Zeitschrift: Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany

Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Band: 37 (1982)

Heft: 2

Artikel: La forêt thermophile d'arolles

Autor: Béguin, Claude / Theurillat, Jean-Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-880032

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

La forêt thermophile d'arolles

CLAUDE BÉGUIN
&
JEAN-PAUL THEURILLAT

ABSTRACT

BÉGUIN, C. & J.-P. THEURILLAT (1982). Thermophilic Cembran-pine forest. *Candollea* 37: 349-379. In French, German and English abstracts.

After observations in the Aletsch region and study of the literature (Haute-Maurienne, BARTOLI, 1966), the thermophilic Cembran-pine forest, *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae,* climax plant community of the southern superior subalpine level, is described. Three subassociations have been distinguished and characterized: *Festucetosum variae* subass. nov., *Dryadetosum octopetalae* subass. prov. and *Arctostaphyletosum uva-ursi* subass. nov. For each above mentioned subassociation, the ecological values have been calculated. The values have also been calculated by means of a simplified method for three subassociations of the *Vaccinio (myrtilli)-Pinetum cembrae.* For the latter plant community some nomenclatural considerations are presented.

ZUSAMMENFASSUNG

BÉGUIN, C. & J.-P. THEURILLAT (1982). Thermophiler Arvenwald. *Candollea* 37: 349-379. Auf Französisch, deutsche und englische Zusammenfassung.

Es wird *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae* ass. nov., thermophiler Arvenwald, Klimaxgesellschaft der oberen subalpinen südlichen Stufe, auf Grund von Beobachtungen in der Aletsch-Region (Wallis, Schweiz) und der Literatur (Haute-Maurienne, BARTOLI, 1966), beschrieben. Drei Subassoziationen wurden ausgewählt und charakterisiert: *Festucetosum variae* subass. nov., *Dryadetosum octopetalae* subass. prov. und *Arctostaphyletosum uva-ursi* subass. nov. Für jede Subassoziation wurden die ökologischen Werte berechnet und mit einer vereinfachten Methode auch die der drei Subassoziationen von *Vaccinio (myrtilli)-Pinetum cembrae.* Diese letzte Assoziation betreffend wurden einige nomenklaturale Betrachtungen angestellt.

CODEN: CNDLAR
ISSN: 0373-2967
37(2) 349 (1982)

© CONSERVATOIRE ET JARDIN BOTANIQUES DE GENÈVE 1982

I. Introduction

Durant l'étude de la végétation de la région d'Aletsch (Valais, Suisse), dans le cadre du projet MAB (Man and Biosphere) – étude soutenue par le Fonds national de la recherche scientifique – nous avons été frappés par les arolles *(Pinus cembra)* – concernant la nomenclature des espèces, nous avons suivi HESS & al., 1971, 1972, 1976, lorsque le nom d'auteur n'est pas indiqué – s'agrippant aux rochers du versant sud-est du Riederhorn.

La région d'Aletsch est située en amont de Brigue. Elle est soumise au climat subcontinental d'altitude. Géologiquement parlant, elle fait partie de la bordure sud du massif cristallin de l'Aar (ZBINDEN, 1949).

II. La forêt d'arolles à cotoneaster: Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae ass. nov. (relevé type nº 6, tabl. 1)

Cette association se distingue des autres types de forêts d'arolles essentiellement par son caractère thermophile et rocheux.

Bien qu'en 1909 et 1955 déjà, RIKLI & FURRER aient publié de belles illustrations de ce type de végétation, celui-ci n'a pas encore fait, à notre connaissance, l'objet d'une étude phytosociologique jusqu'à présent. En effet, ce sont surtout les forêts mésophiles de pins cembro, des versants nord et ouest (*Vaccinio-Pinetum cembrae* (Pallm. & Haffter) Oberdorfer, 1962), qui ont été étudiées, certainement parce que mieux développées et plus importantes. Nous reviendrons ailleurs sur la question de leurs dénominations par les différents auteurs.

Tableau 1. – Localisation et date des relevés

1. (R. MAB 40): 30.6.1979. Ried b. Mörel, Vs, "Riederfurka", 644, 785/136, 765.
2. (R. MAB 39): idem, 644, 765/136, 745.
3. (R. MAB 857): 28.7.1981. Ried b. Mörel, Vs, "Egguturna", 644, 400/134, 825.
4. (R. MAB 798): 17.7.1981. Ried b. Mörel, Vs, "Riederhorn", 644, 435/135, 625.
5. (R. MAB 331): 20.9.1979. Idem R. 4, 644, 490/135, 730.
6. (R. MAB 797): idem R. 5, 644, 450/135, 710.
7. (R. MAB 796): idem R. 5, 644, 435/135, 860.
8. (R. MAB 854): 28.7.1981. Idem R. 4, 644, 450/135, 615.
9. (R. MAB 846): 27.7.1981. Saas-Balen, Vs, "Siwine", 638, 200/113, 430.
10. (R. MAB 843): idem R. 9, 638, 080/113, 660.
11. (R. MAB 844): idem R. 9, 638, 055/113, 910.
12. (R. MAB 845): idem R. 9, 638, 050/113, 910.
13. (R. MAB 881"): 7.8.1981, Ars, Vs, 575, 050/84, 475.
14. (R. MAB 925"): 29.8.1981, Leukerbad, Vs, "Arvenwald", 614, 760/143, 450.

Relevé		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	x̄(1–12)
Altitude (mètres)		2130	2125	2030	2160	2130	2220	2200	2170	2285	2305	2420	2410	1980	1940	
Exposition		S	S	SSE	SSE	SE	SE	SSE	SSE	WSW	SW	W	W	S	SE	
Pente (degrés)		15	25	40	60	50	60	50	55	40	45	10	10	–	45	38
Recouvrement (%): strate arborescente		80	90	75	60	30	65	80	60	65	50	50	35	60	60	62
strate arbustive		0	1	1	5	5	10	20	5	10	30	1	20	15	15	9
strate herbacée		30	30	15	40	30	70	40	70	40	40	35	45	70	40	40
strate muscinale		–	–	5	5	–	10	25	10	–	–	–	–	–	–	–
Surface du relevé (mètres carrés)		10	10	35	100	15	50	50	30	25	10	10	15	25	10	30
Nombre d'espèces par relevé (sans mousses)		8	10	25	34	25	23	25	25	23	20	13	33	35	21	22
Sous–association		**Festucetosum variae**												**Dryadetosum octopetalae**		
a: dans la strate arborescente b: dans la strate arbustive																
Arbres:																
Pinus cembra	a:	4	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	3	4	4	100
	b:	.	.	.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	2.1	+	1.1	+	2.1	75
O. *Picea excelsa*	a:	.	2.1	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17
Larix decidua	a:	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1.1	.	.	17
Strates arbustive et herbacée :																
Caractéristiques et différentielles d'association:																
c. ass. *Cotoneaster integerrima*	b:	.	+.2	+.2	+.2	+	2.3	2.4	1.3	1.3	2.3	.	2.3	2.2	2.3	83
Saxifraga aizoon		.	.	.	+.2	+.2	+.2	+.2	+.2	.	.	.	.	1.2	+.2	42
Veronica fruticans		.	.	+.2	+.2	1.2	.	.	+.2	.	+.2	.	+.2	.	.	50
Galium anysophyllum		.	.	.	+.2	.	+.2	(+.2)	+.2	.	.	.	.	1.2	+.2	33
Valeriana tripteris		.	.	.	.	+.2	+.2	1.2	+.2	.	.	.	+.2	2.2	.	42
Cystopteris fragilis		.	.	(+.2)	1.2	.	.	.	+.2	.	.	.	(+.2)	.	.	33
Thymus polytrichus		.	.	.	+.2	+.2	.	.	1.2	.	.	.	.	+.2	.	25
Juniperus sabina	b:	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	(2.3)	.	.	17

Tableau 1. – Cotoneastro integerrimae – Pinetum cembrae ass. nov.

All.	*Arctostaphylos uva–ursi*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	.	1.3	8
	Festuca curvula ssp *curvula*	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	8
	Carex sempervirens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.2	.	8
	Laserpitium halleri	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
	Asplenium trichomanes	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	8
Caractéristiques d'Alliance et d'Ordre: (Juniperion nanae, Vaccinio–Piceetalia)																
O.	*Vaccinium vitis–idaea*	+.2	.	+	+	1.2	(+.2)	+.2	.	r	.	.	+.2	r	.	67
All.	*Juniperus nana* b:	.	.	.	+.2	1.2	.	+.2°	.	+.2	+.2°	(+.2)	2.3	.	+.2	67
O.	*Calamagrostis villosa*	.	.	+.2	2.3	(+.2)	1.3	2.3	2.3	.	1.2	.	.	.	.	58
O.	*Vaccinium myrtillus*	+.2	+.2	1.2	.	(+.2)	.	r°	.	.	.	.	.	r	.	42
Différentielles de sous–associations:																
	Festuca varia	2.2	2.2	1.2	3.3	2.3	3.4	3.3	2.2	1.2	1.2	3.2	2.2	.	.	100
	Phyteuma hemisphaericum var. *longibracteatum*	+.2	+.2	.	+.2	r	+	1.2	+	.	.	+.2	+			75
	Primula hirsuta	.	.	.	+.2	2.2	1.2	1.1	+.2	+.2	+.2	+.2	1.2	1.2	.	75
	Sempervivum montanum	1.2	.	.	+.2	1.2	+.2	+.2	+.2	.	.	+.2	+.2	.	.	67
	Saxifraga aspera	.	.	+.2	+.2	.	+.2	+.2	+.2	+.2	1.2	.	.	.	.	58
	Polypodium vulgare	.	.	+.2	+.2	.	+.2	+.2	+.2	.	.	.	(+.2)	.	.	50
	Juncus trifidus	.	.	.	.	.	+.2	.	+.2	+.2	+.2	+.2	1.2	.	.	50
	Cardamine resedifolia	.	.	.	+	.	+.2	+	+	.	.	+.2	.	.	.	42
	Festuca halleri var. *halleri*	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.2	+.2	2.2	.	.	33
	Bupleurum stellatum	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	+.2	+.2	2.2	.	.	33
	Pedicularis tuberosa	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	25
	Pedicularis kerneri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	+.2	.	.	17
	Sempervivum arachnoideum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	+.2	.	.	17
	Androsace vandelii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	8
	Dryas octopetala	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	2.3	
	Sesleria coerulea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	2.2	
	Festuca pumila var. *pumila*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	
	Gypsophila repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	
	Senecio doronicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	
	Primula auricula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
	Asplenium ruta–muraria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	
	Gentiana clusii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	
	Androsace chamaejasme	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	

Compagnes:															
Silene rupestris	.	.	+	+.2	+	+.2	+.2	1.2	+	.	+.2	+	.	.	75
Campanula scheuzeri	.	+.2	.	+.2	r	+.2	+.2	.	+.2	+.2	.	+.2	+.2	.	67
Hieracium murorum	+	.	+	+	+	.	+	.	+	+.2	.	.	.	.	58
Deschampsia flexuosa	.	.	1.2	+.2	1.2	+.2	.	1.2	2.2	.	.	1.2	.	.	58
Poa nemoralis	.	.	(+.2)	1.3	.	.	2.3	2.3	2.2	+.2	.	.	+.2	.	50
Festuca rubra ssp *commutata*	2.2	1.2	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25
Phyteuma betonicifolium	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	25
Lotus corniculatus	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	25
Leontodon helveticus	.	.	.	r	.	.	.	.	+.2	.	.	+	.	.	25
Luzula lutea	.	.	.	.	+.2	.	+	.	2.2	.	.	.	.	.	25
Agrostis schraderiana	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	r	.	17
Antennaria dioeca	.	.	+.2	.	.	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	17
Euphrasia picta	.	.	.	+.2	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	17
Rosa cf *pendulina* b:	.	.	.	+	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	17
Carduus rhaeticus	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	17
Cerastium strictum	.	.	.	.	.	+.2	.	.	+.2	.	.	.	.	.	17
Carex ornithopoda	.	.	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	r	+.2	8
Saxifraga cuneifolia	.	.	.	.	.	.	2.2	+.2	.	.	.	.	.	.	17
Myosotis alpestris	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	.	+.2	.	.	17
Poa chaixii	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	+	.	.	17
Polygala alpestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	+.2	
Euphrasia hirtella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	r	
Accidentelles:	0	1	7	2	4	2	2	0	2	4	1	4	13	5	

Accidentelles: R.2: *Trifolium alpinum*: +.2; R.3: *Luzula nivea*: 1.2; *Geranium silvaticum*: +; *Sedum annum*: +.2; *Hepatica triloba*: +.2; *Ranunculus grenierianus*: +; *Hippocrepis comosa*: +; *Melampyrum silvaticum*: +.2; R.4: *Geranium rivulare*: +; *Taraxacum officinale*: r; R.5: *Sorbus aucuparia*: +; *Rosa vosagiaca*: +°; *Lonicera coerulea*: r°; *Sempervivum alpinum*: (+.2); R.6: *Helictotrichon versicolor*: +.2; *Thesium alpinum*: r; R.7: *Viola biflora*: +; *Rhododendron ferrugineum*: r°; R.9: *Achillea millefolium*: +; *Euphorbia cyparissias*: +.2; R.10: *Pulsatilla sulphurea*: +; *Achillea moschata*: +; *Lotus alpinus*: +; *Anthoxanthum alpinum*: +.2; R.11: *Allium montanum*: +.2; R.12: *Erigeron uniflorus*: +; *Senecio incanus*: +; *Saxifraga bryoides*: +.2; *Silene exscapa*: +.2; R.13: *Hieracium bifidum* ssp *caesiiflorum* Almq.: 1.1; *Cirsium spinosissimum*: 1.2; *Bellidiastrum michelii*: +; *Cerinthe glabra*: +; *Polygonum viviparum*: +; *Chrysanthemum leucanthemum*: +; *Asperula aristata*: +.2; *Helianthemum nummularium*: +.2; *Gentiana campestris*: +; *Saxifraga oppositifolia*: +.2; *S. moschata*: +.2; *Rosa vosagiaca*: r; *Daphne mezereum*: r; R.14: *Hieracium tenuiflorum*: +.2; *Pedicularis verticillata*: r; *Chaerophyllum cicutaria*: r°; *Rubus saxatilis*: (+); *Rhododendron hirsutum*: (+).

GALLAND (1977), qui a dressé la carte de la végétation du Riederhorn, place ce type de végétation dans la sous-association à *Juniperus nana* du *Rhododendro-Cembretum* Bartoli 1966 em. Richard 1968. Il fait toutefois la remarque (p. 12) que: "la forêt occupe en majorité une zone rocheuse raide qu'elle partage en de nombreux endroits avec les groupements de fentes de rocher *(Asplenio-Primuletum hirsutae)*".

BARTOLI (1966), dans son travail "Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne", a eu probablement le premier le mérite de mettre en évidence le caractère propre et particulier des "pineraies de pin cembro xérophiles" qu'il décrit et dénomme *Junipero-Pinetum cembrae.* Mais cette dénomination est invalide du point de vue nomenclatural. Bien que moins rocheux, le groupement décrit par Bartoli possède des affinités caractéristiques avec le *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae* comme nous le démontrerons plus loin.

Par commodité, nous abrégerons *C.i-P.c.* le *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae* par la suite.

a) Physionomie

La strate arborescente

Elle est constituée essentiellement par *Pinus cembra.* On y rencontre rarement *Larix decidua,* contrairement aux forêts d'arolles plus fraîches, ce qui leur a valu d'être appelées *Larici-Cembretum* par ELLENBERG (1963). Dans nos relevés, *Picea excelsa* n'est pas fréquent non plus car on se trouve au-dessus de la limite altitudinale de la pessière. Par contre, à la limite inférieure de l'association, il se mêle à l'arolle et souvent même en proportion équivalente. A la limite inférieure, on rencontre également *Pinus silvestris* dans les endroits les plus chauds. C'est certainement dans le *C.i.-P.c.* que *Pinus silvestris* atteint sa limite altitudinale supérieure. Dans la région d'Aletsch par exemple, on le trouve encore, avec *Pinus cembra,* à 2040 m.

Bien que nous ayons choisi des surfaces de relevé restreintes, le recouvrement est assez faible (30-90%, moyenne 62%). Dans les endroits rocheux, les arolles ne sont pas très grands. Ils atteignent au maximum 12 m de haut (35 cm de diamètre), parfois, rabougris, seulement 5 m, et en moyenne 8 m et 15-30 cm de diamètre. L'accroissement se fait plutôt en largeur qu'en hauteur. Les branches inférieures sont très allongées et croissent dès la base. Ce port, caractéristique aux altitudes élevées, semble moins marqué chez *Pinus cembra* que chez *Picea excelsa* ou *Larix decidua.*

On trouve souvent, du moins dans les sous-associations rocheuses, des lichens épiphytes, plus ou moins abondants, tels *Pseudovernia furfuracea* (L.) Zopf et *Lethraria vulpina* (L.) Vain.

La strate arbustive

Très faible, elle ne recouvre en moyenne que 9% de la surface. Elle est formée presque uniquement par *Juniperus nana* et *Cotoneaster integerrima.* Ce dernier ne dépasse guère 20 cm de haut et se comporte souvent comme un couvre-sol, avec ses branches appliquées au substrat. L'absence de *Rhododendron ferrugineum* est aussi caractéristique.

La strate herbacée

Son aspect est dominé par les graminées, du moins dans les deux sous-associations rocheuses. Suivant nos relevés, le recouvrement va de 30 à 70%, en moyenne 43%. Elle peut dépasser la strate arbustive en hauteur (40-50 cm). Elle est aussi caractérisée négativement par la faible abondance de *Vaccinium myrtillus.*

La strate muscinale

Elle est faible et recouvre principalement les rochers ainsi que les tapis d'aiguilles au pied des arolles. Nous ne l'avons pas toujours prise en considération. On y trouve entre autres espèces *Hypnum cupressiforme* (Hedw.), *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Br. eur., *Tortella tortuosa* Limpr., *Dicranum* sp., *Distichyum* sp.

b) Espèces caractéristiques et différentielles d'association

Si l'on considère l'ensemble de l'association, on remarque d'emblée (tabl. 1) que *Cotoneaster integerrima* est l'élément le plus distinctif et le plus caractéristique par rapport aux cembraies mésophiles. Dans la région, cette espèce considérée comme caractéristique du *Berberidion* (espèce caractéristique du *Cotoneastro-Amelanchieretum*) – la nomenclature des associations est celle d'OBERDORFER, 1979, lorsque les noms d'auteurs ne sont pas indiqués – ne se rencontre presque exclusivement qu'à l'étage subalpin. Elle est rare à l'étage montagnard et on la trouve sporadiquement à l'étage subalpin moyen, sur des vires rocheuses, en compagnie de *Juniperus communis* var. *intermedia* Sanio *(Junipero-Cotoneastretum).* Dans ces stations, elle atteint environ 80 cm de haut, tandis qu'à l'étage subalpin supérieur, sur les vires à *Pinus cembra* et dans la lande rocheuse à *Arctostaphylos uva-ursi,* elle n'atteint guère que 20 cm. Suivant LANDOLT (1977), c'est un nanophanérophyte vert estival, ce qui est exact jusqu'à l'étage subalpin moyen. Plus haut, il ressemble à un chamaéphyte ligneux. Nous considérons *Cotoneaster integerrima,* dans sa forme naine, comme espèce caractéristique d'association (nous montrerons plus loin que la lande à *Juniperus* et *Arctostaphylos* apparaît comme un stade de dégradation du *C.i.-P.c.*).

A la suite des recherches de FAVARGER (1971), il doit s'agir logiquement de la race diploïde (bien que cela demande encore vérification!).

En effet, il est remarquable de constater que si *Cotoneaster* ne se rencontre pas à l'étage montagnard, *Amelanchier ovalis,* quant à lui, y est fréquent, dans les stations chaudes et rocheuses. Or, d'après la longueur des pétales, il s'agit certainement du tétraploïde. Suivant les cartes de distribution de Favarger, on constate que ce sont les races tétraploïdes du *Cotoneaster* et de l'*Amelanchier* qui se trouvent dans le *Cotoneastro-Amelanchieretum,* tout au moins dans le Jura, mais probablement aussi dans les Alpes. Il est notable aussi que la seule station de *Cotoneaster* diploïde dans le Jura se trouve à l'étage subalpin, au sommet du Crêt de la Neige, où il caractérise le *Seslerio-Arctostaphyletum* Béguin, 1972.

Il semble donc bien que les deux races chromosomiques de *Cotoneaster integerrima* aient une écologie différente. On pourrait ainsi considérer la race tétraploïde comme caractéristique du *Cotoneastro-Amelanchieretum* et la race diploïde comme caractéristique locale, dans les Alpes, du *C.i.-P.c.* et dans le Jura, du *Seslerio-Artostaphyletum.*

Nous avons ensuite, comme espèces différentielles par rapport au *Vaccinio-Pinetum cembrae,* une série d'espèces des parois de rocher *(Asplenietea trichomanis), Saxifraga aizoon, Valeriana tripteris, Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes* ainsi que des espèces thermophiles, *Veronica fruticans, Galium anysophyllum, Thymus polytrichus, Carex sempervirens, Juniperus sabina, Festuca curvula* Gaudin subsp. *curvula, Laserpitium halleri, Pinus silvestris* et *Sorbus mougeotii* (ces deux dernières espèces *in* BARTOLI, 1966). Comme nous l'avons déjà dit plus haut, l'association est aussi différenciée par l'absence de certaines espèces ainsi que par l'importance relative plus faible d'autres (voir tabl. 5).

Ainsi d'une part, *Rhododendron ferrugineum, Vaccinium uliginosum, Potentilla aurea, Luzula sieberi, Gentiana purpurea, Phleum alpinum, Helictotrichon versicolor, Oxalis acetosella* sont absents ou presque totalement absents dans le *C.i.-P.c.* D'autre part, *Vaccinium myrtillus, Larix decidua, Melampyrum silvaticum, Homogyne alpina* et dans une certaine mesure, *Calamagrostis villosa* ont leur optimum dans les forêts mésophiles (degré de présence et d'abondance dominance plus élevé).

c) Sous-associations et variantes

Nous avons distingué pour l'instant trois sous-associations dans l'ensemble de l'aire de distribution du *Cotoneastro-Pinetum cembrae,* qui correspondent essentiellement à des différences géologiques et géomorphologiques.

La sous-association à Festuca varia: Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae festucetosum variae subass. nov. (tabl. 1, relevés 1-12, relevé type n° 6).

Ainsi qu'on peut le constater sur la figure 1, cette sous-association colonise les fortes pentes et les falaises rocheuses sur silice. Les arolles sont souvent agrippés au rocher par petits groupes. C'est la seule sous-association bien représentée dans la région d'Aletsch.

Espèces différentielles. – La sous-association à *Festuca varia* est différenciée par des espèces de substrats acides, principalement de parois de rocher *(Androsacion vandelii), Primula hirsuta, Saxifraga aspera (Polypodium vulgare), Androsace vandelii* et des pelouses chaudes, rocheuses *(Festucetum variae* Br.-Bl. 1949, *Juncetea trifidi), Festuca varia, Bupleurum stellatum, Pedicularis tuberosa, Phyteuma hemisphaericum, Juncus trifidus, Festuca halleri, Pedicularis kerneri,* ainsi que des affleurements rocheux *(Sedo-Scleranthion), Sempervivum montanum, S. arachnoideum.*

On peut diviser cette sous-association en deux variantes altitudinales. Celle à *Saxifraga aizoon,* apparemment plus chaude, que l'on trouvera plutôt dans les parties basses et celle à *Festuca halleri* var. *halleri* qui atteint le sommet de l'étage subalpin et qui formerait la limite supérieure de la forêt et celle de l'arbre. Les relevés de cette variante proviennent de la région de Saas-Baalen. Elle n'est pas représentée dans l'aire d'étude d'Aletsch. C'est dans la sous-association à *Festuca varia* que se trouve *Geranium rivulare,* rare dans la région (JACCARD, 1895; BECHERER, 1956).

Bien qu'on ne rencontre pas spécialement d'espèces nitrophiles, les couloirs et les vires colonisés par l'arolle sont prisés des chamois comme pistes et refuges.

C'est de cette sous-association qu'il s'agit quand RIVAS-MARTINEZ & GEHU (1978a) parlent de la "forêt ouverte et rabougrie d'Arolles accrochée aux éperons rocheux" et qu'ils placent dans la synassociation du *Junipero-Cembretum.*

Structure.– Le nombre moyen d'espèces rencontrées (sans les mousses) est 22. Il n'y a pas de différence entre les deux variantes. La surface minimale se situe entre 15 et 20 m^2.

Le spectre biologique est donné par le tableau 2, la répartition des espèces suivant les classes de présence par la figure 3. Les pourcentages de présence dans chaque classe ont été corrigés selon ETTER (1949). L'allure de l'histogramme permet de dire que le groupement est pratiquement homogène (courbe en J).

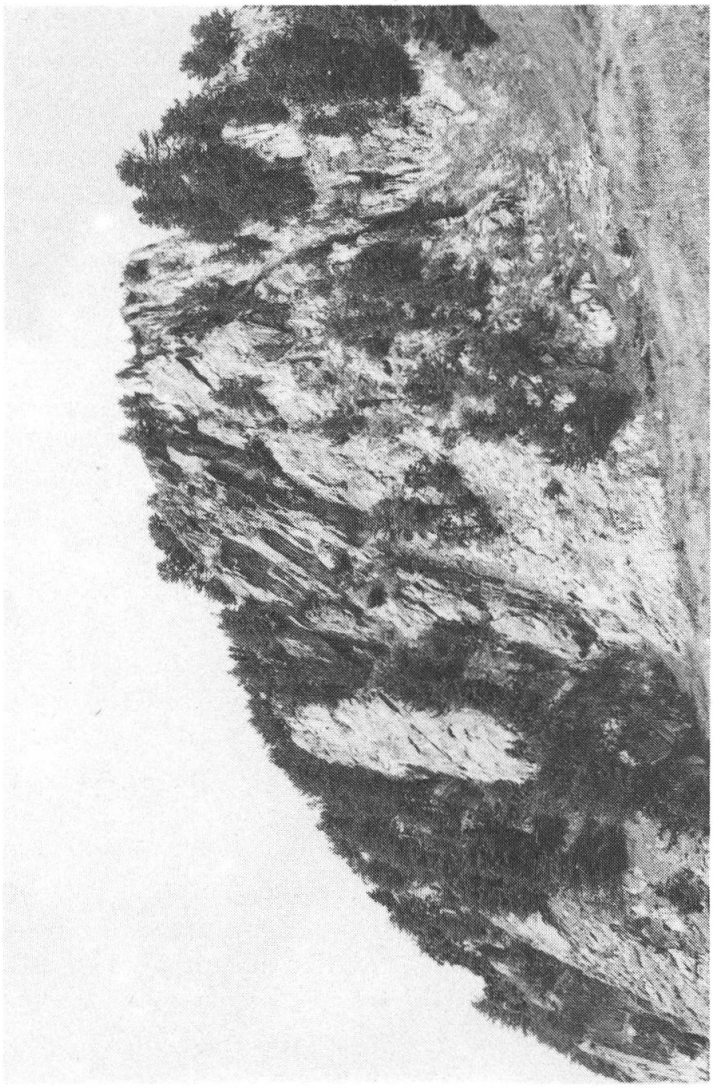

Fig. 1. – Physionomie du *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae festucetosum variae* au Riederhorn.

Fig. 2. – Lande à *Juniperus nana* et *Arctostaphylos uva-ursi,* zone potentielle du *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae arctostaphyletosum,* en dessus de Riederalp.

Forme	*Festucetosum variae*		*Dryadetosum octopetalae*		*Arctostaphyletosum uva-ursi*	
		Total		Total		Total
Phanérophytes sempervirents . . .	6,57		3,81		9,82	
Phanérophytes caducifoliés	0,62	7,19	–	3,81	1,09	10,91
Nanophanérophytes sempervirents	3,42		4,76		3,84	
Nanophanérophytes caducifoliés	1,33	4,75	2,85	7,61	5,26	9,10
Chamaéphytes ligneux	12,69		14,28		16,42	
Chamaéphytes herbacés	12,52	25,21	9,53	23,81	6,59	23,01
Hémicryptophytes	59,32		58,10		52,33	
Géophytes	2,66		1,43		2,06	
Thérophytes	0,94		3,81		2,59	

Tableau 2. – Spectre biologique (en %) des trois sous-associations du *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae.* Formes biologiques d'après LANDOLT (1977).

La sous-association à Dryas octopetala: Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae dryadetosum octopetalae subass. prov. (tabl. 1, relevés 13-14).

Espèces différentielles. – Cette deuxième sous-association est le vicariant sur calcaire du *C.i.-P.c. Festucetosum variae.* On peut donc s'attendre à trouver comme espèces différentielles des indicatrices de basicité. Ce sont des espèces des pelouses thermophiles *(Seslerion variae), Dryas octopetala, Sesleria coerulea, Festuca pumila, Senecio doronicum, Gentiana clusii, Androsace chamaejasme* et des parois de rochers *(Potentillon caulescentis), Primula auricula, Asplenium ruta-muraria.* On note encore *Gypsophila repens* des éboulis marno-calcaires.

Le caractère nitrophile dû aux chamois ressort ici avec *Cirsium spinosissimum* et *Cerinthe glabra* (R. 13, accidentelles). On remarque dans ce même relevé *Primula hirsuta* traduisant un calcaire siliceux, de même que *Silene rupestris, Campanula scheuzeri, Poa nemoralis.*

Dans les parois calcaires, *Pinus cembra* est concurrencé par *Pinus montana.* SCHWEINGRUBER (1972) a décrit, dans la région de l'Aar, un *Kernero-Mugetum* dont le cortège floristique de la variante à *Festuca pumila* – mis à part *Cotoneaster integerrima* – est très proche du *C.i.-P.c. Dryadetosum.* D'après nos observations dans la région de la Gemmi (Vs), *Pinus montana* coloniserait les endroits les plus secs des affleurements rocheux et des gros blocs (karst ruiniforme), dans les endroits un peu plus mésophiles. Il serait intéressant de vérifier cette hypothèse et d'étudier la question de façon plus approfondie. D'après ELLENBERG & KLOETZ-

LI (1972: 739), le pin de montagne occuperait les endroits les plus secs et les plus pauvres en éléments nutritifs.

Structure. – Il est difficile de se prononcer sur la base de deux relevés seulement. Le nombre d'espèces par relevé pourrait être un peu plus élevé que dans la sous-association précédente du fait que nous sommes sur calcaire et que le *Seslerion coerulae* est plus riche en espèces que le *Festucion variae.* L'aire minimale par contre doit être pratiquement identique et se situe aux environs de 15 à 20 m². Nous avons néanmoins calculé le spectre biologique qui figure au tableau 2, de même que la distribution de fréquence des espèces (fig. 4). On peut supposer qu'un nombre plus élevé de relevés donnerait un histogramme analogue à celui du *C.i.-P.c. Festucetosum variae.*

La sous-association à Arctostaphylos uva-ursi: Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae arctostaphyletosum uva-ursi subass. nov. (= *Junipero-Pinetum cembrae* Bartoli 1966, n. inv. Relevé type n° 5, tabl. VI, BARTOLI, 1966).

Nomenclature. – Comme nous le disions, Bartoli a certainement été le premier à décrire la cembraie thermophile. Cependant, du point de vue nomenclatural (BARKMAN & al., 1976), il n'est pas possible de retenir le nom proposé par Bartoli. En effet, bien qu'ayant voulu nommer ses groupements en suivant les règles de BACH & al. (1962) et de RAUSCHERT (1963), Bartoli conclut (p. 706) en disant: "Inutile d'ajouter que toutes ces dénominations ont, dans notre esprit, *une valeur toute provisoire* [c'est nous qui soulignons]; nous avons eu simplement l'intention d'obéir aux règles récentes [BACH & al., & MOOR 1968; RAUSCHERT, 1963], en évitant d'ajouter à la confusion qui règne dans ce domaine. Ces dénominations sont celles qui figurent au tableau synthétique de relevés, à la fin de ce travail."

Donc tous les noms nouveaux proposés par Bartoli ne peuvent pas être retenus selon l'article 3b du Code de nomenclature phytosociologique.

Concernant le "*Junipero-Pinetum cembrae*", nous pensons qu'il est plus judicieux de lui substituer le nom de *C.i.-P.c.* car *Cotoneaster integerrima* possède une meilleure valeur indicatrice et s'avère donc plus significatif. Il figure aussi en bonne position dans le tableau de Bartoli.

Nous proposons donc de rattacher le "*Junipero-Pinetum cembrae*" au *C.i.-P.C.* en tant que sous-association à *Arctostaphylos uva-ursi.* Cette espèce nous paraît mieux exprimer sa position parmi les associations de l'étage subalpin que *Juniperus nana.* D'autre part, on évite ainsi la confusion avec la sous-association sèche à *Juniperus nana* des forêts mésophiles de pin cembro. Dans son tableau général (p. 705), Bartoli parlait même d'une sous-association à *Vaccinium vitis-idaea* auquel nous préférons *Arctostaphylos uva-ursi* dont l'amplitude écologique, à l'étage subalpin, est plus limitée.

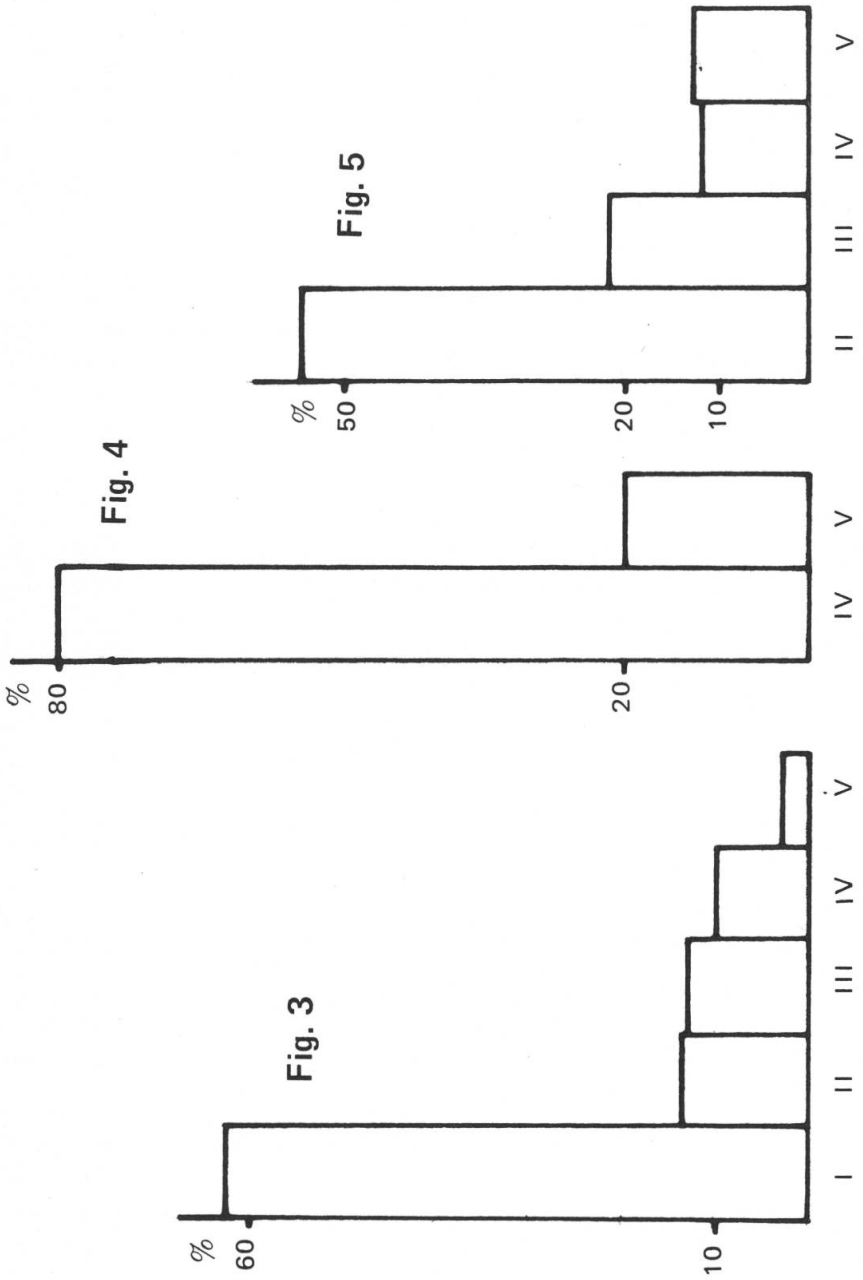

Fig. 3. – Diagramme des classes de présence (en %) de la sous-association *Festucetosum variae*.

Fig. 4. – Idem, *Dryadetosum octopetalae*.

Fig. 5. – Idem, *Arctostaphyletosum uva-ursi*.

L'appartenance au *Cotoneastro-Pinetum cembrae* ne fait aucun doute: présence de *Cotoneaster integerrima, Veronica fruticans, Valeriana tripteris, Arctostaphylos uva-ursi.* Bartoli sépare nettement son groupement des forêts plus fraîches et remarque son affinité évidente avec le *Junipero-Arctostaphyletum* Haffter *in* Br.-Bl. & al., 1939. Il va même jusqu'à l'appeler "*Junipereto-Arctostaphyletum cembretosum*" (p. 662).

Espèces différentielles. – Les espèces différentielles de sous-association se retrouvent dans les pelouses et les landes chaudes plutôt basiques *(Seslerietalia coerulae), Pulmonaria azurea, Centaurea uniflora, Hieracium bifidum, Chrysanthemum adustum, (Veronica officinalis)* ainsi que dans les *Origanetalia vulgaris, Melampyrum nemorosum.*

Le groupement est moins extrême que les deux sous-associations précédentes. Il se rapproche un peu des forêts mésophiles, notamment de la sous-association à *Juniperus nana:* présence de *Geranium silvaticum, Anthoxanthum alpinum, Melampyrum silvaticum, Homogyne alpina, Hieracium prenanthoides, Peucedanum ostruthium,* etc. (voir tabl. 6).

Bartoli sépare encore un faciès (plutôt une variante à notre avis) à *Minuartia laricifolia,* plus chaude (présence de *Pinus silvestris, Sedum montanum, Hieracium peletierianum*).

Structure. – Le nombre moyen d'espèces (sans les mousses), calculé d'après les 8 relevés de Bartoli est 23. On ne peut rien dire pour l'instant à propos de l'aire minimale, Bartoli ne donnant pas d'indications de surface. La pente est plus faible (10-40°, moyenne 25°). Le spectre biologique est donné par le tableau 2, la distribution des fréquences des classes de présence par la figure 5.

Substitution. – On peut affirmer logiquement, ce que laisse déjà clairement entendre Bartoli, que le *C.i.-P.c.* est l'association climacique des versants sud, chauds, de l'étage subalpin supérieur, au-dessus de la pessière sèche. Sa dégradation par l'homme (coupes, feu, pâturage) a conduit à la lande à *Juniperus nana* et *Arctostaphylos uva-ursi.* Cette hypothèse est appuyée par l'examen du tableau du *Junipero-Arctostaphyletum* de Haffter (*in* BR.-BL. & al., 1939 et *in* BR.-BL. & al., 1954) dans lequel on retrouve toutes les bonnes espèces caractérisant le *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum (Arctostaphylos uva-ursi, Cotoneaster integerrima, Veronica fruticans, Pulmonaria angustifolia, Laserpitium halleri, Carex sempervirens, Juncus trifidus, Juniperus sabina),* ainsi que les affinités négatives. Le caractère plus ouvert de la lande intervient, ce qui favorise les espèces héliophiles des nardaies principalement. Leur coefficient de présence est voisin de celui du *Vaccinio-Pinetum cembrae Juniperetosum* dont le caractère très ouvert ressort dans cette comparaison. Il est probable que certains relevés de Haffter (*Junipero-Arctostaphyletum Callunetosum* Br.-Bl., 1950) appartiennent à la dégradation de cette sous-association qui fait la transition entre les forêts franchement mésophiles du *Vaccinio-Pinetum cembrae* et le *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum.* BRAUN-BLANQUET (1950) dit bien en parlant du *Junipero-Arctostaphyletum* que les deux sous-associations *(Arctostyphyletosum* et *Callunetosum)* sont des indica-

trices de forêt ("Waldzeiger") et qu'elles devraient être considérées comme indicatrices du tracé de la limite naturelle climatique de l'arbre. SCHWEINGRUBER (1972) indique que dans la plupart des cas, il s'agit de surfaces autrefois forestières, dénaturées, pâturées, à la limite supérieure de la limite de la forêt.

La similitude de stations entre le *Junipero-Arctostaphyletum* et le *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum* est renforcée par les données des valeurs écologiques. Au tableau 5, nous avons fait figurer les valeurs écologiques du *Junipero-Arctostaphyletum.* On constate qu'elles sont pratiquement identiques pour les valeurs d'humidité, de teneur en humus, de dispersité et de continentalité à celle du *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum.*

Dans la région d'Aletsch, nous n'avons pas trouvé la sous-association *Arctostaphyletosum* à proprement parler. Mais on observe, entre Riederalp et Bettmeralp (fig. 2), un stade de dégradation comparable à ce que L. RICHARD (1975) décrit dans le massif des Aiguilles-Rouges (voir plus loin).

d) Ecologie

Facteurs limitants. – Ainsi que le cite déjà RICKLI (1909), l'arolle n'est pas lié à la nature de la roche mais à la teneur en humidité du sol. On a longtemps considéré qu'une certaine quantité d'humus était nécessaire à la germination de l'arolle. ELLENBERG (1963, 1978), en s'appuyant sur des observations de Braun-Blanquet sur la recolonisation des moraines du glacier de Morterat, affirme le contraire.

Dans ses études sur la recolonisation des moraines du glacier d'Aletsch, J.-L. RICHARD (1974) place *Pinus cembra* dans le même groupe que *Larix decidua* et *Picea excelsa,* mais il apparaît bien après ces deux derniers (30 ans). Ceux-ci atteignent déjà plusieurs mètres de hauteur alors que l'arolle reste en sous-étage. LUEDI (1945) faisait déjà cette remarque. Mais dans sa placette n° 5, les arolles sont en nombre presque égal à celui du mélèze (44/50) et plusieurs (non comptés) sont déjà morts. Dans le tableau regroupant la végétation des moraines récentes de J.-L. RICHARD (1968), on trouve des plantules d'arolle dès le premier stade de recolonisation.

D'après JELEM & KILIAN (1964), les germinations d'arolle (par opposition à celles du mélèze) sont très sensibles à un assèchement du milieu, d'où la préférence pour les sols humifères (humidité plus constante) par rapport aux sols minéraux. De plus, l'arolle semble plus concurrentiel sur les sols à humus brut que les autres arbres et particulièrement l'épicéa.

Ce serait donc l'humidité et non pas la teneur en humus qui serait le facteur limitant. La mortalité observée par Luedi aurait ainsi pour cause principale la dessiccation du sol superficiel de la moraine.

L'hypothèse de l'humus brut expliquerait peut-être, en plus de l'exposition sud, la forte proportion de l'épicéa dans le *C.i.-P.c. Arctos-*

taphyletosum. En effet, les sols de cette association sont nettement moins riches en humus brut (sols humiques silicatés, peu podzolisés) que ceux du *Vaccinio-Pinetum cembrae* (podzol) (voir BRAUN-BLANQUET & al., 1954).

Concernant le *C.i.-P.c. Festucetosum variae,* nous avons observé que le pin cembro se développe parfaitement dans les fissures des rochers du Riederhorn, presque sans humus, mais avec de la terre minérale. Voici par exemple le relevé d'une fissure de 30 cm de large, pente 60°:

Strate arbustive	+	*Pinus cembra*
(recouvrement 7%)	+	*Cotoneaster integerrima*
	1.2	*Vaccinium vitis-idaea*
	(+)	*Juniperus nana*
Strate herbacée	2.2	*Primula hirsuta*
(recouvrement 35%)	1.2	*Festuca varia*
	1.2	*Saxifraga aizoon*
	+	*Phyteuma hemisphaericum* var. *longibracteatum*
	+	*Festuca curvula* subsp. *curvula*
	2.2	*Agrostis rupestris*
	2.2	*Deschampsia flexuosa*
	+	*Silene rupestris*
	r	*Veronica fruticans*
	r	*Laserpitium halleri*
	r	*Sempervivum montanum*
	r	*Pedicularis tuberosa*
	(+)	*Festuca rubra*
	r	*Euphrasia picta*

Ce relevé appartient au *Festucion variae.* On peut le considérer comme stade intermédiaire entre l'*Agrostio rupestris-Sempervivetum montani* Riv.-Mart. & Gehu 1978, et le *Festucetum variae.* On reconnaît déjà ici la présence de toutes les bonnes espèces caractéristiques du *C.i.-P.c.*

Ainsi, il ne nous paraît pas nécessaire, pour expliquer la présence des arolles sur les crêtes rocheuses du Riederhorn, de faire intervenir

les hypothèses que donne NÈGRE (1978). Comme pour les moraines, l'humidité, et non pas la teneur en humus, sera le facteur limitant pour la recolonisation des parois rocheuses et celles des landes à raisin d'ours depuis la destruction de la forêt climacique.

Un autre facteur empêchant la recolonisation est à souligner (FURRER, 1955; ELLENBERG, 1963): celui du poids des graines. Au contraire de celles du mélèze et de l'épicéa, elles ne sont pas anémochores.

D'après RIKLI (1909), la provenance des arolles dans les lieux rocheux (tout comme sur les moraines) serait due au casse-noix (*Nucifraga caryocatactes* Briss) qui y cacherait des cônes, favorisant la dissémination dans les régions où l'arolle est abondant. Où il ne l'est pas, cet oiseau serait un facteur sérieusement limitant de par sa consommation méthodique et impressionnante de noix.

A ces observations, il faut ajouter encore l'abroutissement des jeunes arbres par le bétail et le gibier. On comprend donc la difficulté du pin cembro, isolé en petits groupes dans la lande à *Arctostaphylos,* à regagner du terrain. On comprend aussi pourquoi l'épicéa y semble relativement plus abondant.

Valeurs écologiques. – Nous avons tenté, au-delà de la composition floristique pure, de mettre en évidence quelques affinités et quelques différences au sein des sous-associations du *C.i.-P.c.* au moyen des valeurs écologiques des espèces, calculées selon LANDOLT (1977). Afin de tenir compte des variations quantitatives des espèces, nous avons retenu toutes les espèces, y compris les accidentelles, pour le calcul des valeurs moyennes et non pas seulement les espèces différentielles. Cela nous semble donner une représentation plus réelle de la station et de son potentiel.

Nous avons calculé ensuite, par une méthode simplifiée, ces valeurs pour des forêts d'arolles différentes *(Vaccinio-Pinetum cembrae).*

Les valeurs du *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae* (tabl. 3, 4) sont calculées à partir des relevés du tableau 1 pour les sous-associations *Festucetosum* et *Dryadetosum.* Pour cette dernière unité, il faut considérer les valeurs à titre indicatif. Les données de la sous-association A*rctostaphyletosum* ont été calculées d'après les relevés du *Junipero-Pinetum cembrae* de Bartoli.

Nous avons pondéré les coefficients d'abondance-dominance selon Landolt, mais en négligeant les espèces notées rares (r). Cependant, nous pensons qu'à l'avenir, il vaudrait mieux utiliser l'échelle proposée par BARKMAN & al. (1964), qui tient mieux compte des proportions relatives des classes entre elles. Concernant *Phyteuma hemisphaericum* var. *longibracteatum,* nous avons utilisé des valeurs un peu différentes que celles donnés pour *P. hemisphaericum* (voir remarque ci-dessous).

Valeurs écologiques des strates arbustives et herbacées. – La valeur d'*humidité* (F) proche de 2 traduit la sécheresse en surface du milieu.

	F	*R*	*N*	*H*	*D*	*L*	*T*	*K*
Dryadetosum	2,15	3,70	2,11	2,77	2,70	4,03	2,19	3,23
Festucetosum	2,30	2,35	2,05	3,01	3,06	3,81	2,22	3,24
Arctostaphyletosum	2,35	2,56	2,30	3,48	3,63	3,12	2,53	3,21

Tableau 3. – Valeurs écologiques des strates arbustive et herbacée des trois sous-associations du *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae.* *F:* humidité; *R:* réaction; *N:* substances nutritives; *H:* humus; *D:* dispersité; *L:* lumière; *T:* température; *K:* continentalité.

	F	*R*	*N*	*H*	*D*	*L*	*T*	*K*
Dryadetosum	3	2	2	4	4	3	2	5
Festucetosum	3	2	2,06	3,92	4	2,93	2	4,83
Arctostaphyletosum	3	2	2,35	3,93	4	2,41	2,09	4,17

Tableau 4. – Valeurs écologiques pour la strate arborescente des trois sous-associations du *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae.* Abréviations, voir tabl. 3.

La sous-association la plus sèche est naturellement celle sur calcaire *(Dryadetosum).*

On trouve des indicatrices de sols très secs (1.0): *Cotoneaster integerrima, Festuca curvula, Silene rupestris,* etc., de nombreuses indicatrices de sols secs (2.0): *Saxifraga aizoon, Veronica fruticans, Juniperus nana, Phyteuma hemisphaericum* var. *longibracteatum, Festuca varia, Sempervivum montanum, Deschampsia flexuosa, Dryas octopetala, Sesleria coerulea, Festuca pumila, Centaurea uniflora, Veronica officinalis, Arctostaphylos uva-ursi, Hieracium bifidum,* etc.; et de sols modérément secs (3.0): *Valeriana tripteris, Cystopteris fragilis, Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus, Calamagrostis villosa, Poa nemoralis, Primula hirsuta, Geranium silvaticum, Peucedanum ostruthium,* etc. Les espèces de ce groupe sont plus nombreuses dans la sous-association *Arctostaphyletosum,* qui est aussi la plus humide. On ne rencontre qu'accidentellement des espèces de sols humides (4.0): *Viola biflora, Cirsium spinosissimum.*

La valeur de *réaction* (R) montre que la sous-association *Festucetosum* est la plus acide (sol superficiel sur roche-mère siliceuse avec humus). La valeur est légèrement plus élevée dans la sous-association *Arctostaphyletosum* (sol plus évolué), mais sans être significative. Dans la sous-association *Dryadetosum,* la moyenne indique un côté alcalin, mais peu prononcé, masqué par les espèces de sols peu acides. Si l'on ne tient

compte que des espèces différentielles, on trouve une moyenne nettement alcaline (4.36) pour les deux relevés.

Les indicatrices de sols très acides (1.0) sont rares et peu développées *(Vaccinium myrtillus, Melampyrum silvaticum).* La majeure partie des espèces se rencontre dans le groupe des sols acides (2.0): *Vaccinium vitis-idaea, Juniperus nana, Calamagrostis villosa, Festuca varia, Silene rupestris, Primula hirsuta, Sempervivum montanum, Veronica officinalis,* etc., et dans celui des sols peu acides (3.0): *Saxifraga aizoon, Veronica fruticans, Poa nemoralis, Galium anysophyllum, Valeriana tripteris, Campanula scheuzeri, Hieracium murorum, Centaurea uniflora, Arctostaphylos uva-ursi, Geranium silvaticum, Peucedanum ostruthium, Hieracium prenanthoides,* etc., plus abondantes dans la sous-association *Arctostaphyletosum,* ce qui explique qu'elle ait une valeur de réaction plus élevée que la sous-association *Festucetosum,* malgré la présence plus importante d'espèces de valeur 1.0.

La valeur de *substances nutritives* (N) traduit la pauvreté du sol. Elle est presque identique dans les deux sous-associations rocheuses. Elle est légèrement plus élevée dans la sous-association *Arctostaphyletosum* qui possède quelques espèces de sols riches (4.0), *Geranium silvaticum, Peucedanum ostruthium, Campanula rhomboidalis, Hieracium prenanthoides,* et de sols modérément pauvres (3.0), *Centaurea uniflora, Pulmonaria azurea, Anthoxanthum alpinum,* etc. La grande majorité des espèces fait partie du groupe des sols pauvres (2.0), mais il n'y a pratiquement pas d'espèces de sols très pauvres (1.0): *Sempervivum montanum, Juncus trifidus, Sedum rupestre* et quelques accidentelles.

La teneur en humus (H) proche de 3 dans les deux sous-associations rocheuses démontre la faible épaisseur du sol (ranker). Elle semble plus faible dans la sous-association *Dryadetosum,* de par l'absence de *Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Calamagrostis villosa.* Ces espèces sont certainement présentes dans la sous-association *Festucetosum* parce qu'elles croissent simultanément sur des sols acides. Elles peuvent donc mieux se développer sur silice que sur calcaire. Dans la sous-association *Arctostaphyletosum,* la valeur plus élevée, due à la présence plus importante des *Vaccinium,* montre que l'on a un sol plus évolué (sol humique silicaté, peu podzolizé).

On trouve trois groupes d'espèces: celles des sols minéraux (2.0), *Cotoneaster integerrima, Saxifraga aizoon, Veronica fruticans, Festuca varia, F. pumila, Chrysanthemum adustum,* etc., celles des sols à teneur moyenne en humus (3.0), qui forment la grande majorité et celles des sols à mull ou moder (4.0), *Vaccinium vitis-idaea, Calamagrostis villosa, Poa nemoralis, Deschampsia flexuosa, Hieracium murorum, Polypodium vulgare,* etc. A part *Vaccinium myrtillus,* on ne trouve qu'accidentellement des espèces de sols à humus brut (5.0), *Rhododendron ferrugineum, R. hirsutum, Melampyrum silvaticum.*

La *dispersité* (D) est bien corrélée avec la teneur en humus, surtout dans les deux sous-associations rocheuses. Elle traduit un sol perméable,

riche en squelette *(Festucetosum* et *Dryadetosum)* à pauvre en squelette *(Arctostaphyletosum).* Dans les deux premières sous-associations, on trouve encore des plantes rupestres (1.0): *Saxifra aizoon, Cystopteris fragilis, Saxifraga aspera, Polypodium vulgare, Asplenium ruta-muraria,* etc., des espèces d'éboulis, de pierriers (2.0): *Cotoneaster integerrima, Primula hirsuta, Cardamine resedifolia, Bupleurum stellatum, Dryas octopetala, Sesleria coerulea, Primula auricula,* que l'on ne rencontre pas, exceptées *Cotoneaster integerrima* et *Picris picroides,* dans la sous-association *Arctostaphyletosum.* On a ensuite les espèces des sols riches en squelette (3.0): *Poa nemoralis, Veronica fruticans, Galium anysophyllum, Juniperus nana, Arctostaphylos uva-ursi, Festuca varia, Festuca pumila, Hieracium bifidum,* etc., et celles de sols pauvres en squelette (4.0), plus fréquentes dans la sous-association *Arctostaphyletosum: Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus, Calamagrostis villosa, Deschampsia flexuosa, Phyteuma hemisphaericum, Centaurea uniflora, Pulmonaria azurea, Veronica officinalis, Hieracium prenanthoides, Geranium silvaticum, Peucedanum ostruthium,* etc. Dans cette dernière, on trouve aussi quelques plantes de sols argileux ou tourbeux (5.0): *Laserpitium latifolium, Melampyrum nemorosum, Ranunculus nemorosus.*

La valeur de *lumière* (L) proche de 4 dans les sous-associations rocheuses caractérise la forte pente exposée au sud. Elle est plus basse dans la sous-association *Festucetosum* à cause de la présence d'espèces de pénombre (3.0), *Vaccinium vitis-idaea, Calamagrostis villosa,* et d'ombre (2.0), *Vaccinium myrtillus, Deschampsia flexuosa,* mais qui sont aussi des plantes de substrats acides, pouvant mieux se développer en lumière sur silice que sur calcaire. La valeur de lumière est beaucoup plus élevée et pratiquement identique dans ces deux sous-associations si l'on ne tient compte que des espèces caractéristiques et différentielles, qui, à part *Valeriana tripteris* (3.0) et *Polypodium vulgare* (2.0) appartiennent toutes aux classes 4.0 et 5.0. On a ainsi comme valeur 4.20 pour la sous-association *Festucetosum* et 4.29 pour la sous-association *Dryadetosum.*

La sous-association *Arctostaphyletosum* possède la valeur la plus basse, proche de 3, à cause de la présence d'espèces de pénombre, en plus de celles déjà citées: *Arctostaphylos uva-ursi, Pulmonaria azurea, Veronica officinalis, Chrysanthemum adustum, Sorbus aucuparia, Geranium silvaticum,* etc., et d'ombre: *Hieracium prenanthoides,* etc.

Concernant la *température* (T), les deux sous-associations rocheuses ont aussi une valeur identique, proche de 2.0, indiquant l'étage subalpin. La sous-association *Arctostaphyletosum* a une valeur plus élevée, due à la présence de plantes du groupe 3.0, *Pulmonaria azurea, Veronica officinalis, Sorbus aucuparia,* etc., et du groupe 4.0, *Sedum rupestre, Melampyrum nemorosum, Sorbus mougeotii, Campanula rotundifolia.* Il n'y a guère que *Juniperus sabina* comme plante du groupe 4.0 dans les deux sous-associations précédentes.

Pour la valeur de *continentalité* (K), les moyennes sont identiques dans les trois sous-associations et ne traduisent qu'une légère tendance vers un climat continental pour les régions considérées. Mais cela n'est pas étonnant pour la strate herbacée à l'étage subalpin. Les principales espèces à caractère continental (4.0) sont *Veronica fruticans, Thymus polytrichus, Arctostaphylos uva-ursi, Festuca curvula, Juniperus nana, Festuca varia, F. halleri, F. pumila, Juncus trifidus, Centaurea uniflora, Pulmonaria azurea,* etc. Il n'y a que *Juniperus sabina* comme plante exclusivement continentale (5.0). A part *Cystopteris fragilis, Deschampsia flexuosa, Homogyne alpina* et quelques accidentelles, on ne rencontre pas d'espèces de climat océanique (2.0). La majeure partie des espèces appartient au groupe 3.0, à large répartition.

On peut se rendre compte qu'il existe une corrélation dans les trois sous-associations entre la teneur en humus, la dispersité et dans une moindre mesure, l'humidité. Ces valeurs sont en relation inverse avec la valeur de lumière.

Remarque. – Nous proposons des valeurs différentes que celles de Landolt pour *Phyteuma hemisphaericum* var. *longibracteatum,* pour l'humidité, 2 au lieu de 3, la réaction, 2 au lieu de 1, la teneur en humus, 3 au lieu de 4. Avec ces valeurs, cette plante se place près d'*Agrostis rupestris, Luzula spicata, L. lutea, Festuca halleri,* ce que confirme certaines de nos observations dans la région.

Valeurs écologiques de la strate arborescente. – On remarque que les valeurs des deux sous-associations rocheuses sont de nouveau pratiquement identiques. Les différences avec la sous-association *Arctostaphyletosum* se situent au niveau de la teneur en substances nutritives, de la lumière et de la continentalité, ce qui est dû à la présence de *Picea excelsa.*

Le climat continental, peu visible au niveau de la strate herbacée apparaît nettement avec la strate arborescente.

Comparaison avec le Vaccinio-Pinetum cembrae. – Nous avons tenté, en nous basant sur le tableau 6 (espèces présentes dans plus de 50% des relevés), de calculer les valeurs écologiques des différents groupements afin de mieux les situer entre eux. Pour celà, nous avons traduit les coefficients de présence de la manière suivante: I, II, ... VI = 1 fois, 2 fois, ... 6 fois la valeur écologique. Pour l'abondance-dominance, (+) et + ne modifient pas le coefficient de présence; 1, 2, 3 ... multiplient le coefficient de présence par 2, 3, 4, ...; pour les quantités intermédiaires, ±1, 1-2, ... on ajoute en plus la moitié du coefficient de présence.

Ainsi, V^1 donne 10 fois (2 × 5) la valeur écologique, VI^2 18 fois (3 × 6), VI^{1-2}, 15 fois (2 × 6 + 3).

Il semble qu'on obtienne par cette méthode une approximation suffisante de la valeur écologique par rapport à celle calculée en utilisant les moyennes des valeurs moyennes de tous les relevés. Cela permet un gain de temps appréciable. On peut se rendre compte du degré de similitude en comparant les valeurs obtenues pour le *C.i.-P.c. Festucetosum*

et *Arctostaphyletosum,* calculées sur les valeurs moyennes de chaque relevé (tabl. 3), avec celles du tableau 5, calculées sur la base des coefficients de présence et d'abondance du tableau 6. La différence maximale avec la valeur réelle est de 0.17, ce qui est faible et toutes les valeurs tombent dans l'intervalle des valeurs calculées.

En analysant le tableau 5, on constate que les deux associations, *Cotoneastro-* et *Vaccinio-Pinetum cembrae,* sont nettement différentes. Les valeurs écologiques soulignent donc bien la différence floristique. Comme signalé plus haut, nous avons introduit, dans le tableau 5, les valeurs écologiques du *Junipero-Arctostaphyletum,* calculées sur la base des relevés de HAFFTER *in* BRAUN-BLANQUET & al., 1939 et 1954, par la méthode indiquée ci-dessus et en ne tenant compte que des espèces notées au tableau 6. On constate que le *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum* est très proche du *Junipero-Arctostaphyletum,* les valeurs d'humidité, d'humus, de dispersité et de continentalité étant presque semblables. Les valeurs écologiques renforcent ici l'affinité floristique.

		F	*R*	*N*	*H*	*D*	*L*	*T*	*K*
C.i.-P.c.	*Festucetosum*	2,28	2,41	2,04	3,06	3,01	3,66	2,30	3,24
	Arctostaphyletosum	2,46	2,57	2,31	3,55	3,62	2,99	2,36	3,20
Junipero-Arctostaphyletum		2,45	2,31	2,18	3,51	3,57	3,57	2,14	3,22
V.m.-P.c.	*Juniperetosum*	2,91	1,98	2,28	3,92	3,98	3,04	2,42	2,86
	Rhododendretosum	2,92	1,81	2,14	4,26	3,96	2,61	2,50	2,84
	Calamagrostietosum	2,92	2,05	2,27	4,08	3,95	2,67	2,34	2,91

Tableau 5. – Valeurs écologiques calculées par la méthode simplifiée sur la base du tableau 6.

e) Position synsystématique

Si l'on compare le *C.i.-P.c.* aux forêts plus mésophiles, d'après le tableau 6, on remarque immédiatement les différences que nous avons déjà relevées. On constate une tendance positive vers le *Vaccinio-Pinetum cembrae Juniperetosum (Deschampsia flexuosa, Lotus corniculatus, Geranium silvaticum, Anthoxanthum alpinum, Melampyrum silvaticum, Homogyne alpina, Leontodon helveticus, Festuca rubra, Campanula scheuzeri, Silene rupestris, Sempervivum montanum, Hieracium prenanthoides, Campanula barbata).* Les valeurs écologiques (tabl. 5) montrent aussi un léger rapprochement (teneur en humus et valeur de lumière) mais séparent toutefois nettement les deux groupements. On remarque encore que la sous-association la plus mésophile du *C.i.-P.c.* a déjà quelques espèces communes avec le *Vaccinio-Pinetum cembrae Rhododendretosum: Sorbus aucuparia, Peucedanum ostruthium, Lonicera coerulea.*

Tableau 6. – Espèces présentes dans plus de 50% des relevés des principaux types de forêts d'arolles. Les classes de présence ont les valeurs suivantes: I: moins de 2% ou espèces accidentelles (une fois dans tous les relevés), II: 2-20%, III: 21-40%, IV: 41-60%; V: 61-80%; VI: 81-100% (d'après J. BRAUN-BLANQUET, 1964). Les exposants expriment l'abondance-dominance moyenne calculée sur tous les relevés (= quantité caractéristique, H. ETTER, 1949). Lorsque rien n'est indiqué, la quantité caractéristique est inférieure à 0.7+. Les quantités intermédiaires sont notées +-1, 1-2, etc.

A, *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae Festucetosum* (12 relevés). **B,** *Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae Arctostaphyletosum* (8 relevés = *Junipero-Pinetum cembrae* BARTOLI, 1966). **C,** *Vaccinio-Pinetum cembrae Juniperetosum* (8 relevés R. 9-12, Tab. C, RICHARD, 1968, R. 9-12, Tab. 1, GALLAND, 1977). **D,** *Vaccinio-Pinetum cembrae Rhododendretosum* (48 relevés: R. 1-15, Tab. 1, PALLMANN & HAFFTER, 1933; R. 4-8, Tab. C, RICHARD, 1968; R. 1, 2, 4, GALLAND, 1977; R. 1-11, Tab. 8, BARTOLI, 1966). **E,** *Vaccinio-Pinetum cembrae Calamagrostietosum* (19 relevés: R. 16-22, Tab. 1, PALLMANN & HAFFTER, 1933; R. 18-25, Tab. 6, BARTOLI, 1966; R. 1-3, Tab. C, RICHARD, 1968; R. 3, Tab. 1, GALLAND, 1977).

Il ressort ainsi de l'analyse que nous avons menée jusqu'ici, aussi bien floristique qu'écologique, que le *C.i.-P.c.* est différent des forêts d'arolles décrites jusqu'ici et appartenant à la sous-alliance du *Rhododendro-Vaccinion.* Au vu de la composition floristique, il faut donc placer le *C.i.-P.c.* dans le *Juniperion nanae.*

f) Distribution géographique

Le *C.i.-P.c.* forme le climax forestier de l'étage subalpin supérieur sur les versants sud, bien ensoleillés. Il est présent aussi bien sur calcaire que sur silice.

On peut trouver des indications dans la littérature sur la distribution du *C.i.-P.c.* En effet, certains auteurs ont fait la différence entre les deux grands types de forêts de *Pinus cembra,* mais sans les séparer nettement. Ainsi, MARKGRAF (1969) donne un relevé d'un *"Rhododendro-Arctostaphyletum cembretosum"* de la région de Zeneggen (Valais), en exposition sud, à 2100 m, mais sans *Rhododendron ferrugineum!* Ce nom veut certainement indiquer une parenté avec le *Rhododendro-Vaccinietum Cembretosum* qu'elle cite auparavant. A part qu'on y trouve un peu plus d'espèces du *Nardion* et que *Larix decidua* domine, ce relevé correspond exactement au *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum.*

L. RICHARD (1975) indique que, dans le massif des Aiguilles-Rouges, "des pentes rocailleuses d'adret portent des landes à génévrier nain et raisin d'ours piquetées, çà et là, d'épiceas, de rares mélèzes et, sporadiquement, d'arolles". L'auteur rattache cette végétation, en tant que "sous-série thermophile", à la "série du pin cembro et du mélèze" des versants frais. Nous pensons plutôt, au vu du tableau XXI de Richard, qu'il s'agit bien d'un stade de dégradation du *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum,* et du *C.i.-P.c. Festucetosum variae,* du moins en partie (présence de

	A	B	C	D	E
Pinus cembra	VI^{4}	VI^{2}	IV	VI^{1}	VI^{1}
Hieracium murorum	IV^{+}	V^{+}	V^{+}	IV	IV^{+}
Vaccinium vitis–idaea	V^{+}	VI^{2}	VI^{+-1}	VI^{1}	IV^{+}
Deschampsia flexuosa	IV^{+}	VI^{1}	VI^{1}	V^{1}	V^{+}
Juniperus nana	IV^{+}	VI^{1}			III
Vaccinium myrtillus	IV	V^{1}	VI^{3}	VI$^{3-4}$	VI^{2}
Calamagrostis villosa	IV^{+}	III	IV^{+}	VI^{1}	VI^{4}
Picea excelsa	II	VI$^{1-2}$	V	IV	V^{+}
Larix decidua	II	III	III	VI^{+}	VI^{1}
Lotus corniculatus	II	IV	VI^{+-1}	I	II
Geranium silvaticum	I	IV^{+}	IV^{+}	III	V^{+}
Anthoxanthum alpinum	I	IV^{+}	VI^{1}	II	III
Lonicera coerulea	I	III	.	VI^{+}	V^{+}
Melampyrum silvaticum	I	III	VI^{1}	IV^{+}	V^{+}
Rhododendron ferrugineum	I	I	VI^{2}	VI^{3}	V^{1}
Campanula scheuzeri	V	.	IV	II	II
Leontodon helveticus	III	.	V^{+}	III	II
Festuca rubra	III	.	V^{+}	II	II
Helictotrichon versicolor	I	.	IV^{+}	III	III
Ranunculus grenierianus	I	.	V^{+}	I	I
Homogyne alpina	.	III	VI^{1}	VI^{1}	VI^{1}
Campanula barbata	.	III	VI^{+}	I	I
Silene rupestris	V^{+}	III	III	.	.
Poa nemoralis	IV^{1}	V^{+}	.	I	.
Phyteuma hemisphaericum	V^{+}	.	I	.	I
Lonicera coerulea	.	V^{+}	.	IV	IV
Peucedanum ostruthium	.	IV	.	III	IV^{+}
Vaccinium uliginosum	.	.	VI^{2}	III	II
Potentilla aurea	.	.	VI^{+}	III	III
Luzula sieberi	.	.	V^{1}	VI^{+}	VI^{+-1}
Melampyrum pratense	.	.	V^{1}	II	I
Gentiana purpurea	.	.	V^{+}	II	II
Phleum alpinum	.	.	V^{+}	I	II
Poa alpina	.	.	V^{+}	I	I
Nardus stricta	.	.	V	I	I
Empetrum hermaphroditum	.	.	IV^{1}	IV^{+}	I
Oxalis acetosella	.	.	III	V^{+}	V^{+-1}
Cotoneaster integerrima	VI^{1}	V^{+}	.	.	.
Valeriana tripteris	IV	IV	.	.	.
Veronica fruticans	IV	III	.	.	.
Arctostaphylos uva–ursi	I	VI^{2}	.	.	.
Sempervivum montanum	V^{+}	.	III	.	.
Trifolium alpinum	I	.	IV	.	.
Hieracium prenanthoides	.	V	III	.	.
Luzula multiflora	.	.	IV	I	.
Linnaea borealis	.	.	.	IV^{+}	III
Festuca varia	VI^{2}	.	.	.	.
Primula hirsuta	V^{+}	.	.	.	.
Saxifraga aspera	IV	.	.	.	.
Polypodium vulgare	IV	.	.	.	.
Juncus trifidus	IV	.	.	.	.
Veronica officinalis	.	V^{+}	.	.	.
Pulmonaria azurea	.	IV	.	.	.
Centaurea uniflora	.	IV	.	.	.
Hieracium bifidum	.	IV	.	.	.
Chrysanthemum montanum	.	IV	.	.	.
Geum montanum	.	.	V^{+}	.	.

Sempervivum montanum, Juncus trifidus, Bupleurum stellatum, Primula hirsuta, Laserpitium halleri, Saxifraga aizoon, Valeriana tripteris, etc., absence de *Vaccinium myrtillus*).

Dans les Alpes orientales autrichiennes, SCHIECHTL & STERN (1981) parlent d'une forêt d'arolles d'endroits rocheux, chauds ("Zirbenwald auf trockenen Felsstandorten"), répandue dans l'Oetztal, avec *Arctostaphyllos uva-ursi, Juniperus communis, Calluna vulgaris* et, en vitalité réduite, *Rhododendron ferrugineum, Vaccinium myrtillus* et *V. vitis-idaea.* Ils signalent la présence de *Festuca halleri, Primula hirsuta, Saxifraga aizoon, Silene rupestris,* etc. Ce type de végétation appartient sans doute au *C.i.-P.c. Arctostaphyletosum* et *Festucetosum variae.*

On peut donc affirmer que la présence du *C.i.-P.c.* est attestée dans les Alpes orientales autrichiennes (Oeztal) et dans les Alpes occidentales (Valais – chaînes bernoise et valaisanne – massif des Aiguilles-Rouges, Haute-Maurienne).

III. Nomenclature des forêts d'arolles mésophiles

Les forêts d'arolles mésophiles étudiées jusqu'à présent ont reçu plusieurs dénominations. Il nous a semblé utile de rechercher le nom prioritaire d'après les règles du Code de nomenclature phytosociologique.

La première description est celle de PALLMANN & HAFFTER (1933), qui en font la sous-association *Cembretosum* du *Rhododendro-Vaccinietum.* A propos de cette association, dont on rencontre déjà le nom chez RICKLI (1909), il semble bien que ce soit aussi PALLMANN & HAFFTER qui sont les premiers à la décrire validement. BRAUN-BLANQUET (1950) cite comme autorité Br.-Bl. 1927, ce que beaucoup d'auteurs continuent à suivre. Mais ce nom n'apparaît pas dans les publications de Braun-Blanquet de cette année (1927a et b, d'après SUTTER, 1981). Il doit certainement provenir du traitement des Ericacées par Braun-Blanquet dans le volume 5, troisième partie de "Flora Mitteleuropa" de HEGI, dont le premier fascicule (p. 1567-1722) a paru en 1926 et le reste en 1927. Là (p. 1677), Braun-Blanquet parle du *"Rhododendron ferrugineum-Vaccinium myrtillus* Assoziation", qu'il rattache à l'alliance du *"Rhodoreto-Vaccinion".* Mais la diagnose de l'association est insuffisante (art. 7).

Le premier à considérer la primauté du caractère forestier sur la lande et à élever la sous-association au rang d'association est LEANDRU en 1954 (référence non vidi, *in* BELDIE, 1967), qui fait un *"Lariceto-Cembretum subalpinum".* Cette combinaison n'est pas valable au sens de l'article 34 du Code.

Le nom que nous avons trouvé ensuite est celui de *Vaccinio-Cembretum* (Pallm. & Hafft. 33) dans OBERDORFER (1962). Oberdorfer est donc le premier à publier validement la sous-association *Cembretosum* au rang d'association. Toutefois, le nom doit être corrigé en *Vaccinio*

(myrtilli)-Pinetum cembrae (Pallm. & Hafft. 1933) Oberdorfer, selon les articles 14 et 41b. En effet, on ne peut utiliser le nom de genre *Cembra* qui n'a pas été validement publié par M. Opiz (voir à ce sujet HOLUB & POUZAR, 1967).

Les noms qui viennent ensuite, tels que *Larici-Cembretum* Ellenberg 1963, *Rhododendro-Pinetum cembrae* Bartoli 1966, n. inval., *Rhododendro-Cembretum* Bartoli 1966 em. Richard 1968 sont des noms superflus qui devraient être abandonnés.

MAYER (1974) distingue de nombreuses sous-associations du *"Larici-Cembretum"* Ellenberg 1963 qu'il faut placer dans le *Vaccinio (myrtilli)-Pinetum cembrae (= V.m.-P.c.)*. La valeur phytosociologique de certaines de ces sous-associations est évidente, elle l'est beaucoup moins pour d'autres.

a) *V.m.-P.c. Vaccinietosum myrtilli* Mayer 1974, n. rej. – Cette sous-association est basée sur un seul relevé (sans indication de surface) qui ne permet pas de la différencier de la sous-association *Rhododendretosum* ou *Calamagrostietosum* (art. 37, n. dubium).

b) *V.m.-P.c. Rhododendretosum ferruginei* (Richard 1968) Mayer 1974 (= *Rhododendro-Cembretum typicum* Richard 1968).

c) *V.m.-P.c. Calamagrostietosum* Richard 1968 (= *Rhododendro-Cembretum Calamagrostietosum* Richard 1968).

d) *V.m.-P.c. Luzuletosum albidae* Mayer 1967, n.n. – Mayer se réfère à HARTL (1963), mais les cinq relevés du tableau 6 de Hartl où apparaît *Luzula albida* appartiennent au *Rhododendro-Vaccinietum callunetosum* de Hartl, dont cette espèce est caractéristique ("Charakterarten"), le différenciant du *Rhododendro-Vaccinietum cembretosum.* En plus, *Pinus cembra* est noté seulement une fois, r. Il ne s'agit donc pas d'une forêt d'arolles et il n'est pas possible de se baser là-dessus pour former une sous-association nouvelle.

e) *V.m.-P.c. Mugetosum* Mayer 1974, n.n. – On peut penser que Mayer s'appuie sur les relevés 15 à 19 du tableau 16 de BRAUN-BLANQUET & al., 1954. Mais il ne cite pas de référence.

f) *V.m.-P.c. Juniperetosum nanae* Richard 1968 (= *Rhododendro-Cembretum juniperetosum* Richard 1968).

g) *V.m.-P.c. Alnetosum viridis* n.n. – Ce groupement est certainement à rattacher à la sous-association *Calamagrostietosum.* Les espèces citées par Mayer comme différentielles sont justement celles données par Richard comme différentielles de la sous-association *Calamagrostietosum (Adenostyles alliariae, Rumex arifolius, Peucedanum ostruthium, Cicerbita alpina, Geranium silvaticum).*

h) *V.m.-P.c. Cladonietosum* Mayer 1974 n.n.

i) *V.m.-P.c. Sphagnetosum* Mayer 1974 n.n.

j) *V.m.-P.c. Rhododendretosum hirsuti* (Mayer 1959) Mayer 1974 n. inval. – En 1959, MAYER parle d'une forêt d'arolles et de mélèzes

("Zirben-Lärchenwald") avec *Rhododendron hirsutum, R. ferrugineum* et *R. intermedium,* qu'il rattache au "*Rhodoreto-Vaccinietum* Braun-Blanquet-Pallmann-Bach 1954". Bien que les plantes principales soient citées, il n'y a pas de relevé complet. En outre, le rang n'est pas précisé. Mayer parle de formes ("Ausbildungen") du *"Rhodoreto-Vaccinietum".*

k) *V.m.P.c. Rhododendretosum kotschyi* n.n. – D'après la description que donne BELDIE (1967) du *Lariceto-Cembretum subalpinum* Leandru 1954 ("sol brun acide, podzolique, flore composée pour la plupart de petits groupes de *Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea* et *Rhododendron kotschyi"),* on peut logiquement placer ce groupement en sous-association à *Rhododendron kotschyi* du *V.m.-P.c.* Le stade de dégradation conduit au *Rhododendretum kotschyi* Pawlowski & Walas *in* BRAUN-BLANQUET & al., 1939. Il ne nous est pas possible de faire la combinaison ici car nous n'avons pas de publication disponible permettant de typifier.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. E. Oberdorfer, de Freiburg-St-Georgen, qui nous a fourni plusieurs indications et qui a bien voulu lire notre travail et nous faire part de ses remarques, M. Prof. C. Favarger et M. P. Kupfer de l'Université de Neuchâtel, M. G. Bocquet, directeur des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève, qui nous permet de travailler dans ses locaux, M. A. Charpin et Mlle P. Geissler, conservateurs des herbiers et M. H. Burdet, conservateur de la bibliothèque de cet établissement, M. P. Luder, directeur du Centre écologique d'Aletsch, ainsi que toutes les personnes qui nous ont aidé dans ce travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BACH, R., R. KUOCH & M. MOOR (1962). Die Nomenklatur der Pflanzengesellschaften. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. NF* 9: 301-308.

BARKMANN, J. J., H. DOING & S. SEGAL (1964). Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Bot. Neerl.* 13: 394-419.

– J. MORAVEC & S. RAUSCHERT (1976). Code de nomenclature phytosociologique. *Vegetatio* 32: 131-185.

BARTOLI, C. (1966). Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne. *Ann. Sci. Forest.* 23: 422-751 + 13 tabl. + 1 carte.

BECHERER, A. (1956). Florae vallesiacae Supplementum. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 81: 1-556.

BÉGUIN, C. (1972). Contribution à l'étude phytosociologique et écologique du Haut-Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 54: 1-190 + 1 carte.

BELDIE, A. (1967). *Flora si Vegetatia Muntilor Bucegi.* Acad. Rep. Soc. Romania (ed.): 558 pp.

BRAUN-BLANQUET, J. (1926). Ericaceae. *In:* HEGI (ed.), *Ill. Fl. Mitt.-Eur.* 5: 1609-1715. J. Lehmann, München.

– (1927a). Onosma. *In:* HEGI (ed.), *Ill. Fl. Mitt.-Eur.* 5: 2177-2186. J. Lehmann, München.

– (1927b). Die Florenlemente der Schweiz. *Verh. Schweiz. Naturf. Ges.* 108, 2. T.: 186.

BRAUN-BLANQUET, J. (1949). Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens (IV). *Vegetatio* 2: 20-37.

– (1950). Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens (V). *Vegetatio* 2: 214-237.

– (1964). *Pflanzensoziologie.* 3. Aufl., Springer, Wien. 865 pp.

– (1969). *Die Pflanzengesellschaften der rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung.* Bischofberger & Co., Chur. 100 pp.

– H. PALLMANN & R. BACH (1954). Pflanzensoziologische und Bodenkundliche Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. II. Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (Vaccinio-Piceetalia). *Ergebn. Wiss. Untersuch. Schweiz. Nationalparks. NF* 4: 1-200 + 17 Abb.

– G. SISSINGH & J. VLIEGER (1939). Prodromus der Pflanzengesellschaften 6. Klasse der Vaccinio-Piceetea. *Comité Int. Prodr. Phytosociol., Montpellier*: 123 pp.

ELLENBERG, H. (1963). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.* Einführung in die Phytologie 4. E. Ulmer, Stuttgart, 945 pp.

– (1978). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht.* 2. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart, 982 pp.

– & F. KLOETZLI (1972). Waldgesellschaften und Waldsorten der Schweiz. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 48: 587-930.

ETTER, H. (1949). De l'analyse statistique des tableaux de végétation. *Vegetatio* 1: 147-154.

FAVARGER, C. (1971). Relations entre la flore méditerranéenne et celle des enclaves à végétation subméditerranéenne d'Europe centrale. *Boissiera* 19: 149-168.

FURRER, E. (1955). Probleme um den Rückgang der Arve (Pinus cembra) in den Schweizer Alpen. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 31: 669-705.

GALLAND, P. (1977). Carte de la végétation du Riedernorn, Ried, Vs. *Bull. Murith., Soc. Valais. Sci. Nat.* 93: 3-28 + 1 carte.

GUINOCHET, M. (1973). *Phytosociologie.* Collection écologie 1, Masson & Cie, Paris, 227 pp. + 1 carte.

HARTL, H. (1963). Die Vegetation des Eisenhutes im Kärntner Knockgebiet. *Karinthia* II, 73: 293-336.

HESS, H. E., E. LANDOLT & R. HIRZEL (1970). *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete Bd 2: Nymphaeaceae bis Primulaceae.* Birkhäuser, Basel & Stuttgart, 956 pp.

– (1972). *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete Bd 3: Plumbaginaceae bis Compositae.* Birkhäuser, Basel & Stuttgart, 876 pp.

– (1976). *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Bd 1: Pteridophyta bis Caryophyllaceae.* 2. Aufl. Birkhäuser, Basel & Stuttgart, 858 pp.

HOLUB, J. & Z. POUZAR (1967). A nomenclatural analysis of the generic names of phanerogams proposed by F. M. Opiz in his Seznam Keteny Ceské. *Folia Geobot. Phytotax. Bohem.* 2: 397-498.

JACCARD, H. (1895). Catalogue de la flore valaisanne. *Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesammten Naturwiss.* 34: I-LVI, 1-472.

JELEM, H. & W. KILIAN (1964). Standortserkundung Volderberg-Pfons (Tuxer Alpen) Tirol. *Forstl. Bundesversuchsanst. Inst. Standort* 14: 1-94 + 2 Tab. + 1 carte.

LANDOLT, E. (1977). Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröffentlichungen Geobot. Inst. Rübel Zürich* 64: 1-208.

LÜDI, W. (1945). Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers mit einem Vergleich der Besiedlung im Vorfeld des

Rhonegletschers und des Oberen Grindelwaldgletschers. *Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel Zürich* 1944: 35-112.

MARKGRAF, V. (1969). Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Wallis *Bot. Jahrb. Syst.* 89: 1-63.

MAYER, H. (1959). Waldgesellschaften der Berchtesgadener Kalkalpen. *Mitt. Staatsforstverw. Bayerns* 30: 163-216.

– (1967). Zur Behandlung überalterter Gebirgswälder. *Schweiz. Z. Forstwesen* 118: 335-372.

– (1974). *Wälder des Ostalpenraumes. Ökologie der Wälder und Landschaften 3.* G. Fischer, Stuttgart, I-XV, 344 pp.

NÈGRE, R. (1978). Compte-rendu de l'excursion de l'Association amicale francophone de phytosociologie dans les Alpes suisses en 1976. B. Quelques observations sur les rapports entre la végétation et la microgéomorphologie. *Doc. Phytosociol. NS* 3: 308-311.

OBERDORFER, E. (1962). *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland.* 2. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart, 987 pp.

– (1970). *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland.* 3. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart, 987 pp.

– (1979). *Pflanzensoziologische Exkursionsflora.* 4. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart, 997 pp.

PALLMANN, H. & P. HAFFTER (1933). Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin mit besonderer Berücksichtigung der Zwergstrauchgesellschaften der Ordnung Rhodoreta-Vaccinietalia. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 42: 357-483.

RAUSCHERT, S. (1963). Beitrag zur Vereinheitlichung der soziologischen Nomenklatur. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. NF* 10: 232-249.

Recensement de la Flore suisse (1968). *Clé de détermination pour les groupes critiques,* éd. 3, Berne, 104 pp.

RICHARD, J.-L. (1968). Les groupements végétaux de la réserve d'Aletsch (Valais, Suisse). *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 51: 1-30 + 1 carte.

– (1974). Dynamique de la végétation au bord du grand glacier d'Aletsch (Alpes suisses). *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 83: 159-174.

RICHARD, L. (1975). Etude écologique des massifs des Aiguilles-Rouges, du Haut-Gifre et des Aravis (Haute-Savoie). Le milieu et la végétation. *Ann. Centre Univ. Savoie, Sci. Nat.* 1975: 1-100 + 2 cartes.

RIKLI, M. (1909). Die Arve in der Schweiz. *Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesammten Naturwiss.* 44: I-XL, 1-455 + 28 Tab. + 2 cartes.

RIVAS-MARTINEZ, S. & J.-M. GEHU (1978a). Apport de l'excursion de l'association amicale francophone de phytosociologie à la connaissance des synassociations de l'étage subalpin du Valais suisse. *Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk. Assoziationskomplexe (Sigmeten):* 151-159.

– (1978b). Compte-rendu de l'excursion de l'Association amicale francophone de phytosociologie dans les Alpes suisses en 1976. D. La végétation phanérogamique. IV. Observations syntaxonomiques sur quelques végétations du Valais suisse. *Doc. Phytosociol. N.S.* 3: 371-423.

SCHIECHTL, H. M. & R. STERN (1981). Die Zirbe (Pinus cembra L.) in den Ostalpen. 2. T. *Angew. Pflanzensoziol., Vienna* 23: 1-79 + 3 cartes.

SCHINZ, H. & R. KELLER (1914). *Flora der Schweiz. II. Teil: Kritische Flora,* 3. Aufl. A. Raustein, Zürich, I-XVIII, 582 pp.

SCHWEINGRUBER, F. H. (1972). Die subalpinen Zwergstrauchgesellschaften im Einzugsgebiet der Aare (Schweizerische nordwestliche Randalpen). *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 48: 197-504 + 15 Tabl.

SUTTER, R. (1981). Dr. Josias Braun-Blanquet – Eine Würdigung von Leben und Werk. *Bot. Helv.* 91: 17-33.

ZBINDEN, P. (1949). Geologisch-petrographische Untersuchungen im Bereich südlicher Gneise des Aarmassivs. (Oberwallis). *Bull. Soc. Minéral. Pétrogr.* 29: 221-356.

Adresses des auteurs: C. B. Institut de botanique, Chantemerle 22, CH-2000 Neuchâtel.
J.-P. T.: c/o Weatherby, 15, rue Sautter, CH-1205 Genève.