune dans la connaissance des pelouses à *Festuca paniculata* en Suisse et dans les Alpes. Toutefois, d'autres recherches seraient nécessaires pour mieux cerner leur position intermédiaire dans le contexte alpin, notamment pour les régions situées entre le Tessin et le Tyrol oriental pour lesquelles nous ne possédons pas de données alors que, selon Aeschimann et al. (2004), *F. paniculata* est présent dans toutes les Alpes italiennes. Une meilleure compréhension de l'écologie et de la dynamique de ces pelouses (caractéristiques pédologiques, rôle du pâturage et des incendies) est souhaitable dans la perspective du maintien de ce patrimoine particulier.

Nous remercions les participants au stage de VEGETATIO HELVETICA qui a permis d'initier cette étude en juillet 1996 (A. Antonietti, N. Zimmermann, M. Bichsel, A. Persico et K. Marti) pour leur participation aux relevés et leurs commentaires sur le manuscrit, ainsi que A. Stampfli, A. Antonietti et C. Staehli pour avoir mis à notre disposition leurs relevés. Nos sincères remerciements également à J.-P. Theurillat et F. Klötzli pour leur lecture critique du manuscrit qui nous ont permis de nombreuses améliorations.

Bibliographie

- Aeschimann D., Heitz C., Palese R., Perret P. et Moser D.M. 1996. Index synonymique de la Flore de Suisse et territoires limitrophes (ISFS). CRSF, Genève.
- Aeschimann D., Lauber K., Moser D.M. et Theurillat J.-P. 2004. Flora alpina. Belin, Paris.
- Antonietti A. 2002. Fortschritte in der Floristik der Schweizer Flora (Gefässpflanzen). 64. Folge (Primo contributo alla conoscenza della flora delle Valli Ossolane). Bot. Helv. 112: 173-200.
- Bär J. 1914. Flora des Val Onsernone (Bezirk Locarno, Kt. Tessin). Floristische und pflanzengeographische Studie. Mitt. Bot. Mus. Univ. Zürich 59: 224-563.
- Bär J. 1915. Flora des Val Onsernone (Bezirk Locarno, Kt. Tessin). Floristische und pflanzengeographische Studie. II. Teil. Verzeichnis der wildwachsenden Pflanzen und wichtigsten Kulturpflanzen und ihrer Standorte. Boll. Soc. Ticinese Sci. Nat. 70: 1-413.
- Barbero M. 1970. Les pelouses orophiles acidophiles des Alpes maritimes et ligures, leur classification phytosociologique: *Nardetalia strictae*, *Festucetalia spadiceae* et *Caricetalia curvulae*. Ann. Fac. Sci. Marseille 43B: 173-195.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl., Springer, Wien/New-York.
- Braun-Blanquet J. 1972. L'alliance du *Festucion spadiceae* des Alpes sud-occidentales. Bull. Soc. Bot. Fr. 119: 591-602.
- Chenevard P. 1910. Catalogue des plantes vasculaires du Tessin. Kündig, Genève.

- Conert H.J., Jäger E.J., Kadereit J.W., Schultze-Motel W., Wagenitz G. und Weber H.E. (Hrsg.) 1994. Hegi, Illustrierte Flora Mitteleuropa. Band I, Teil 3. 3. Aufl. Blackwell, Berlin.
- Donati A. 1992. Monti, uomini e pietre. Collana Quaderni ticinesi 18: 1-245.
- Eggenberg S., Dalang T., Dipner M. et Mayer C. 2001. Cartographie et évaluation des prairies et pâturages secs d'importance nationale. Rapport technique. Cahier de l'environnement n° 325. OFEFP, Berne.
- Ernet D. 1998. Verbreitung und Lebensraum des Gold-Schwingels, *Festuca paniculata* (L.) Schinz & Thell., im Gebiet des Grossen Speikkogels der Koralpe (Steiermark/Kärnten). Not. Fl. Steiermark 15: 27-49.
- Grabherr G. 1993. *Caricetea curvulae*. In: Grabherr G. und Mucina L. (Hrsg.) Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation. Gustav Fischer, Jena, 343-372.
- Guinochet M. 1938. Etudes sur la végétation de l'étage alpin dans le bassin supérieur de la Tinée (Alpes Maritimes). Thèse de doctorat ès sciences, Grenoble. Bosc Frères & Riou, Lyon.
- Hartl H. 1983. Einige ostalpine Vorkommen des Goldschwingelrasens (*Hypochoeris uniflora-Festucetum paniculatae* Hartl 1983). Carinthia 173: 43-54.
- Hess H.E., Landolt E. und Hirzel R. 1976. Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Band I: *Pteridophyta* bis *Caryophyllaceae*. 2. Aufl. Birkhäuser, Basel.
- Jäggli M. 1908. Monografia floristica del Monte Camoghè (2232 m; presso Bellinzona) e Vette circostanti. Boll. Soc. Ticinese Sci. Nat. 4: 1-247.
- Kaplan K. 1983. Über Gesellschaften des *Festucion variae*-Verbandes in den östlichen Grajischen Alpen (Aosta, Italy). Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Zürich Rübel 50: 97-118.
- Lacoste A. 1971. Les groupements à *Festuca spadicea* L. des Alpes maritimes et la définition d'un *Festucetum spadiceae* des Alpes austro-occidentales. Cah. Géogr. Besançon 21: 43-62.
- Lippmaa T. 1933. Aperçu général sur la végétation autochtone du Lautaret (Hautes-Alpes). Avec des remarques critiques sur quelques notions phytosociologiques. Acta Inst. Horti Bot. Tartuensis 3: 1-104.
- Moser D.M., Gygax A., Bäumler B., Wyler N. et Palese R. 2002. Liste rouge des fougères et plantes à fleurs menacées de Suisse. Série OFEFP "L'environnement pratique". OFEFP, Bern, CRSF, Chambésy, Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, Chambésy.
- Nègre R. 1950. Contribution à l'étude phytosociologique de l'Oisans: la Haute vallée du Vénéon (Massif Meije-Ecrins-Pelvoux). Phytion 2: 23-50.
- Peer T. und Hartl H. 1976. Beziehungen zwischen Pflanzendecke und Nährstoffhaushalt im Boden am Beispiel einiger subalpiner und alpiner Gesellschaften im Raum des Tappenkars (Salzburg) und der Fragant (Kärnten). Carinthia 166: 339-371.
- Quervain de F., Frey D., Hofmänner F. und Jenny V. 1967. Geotechnische Karte der Schweiz. Blatt Nr. 4, St. Moritz-Bellinzona. 2. Aufl. Schweiz. Geotechnische Kommission.
- Sburlino G., Buffa G. e Ghirelli L. 1996. L'analisi corologica nell'interpretazione sintassonomica: l'esempio delle praterie a *Festuca paniculata* (L.) Sch. et Th. Giorn. Bot. Ital. 130: 236-247.
- Theurillat J.-P. 1989. Excursion de la Société botanique de Genève dans les Alpes autrichiennes (10-19 juillet 1988): notes phytosociologiques. Saussurea 20: 71-88.
- Theurillat J.-P., Aeschimann D., Küpfer P. and Spichiger R. 1995. The higher vegetation units of the Alps. Colloques phytosociologiques 23: 189-238.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. and Weeb D.A. (eds) 1964-80. Flora Europaea. Vol. 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Walter H. und Lieth H. 1960. Klimadiagramm-Weltatlas. Gustav Fischer, Jena.
- Welten M. und Sutter R. 1982. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Vol. 2. Birkhäuser, Basel.
- Wildi, O. and Orloci L. 1996. Numerical exploration of community patterns: a guide to the use of MULVA-5. 2. ed., SPB Academic Publishing bv, Amsterdam.

Annexes

Annexe 1. Localisation des relevés du tableau 1. Ils ont été réalisés par différents auteurs dans le cadre de projets indépendants et ont été retenus pour l'abondance de *F. paniculata*. Ils sont représentatifs des principales régions où l'espèce est actuellement connue pour former des pelouses importantes au Tessin et dans les environs immédiats. Ordre des informations: auteur, coordonnées selon le réseau topographique suisse, année.

Rel. **1:** VEGETATIO HELVETICA, 725.930/110.340, 1996. **2:** VEGETATIO HELVETICA, 725.915/110.420, 1996. **3:** VEGETATIO HELVETICA, 725.625/110.535, 1996. **4:** VEGETATIO HELVETICA, 725.660/110.415, 1996. **5:** VEGETATIO HELVETICA, 725.550/110.280, 1996. **6:** VEGETATIO HELVETICA, 725.100/109.350, 1996. **7:** VEGETATIO HELVETICA, 725.320/109.480, 1996. **8:** VEGETATIO HELVETICA, 725.290/109.710, 1996. **9:** C. Staehli, 725.025/110.000, 2003. **10:** G. Maspoli, 725.350/109.850, 2001. **11:** P. Selldorf, 728.050/115.600, 1982. **12:** S. Eggenberg, 730.700/115.350, 2001. **13:** P. Selldorf, 729.350/115.450, 1982. **14:** P. Selldorf, 729.300/115.250, 1982. **15:** S. Eggenberg, 730.300/115.300, 2001. **16:** S. Eggenberg, 729.950/115.400, 2001.

17: W. Dietl, 1981. 18: P. Selldorf, 722.150/87.310, 1985. 19: A. Stampfli, N. Zimmermann, 1994. 20: S. Eggenberg, 694.150/107.800, 1992. 21: S. Eggenberg, 694.200/107.650, 1992. 22: S. Eggenberg, 694.300/107.500, 1992. 23: N. Zimmermann, 712.075/107.580, 1993. 24: S. Eggenberg, 710.300/106.750, 1992. 25: C. Staehli, 695.700/110.580, 2003. 26: S. Eggenberg, 687.500/99.700, 1992. 27: S. Eggenberg, 688.400/99.250, 1992. 28: S. Eggenberg, 687.800/99.700, 1992. 29: S. Eggenberg, 685.550/99.850, 1992. 30: S. Eggenberg, 686.950/99.800, 1992.

Annexe 2. Espèces accidentelles dans les relevés du tableau 1.

Acinos alpinus 13(+); *Agrostis gigantea* 24(+); *Ajuga pyramidalis* 7(r); *Alchemilla alpina* aggr. 30(+); *A. xanthochlora* aggr. 18(+); *Allium montanum* 6(+), 7(+), 8(r); *Alnus viridis* 13(+), 14(+), 19(+); *Anthericum liliago* 19(+); *Arctostaphylos uva-ursi* 11(1); *Astrantia major* 18(+); *Bartsia alpina* 4(+); *Betula pendula* 11(+); *Bupleurum stellatum* 5(r), 9(+); *Campanula rotundifolia* 2(+), 12(+), 15(+); *Carex brunnescens* 26(+), 30(+); *C. digitata* 18(+); *C. montana* 18(+), 25(+); *C. pilulifera* 17(1), 19(1); *Chaerophyllum hirsutum* 23(+); *C. villarsii* 3(r), 4(r), 18(1); *Cirsium erisithales* 18(r); *Clinopodium vulgare* 18(+); *Coeloglossum viride* 6(r); *Crepis conyzifolia* 6(+); *Cytisus scoparius* 17(+); *Dianthus carthusianorum* 14(+); *D. superbus* 6(+), 13(r); *Erica* sp. 18(r); *Erigeron alpinus* 9(1); *Euphrasia hirtella* 12(+); *Festuca diffusa* 29(+); *F. halleri* aggr. 12(2), 16(+); *Fourraea alpina* 7(+); *Galium rubrum* 12(1), 16(+); *Genista* sp. 9(+); *Gentiana purpurea* 30(+); *Geranium sylvaticum* 18(+); *Helianthemum nummularium* s.l. 11(+); *Helictotrichon versicolor* 3(+); *Helleborus viride* 18(+); *Hieracium intybaceum* 9(r); *Homogyne alpina* 5(r), 23(+); *Hypericum maculatum* 4(+); *Laserpitium krapfii gaudinii* 4(r), 7(+); *Leontodon autumnalis* 11(+); *Maianthemum bifolium* 26(+); *Melittis melissophyllum* 18(r); *Narcissus x verbanensis* 18(+); *Nigritella rhellicani* 5(+), 6(+), 8(+); *Ononis* sp. 13(+); *Orobanche gracilis* 7(r); *Paeonia officinalis* 18(r); *Phleum alpinum rhaeticum* 3(r); *Picea abies* 11(1); *Pimpinella major* 6(1); *Plantago alpina* 10(1), 11(+), 12(+); *Platanthera* sp. 19(1); *Polygala alpestris* 14(+); *P. alpina* 13(r); *Polygonum bistorta* 3(+), 18(+); *Primula elatior* 18(+); *P. hirsuta* 5(r); *Prunella vulgaris* 10(1); *Pteridium aquilinum* 14(+); *Pulsatilla vernalis* 5(1), 7(r); *Rhinanthus alectorolophus* 6(1), 11(+); *Rosa canina* s.l. 18(r); *R. pendulina* 4(+), 7(+); *Rubus idaeus* 8(+), 25(+); *Rubus* sp. 14(+), 15(+), 18(r); *Rumex acetosa* 18(r); *R. scutatus* 6(+), 7(1); *Salix appendiculata* 25(r); *Scabiosa lucida* 4(+), 13(+); *Senecio doronicum* 5(+), 8(r); *Sesleria caerulea* 18(r); *Teucrium scorodonia* 25(r); *Trollius europaeus* 18(+); *Veronica chamaedrys* 18(r); *V. officinalis* 25(1), 27(+); *Vicia* sp. 18(r); *Viola hirta* 12(1); *V. rupestris* 4(+).

Annexe 3. Origine des relevés du tableau 2. Ordre des informations: auteur et année, n° du tableau, nom d'association utilisé.

Colonne **A**: Ernet 1998, Tab. 1. **B**: Hartl 1983, Tab. 2 (sauf rel. 25-27), *Hypochoeris-Festucetum paniculatae*. **C**: ce travail, Tab. 1, *Hypochoerido uniflorae-Festucetum paniculatae polygaletosum chamaebuxi*. **D**: Kaplan 1983, Tab. 2, *Festuca paniculata*-Rasen. **E**: Lippmaa 1933, Tab. 8, association à *Festuca spadicea*. **F**: Nègre 1950, Tab. 1, *Junipereto-Festucetum*. **G**: Braun-Blanquet 1972, Tab. 1, *Centaureo-Festucetum spadiceae*. **H**: Guinochet 1938, Tab. 48, ass. à *F. spadicea* et *Centaurea uniflora*. **I**: Barbero 1970, Tab. 2, *Centaureo-Festucetum spadiceae*.

Annexe 4. Espèces du tableau 2 apparaissant avec une fréquence relative comprise entre 20 et 40 % (II).

Différentielles d'Autriche: *Cerastium fontanum* B(II); *Euphrasia roskoviana* B(II); *Gentiana germanica* B(II); *Gentiana pannonica* A(II); *Hypericum maculatum* A(II), B(II), C(R), G(R); *Phyteuma confusum* A(II); *Phyteuma zahlbruckneri* A(I), B(II); *Picea abies* A(II), B(I), C(r); *Pseudorchis albida* A(II), B(II); *Ranunculus nemorosus* s.l. B(II), G(r); *Rhinanthus pulcher* A(II); *Valeriana officinalis* s.l. B(II). **Autriche et Suisse:** *Daphne striata* B(I), C(II); *Hieracium pilosella* B(II), C(II), E(I), G(r). **Différentielles de Suisse:** *Carex ornithopoda* C(II); *Genista germanica* C(II); *Hieracium murorum* s.l. C(II), G(r); *Molinia arundinacea/caerulea* C(II); *Scabiosa columbaria* C(II); *Senecio abrotanifolius* B(r), C(II). **France et Suisse:** *Brachypodium pinnatum* C(II), G(II), I(I); *Bupleurum ranunculoides* C(I), D(x), E(II), G(II), I(II); *Hippocrepis comosa* B(r), C(I), E(I), G(I), H(I), I(II); *Laserpitium halleri* C(I), D(x), E(II), G(I); *Luzula lutea* C(I), I(II). **Différentielles de France:** *Alchemilla hybrida* s.l. G(II), I(II); *Alopecurus gerardii* H(II); *Astragalus danicus* G(II); *Cirsium acaule* E(II), G(II); *Crepis bocconei* B(r), E(II), G(r); *Galium boreale* G(II); *Galium verum* E(II), G(II), H(I), I(I); *Gentiana lutea* G(II), H(I); *Gentiana verna* G(r), H(II); *Helianthemum alpestre* B(r), G(I), H(II), I(I); *Hieracium angustifolium* D(x), G(r), H(II), I(II); *Hieracium prenanthoides* E(II); *Hieracium valdepilosum* G(II); *Knautia timeroi* I(II); *Lathyrus pratensis* B(r), E(I), G(II); *Luzula sieberi* E(II); *Luzula spicata* s.l. G(r), H(II), I(II); *Pedicularis comosa* G(I), I(II); *Pedicularis kernerii* I(II); *Peucedanum oreoselinum* I(II); *Phyteuma michelii* I(II); *Polygonum bistorta* C(r), D(x), G(II), H(II); *Potentilla valderia* I(II); *Ranunculus kuepferi* E(I), G(r), H(II); *Scabiosa vestina* I(II); *Sempervivum tectorum* G(II); *Stachys monieri* C(r), G(II); *Tragopogon dubius* I(II); *Trifolium pannonicum* I(II); *Trisetum flavescens* B(r), E(I), G(II). **Autres espèces:** *Acinos alpinus* B(I), C(r), D(x), G(II); *Carduus defloratus* s.l. B(II), C(I), G(I), H(I), I(II); *Euphrasia minima* B(I), I(II); *Geranium sylvaticum* A(I), B(II), C(r), E(I), G(II); *Juncus trifidus* A(I), B(I), C(II), G(r), I(II); *Leuzea rhapontica* s.l. D(x), I(I); *Myosotis alpestris* B(I), G(II), H(II), I(II); *Phleum alpinum* s.l. B(II), C(r), G(II), H(I); *Poa alpina* B(I),

G(II), H(II); *Polygala alpestris* B(II), C(r), H(I); *Potentilla crantzii* B(I), C(I), G(II), H(I); *Primula veris* A(I), G(II), H(I), I(II); *Sesleria caerulea* B(II), C(r), G(II); *Silene rupestris* B(r), C(II), G(r), I(II); *Solidago virgaurea* s.l. A (II), B(II), C(II), G(I); *Veratrum album* A(I), B(r), E(I), G(r), H(I), I(II); *Veronica fruticans* B(r), F(I), G(I), I(II).

Extended summary

Festuca paniculata (L.) Schinz et Thellung occurs in mountains of Southern Europe and Morocco. Two plant associations dominated by this species, belonging to the *Festucion variae* (class of *Caricetea curvulae*), have been described in the Alps: the *Centaureo-Festucetum spadiceae* (French and Western Italian Alps) and the *Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae* (Austrian and Eastern Italian Alps). Both associations are mainly found between 1900 and 2300 m asl on steep slopes (10-40°) with southern aspect. The bedrock may be siliceous or calcareous as long as top soils are slightly acidic (pH 5.4-6.8). These meadows are mostly mown or pastured, but they may be natural at the alpine level or on steep slopes with frequent snow avalanches.

Festuca paniculata also occurs in southern Switzerland (Ticino), south of a line between Val Verzasca and Biasca, although meadows dominated by this species are restricted to the most southern part (Fig. 1). No phytosociological study exists of the Swiss *F. paniculata* meadows. The present article aims to complete this gap by describing the species composition and ecological conditions of Swiss meadows and by analysing their phytosociological status in relation to the two associations found in France and Austria.

A total of 43 phytosociological relevés (Braun-Blanquet method) with *Festuca paniculata* were collected from southern Switzerland (Ticino) and northern Italy. To study only meadows where the species is common, we selected the 30 relevés where it had a cover index of 2 or more for data analysis (Fig. 1, App. 1). The relevés were classified with cluster analysis, and species were grouped following their phytosociological affinity (Table 1). To compare the relevés from Switzerland with the two associations described for the Alps, we collected all available phytosociological descriptions of *F. paniculata* meadows in the Alps (Fig. 2, App. 3). Every table was translated into a synoptic relevé on the basis of the frequency of every species in the table. The synoptic relevés were classified with a cluster analysis and a correspondence analysis.

According to our survey, the Swiss *F. paniculata* meadows are mainly situated between 1600 and 2180 m asl (Table 1), on steep slopes (20-40°) with southern aspect (ESE to SW). The substrate is generally siliceous rock, but amphibolite and limestone is locally observed. There is little information about historical management. Available evidence suggests that these meadows were frequently grazed or mown in the past, but not appreciated by farmers. Management has now largely been abandoned, except for local grazing. The meadows are floristically rich, with often more than 40 species (Table 1).

Three groups of relevés were revealed by the cluster analysis: (1) on Camoghè, over 2000 m asl, with subalpine-alpine flora (affinities with *Caricetea curvulae* and *Loiseleurio-Vaccinietae*); (2) mainly on Camoghè and in Val Morobbia, between 1400 and 1940 m asl, with species associated to montane and subalpine meadows and pastures (*Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea*), which show a previous agricultural use; (3) from different

summits, with a poor diversity but a high density of *F. paniculata*, which could originate from overgrazing.

In the correspondence analysis of synoptic relevés, Swiss meadows occupy an intermediate position between Austrian and French meadows but are closer to the Austrian ones (Fig. 3). The cluster analysis revealed a similar pattern (Table 2). The two associations observed in the Alps (*Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae* in Austria and *Centaureo-Festucetum paniculatae* in France) have a distinct floristic composition, with many species present in only one association (Table 2, App. 4). Given that few of the differential species have a restricted geographic distribution in the Alps, the difference in species composition between eastern and western Alps has to be explained with ecological factors. Climate is probably the most important one: summers are cool and wet in Austria, warm and wet in southern Switzerland, but warm and dry in the south-western Alps. Thus, Austria and Switzerland share summers without water restrictions for plant growth, which induces a more acidophilic composition (*Potentilla aurea*, *Helictotrichon versicolor*, *Homogyne alpina*, *Luzula luzuloides*, *Calluna vulgaris*) than in France where communities include more drought tolerant species (*Sempervivum arachnoideum*, *Linum catharticum*, *Galium rubrum*, *Pedicularis gyroflexa*, *Festuca varia*).

We conclude that floristic composition and climate bring together Swiss and Austrian *F. paniculata* meadows, and we suggest that they belong to the same association. However, it is possible to differentiate the Swiss meadows by nine species (*Polygala chamaebuxus*, *Viola thomasiana*, *Crocus albiflorus*, *Carex ornithopoda*, *Hieracium murorum*, *Genista germanica*, *Molinia arundinacea/caerulea*, *Scabiosa columbaria*, *Senecio abrotanifolius*; Tab. 2, Appendix 4). Thus, we define a new subassociation: *Hypochaerido uniflorae-Festucetum paniculatae polygaletosum chamaebuxi* subass. nov. hoc loco, holotypus relevé 7, Table 1.

This article has closed a gap in knowledge about the species composition of *Festuca paniculata* meadows in the Alps. However, a better understanding of their ecology and dynamics (soil, influence of pasture and fire) would be necessary for a good protection of these meadows.