

# L'association arctico-alpine du cresson d'Islande (*Veronico tenellae-Rorippetum islandicae*)

Claude Béguin<sup>1</sup>

Bull. Murithienne 128/2010: 51-63 (2011)

*En souvenir de la doctoresse Jane Béguin d'Evolène*

L'auteur décrit une nouvelle association végétale sur les rives des lacs alpins (temporairement asséchés). Il souligne la rareté et la haute valeur de protection de cette association menacée par des changements climatiques et/ou par l'impact humain.

**The arctico-alpine plant community of the Islandic Cress.** – The author describes a new plant community on the margins of alpine lakes (temporarily dried). He underlines the rarity and the high value of protection for this association that is threatened by climatic changes and/or human impact.

**Die arktisch-alpine Pflanzengesellschaft der isländischen Sumpfkresse.** – Der Autor beschreibt eine neue Pflanzengesellschaft am Ufer der (zeitweise ausgetrockneten) Alpseen. Er unterstreicht die Seltenheit und den hohen Naturwert dieser durch klimatische Änderungen und/oder menschliche bedrohten Pflanzengesellschaft.

L'astérisque\* renvoie au lexique en fin d'article

## Mots clés

Rives lacustres, altitude, phytosociologie, synécologie, *Veronico-Rorippetum* ass. nov., classification

## Schlüsselwörter

Höhe, phytosoziologie, synökologie, *Veronico-Rorippetum* ass. nov., Klassifikation

## Keywords

Lacustral margin, phytosociology, synecology, *Veronico-Rorippetum* ass. nov., classification

## INTRODUCTION

L'observation de quelques rives de lacs alpins plus ou moins asséchés ainsi que l'analyse de la végétation des sols polygonaux\* avec ou sans tri par le gel (BÉGUIN & *al.* 2006, 2009) ont attiré notre attention sur un étonnant groupement à *Rorippa islandica*.

Des auteurs tels que PIETSCH (1967), BÉGUIN & THEURILLAT (1981, 1981a, 1984), LACHAVANNE & *al.* (1988), GRABHERR & MUCINA (1993), DELARZE & GONSETH (2008) ont étudié la végétation des étangs temporairement asséchés à l'étage subalpin. Par contre, la végétation vicariante\* altitudinale de l'étage alpin n'a pas fait l'objet de nombreux relevés\* (GAMS 1927, KOCH 1928). Une typologie écologique des petits lacs alpins selon la méthode appelée «PLOCH» est proposée par OERTLI & *al.* (2000).

Le but général de cette étude s'inscrit dans le cadre de l'analyse des plus fines unités de végétation (associations, sous-association, variantes et faciès) facilitant l'analyse discriminante des paysages végétaux (THEURILLAT 1992, BÉGUIN 2009).

### Le domaine étudié

Le domaine étudié se situe dans les Alpes centro-occidentales entre 2300 et 2700 m d'altitude, des Grisons (Suisse) jusqu'aux Hautes-Alpes de Provence (France et Italie).

### Méthode

La végétation a été étudiée au moyen de relevés phytosociologiques (BRAUN-BLANQUET 1964, GUINOCHE 1973, THEURILLAT & MATTHEY 1987) sur des surfaces homogènes de 1 à 100 m<sup>2</sup>. La position synsystématique des 17 relevés a été évaluée sur la base des travaux de GRABHERR & MUCINA (1993), THEURILLAT & *al.* (1995). Le tableau synécologique est établi à partir des valeurs indicatrices de LANDOLT & *al.* (2010).

### Le cresson d'Islande

Le cresson d'Islande ou rorippe d'Islande, *Rorippa islandica* (Gunnerus) Borbas, alias *Sisymbrium islandicum* Gunnerus, (fig. 1) se rencontre aussi bien au Groenland, en Islande, en Irlande, en Grande-Bretagne, en Norvège que dans les Alpes. *Rorippa islandica* (2n=16) est une espèce émergente polymorphe ayant une phase glabre dans l'Eurasie (var. *islandica*). A notre connaissance, le cresson d'Islande bat un record d'altitude pour la Suisse à l'alpage de Tsarva/Grimentz à 2618 m (Détraz-Méroz in MOSER, PALESE, BAÜMLER, GYGAX & WYLER 2000, et communication écrite Jacqueline Détraz-Méroz, le 09.11.2009). A périanthe développé (petites fleurs jaunes à pétales libres ou presque), il fleurit tardivement et ne possède des feuilles vertes qu'en août – septembre. La durée de vie de ses graines peut dépasser une centaine d'années. Plante lacustre rare, elle fait partie du cortège des espèces arctico-alpines. C'est une helomorphe\*, une espèce de bas-fond, remplie d'air aux anneaux des racines («...dem Saerstoffmangel im Sumpfbodenentsprechend»

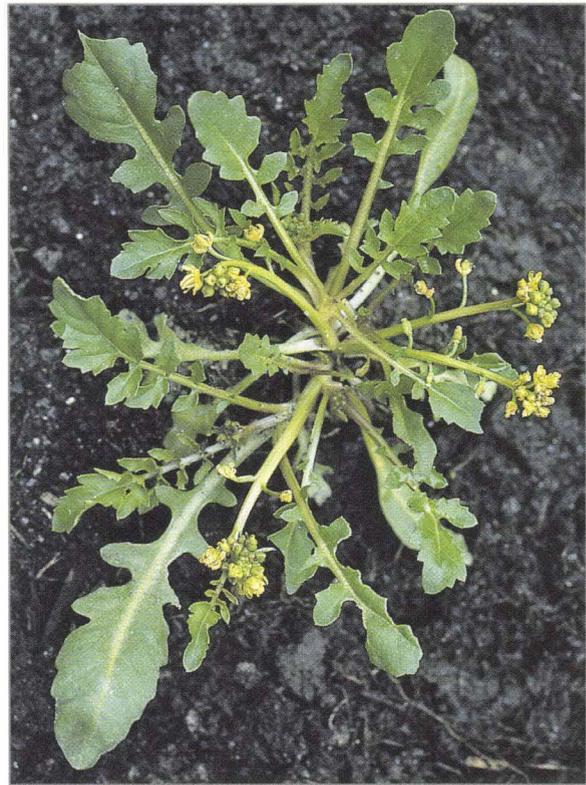


FIGURE 1 – *Rorippa islandica*. Tige couchée, rameuse dès la base. Pétales jaune clair. – PHOTO KONRAD LAUBER



FIGURE 2 – *Veronica tenella*. Tige généralement couchée dans la moitié inférieure. Corolle bleue à veines foncées. – PHOTO KONRAD LAUBER

ELLENBERG 1974). Une telle anatomie lui confère des propriétés aquatiques plus que chionophiles\*. Dans les Alpes, cette brassicacée vivace hiverne en formant des rosettes latérales. Elle se comporte plutôt comme une espèce bisannuelle ou annuelle avec des bourgeons de survie situés à la surface du sol.

## RÉSULTAT ET DISCUSSION

### L'association végétale du cresson d'Islande et de la véronique fluette

*Veronico tenellae-Rorippetum islandicae* ass. nov. Hoc loco (holotypus relevé 15, **tab.1**, **fig. 3** et **4**).

#### Phytosociologie

Dans les Alpes, l'association du cresson d'Islande correspond à une végétation tantôt naturelle (**tab.1**, R 9 et R10) tantôt anthropozoogène (**tab.1**, R 16). Elle se développe sur un site à fortes contraintes écologiques (milieu lacustre de l'étage alpin où la dynamique végétale bloquée par des facteurs écologiques spéciaux ne peut atteindre le climax\* climatique). C'est un groupement pionnier permanent. Dans les conditions de vie les plus difficiles, par exemple à l'endroit le plus longtemps submergé, l'association est monospécifique\* (faciès à *Rorippa islandica*, **tab.1**, R 2, **fig. 5-6**). Mais souvent, cette association spécialisée s'exprime par une combinaison caractéristique de deux espèces, en l'occurrence le cresson d'Islande et la véronique fluette (LAMARCK & POIRET 1783, **fig. 2**). Cette dernière, connue ultérieurement sous les noms vernaculaires de véronique boréale, de véronique délicate, de véronique couchée ou de véronique ascendante, apprécie également ces zones caractérisées par des phases d'émersion et d'immersion. L'adaptabilité de la véronique à un milieu aquatique temporaire est étonnante. On la considère généralement comme une espèce terrestre. Elle a souvent le même aspect que la véronique alpine. Le cresson d'Islande et la véronique fluette sont les deux seules espèces du cortège floristique à posséder la même forme de vie (LF): hémicryptophyte\*-thérophyte (h-t).

Avec une fréquence nettement plus faible, les espèces arctico-alpines du tableau 1: *Veronica alpina*, *Epilobium anagallidifolium*, *Ranunculus glacialis*, *Ranunculus confervoides*, *Saxifraga stellaris*, *Taraxacum ceratophorum?* et *Eriophorum scheuchzeri* sont traitées comme espèces différentielles par rapport à l'*Eleocharition acicularis* ou au *Poion alpinae* qui sont à première vue les deux alliances\* auxquelles pourrait être rattachée l'association du cresson d'Islande.

La renoucle des glaciers, espèce arctico-alpine typique des sols cryoturbés sur silice, forme une variante périglaciaire du *Rorippetum islandicae* (**tab.1**, R 9, **fig. 7** et **8**). Des valeurs bioindicatrices (**tab. 2**) très élevées pour la porosité du sol (D = 5) et la continentalité (K =4) mais relativement faibles pour l'humidité variable (F = 3.5) caractérisent ces conditions de milieux particulières.

Cette porosité extraordinaire (D = 5) due à la sélection et au tri des blocs par le gel (sols polygonaux) permet l'existence de la renoucle à côté du cresson sur le mollisol central (D = 1). «La très faible abondance de la végétation dans les lacs proches de l'oligotrophie s'explique, outre la faible disponibilité en éléments nutritifs, par la situation de ces lacs en haute altitude et la nature-texture de leur fonds, souvent caillouteux et peu propices à l'enracinement des plantes» LACHAVANNE & al. (1988). Les mêmes auteurs constatent aussi que «plus le mode de vie des plantes s'éloigne d'une dépendance stricte du milieu aquatique, moins la qualité de vie de ce dernier a d'influence visible sur elles».

La linaigrette de Scheuchzer (abondance - sociabilité\* exceptionnellement élevées, 4.5) détermine également une variante de l'association (**tab.1**, R 10, **fig. 9-10**). Elle est accompagnée parfois de la laïche brune (*Carex fusca*) et/ou du jonc filiforme (*Juncus filiformis*). Ces géophytes (g) dont les feuilles restent en grande partie vertes durant l'hiver (t) se développent sur des sols humiques (H = 5) à humidité variable (W = 3).

Finalement, le chénopode Bon-Henri constitue une troisième variante nitrophile des stations reposoirs-abreuvoirs pour les animaux (**tab.1**, R 16, **fig. 11-12**). C'est la seule espèce de l'association qui appartienne au groupe écologique des rudérales (EG 7). Toutes les autres espèces se répartissent dans les groupes écologiques de montagne (EG 2) ou de marais (EG 5).

Parmi les espèces compagnes\* et accidentelles\*, *Poa alpina* et *Poa supina* sans être de véritables espèces amphibies à l'image de *Rorippa islandica*, *Ranunculus confervoides* ou *Agrostis stolonifera* n'en sont pas moins des espèces à grande amplitude écologique, capables de vivre aussi bien à l'air que périodiquement dans l'eau. Même rare et à vitalité réduite, la présence de *Ranunculus confervoides* est significative. Cette hydrophyte\* qui hiverne avec ses bourgeons dans l'eau, souligne le caractère aquatique du milieu. Contrairement à *Ranunculus confervoides* (plante à organes submergés et flottants), *Rorippa islandica* ne s'étend pas sur la beïne\* lacustre au-delà de la grève inondée. Dans des stations abyssales, *Rorippa islandica* côtoie *Rorippa palustris*. Ces deux dernières brassicacées ont été trouvées côte à côte sur la plage près du débarcadère du Lac de Chavonne à 1690 m d'altitude. *Rorippa islandica* faiblement représenté y supporte une submersion plus extrême que *Rorippa palustris*.

Dans l'association alpine du cresson d'Islande, on note les valeurs moyennes suivantes: hauteur de la strate herbacée: 1-5-10 cm, degré de recouvrement de la végétation: 1-16-80 %, pente: 0-2-5, altitude: 1997-2440-2700 m, nombre d'espèces par relevé: 1-4-7, une quinzaine de taxons, aucune espèce stockant des réserves nutritives dans ses organes (à l'exception des racines du chénopode), aucune espèce arbustive. La rareté, la faible abondance et/ou la faible fréquence des espèces revêtent en altitude une plus grande importance qu'en plaine.

En conclusion, *Rorippa islandica* est considérée comme espèce caractéristique absolue du *Veronico-*



*Rorippetum* alors que *Veronica tenella* forme avec elle une combinaison caractéristique.

**Géologie:** La végétation des petits lacs alpins temporairement asséchés repose sur un substratum géologique varié. L'association du cresson d'Islande se rencontre de préférence sur granit, gneiss et schistes lustrés mais aussi sur des calcschistes (Lämmerensee R 8 ou Lac Luché/Anzère par exemple). Tout se passe comme si l'altitude et la submersion temporaire diminuaient le nombre d'espèces à l'extrême et inhibaient la ségrégation calcaire/silice.

**Géomorphologie:** Les lacs deviennent moins nombreux, plus petits et plus vite asséchés avec l'altitude. La rareté du cresson d'Islande reflète bien cette situation. Le profil semi-schématique de la **figure 13** précise l'emplacement du *Veronico-Rorippetum* s.l. dans une zone semi-aquatique comprise entre une végétation franchement aquatique (*Ranunculetum confervoidis* par exemple) et une végétation humide environnante (*Nardion*, *Poion alpinae*, *Caricion fuscae*, *Salicion herbaceae*). Les plus belles stations (relevé type de Grimentz, R 15 ou les relevés du Col de La Bonette R 2, fig. 5-6) sont à rechercher au fond ou légèrement au-dessus du point le plus bas des petits lacs asséchés, peu profonds (~1 m) et vite réchauffés en été. Les grands lacs, celui du Daubensee par exemple, n'offrent pas ou peu de rivages idoines pour le développement du cresson d'Islande. Par contre, à côté du Daubensee se trouve un petit lac (sans nom, appelons le Kressensee) qui a permis d'effectuer le relevé 11 du tableau 1.

**Pédologie:** Le pH du sol est proche de la neutralité et la végétation correspondante est oligo\*-mésotrophe\*. Indépendamment des rapports conflictuels entre ce milieu semi-aquatique et les impacts touristiques hivernaux, il existe d'autres activités humaines moins dommageables. La présence du bétail (moutons, génisses, chevaux) qui utilisent ces milieux comme reposoir – abreuvoir provoque un piétinement et un apport de nutriments, d'où l'apparition locale d'espèces plus ou moins nitrophiles (variante à chénopode R 16).

Sur ces bas-fonds\* (fig. 5-6 et 13), plus bas que les pâturages alpins surplombant légèrement le lac, le sol est argileux, lehmieux, caillouteux, à humidité variable. A noter également la présence de fentes de dessiccation (fig. 4 et 6) à l'instar des pseudosols polygonaux\* observés dans l'*Epilobio-Saginetum*.

La présence de facteurs mécaniques de rajeunissement (fortes précipitations, longue durée d'enneigement et longue phase d'immersion, dissolution, force et fréquence du vent, érosion régressive, cryoturbation et gélifraction) est nécessaire au maintien de l'association. Il ne s'agit donc pas d'une association pionnière dans le cadre d'un processus d'atterrissement. L'accumulation des végétaux et des minéraux n'est pas suffisante pour conduire à une rapide exondation. Le flux et le reflux de l'eau, le ruissellement diffus, la percolation responsable des processus d'éluviation - illuviation, l'abrasion éolienne ralentissent fortement le comblement de cet écosystème

	Relevé ( R ) Pente ( ° ) Altitude (m) Exposition générale Recouvrement (%) Surfaces (m <sup>2</sup> ) Nombre d'espèces par relevé
	<b>Espèces caractéristiques d'association</b>
	<i>Rorippa islandica</i> <b>Faci</b>
	<i>Veronica tenella</i>
	<b>Espèces différentielles d'association</b>
	<i>Ranunculus confervoides</i>
	<i>Veronica alpina</i>
	<i>Epilobium anagallidifolium</i>
	<i>Ranunculus glacialis</i>
	<i>Eriophorum scheuchzeri</i>
	<i>Epilobium alsinifolium</i>
	<i>Saxifraga stellaris</i>
	<b>Compagnes et accidentelles</b>
	<i>Poa alpina</i>
	<i>Carex fusca</i>
	<i>Poa supina</i>
	<i>Plantago alpina</i>
	<i>Agrostis stolonifera</i>
	<i>Chenopodium bonus-henricus</i> <b>Varian</b>

TABLEAU 1 – Tableau phytosociologique du *Veronico tenellae-Rorippetum islandicae* ass. nov.

lacustre. Les espèces concurrentes qui tentent de végétaliser ces niches sont quasiment éliminées. Seules les espèces les mieux adaptées aux variations durables des niveaux d'eau peuvent s'y maintenir. A la limite de la vie, peu d'espèces vasculaires sont capables de coloniser ce type de rives. Il n'y a donc pas de dynamique de la végétation telle qu'on peut l'observer après le retrait d'un glacier ou avec les processus d'atterrissement des lacs de plaine. Tout se passe comme si la transformation des lacs alpins se faisait plus lentement.

**Hydrologie:** Le *Rorippetum islandicae* se situe entre la ligne des plus hautes eaux et l'étiage. On y observe un véritable «massage aquatique» exercé par les vagues dont la force et la fréquence activent l'érosion régressive. Dans cette association, l'eau n'est pas toujours stagnante comme dans une zone marécageuse. Le site est plus lacustre que palustre avec des phases d'émersion et d'immersion. Après d'importantes précipitations et/ou à la fonte des neiges, les petits lacs submergent régulièrement leurs rives. Si le lit du lac n'est pas suffisamment creusé, si le régime hydrique n'est pas assez marqué pour que l'eau y persiste longtemps, *Rorippa islandica* et son cortège d'espèces arctico - alpines souffrent de la concurrence. Ce sont alors les espèces du *Poion alpinae* (*Poa alpina*, *Poa supina* et *Sagina glabra*) qui dominent. Ces mêmes espèces se retrouvent également en plus grande abondance lorsque, par soutirage, les fronts abrupts des bords du lac s'effondrent par pans successifs (fig. 13). Il se forme ainsi ponctuellement et passagèrement des ponts de pénétration dans ces plages temporairement inondées. Inadaptées aux milieux semi-aquatiques, les



																	Éléments phyto-géo- graphiques	Phytosociologie
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
-	-	-	2	2	2	-	-	1	3	3	-	2	1	-	1	2		
2618	2370	2400	1997	2384	2558	2665	2296	2700	2558	2210	2335	2665	2353	2618	2670	2350		
-	-	-	N	-	-	-	-	-	N-O	O	-	-	-	-	-	-		
5	15	5	10	15	15	5	20	5	80	5	20	10	30	5	10	10		
50	15	10	60	20	5	100	100	10	15	20	100	20	50	100	10	20		
1	1	2	3	4	5	4	7	4	5	5	4	5	6	6	6	6		
<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	1.1	2.1	2.1	2.1	1.1	3.2	1.1	2.1	2.1	3.1	2.1	+2	2.1	Arct., Alp.	<i>Eleochariton acicularis</i>
		+2	r°	+2	2.2	r	+2		+2	1.2	(r)	r	+2	1.2	2.2	+2	Arct., Alp.	<i>Poion alpinae</i>
				1.3°	+				+				(+)			+2°	Arct., Alp.	<i>Littorelletea uniflorae</i>
							r			r				+		r	Arct., Alp.	<i>Androsacetalia alpinae</i>
							(r)							+2			Arct., Alp.	<i>Androsacion alpinae</i>
																(+)	Arct., Alp.	<i>Androsacion alpinae</i>
																	Arct., Alp.	<i>Caricetalia fuscae</i>
																	Arct., Alp.	<i>Montio-Cardaminetea</i>
																	Arct., Alp.	<i>Cardamino-Montion</i>
																	Eurosib. n-a.	<i>Poion alpinae</i>
					+2	r	r	+	r°	+2		r	+2	+2°	1.2	+2	Eurasiat. am.	<i>Scheuchzeria-Car. fusc.</i>
					+	+			r							+2	Eurasiat.	<i>Poion alpinae</i>
										+2	+		+2				Eur. centr.	<i>Nardion strictae</i>
																	Eurasiat. n-a.	<i>Potentillo-Polygonetalia</i>
					r°		r°										Eur.	<i>Arction lappae</i>
											(r)							



**Annexe du tableau 1: localisations et dates des relevés**

- R 1 GRIMENTZ, alpage de Tsarva (607.000/114.570), le 12 09 2010
- R 2 COL DE LA BONETTE, Lac des Essaupres (333.075/492.000), le 06 09 2009
- R 3 COL DE LA BONETTE, Lac Verdet (333.025/4911.450), le 06 09 2009
- R 4 COL DES MOSSES, Lac Le Gour (579.925/136.925), le 19 07 2010
- R 5 TIGNE, Lac du Chardonnet (955.750/2064.000), le 28 08 2005
- R 6 MALJASSET, Lac Le Roure (332.125/4936.550), le 27 08 2010
- R 7 MALJASSET, Lac Le Roure intermédiaire (332.100/4936.950), le 27 08 2010
- R 8 GEMMI, Lämmerensee (611.250/138.975), le 15 09 2010
- R 9 MALJASSET, Lac supérieur du Roure (333.125/4936.300), le 27 08 2010
- R 10 MALJASSET, Lac inférieur du Roure (332.100/4936.750), le 27 08 2010
- R 11 GEMMI, Daubensee, Kressensee (614.250/140.875), le 15 09 2010
- R 12 GOTHARD, Laghetto di Loretta (Laghi Scuri inf.) (685.625/154.525), le 27 09 2006
- R 13 MALJASSET, Lac du Roure (332.150/4936.975), le 27 08 2010
- R 14 COL DE LARCHE, Orrenaye (333.925/4922.575), le 07 09 2008
- R 15 GRIMENTZ, alpage de Tsarva (607.000/114.570), le 12 09 2010
- R 16 MALJASSET, Lac du Roure (332.900/4936.125), le 27 08 2010
- R 17 BIVIO, Lacs Crap da Radons (768.250/148.550), le 30 07 2010

graines du *Nardion* (*Nardus stricta*, *Taraxacum alpinum*, *Alchemilla coriacea*) ou du *Salicion herbaceae* (*Salix herbacea*, *Carex foetida*, *Gnaphalium supinum*) voient leur développement et leur survie interrompus. Ces zones hétérogènes ont été évitées lors de la délimitation des relevés.

L'association du cresson d'Islande comporte une série d'espèces portant des noms suggestifs et traduisant les conditions de vie du milieu : naines, délicates, fluettes, laineuses, couchées, stolonifères, éradiquées. Tout se passe comme si l'eau et le froid étaient le moteur du nanisme et du polymorphisme.

**Altitude :** L'association du cresson d'Islande se développe de façon optimale juste au-dessus de l'écocline subalpin – alpin. Il existe des stations abyssales du *Veronico-Rorippetum* qui offrent des conditions écologiques localement favorables (exemple du lac Le Gour à

1997 m (R 4, **tab.1**) dans un cirque glaciaire des Préalpes vaudoise au pied d'un glacier rocheux actif). A plus basse altitude, au Lac d'Oeschinen (1578 m) par exemple, *Ranunculus serpens* (à tendance amphiphytaires) remplace *Rorippa islandica* et ses compagnes arctico-alpines dans les fentes de dessiccation. La ressemblance des deux stations est étonnante. Inversement, l'association atteint un record d'altitude en Suisse à 2618 m. L'endroit est particulièrement intéressant. Il s'inscrit le long d'une série de petits lacs alpins plus ou moins asséchés (certains ne figurant pas comme tels sur la carte au 1:25000) dans une longue combe latérale au pied de l'arête qui s'étire du Roc de la Tsa aux Becs de Bosson (**fig. 3**). L'observation montre que le *Veronico-Rorippetum* localisé à l'alpage de La Tsarva (2585 et 2618 m, voire 2635 m) ne progresse plus en altitude dans des complexes édaphiques\* semblables. Tout se passe comme s'il existait le long de ce



FIGURES 3 et 4 - Relevé type (R 15, tab. 1), Grimentz (2618 m), à l'arrière plan les Becs de Bosson (3149 m).  
PHOTOS CLAUDE BÉGUIN



FIGURES 5 et 6 - Faciès à cresson d'Islande (R 2, tab. 1). Col de la Bonette (2370 m). – PHOTOS CLAUDE BÉGUIN

transect un gradient altitudinal (un seuil plus frais) que ne peut pas franchir l'association du cresson d'Islande. C'est ainsi qu'en s'élevant progressivement en direction des Becs de Bosson, nous avons rencontré: le *Ranunculetum confervoidis* avec sa sous-association *eriophoretosum scheuchzeri* (2618 m), l'*Eriophoretum scheuchzeri* avec *Gentiana nivalis* (2680 m), l'*Epilobio-Saginetum* avec *Sagina saginoides*, *Cerastium cerastoides*, *Gnaphalium supinum* et *Cardamine alpina* (2700 m) et finalement le *Saxifrago-Poetum* sur sols polygonaux structurés au pied d'un glacier rocheux avec *Saxifraga oppositifolia* subsp. *oppositifolia*, *Pritzelago alpina* subsp. *alpina*, *Pritzelago alpina* subsp. *brevicaulis*, *Cerastium latifolium* (2760 m).

Jusqu'à plus ample information, le record altitudinal du *Veronico-Rorippetum* en Europe se situe en Haute-Ubaye (F) au bord du lac supérieur du Roure à 2700 m d'altitude (R 9, fig. 7-8, tab.1).

**Climat:** Il est de type sub-océanique à sub-conti-nental d'altitude. Les écarts de température sont plus ou moins tamponnés par la submersion de l'eau qui limite l'effet des gels tardifs et les grands écarts de température rencontrés juste au-dessus de la limite de l'arbre (arolle-mélèze). Le *Veronico-Rorippetum* est une association de pleine lumière supportant l'ombre portée par les crêtes environnantes.

**Tableau synécologique** selon les valeurs bioindica-trices de LANDOLT & al. (2010). Le **tableau 2** montre les

TABLEAU 2 – Tableau synécologique du *Veronico-Rorippetum*

Valeurs bioindicatrices du <i>Veronico tenellae-Rorippetum islandicae</i> selon LANDOLT et al. 2010						
<b>Rorippetum Islandicae</b>		N°	CLIMAT			
Espèces caractéristiques			T	v	K	v
<i>Rorippa islandica</i>	Faciès	4966	1.5	I	2	I
<i>Veronica tenella</i>		6308	1.5	I	2	I
<b>Moyenne</b>			<b>1.5</b>		<b>2</b>	
Espèces différentielles d'association						
<i>Ranunculus confervoides</i>	Variante	4779	1.5	I	2	I
<i>Veronica alpina</i>		6273	1.5	I	2	I
<i>Epilobium anagallidifolium</i>		2100	1.5	I	2	I
<i>Ranunculus glacialis</i>		4861	1	I	4	I
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>		2205	1.5	I	3	I
<i>Epilobium alsinifolium</i>	Variante	2099	2	I	2	I
<i>Saxifraga stellaris</i>		5350	2	I	2	I
<b>Moyenne</b>			<b>1.58</b>		<b>2.50</b>	
Compagnes et accidentelles						
<i>Poa alpina</i>	Variante	4394	1.5	II	3	I
<i>Carex fusca</i>		1304	2.5	II	3	I
<i>Poa supina</i>		4398	2.5	II	2	II
<i>Plantago alpina</i>		4369	1.5	II	3	I
<i>Agrostis stolonifera</i>		130	3	II	3	I
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>		1529	2.5	II	3	I
<b>Moyenne</b>			<b>2.25</b>		<b>2.83</b>	
<b>MOYENNE GENERALE</b>			<b>1.83</b>		<b>2.53</b>	

Tableau II - Tableau synécologique



valeurs synécologiques moyennes des différents groupes du *Veronico-Rorippetum*:

*les espèces caractéristiques.* Le faciès à *Rorippa islandica* du *Veronico-Rorippetum* représentant une association quasi monoassociative, ce sont les valeurs bioindicatrices du cresson d'Islande qui prédominent et servent de référence. La moyennes de la combinaison des deux espèces caractéristiques (*Rorippa islandica* et *Veronica tenella*) présente une tendance moins amphiphytaire et moins alpine.

*les espèces différentielles.* La présence même des sept espèces arctico-alpines (D6, B5) complémentaires aux espèces caractéristiques exprime bien les conditions de milieu particulières dans lesquelles vivent ou survivent ces espèces délicates ne supportant pas la compétition d'autres organismes. Toutes ces espèces à faible amplitude écologique (v = I) croissent avec un très faible degré de recouvrement total.

*les espèces compagnes et accidentelles.* Ces espèces offrent de grandes variations (v = II) concernant leurs valeurs écologiques (aussi bien pour le climat que pour le sol). On compte plus précisément 24 fois un accompagnement v = II pour les 6 espèces compagnes et accidentelles alors que l'on n'en compte que 2 pour les 9 espèces arctico-alpines caractéristiques et différentielles.

Les espèces compagnes et accidentelles dominent en plus grands groupes et présentent un certain intérêt agronomique (moyenne MV = 3,4), tandis que les espèces caractéristiques et différentielles n'en offrent pratiquement aucun (MV = 0,5).

*toutes les espèces.* Toutes les espèces du *Veronico-Rorippetum* sont hermaphrodites (zw) et se reproduisent par autogamie (au). L'autogamie est le mode de reproduction où la fécondation se réalise entre fleurs d'un même individu. Quant à la dissémination des graines, elle se fait par l'eau en ce qui concerne l'espèce caractéristique *Rorippa islandica* et les trois espèces différentielles: *Ranunculus confervoides*, *Epilobium anagallidifolium* et *Saxifraga stellaris*. Pour les autres espèces, la dissémination se fait par les animaux (voies interne et externe) ainsi que par le vent. Finalement, l'extension de l'association du cresson d'Islande peut aussi avoir lieu par différentes reproductions végétatives (rejets, stolons, rosettes, rhizomes).

**Remarques**

Dans certaines stations, le *Veronico-Rorippetum islandicae* est recouvert d'algues rouges (*Clamydomonas nivalis?*, non déterminé).

Si le lit du lac est complètement asséché, on observe à l'étiage une forte concentration de phryganes\* qui viennent se réfugier avec le cresson entre la blocaille humide des points les plus bas.

Les interrelations entre une plante aquatique et les divers facteurs de son environnement ont été particulièrement bien étudiées par BILLINGS (1974). Pour l'autécologie\* des espèces citées, on peut consulter l'excellent ouvrage de KÖRNER (2003).

v	SOL												LF
	F	v	W	R	v	N	v	H	v	D	v		
I	4.5	I	3	3	I	3	I	3	I	1	I		h-t
I	3.5	I	2	3	I	4	I	3	I	1	I		h-t
	<b>4</b>		<b>2.5</b>	<b>3</b>		<b>3.5</b>		<b>3</b>		<b>1</b>			
I	5u	I	3	3	I	3	I	3	I	1	I		a,k
I	4	I	1	2	I	2	I	5	II	3	I		h
I	4.5	I	2	3	I	2	I	3	I	3	I		h
I	3.5	I	2	2	I	2	I	3	II	5	I		h
I	5	I	3	2	I	2	I	5	I	1	I		g
I	4.5	I	2	3	I	3	I	5	I	1	I		h
I	4	I	3	3	I	2	I	3	I	1	I		c
	<b>4.36</b>		<b>2.17</b>	<b>2.50</b>		<b>2.17</b>		<b>4.00</b>		<b>2.13</b>			
I	3.5	II	1	3	II	4	II	3	I	3	I		h
I	4.5	I	3	2	II	2	II	5	I	1	I		g
I	3.5	I	2	3	I	4	II	3	I	1	I		h
I	3	I	1	2	I	2	II	3	I	3	I		h
I	4	II	3	4	II	4	II	3	II	1	II		h
I	2	I	1	3	II	5	I	3	I	3	I		h
	<b>3.42</b>		<b>1.83</b>	<b>2.83</b>		<b>3.5</b>		<b>3.33</b>		<b>2.00</b>			
<b>20</b>	<b>3.93</b>		<b>2.13</b>	<b>2.73</b>		<b>2.93</b>		<b>3.53</b>		<b>1.93</b>			

## Essai de classification du *Veronico-Rorippetum islandicae*

La classification phytosociologique telle que nous la connaissons actuellement offre difficilement la possibilité de classer le *Veronico-Rorippetum* dans des unités hiérarchiques supérieures. Pour OBERDORFER (1979, p. 457) par exemple, aucune indication phytosociologique n'est donnée concernant *Rorippa islandica*.

**Le rattachement à l'*Eleocharition acicularis*:** Apparemment, l'association appartient à la classe *Littorelletalia* des végétations amphibies pionnières des bordures de plans d'eau mésotrophes (fig. 3-11, voir p. 56 et 63). Le *Rorippetum islandicae* offre des similitudes écologique et physiologique proches de celles du *Littorellion* Koch 1928 et de l'*Eleocharition acicularis* Pietsch 1967, bien qu'il ne s'agisse pas de «communautés vivaces de fins gazons ras». Dans Flora Helvetica, dans Flora Alpina et dans Flora Indicativa, *Rorippa islandica* est globalement rattaché à l'*Eleocharition acicularis* Pietsch 1967. Or, dans le tableau de végétation du *Veronico-Rorippetum* (17 relevés), aucune espèce des alliances de ces deux auteurs n'y figure. Manquent en particulier *Eleocharis acicularis* et *Marsilea quadrifolia*. Sur le tableau 1, cette disparité est soulignée par la mise en évidence de 7 espèces différentielles arctico-alpines. Tout se passe comme si le *Veronico-Rorippetum* faisait partie d'une sous-alliance vicariante\* altitudinale.

**Le rattachement au *Poion alpinae*:** Par ailleurs, la composition floristique du tableau 1 notamment les «fréquences» élevées de la véronique fluette et du pâturin des Alpes fait immédiatement penser au *Poion alpinae* de Gams ex Oberdorfer 1950 (Syn.: *Alchemillo-Poion supinae* Ellmauer et Mucina 1993) selon AESCHIMANN & al. 2004. L'association du cresson d'Islande présente également des degrés de parenté avec le *Poo-Cerastietum* Sörinki ex Oberdorfer 1962 (synonyme: *Poetum alpinae*

Braun 1913 non Rübel; GRABHERR & MUCINA 1993), groupement nitrophile des étages subalpin supérieur et alpin inférieur, mais habituellement rangé dans le *Salicion herbaceae*. De ce fait, n'est-il pas aussi préférable de considérer le *Rorippetum islandicae* comme un groupement permanent initial du *Salicion herbaceae*? Cependant, l'observation sur le terrain montre que :

les espèces du *Poion* sont relativement peu abondantes et parfois à vitalité réduite par rapport au cresson d'Islande qui atteint là son optimum de développement. le *Poion alpinae* (Milchkrautweide) n'est pas une alliance lacustre minérale à faible degré de recouvrement. Il correspond le plus souvent à une zone légèrement concave, à une dépression humique densément végétalisée. Lorsque les petits lacs alpins sont trop peu profonds et vite asséchés, lorsque le dispositif géomorphologique lacustre typique s'estompe, les espèces les plus invasives du *Poion* humide tentent de s'établir tant bien que mal dans ce milieu aquatique inachevé.

Si l'aire minimale nécessaire à la présence d'une flore lacustre spécifique peu concurrentielle n'est pas atteinte, des espèces telles que *Poa alpina*, *Poa supina*, *Leontodon helveticus* et *Plantago alpina* ou *Taraxacum alpinum* prennent vite le dessus aux dépens de *Rorippa islandica*. Dès que l'on s'écarte de l'optimum écologique du cresson d'Islande, la compétition interspécifique s'accroît. D'autres espèces de milieux humides subalpins (*Cirsium spinosissimum* semis, *Nardus stricta* vitalité réduite, *Deschampsia caespitosa*, *Juncus filiformis*, *Juncus alpin-articulatus* ou encore *Alchemilla coriacea* et *Trifolium thalii*) peuvent s'y installer.

### Autres tendances :

**Nardion.** Les stations les plus basses du *Veronico-Rorippetum* font en quelque sorte la liaison avec la sous-association *rorippetosum* de l'association *Veronico scutellatae-Alopecuretum aequalis* placée initialement dans le *Nardion* de l'étage subalpin.

**Salicion herbaceae.** Le *Veronico-Rorippetum* se situe dans un contexte de petits lacs et non dans celui d'une combe à neige. Il ne possède pas de strate arbustive et pour ainsi dire pas de strate muscinale. Les végétaux n'adoptent pas les mêmes systèmes de survie lorsqu'ils restent de longs mois sous l'eau ou sous la neige. Les processus d'altération dans le *Rorippetum* agissent par érosion régressive et abrasion (fig. 13) plutôt que par dissolution et accumulation dans les combes à neige.

Des conditions de vie moins extrêmes permettent à quelques plantes (habituellement rattachées aux combes à neige) de prendre pied dans les lacs asséchés plus ou moins rocailleux (*Veronica alpina*, *Epilobium anagallidifolium*, *Gnaphalium supinum*, *Arenaria biflora*) mais les principales espèces caractéristiques et dominantes du *Salicion herbaceae* Br.-Bl. manquent: *Salix herbacea*, *Alchemilla pentaphylla*, *Carex foetida*, *Sibbaldia procumbens* (GRABHERR & MUCINA 1993; THEURILLAT & al. 1995). A ce propos, *Veronica alpina*, géophyte\* des sols mouillés, mérite une mention spéciale. C'est une ubiquiste qui se rencontre aussi bien dans les combes à neige, les

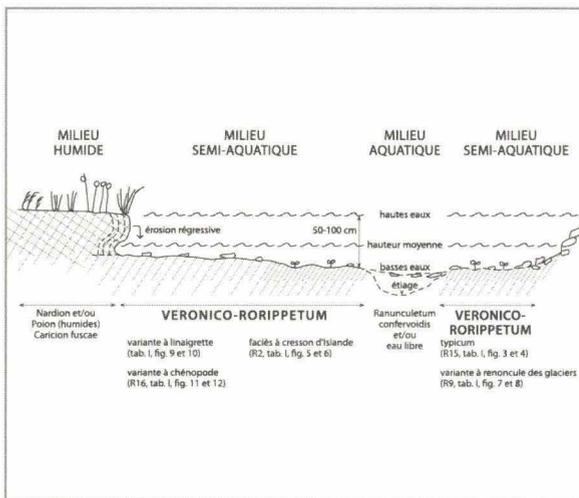


FIGURE 13 – Zonation semi-schématique de l'association du cresson d'Islande s.l.

moraines, les éboulis et les dépôts des étages subalpin supérieur et alpin. OBERDORFER (1979) la rattache à la classe *Salicetea* mais aussi au *Poion alpinae* ou aux nardaies humides (*Nardion*). Dans *Flora alpina* (ed. 2004), elle est plutôt rattachée à l'*Androsacetalia alpinae*.

Il est vrai aussi que le *Veronico-Rorippetum* est proche de l'*Epilobio anagallidifolii-Saginetum saginoidis* avec lequel il peut former un mélange de végétation. Faute de mieux, cette dernière association avait été difficilement rattachée au *Salicion herbaceae*.

*Caricion fuscae*. A l'exception de *Carex fusca*, aucune espèce vasculaire du *Caricetum fuscae* selon tableau I, p.139 de KOCH (1928) ne figure sur le tableau 1 du *Veronico-Rorippetum* ci-joint. Concernant l'alliance du *Caricion fuscae*, l'auteur y place également l'*Eriophoretum scheuchzeri* (p.144): «Wie bereits erwähnt, ersetzt das *Eriophoretum scheuchzeri* in der alpinen Stufe der Zentralalpen das subalpine *Caricetum fuscae*. Indessen scheint die Assoziation nur selten in gut entwickelten, grösseren Siedlungen vorzukommen, während Assoziationsfragmente, besonders als Verlander kleiner Tümpel, viel häufiger sind.» Et, finalement, (p. 172): «an den noch höher gelegenen Lokalitäten, wie Passo dell' Uomo (2223 m) Lago Taneda (2308 m) oder gar Lago Scuro (2413 m), treten *Eriophoretum scheuchzeri* oder zumeist die alpinen *Schneeboden-Assoziationen an Stelle der subalpinen Flachmoor-Gesellschaften*». En conclusion, la variante à linaigrette de Scheuchzer du *Rorippetum islandicae* semble n'offrir qu'une tendance vers l'ordre des *Caricetalia fuscae*.

*Potamion pectinati*. *Potamogeton filiformis* et *P. gramineus* (lac du Roure, 2558 m) peuvent entrer en contact avec le *Rorippetum islandicae*.

Quoiqu'il en soit, les «bonnes» espèces caractéristiques et différentielles des unités mentionnées ci-dessus (*Eleocharition*, *Poion*, *Nardion*, *Salicion herbaceae*, *Caricion fuscae* et *Potamion pectinati*) manquent au tableau 1 du *Veronico-Rorippetum*. Seules les espèces ubiquistes qui s'adaptent le mieux aux conditions d'existence spéciales de ce milieu semi-aquatique peuvent y subsister.

En conclusion, le rattachement du *Rorippetum islandicae* à une alliance connue reste problématique. Les études sur le terrain se poursuivent.

## Le paysage végétal des milieux aquatiques alpins temporairement asséchés

Dans son étude sur les paysages de la région d'Aletsch, THEURILLAT (1992, p. 330, figure 56) signale une unité paysagère (hypogéosigmatassiation\*) des milieux aquatiques subalpins supérieurs: «Cette hypogéosigmatassiation est caractérisée par le *Veronico-Alopecuretum aequalis*, accompagné du *Callitricho-Sparganietum*. Elle pourrait s'appeler *Callitricho-Sparganieto-Veronico-Alopecureto-hypogeosigmatum\**». Dans notre étude, le

*Veronico-Rorippetum* s.l. se rencontre souvent en contact avec 1) l'eau libre (avec ou sans potamots), 2) le *Ranunculetum confervoidis* et 3) l'*Epilobio-Saginetum*. Cet ensemble caractéristique et répétitif pourrait s'appeler *Epilobio-Sagineto-Veronico-Rorippeto-hypogeosigmatum*. Il s'agirait là d'un paysage spécialisé des milieux semi-aquatiques alpins temporairement asséchés.

## Haute valeur de protection

Les associations en contact avec le *Rorippetum* sur les rives des lacs, y compris les berges et les petits deltas des ruisselets qui y parviennent, sont également rares et riches en espèces arctico-alpines (*Sagina saginoides*, *Carex bicolor*, *Minuartia biflora*, *Gnaphalium supinum*, *Juncus triglumis*). Les groupements du cresson d'Islande font donc partie d'un ensemble d'associations qui globalement, à trois niveaux d'intégration, ont une valeur de protection cumulée: augmentation de la biodiversité au niveau de la flore, de la végétation et des paysages végétaux.

Il en va de même de la haute valeur de protection concernant le monde animal. «Les plans d'eau temporaires sont idéaux pour les batraciens. Ils manquent dans nos paysages. Les travaux de terrain pour l'actualisation de la Liste rouge des Amphibiens ont démontré que les espèces d'amphibiens liés aux plans d'eau temporaires (triton alpestre, grenouille rousse, etc.) ont subi les régressions les plus fortes» (KARCH 2010).

Rappelons aussi que l'association du cresson d'Islande avec ses deux variantes naturelles d'altitude (renoncule des glaciers et linaigrette de Scheuchzer) fait partie de l'habitat du lagopède alpin. Or, selon les informations fournies par [www.vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch), cet oiseau a subi un recul de plus de 30 % à l'échelle de la Suisse au cours des vingt dernières années. Tout doit être mis en œuvre pour maintenir son aire de répartition.

Souvent d'une beauté extraordinaire, les petits lacs alpins sont menacés à court terme par le tourisme estival et par les complexes sportifs de ski (alimentation et prise d'eau pour les canons à neige); à moyen terme par des changements climatiques. Ces écosystèmes, dignes de protection méritent une attention particulière lors d'aménagements (Grimentz, Les Collons, Anzère par exemple). «Promoting awareness, understanding and conservation of ponds in a changing european landscape.» EPCN (European Pond Conservation Network). [www.european-ponds.org](http://www.european-ponds.org).

## Dynamique de l'association du cresson d'Islande

Si l'on admet un prochain réchauffement climatique d'environ 3,3 °C à moyen terme (HÄBERLI & BENISTON 1998) avec des précipitations pluvieuses et neigeuses plus ou moins stables aux étages supra - subalpin et alpin, les petits lacs pourraient se maintenir. Par contre, leur végétation pourrait changer. Dans un premier temps, elle



pourrait se rapprocher de la sous-association à *Rorippa islandica* de l'association du vulpin fauve et de la véronique à écussons (*Veronico scutellatae-Alopecuretum aequalis rorippetosum islandicae*). Dans un stade de réchauffement un peu plus avancé, le *Veronico-Rorippetum* céderait sa place à un groupement de l'*Eleocharition acicularis*. C'est ainsi qu'à *Rorippa islandica* succèderaient des espèces des étages montagnard et subalpin inférieure telles que *Rorippa palustris*, *Ranunculus serpens*, *Agrostis stolonifera*, *Eleocharis acicularis*, *Marsilea quadrifolia*, etc. Si les lacs devaient s'assécher et se combler, les groupements humides du *Poion alpinae* et du *Nardion* devraient rapidement coloniser ces nouveaux milieux. A contrario, si l'on admet un refroidissement climatique, la végétation pourrait tendre vers les *Salicetalia herbaceae*.

Finalement, l'association arctico-alpine du cresson d'Islande pourrait se raréfier considérablement dans les Alpes ces prochaines décennies. En effet, d'une part la superficie potentiellement disponible pour l'étage alpin sera réduite de 66 % (THEURILLAT & GUISSAN 2001), d'autre part, la proportion des fortes pentes, impropres à la formation de petits lacs peu profonds avec une importante fraction minérale fine augmentera fortement aux étages nouvellement disponibles.

## CONCLUSION

Au 20<sup>e</sup> siècle, sous la conduite de Josias Braun-Blanquet et Reinhold Tüxen notamment, la phytosociologie a connu un essor remarquable dans le monde entier. Malgré un fléchissement actuel, l'analyse de la végétation n'est pas terminée, même dans les régions les mieux étudiées d'Europe. Si l'utilité de la phytosociologie n'est plus à démontrer - agriculture, foresterie, didactique, tourisme, estimation de la valeur des parcelles, protection de la biodiversité, délimitation des AOC (vins, huiles, etc.) - une analyse plus exhaustive des associations végétales rendra plus rationnelle la gestion du territoire (WILLMANN & TÜXEN 1978).

Par ailleurs, une approche phytosociologique approfondie créera une base de données végétales plus complète et plus performante pour l'analyse future des paysages végétaux (complexes de végétation à un niveau d'intégration supérieur). La géosymphytosociologie\* (GEHU 1991) est une discipline qui convient particulièrement bien pour mieux comprendre les relations entre les populations animales et leurs habitats (BÉGUIN & al. 1977, RENEVEZ 1984, SEITZ 1989, BÉGUIN & PERRUCHOU 2010).

La poursuite des travaux phytosociologiques permettra d'affiner la séparation des unités végétales et des biocénoses en résolvant toujours mieux le délicat problème des limites. On facilitera ainsi la cartographie de la végétation et des paysages végétaux à des échelles plus grande et plus petite. On placera des carrés permanents et on prélèvera des échantillons dans des endroits plus homogènes et mieux connus. Ce faisant, on disposera d'un support précis pour étudier le potentiel et les limites des

réponses adaptatives des plantes aux changements climatiques (FOURNIER & al. 2010).

Il est donc fonctionnel de connaître le monde végétal aux trois niveaux d'intégration (flore, végétation et paysages végétaux). Mais il est souhaitable aussi que se poursuivent des études synthétiques simplifiées mettant en évidence les principales unités végétales s.l. Une bonne vulgarisation est très utile d'un point de vue pédagogique.

La rareté de l'association du cresson d'Islande et sa forte concentration en espèces arctico-alpines dont certaines sont en voie d'extinction lui confèrent une haute valeur de protection. Ces précieuses spécificités se rencontrent chez d'autres associations souvent adjacentes ce qui augmente plus globalement la valeur patrimoniale des rives de tous les petits lacs temporairement asséchés de l'étage alpin. Ils doivent être mis aux soins intensifs. Qui plus est, dans un proche avenir, il conviendrait de prévoir des statuts de protection pour les «terres nouvelles» et en particulier pour les lacs qui vont apparaître à la suite de la fonte des glaciers.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont accompagné sur le terrain ou qui, d'une façon ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce travail: Robert et Roberta Bagshaw, Françoise et Annick Béguin, Jean-Eric Berthouse, Giorgio Buffa, Michèle Evin, Laurence Foucaut, Ernest Gfeller, Marie-Christine Haller, Elise Lauber, Enrico Rivella, Jean-Pierre Schneider et Gerhart Wagner. Je remercie en particulier Jacqueline Détraz-Méroz et Jean-Paul Theurillat pour leur lecture critique du manuscrit.



## LEXIQUE

**Accidentelle:** espèce compagne à taux de présence inférieur à 10 %

**Alliance:** terme qui, en phytosociologie, désigne l'unité supérieure à l'association

**Amphiphyte:** espèce végétale amphibie

**Autécologie:** comportement d'une espèce isolée par rapport aux facteurs du milieu

**Bas-fond:** terrain plus bas que ceux qui l'entourent; endroit peu profond dans un lac

**Beine:** terrasse qui s'étend au-delà de la grève inondée

**Chionophile:** qui aime la neige

**Climax:** groupement végétal en équilibre avec les conditions édaphiques et climatiques moyennes d'une région

**Compagne:** espèce participant à un groupement sans y avoir de valeur systématique pour sa classification

**Edaphique:** qui concerne les relations entre les êtres vivants et le sol

**Helomorpe ou helophyte:** plante des biotopes marécageux et des bords des eaux dont les organes de survie subsistent l'hiver dans la vase, sous le niveau de l'eau

**Hémicryptophyte:** dans les systèmes des formes biologiques, plante herbacée vivace dont les bourgeons et organes de survie d'hiver sont placés à la surface du sol

**Hygrophile:** plante préférant les lieux humides

**Hydrophyte:** plante dont les bourgeons se développent dans l'eau

**Hypogeosigmassociation:** elle correspond selon THEURILLAT (1992), en symphytosociologie paysagère, à un ensemble répétitif de groupements végétaux dans des catenas spécialement réduites

**Hypogeosigmatum:** *suff.* de désignation nomenclaturale de l'hypogeosigmassociation

**Mésotrophe:** qualifie un milieu, aquatique ou terrestre, dont la teneur en éléments minéraux nutritifs est moyenne du type intermédiaire entre oligotrophe et eutrophe

**Monospécifique:** se dit d'une association ne comportant qu'une seule espèce. Ce cas, en apparence contradiction avec le fait associatif de la phytosociologie, ne se rencontre qu'aux frontières extrêmes de la vie végétale, sous des conditions écologiques particulièrement contraignantes, notamment en zone littorale ou sous climat de type arctique (GEHU 2006).

**Oligotrophe:** supportant des milieux pauvres en éléments nutritifs

**Phrygane:** insecte dont les larves aquatiques se protègent en construisant un fourreau à l'aide de grains de sable

**Relevé:** inventaire floristique complet d'un peuplement homogène accompagné de caractères analytiques chiffrés (abondance-dominance et sociabilité)

**Sol polygonal** (sol structuré): sol brut non évolué des régions arctiques ou haut-alpines, montrant un assemblage géométrique des pierres sous l'effet des alternances de gel et dégel en surface

**Synécologie:** comportement d'un groupement végétal par rapport aux facteurs écologiques

**Vicariant:** remplaçant. On parle d'associations vicariantes pour des couples d'associations voisines dont l'une remplace l'autre dans une partie d'un territoire (vicariant altitudinal).

## BIBLIOGRAPHIE

- AESCHIMANN, D., LAUBER, K., MOSER D.M. & J.-P. THEURILLAT 2004. *Flora alpina*. Haupt, Bern/Stuttgart/Wien.
- BÉGUIN, Cl. 2009. Carte des paysages végétaux de la région Lona - Sassenre (Valais). *Bull. Murithienne* 126/2008: 53-62.
- BÉGUIN, Cl. & V. PERRUCHOU 2010. Marmottes et paysages végétaux. *Bull. Murithienne* 127/2009: 53-64.
- BÉGUIN, Cl., W. MATTHEY & Cl. VAUCHER 1977. Faune et sigmassociation. *Ber. Int. Vereinigung Vegetationsk.* 1976: 9-23.
- BÉGUIN, Cl., M. PROGIN & M. VONLANTHEN 2006. La végétation des sols polygonaux aux étages alpin supérieur et subnival en Valais (Alpes centro - occidentales, Suisse). *Bot. Helv.* 116: 41-54.
- BÉGUIN, Cl., M. PROGIN & M. VONLANTHEN 2009. Le cortège floristique des sols polygonaux dans les Alpes valaisannes. *Bull. Murithienne* 126/2008: 47-51.
- BÉGUIN, Cl. & J.-P. THEURILLAT 1981. Notes floristiques et phytosociologiques sur la région d'Aletsch. *Bull. Murithienne* 97/1980: 43-70.
- BÉGUIN, Cl. & J.-P. THEURILLAT 1981a. Impact des pistes de ski sur les lacs alpins. Un exemple de la région d'Aletsch (VS). *Les Alpes, CAS* 4: 2-8.
- BÉGUIN, Cl. & J.-P. THEURILLAT 1984. Une association végétale des zones humides périglaciaires de l'étage alpin sur silice: le *Salici herbaceae-Caricetum lachenalii*. *Bull. Murithienne* 99/1983: 33-60.
- BILLINGS, W. 1974. Adaptations and origins of alpine plants. *Arctic and Alpine Research* 6: 129-142.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, Wien.
- DELARZE, R & Y. GONSETH 2008. *Guide des milieux naturels de Suisse*. Rossolis, Bussigny.
- DÉTRAZ-MÉROZ, J. 2000. *Bot. Helv.* 110 (1): 85.
- ELLENBERG, H. 1974. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* IX:1-97.
- FOURNIER, B., L. PELLISSIER, A. GUIGAN & P. VITTOZ 2010. Morphologie et reproduction des plantes le long de gradients altitudinaux. *Bull. Murithienne* 127/2009: 44-52.
- GAMS, H. 1927. *Von des Follatères zur Dent de Morcles*. Hans Huber, Bern.
- GEHU, J.-M. 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. Théorie et méthodologie. *Colloque Phytosociol.* 17: 11-46.
- GEHU, J.-M. 2006. *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*. Berlin, Stuttgart.
- GRABHERR, G. & L. MUCINA (Hrsg.) 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Teil II. Fischer, Jena.
- GUINOCHET, M. 1973. *Phytosociologie*. Masson, Paris.
- HÄBERLI, W. & M. BENISTON 1998. Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps. *Ambio* 27: 258-265.
- KARCH (Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse) 2010. [www.karch.ch](http://www.karch.ch)
- KOCH, W. 1928. Die höhere Vegetation der subalpinen Seen und Mooregebiete des Val Piora. *Z. Hydrol.* 4:131-175.
- KÖRNER, C. 2003. *Alpine Plant Life*. Springer, New York.
- LACHAVANNE, J.-B., J. PERFETTA, A. NOETZLIN, R. JUGE & B. LODS-CROZET 1988. *Etude chorologique et écologique des macro-*



- phytes des lacs suisses en fonction de leur altitude et de leur niveau trophique*. Rapport final. Fonds national suisse de la recherche scientifique. Unité de biologie aquatique. Département de biologie végétale. Université de Genève.
- LAMARCK, J.-B. & J.-M. POIRET 1783. *Encyclopédie méthodique: Botanique*. Panckoucke – Paris.
- LANDOLT, E., B. BAÜMLER, A. ERHARDT, O. HEGG, F. KLÖTZLI, W. LAMMIER, M. NOBIS, K. RUDMANN, F.H. SCHWEINGRUBER, J.-P. THEURILLAT, E. URMI, M. VUST & T. WOHLGEMUTH 2010. *Flora indicativa*. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt, Bern.
- LAUBER, K. & G. WAGNER 2007. *Flora Helvetica*, 3<sup>e</sup> éd. Traduction de l'allemand et adaptation E. Gfeller. Haupt, Bern - Stuttgart – Vienne.
- OBERDORFER, E. 1979. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Stuttgart.
- OERTLI, B., D. AUDERSET JOYE, E. CASTELLA, R. JUGE & J.-B. LACHAVANNE 2000. *Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse*. Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape. Laboratory of Aquatic Ecology and Biology (LEBA), University of Geneva.
- PIETSCH, W. 1967. Bemerkungen zur Gliederung der Littorelletea-Gesellschaften Mitteleuropas. *Ber. Arbeitsgemein. Sächs. Bot. N.F. Dresden* 7: 239-245.
- RENEVEZ, B. 1984. Evaluation ornitho-écologique du paysage de la région d'Aletsch. *Fachbeitr. Schweiz. MAB-inf*: 53 pp + 2 cartes.
- SEITZ, B.-J. 1989. Beziehungen zwischen Vogelwelt und Vegetation im Kulturland. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg* 54: 234 p. + 6 tab.
- THEURILLAT, J.-P. 1992. Etude et cartographie du paysage végétal (symphytoecologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 68: 1-384.
- THEURILLAT, J.-P. & E. MATTHEY 1987. Le Vallon de l'Allondon. *Série documentaire 22 des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève*.
- THEURILLAT, J.-P., D. AESCHIMANN, P. KÜPPER & R. SPICIGER 1995. The higher vegetation Units of the Alps. *Coll. Phytosociol.* 23: 189-239.
- THEURILLAT, J.-P. & A. GUISAN 2001. Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: a review. *Climatic Change* 50:77-109; 53: 529-530.
- WILLMANS, O. & R. TÜXEN 1978. Sigmassoziationen des Kaiserstühler Rebgelände vor und nach Grossfluhbereinigungen. *Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk.* 1977: 287-302.



FIGURES 7 et 8 – Variante à renoncule des glaciers (R 9, tab. 1). Maljasset 2700 m. – PHOTOS CLAUDE BÉGUIN



FIGURES 9 et 10 – Variante à linaigrette de Scheuchzer (R 10, tab. 1). Maljasset, 2558 m. – PHOTOS CLAUDE BÉGUIN



FIGURES 11 et 12 – Variante à chénopode Bon-Henri (R 16, tab. 1). Maljasset, 2670 m. – PHOTOS CLAUDE BÉGUIN