Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech.

Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 119 (1994)

Artikel: Compte rendu de la 2ème Excursion Internationale de Phytosociologie

en Suisse (14-21 juillet 1991)

Autor: Gallandat, Jean-Daniel / Landolt, Elias / Bettschart, A.

Kapitel: 3: Végétation des lapiés du Muotatal **DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-308983

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: 23.11.2025

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

3. Végétation des lapiés du Muotatal

F. GILLET, J.-P. THEURILLAT, A. DUTOIT, E. HAVLICEK, M. BUECHE, A. BUTTLER

3.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

(par Jean-Paul THEURILLAT)

3.1.1. Situation géographique

Le Muotatal est situé dans le canton de Schwyz. Il tire son nom de la rivière Muota qui le parcourt, avant de se jeter dans le lac des Quatre-Cantons à Brunnen. La partie inférieure de la vallée, jusqu'à Hinterthal, est comprise entre 500 et 600 m d'altitude. On s'élève ensuite graduellement jusqu'à 1150 m, dans la partie supérieure, appelée Bisistal, près de la frontière avec le canton d'Uri.

La région est typique des Préalpes calcaires du nord. Elle possède un système karstique très étendu, le plus grand de Suisse, qui occupe la partie supérieure de la rive droite. En effet, de Hinterthal à la frontière uranaise, une vaste zone de lapiés s'étend vers l'est, jusqu'à la frontière glaronnaise. A ce système karstique est lié le célèbre réseau de gouffres et de galeries du Hölloch, un des plus vastes connus en Europe.

Pour l'excursion, nous avons choisi d'étudier un transect dans la forêt subvierge de Bödmeren, sur karst.

3.1.2. Géologie et géomorphologie

(par Annelise Dutort)

L'alpe et la forêt de Bödmeren occupent l'une des ramifications de la vallée de la Muota, le sillon du col du Pragel. A l'est culmine la coupole argentée de la Silbern, façonnée par le glacier dans le calcaire massif clair de l'Urgonien (Schrattenkalk), ce qui a laissé un karst nu! La région de la Silbern, où se trouve la forêt de Bödmeren, est avec la Charetalp le centre du plus vaste karst de Suisse (250 km²).

Le paysage karstique présente ici un aspect classique et complet: en surface rochers sculptés, rongés de lapiés (ensemble des arêtes vives, rigoles et trous dans la roche calcaire), terrain troué de trous profonds et miné de cavernes en profondeur. C'est ici même, à quelque 500 m sous la surface, que se trouve le Hölloch (découvert en 1875 par Aloïs Ulrich de Muotatal), vaste réseau de galeries (129.5 km en 1976) se ramifiant sur plusieurs niveaux (525 m entre le point le plus bas et le point le plus haut). Ces réseaux souterrains sont creusés par les eaux d'infiltration abondantes; en effet, on mesure 2500 mm de précipitations dans cette région et pourtant les sols sont relativement secs et pauvres, car la majorité de l'eau est drainée en profondeur.

Les strates calcaires de cette région, datant du Secondaire supérieur (Crétacé), appartiennent aux écailles de Silbern (Obere und Untere Silbern-Schuppe, HANTKE, 1982). L'alternance de couches de calcaire compact clair (Urgonien, Schrattenkalk) et de calcaire marneux sombre et faiblement siliceux, parfois un peu délité (cf. Drusberg et Altmann Schichten du Barrémien inférieur), crée un paysage "ridé" par les crêtes de calcaire, partiellement dénudées, séparées par des combes où s'accumule du matériau un peu argileux. Le dos des couches constitue souvent de grandes surfaces au sol peu profond (dipslope).

La diversité des lapiés est grande dans les Silbern: lapiés à cannelures ou à rigoles (rigoles provoquées uniquement par l'eau de pluie), lapiés à diaclases lorsque des fentes dans la roche sont élargies par la dissolution; les crevasses peuvent atteindre alors plusieurs mètres de profondeur. Mais dans la région de Bödmeren la majorité des lapiés sont ronds, ce qui signifie qu'une couche de sol les a longtemps recouverts, émoussant les arêtes. Dans le karst nu, ils témoignent d'une végétation antérieure détruite par le déboisement ou le passage des bêtes. Dans la forêt elle-même, les gradins rocheux sont plus hauts et les lapiés à diaclases profonds présentent souvent des puits rendant la progression difficile.

3.1.3. Climat

Le climat est typiquement subocéanique et les précipitations sont abondantes. On se trouve dans une des régions les plus arrosées de Suisse, avec plus de 2500 mm de précipitations à 1460 m (station de Hoch-Ybrig dans le Sihltal, à quelques kilomètres au nord; station de Bisistal, à 785 m: 2290 mm). Par comparaison, Einsiedeln, situé à 910 m, reçoit 1650 mm (avec une température moyenne annuelle de 5.7°C).

L'absence de chaînes de montagnes protectrices, à orientation sud-nord, détermine que la région est fortement ventée dans les hauteurs. Le foehn se fait encore un peu sentir dans la vallée.

3.1.4. Flore

La flore est typique des Préalpes calcaires. Elle renferme des éléments intéressants, comme Nigritella nigra subsp. rubra, Daphne striata, Saxifraga aphylla, Rumex nivalis, Salix waldsteiniana, Primula integrifolia, Calycocorsus stipitatus, Crepis terglouensis, espèces des Alpes orientales dont les trois premières atteignent leur limite occidentale dans la région; Arabis serpillifolia, Daphne alpina, Galeopsis speciosa, espèces rares en Suisse; Hypericum coris, localisé en suisse uniquement dans les vallée à foehn de la Suisse centrale; Viola cenisia, plus ou moins en limite nord-orientale (Sutter et Bettschart, 1982; Welten et Sutter, 1982).

3.1.5. Végétation

Le Muotatal passe de l'étage montagnard inférieur dans le fond de la vallée, à l'étage subnival vers ses plus hauts sommets (Bös Fulen, 2801 m; Höch Turm, 2666 m; Ortstock, 2521 m).

L'étage montagnard est le domaine du Fagion (Cardamino-Fagetum, Carici-Fagetum, Abieti-Fagetum) et des prés et pâturages de l'Arrhenatherion, du Polygono-Trisetion et du Cynosurion. On trouvera chez LIENERT (1982) des indications phytosociologiques sur l'étage montagnard aisément transposables au Muotatal.

L'étage subalpin (1200-1300 m à 1900-2000 m) occupe une grande partie du territoire. C'est le domaine de l'Aceri-Fagetum (peu) et des pessières subalpines, particulièrement la pessière à Calamagrostis villosa (Sphagno-Piceetum Kuoch 1954 calamagrostietosum villosae Ellenberg et Klötzli 1974), dominante, avec sur les endroits plus secs le Veronico latifoliae-Piceetum Ellenberg et Klötzli 1974, et dans les endroits les plus frais le Piceo-Adenostyletum Ellenberg et Klötzli 1974. Sur les croupes karstiques sèches, on rencontre également l'Erico-Pinetum mugo Braun-Blanquet 1939, et, à l'étage subalpin supérieur, des fragments du Pinetum pumilionis Beger 1922 (= Rhododendro hirsuti-Pinetum mugo Braun-Blanquet 1939). La forme couchée du pin de montagne, l'arole et le mélèze sont absents de la région (Sutter et Bettschart, 1982). Dans les parties supérieures de l'étage, il faut

encore mentionner les brousses à Alnus viridis, Salix appendiculata, S. waldsteiniana, Rhododendron hirsutum, R. ferrugineum, etc. Les pâturages sont le domaine du Cynosurion et du Poion alpinae.

L'étage alpin regroupe la végétation classique des montagnes calcaires, avec principalement des pelouses du Seslerion albicantis et du Caricion ferrugineae dans les parties inférieures de l'étage, des combes à neige du Salicion herbaceae et de l'Arabidion caeruleae dans les parties supérieures, auxquelles s'ajoutent la végétation rupicole azonale du Potentillon caulescentis et celle des éboulis des Thlaspietalia.

En ce qui concerne les travaux phytosociologiques selon la méthode sigmatiste classique, les étages subalpin supérieur et alpin de la région ont été étudiés par SUTTER et BETTSCHART (1982), qui indiquent également quelques groupements de l'étage montagnard. On trouvera chez LIENERT (1982) des indications aisément transposables en ce qui concerne la végétation sur calcaire, pour les forêts, les prés et les pâturages. Aux groupements cités par SUTTER et BETTSCHART (1982), on peut en rajouter encore trois.

• Le Dryopterido rigidae-Valerianetum montanae Aichinger 1933 (Petasition paradoxi, Thlaspietea rotundifolii) correspond à la végétation des trous et des crevasses de dissolution du lapié de profondeur moyenne (30-60 cm), à longue durée d'enneigement et où s'accumule la terre fine (concordance écologique avec les éboulis grossiers). Le relevé suivant illustre ce type de végétation:

Alt. 2035 m, trous et fissures de dissolution de 30 à 60 cm de profondeur sur un lapié de pente 20-25°, orienté à l'ouest; superficie des trous et fissures relevée 3-4 m², recouvrement de la végétation de 10-15%; 15.7.1989:

Espèces caractéristiques et +.2pDoronicum grandiflorum +.2 différentielles de l'alliance : Poa minor Dryopteris villarii 1.2 Espèces caractéristiques et +.2mAsplenium viride différentielles de classe : +.2Polystichum lonchitis Cystopteris alpina Espèces caractéristiques et +.2pAsplenium trichomanes différentielles d'ordre : Autres espèces : Arabis alpina 1.1m +.2 +.2° Viola biflora +.2Arabis soyeri Hieracium sylvaticum Adenostyles alliariae (+.2)Saxifraga rotundifolia Peucedanum ostrythium (+.2)Diphasium alpinum +.2° Calamagrostis sp.

- Le Crepido aureae-Festucetum commutatae Lüdi 1948 (Poion alpinae, Molinio-Arrhenatheretea) correspond, sensu lato, aux pâturages gras subalpins (= Poo-Prunelletum vulgaris Oberdorfer 1950; Trifolio thalii-Poetum alpinae Dietl) et peut se présenter sous plusieurs formes (Dietl in Lienert, 1982). Dans les Préalpes calcaires fribourgeoises, Richard (1977) fait remarquer que les pâturages du Poion alpinae présentent trois tendances, ce qui se vérifie ici également:
- tendance thermophile, avec des espèces des Seslerietalia;
- tendance acidophile, avec des espèces des Nardetalia;
- tendance fraîche, avec des espèces des Salicetea herbaceae.

Le relevé suivant est une variante maigre fauchée, penchant vers la tendance acidophile:

"Roggenstöckli", alt. 1630 m, orientation ESE, pente 35°, superficie relevée 50m², recouvrement de la végétation de 100%; 15. 7. 1989

	es caractéristiques et		espèces :
différe	ntielles de l'alliance :	2.2b	Festuca nigrescens
2.2b	Phleum alpinum	2.2a	Anthoxanthum alpinum
1.2	Poa alpina	2.2b	Agrostis capillaris
1.2	Ranunculus montanus	2.3b	Hypericum maculatum
2.2a	Crepis aurea	+	Silene vulgaris
1.2	Trifolium badium	+.2	Plantago media
+	Veronica alpina	1.2m	Campanula rotundifolia
E .		+.2	Potentilla aurea
	es caractéristiques et	+.2	Luzula multiflora
	ntielles d'ordre :	r	Botrychium lunaria
2.2m	Veronica chamaedrys	+	Galium pumilum
2.2	Alchemilla monticola	2.1b	Phyteuma spicatum
+.2		2.2a	Geranium sylvaticum
+.2	Heracleum sphondylium	1.2	Trollius europaeus
+	Leontodon hispidus	1.2	Rumex alpestris
Espèce	es caractéristiques et	1.2p	R. alpinum
	entielles de classe :	1.2	Alchemilla gr. glabra
2.2b	Festuca pratensis	+.2	Ranunculus aconitifolius
1.2	Ranunculus acris subsp.	+.2	Silene dioica
friesear		ro	Senecio alpinus
1.2	Trifolium pratense	+.2	Deschampsia caespitosa
2.2b	T. repens	+	Myosotis sylvatica
1.1	Taraxacum officinale	+.2	Lysimachia nemorum
+.2	Plantago lanceolata	+.2	Sagina linnaei
	Prunella vulgaris	+.2	
+			Bartsia alpina
+	Cerastium fontanum s. str.	+	Carduus defloratus subsp. defloratus
		+.2	Alchemilla conjuncta

• Le Senecioni doronici-Caricetum sempervirentis J.-L. Richard 1977 prov. (Caricion ferrugineae, Elyno-Seslerietea) correspond à l'aile thermophile du Caricion ferrugineae, faisant la transition vers le Seslerion, et particulièrement vers le Seslerio-Caricetum sempervirentis. Cependant, il lui manque les espèces caractéristiques du Seslerion, comme Oxytropis jacquinii, Leontopodium alpinum, Gentiana brachyphylla subsp. favratii. Les espèces de l'ordre et de la classe sont assez peu représentées et le groupement comprend plusieurs espèces mésophiles. Il s'agit d'une pelouse plus fermée que celle du Seslerio-Caricetum, dont le nombre spécifique moyen est plus élevé, et qui est encore pâturée par le bétail. Le groupement apparaît cependant moins mésophile dans le Muotatal que dans les Préalpes fribourgeoises. Voici un relevé de ce groupement:

"Chli Mälchtäli", alt. 1980 m, exposition WSW, pente 25°, recouvrement de la végétation de 90%, superficie relevée de 15 m², 15.7.1989

différe 1.2 1.2 1.2 1.1 1.1 + Espèce différe 2.2a 1.2	es caractéristiques et ntielles d'alliance : Carex ferruginea Festuca puccinellii Molinia caerulea subsp. caerulea Trollius europaeus Ligusticum mutellina Anemone narcissiflora s caractéristiques et ntielles d'ordre : Globularia nudicaulis Leucanthemum adustum	Autres 4.3b 1.2 1.2 +.2 + 1.2 1.2 1.2 1.2 +.2 +.4 +	espèces: Carex sempervirens Tofieldia calyculata Selaginella selaginoides Aster bellidiastrum Pinguicula alpina Soldanella alpina Primula integrifolia Polygala chamaebuxus Agrostis alpina Anthoxanthum alpinum Lotus corniculatus Ranunculus montanus
1.2 + + +.2 +.2 + +.2 + +.2 Espèce	Polygala alpestris Galium anysophyllon Thesium alpinum Daphne striata Anthyllis vulneraria subsp. alpestris Pedicularis verticillata Pulsatilla alpina subsp. alpina Senecio doronicum Scabiosa lucida s caractéristiques et	1.2 +.2 +.2 + r + r + +	Nardus stricta Potentilla erecta Arnica montana Leuchorchis albida Gymnadenia conopsea Polygonum viviparum Leontodon helveticus Gentianella cf. campestris Campanula scheuchzeri Juniperus communis subsp. nana (diff. ass.)
1.2 1.2 +.2 1.2 + + + +.2	Sesleria albicans Androsace chamaejasme Dryas octopetala Erica carnea Phyteuma cf. orbiculare Gentiana clusii Helianthemum nummularium subsp. grandiflorum	+.2° +.2° +.2° 1.1 +.2 +	Calluna vulgaris Vaccinium myrtillus Vaccinium uliginosum subsp. microphyllum Homogyne alpina Huperzia selago Solidago virgaurea subsp. minuta Hieracium sp. Euphrasia sp.

3.2. APPROCHE SYNUSIALE DE LA VÉGÉTATION DES LAPIÉS DE BÖDMEREN

(par François GILLET)

3.2.1. Méthodologie

L'approche synusiale intégrée est une nouvelle méthode phytosociologique dont les concepts ont été définis en détail par GILLET, JULVE et FOUCAULT (1991). Son principe repose sur la reconnaissance de plusieurs niveaux de description de l'organisation de la végétation, le niveau de base (celui de l' "individu d'association") étant la synusie végétale. Le passage d'un niveau à l'autre se fait par intégration des taxons phytosociologiques élémentaires, selon le modèle de la symphytosociologie.

Une **synusie** se définit comme un ensemble d'organismes, suffisamment proches par leur espace vital, leur comportement écologique et leur périodicité pour partager à un moment donné un même "microbiotope" à l'intérieur d'une biogéocénose. Une synusie végétale est caractérisée par une composition floristique homogène, ainsi que par la forte représentation d'une stratégie adaptative, d'une type morphologique végétatif et d'un type biologique déterminés.

A un niveau supérieur d'intégration, une **phytocénose** correspond à une communauté végétale formée d'un complexe de synusies végétales organisées spatialement (mosaïque, superposition), temporellement (phénophases) et fonctionnellement (cycles de régénération, création d'un milieu endogène, etc.) au sein d'une même biogéocénose, et présentant de fortes relations de dépendance écologique, dynamique et génétique.

Ainsi, selon cette approche, une phytocénose forestière sera décrite par une liste quantifiée de syntaxons élémentaires (types de synusies muscinales, herbacées, arbustives et arborescentes), plutôt que par une simple liste d'espèces (association forestière classique).

L'organisation spatio-temporelle d'une phytocénose pourra être représentée à l'aide d'un réseau systémique, dans lequel les composants du système (synusies végétales identifiées chacune à un syntaxon élémentaire) sont reliés par des flèches symbolisant la nature et le déterminisme principal des interrelations.

3.2.2. Situation des stations étudiées (fig. 3.1, p. 85ff.)

Lors des visites préliminaires, du 14 au 17 juillet 1939 et du 27 au 29 août 1990, la végétation et les sols de 4 stations (biogéocénoses) firent l'objet d'une description détaillée, dans le but de comprendre l'organisation synusiale de 4 phytocénoses complexes.

Ces stations visitées pendant l'excursion se situent toutes à l'intérieur de la Réserve de Bödmeren (commune de Muotatal), entre 1520 et 1600 m d'altitude, à l'étage subalpin.

La station I se trouve à l'ouest de la forêt de Bödmeren, dans une zone essentiellement asylvatique, vers 1580 m d'altitude, en bordure d'une vaste dépression (Tälti). La géomorphologie est celle d'un lapié relativement ouvert et irrégulier, laissant apparaître de fortes traces d'érosion (lapiés ronds, poches d'accumulation de matériaux d'altération). Les bancs calcaires présentent un léger pendage vers le nord-ouest.

La station II, à 200 m au nord-est de la précédente, est installée sur une crête boisée, dont les couches de calcaire dur sont très redressées et forment des reliefs arrondis entaillés par de profondes crevasses. L'altitude avoisine les 1600 m.

La station III se situe à plus d'un kilomètre au nord des deux précédentes, au coeur de la "forêt vierge" de Bödmeren. Elle occupe une crête de calcaire dur, le pendage des couches étant orienté vers le sud-sud-est. Il s'agit d'un lapié très fermé, les diaclases y étant peu fréquentes et très étroites. L'altitude s'élève à 1530 m.

La station IV jouxte la précédente vers le sud (altitude environ 1520 m). Elle correspond à une dépression dans laquelle on observe un lapié nettement plus ouvert (nombreuses et larges diaclases), laissant affleurer un calcaire marneux sombre et riche en silice. Cette station s'ouvre vers le sud-est sur une vaste clairière (mégaphorbiaie, cf. relevé 501).

3.2.3. Typologie des synusies végétales

Echantillonnage et tri des relevés

Les 57 relevés synusiaux effectués par les participants aux visites préliminaires ont été soumis à une procédure de classement automatique (clustering), à l'aide du programme Mulva-4 (WILDI et ORLOCI, 1990).

Sur la base de cet échantillonnage limité, nous avons ainsi pu reconnaître provisoirement 28 syntaxons élémentaires, que nous présentons ici dans 7

tableaux phytosociologiques élaborés (tab. 3.1 à 3.7, pp. 75-84).

Dans ce travail préliminaire, nous n'avons pas jugé opportun de désigner les syntaxons élémentaires selon la nomenclature phytosociologique; aucune association n'est donc définie ici validement. Chaque syntaxon élémentaire est désigné par un code formé d'une lettre symbolisant l'ensemble structurel et d'un numéro d'ordre par strate:

- A ensemble structurel arborescent supérieur
- a ensemble structurel arborescent inférieur
- B ensemble structurel arbustif supérieur
- b ensemble structurel arbustif inférieur
- H ensemble structurel herbacé supérieur
- h ensemble structurel herbacé inférieur
- M ensemble structurel muscinal supérieur
- m ensemble structurel muscinal inférieur

La nomenclature des idiotaxons se réfère à Flora europaea (TUTIN et al. 1964-1980) pour les Spermatophytes et les Ptéridophytes, et à GEISSLER et URMI (1984) pour les Bryophytes. La nomenclature des syntaxons herbacés, arbustifs et arborescents (classes, ordres et alliances) est largement inspirée du Synopsis phytosociologique de la France (JULVE 1991), qui nous a guidé dans le tri des espèces caractéristiques et différentielles (tab. 3.3 et 3.4).

Catalogue des relevés synusiaux

(¹ Les numéros en caractères normaux désignent les relevés effectués entre le 14 et le 17 juillet 1989, tandis que les numéros en italiques désignent les relevés effectués entre le 27 et 29 août 1990.)

Synusies arborescentes

N° relevés 1

A1-a1	Picea abies	113 308 409
a2	Pinus uncinata	203

Synusies arbustives

B1	Pinus uncinata - Betula pubescens	104 114
b2	Sorbus chamaemespilus - Salix appendiculata	103 115 601

Synusies herbacées

	- 3	
h1	Festuca pulchella - Carex ferruginea	101 116
h2	Carex ornithopoda - Dryas octopetala	105 202 207
h3	Carduus defloratus - Carex sempervirens	209
H4	Rhododendron hirsutum - Erica herbacea	102 117 118 211
H5	Empetrum nigrum hermaphroditum - Rhododendron ferrugineum	132 204
H6	Rhododendron ferrugineum - Molinia caerulea	201
h7	Saxifraga rotundifolia - Viola biflora	119 302 402
h8	Polystichum lonchitis - Dryopteris villarii	215
h9	Asplenium viride - Cystopteris fragilis	205 403
h10	Valeriana tripteris - Polystichum lonchitis	110 206
h11	Luzula luzulina- Vaccinium myrtillus	301 309
H12	Cicerbita alpina - Athyrium distentifolium	401 501 <i>701</i>

Synusies muscinales

	5,114510	
ml	Campylium halleri - Schistidium apocarpum	106 210 307 406
m2	Encalypta streptocarpa - Fissidens cristatus	108
m3	Tortella tortuosa - Ctenidium molluscum	109 216 306
m4	Ditrichum flexicaule	107
m5	Tortula norvegica - Tortella densa	208
M6	Pseudoleskea plicata - Hylocomium pyrenaicum	405
M7	Barbilophozia lycopodioides	111 212
M8	Rhytidiadelphus squarrosus calvescens - Brachythecium starkei curtum	404
M9	Ptilium crista-castrensis - Pleurozium schreberi	112 213
M10	Rhytidiadelphus loreus - Hylocomium umbratum	303
m11	Cephalozia leucantha - Barbilophozia attenuata	214 304 407
m12	Ptilidium pulcherrimum - Dicranum montanum	305 408

Synopsis des syntaxons cités

CERATODONTO PURPUREI-POLYTRICHETEA PILIFERI von	
Hübschmann 67 POLYTRICHETALIA PILIFERI von Hübschmann 67 CERATODONTO PURPUREI-POLYTRICHION PILIFERI (Waldheim 44) Smarda 47	
SCHISTIDIETEA APOCARPI Jezek & Vondracek 62 GRIMMIETALIA ANODONTIS Smarda & Vanek in Smarda 47 SCHISTIDION APOCARPI Jezek & Vondracek 62 CTENIDIETALIA MOLLUSCI Hadac & Smarda 44 FISSIDENTION PUSILLI Neumayr 71 CTENIDION MOLLUSCI Stefureac 41 PLEUROCHAETION SQUARROSAE Neumayr 71 m4,	m2 m3
LEPIDOZIETEA REPTANTIS (Hertel 74) Marstaller 84 DICRANETALIA SCOPARII Barkman 58 DICRANO SCOPARII-HYPNION ANDOII Barkman 58	
HYLOCOMIETEA SPLENDENTIS Gillet 86 HYLOCOMIETALIA SPLENDENTIS Gillet 86 em. PLEUROZION SCHREBERI von Krusenstjerna 45	
RHYNCHOSTEGIO RIPARIOIDIS-FONTINALIETEA ANTIPYRETICAE Philippi 56 BRACHYTHECIETALIA PLUMOSI Philippi 56 PELLION EPIPHYLLAE Marstaller 84	
MONTIO FONTANAE-CARDAMINETEA AMARAE Braun-Blanquet & Tüxen 43 MONTIO FONTANAE-CARDAMINETALIA AMARAE Pawlowski in Pawlowski & al. 28 em. Maas 59 CARDAMINION AMARAE Maas 59	•
ASPLENIETEA TRICHOMANIS Braun-Blanquet in Meier & Braun-Blanquet 34 POTENTILLETALIA CAULESCENTIS Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Jenny 26 CYSTOPTERIDION FRAGILIS (Nordhagen 36) Richard 72	h9
THLASPIETEA ROTUNDIFOLII Braun-Blanquet & al.47 THLASPIETALIA ROTUNDIFOLII Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Jenny 26 em. Seibert in Oberdorfer 77 ARABIDION ALPINAE Béguin 70	
NARDETEA STRICTAE Rivas-Goday & Borja-Carbonell 61 NARDETALIA STRICTAE Oberdorfer 49 em. Preising 49 NARDION STRICTAE Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Jenny 26	
SALICETEA HERBACEAE Braun-Blanquet 47 ARABIDETALIA CAERULEAE Rübel 33	

SESLERIETEA ALBICANTIS Braun-Blanquet 48 em. Oberdorfer 78 SESLERIETALIA ALBICANTIS Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Jenny 26 SESLERION ALBICANTIS Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Jenny 26h2, h3 CARICION FERRUGINEAE Braun-Blanquet 31
CARICETEA NIGRAE den Held & Westhoff in Westhoff & den Held 69 em. de Foucault 84 POLYGONO VIVIPARI-CARICENEA NIGRAE de Foucault 84 JUNCO TRIGLUMIS-EQUISETALIA VARIEGATI (Julve 83 em. de Foucault 84) Julve 91
CARICION MARITIMAE (Braun-Blanquet ap. Volk 39) Braun-Blanquet 71
ANEMONO NEMOROSAE-CARICETEA SYLVATICAE Gillet 86 em. Julve 91 LUZULETALIA SILVATICAE Gillet 86 LUZULION LUZULOIDIS Julve 91
CICERBITO ALPINAE-ACONITETEA NAPELLI Hadac & Klika 44 ADENOSTYLETALIA ALLIARIAE Braun-Blanquet 31 ADENOSTYLION ALLIARIAE Braun-Blanquet 25
CALLUNO VULGARIS-VACCINIETEA MYRTILLI (Braun-Blanquet 39) de Foucault in press EMPETRETALIA HERMAPHRODITI Schubert 60 RHODODENDRO FERRUGINEI-VACCINION MYRTILLI (Br.Bl.26) Rivas- Martinez 68
PINO MUGO-ALNETEA ALNOBETULAE Eggler 33 PINO MUGO-ALNETALIA ALNOBETULAE Braun-Blanquet 18 BETULO PUBESCENTISCARPATICA-ALNION ALNOBETULAE Gams 36 B1, b2
PINO SYLVESTRIS-PICEETEA ABIETIS Julve 91 PICEETALIA ABIETIS Julve 91 prov. PINO UNCINATAE-PICEION ABIETIS Gillet prov

3.2.4. Typologie des sols

(par Elena Havlicek, Michel Bueche et Alexandre Buttler)

Les sols des quatre stations étudiées se situent sur un vaste ensemble de roches sédimentaires, essentiellement calcaires (cf. chap. 3.1.2.). Pourtant la plupart des sols décrits ici ne subissent que de manière liminale l'influence des carbonates. L'action du climat (forte pluviosité et température annuelle relativement basse) et de la végétation (à litière acidifiante) est ici déterminante pour la pédogénèse. En effet, l'action conjugée de ces facteurs empêche, dans la plupart des cas, l'expression du caractère calcaire du substrat. Le climat froid ralentit la décomposition des végétaux et contribue ainsi au développement d'un tapis d'humus brut isolant la végétation de la roche-mère

calcaire. La forte pluviosité, combinée au drainage naturel intense dans les calcaires fissurés, a pour effet l'entraînement vers le bas de certains composants du sol (carbonates, cations basiques, argiles) dont l'effet ne se fait sentir que dans le bas du profil pédologique, à proximité immédiate du substrat.

En conséquence, une végétation acidophile s'installe dans ces milieux, contribuant elle-même, par sa litière acidifiante défavorable à l'activité biologique, au développement de l'humus brut (rétroaction positive).

Sur ces roches calcaires dures, nous sommes en présence de sols peu évolués (Duchauffour, 1977) avec un profil du type AC. Ils sont caractérisés par un faible degré d'altération et, dans notre cas, d'une accumulation de matière dans l'horizon humifère. La série pédogénétique, corrélée à la distribution des synusies végétales, va du lithosol au sol lithocalcique humifère, avec toute la gradation génétique (lithocalcique à mor calcique, lithocalcique à mor légérement acide, puis à mor acide). Ces sols sont caractérisés par un développement croissant des horizons holorganiques et dès que l'épaisseur de ces horizons dépasse quelques centimètres, la formation ultérieure du sol s'affranchit du contexte calcaire. Le pH, sous l'action de la pluie et de la végétation acidifiante baisse rapidement pour atteindre des valeurs de 4.0.

Des affleurements du Gault (Cénomanien-Aptien, grès à glauconie) ou du Kieselkalk (Hauterivien, calcaire siliceux sombre) permettent la formation de petites combes imperméables et l'accumulation de dépôts argileux et limoneux. Sur ce substrat se développent des sols plus profonds, hydromorphes (pseudogley) ou davantage drainés (sols bruns).

Là où l'accumulation de matériaux fins (argiles de décarbonatation, matériel glaciaire, loess?) est rendue possible par la géomorphologie (fissures du karst, situations de cuvette), on assiste également au développement de sols plus profonds.

Dans les deux cas, on observe la série des sols bruns (calcique et acide) où apparaissent l'horizon organo-minéral A1 et l'horizon d'altération ou structural (B). La situation surbaissée permet non seulement l'accumulation de matériaux fins favorables à la formation d'une structure (complexe argilohumique) mais assure également, dans certains cas (fissures), un ruisselement continu d'eau calcique sur le profil (sols bruns calciques). Le pH de ces sols est sensiblement plus élevé que dans la série pédogénétique précédente.

Les relations sol-végétation dans cette dition suggèrent une dynamique complexe où interviennent probablement des phénomènes d'évolution régressive et d'érosion.

3.2.5. Structure et orgaisation des phytocénoses

Les quatre stations étudiées représentent autant d'exemples de phytocénoses complexes, pour la description desquelles l'approche synusiale est particulièrement mieux adaptée que l'approche sigmatiste classique.

Elle permet en effet de fournir une représentation détaillée de la structure architecturale de celles-ci, et de poser avec précision la question de leur statut dynamique.

Pour chaque station, nous présentons ci-dessous:

- un profil structurel, représentant de façon imagée la répartition spatiale des différentes synusies végétales qui composent la phytocénose (incluant un agrandissement réservé aux synusies muscinales), en fonction de la microtopographie et des types de sols (illustrés par les références des profils pédologiques);
- un réseau systémique, dans lequel sont schématisées les relations spatiales et temporelles observées ou supposées entre ces synusies; la comparaison de nombreux réseaux systémiques pourrait permettre de dégager des structures formelles (réseaux de relations invariantes entre des systèmes homologues);
- un relevé phytocénotique, dans lequel sont quantifiées l'abondance-dominance et l'agrégation des syntaxons élémentaires représentés dans la phytocénose étudiée; la comparaison de nombreux relevés phytocénotiques pourrait aboutir à une typologie des phytocénoses d'après leur composition synusiale.

INTERVENTIONS

J.-P. Theurillat: Muotatal, station I

Dans une situation telle que celle du karst de la région de Bödmeren, l'approche synusiale intégrée peut apparaître comme une solution idéale pour résoudre la problématique de l'analyse de la complexité du tapis végétal en mosaïque très fine. Toutefois, si les synusies distinguées ne sont pas à remettre en cause, leur intégration en une phytocoenose, unique selon le relevé de la station I, est discutable. En effet, les potentialités fondamentales du milieu représenté sont si diverses qu'il nous semble plus judicieux d'y voir plusieurs phytocoenoses fragmentaires juxtaposées. Ceci se confirme par l'analyse pédologique qui révèle pour le moins trois sol différents sous les synusies occupant les plus grandes superficies (P6, P8, P9). En supposant une extension un peu plus grande de ces endroits, on reconnaîtrait aisément trois phytocoenoses indépendantes juxtaposées. La délimitation nette des synusies appartenant au même ensemble structurel, sans transition entre elles, parle également dans ce sens. Ainsi, nous avons dans le cas présent une mosaïque de phytocoenoses plus ou moins fragmentaires, certaines monosynusiales (!), constituant un complexe de végétation ou complexe de groupements ("Gesellschaftskomplex"):

- groupement à Betula pubescens s. 1. et Carex ferruginea sur sol brun acide à pseudogley;
- groupement à Dryas octopetala et Sesleria du Drabo-Seslerion sur sol lithocalcique à moder;
- lande à *Rhododendron ferrugineum* et *Vaccinium* div. sp., sur sol lithocalcique humifère à moder acide,

auxquels s'ajoutent des groupements fragmentaires de paroi rocheuse et d'éboulis dans les fissures plus ou moins profondes du lapiaz.

Malgré tout le soin apporté dans la délimitation des morceaux du puzzle végétal, il faut donc se garder de faire une intégration synusiale trop rapide, susceptible d'estomper la délimitation des potentialités phytocoenotiques. Pour cette raison, il vaut mieux rechercher d'abord les limites des phytocoenoses, même fragmentaires, et ensuite d'en faire l'analyse synusiale, plutôt que l'inverse, ce qu'avait déjà fait remarquer Gams.

La remarque s'applique également à la station II et, dans une certaine mesure, à la station IV.

Remarque méthodologique générale:

S'il est souvent nécessaire de procéder à un relevé éclaté des synusies au sein d'une même phytocoenose, cette procédure peut se révéler dangereuse si l'on ne délimite pas d'abord la phytocoenose selon des critères d'unipotentialité. Sinon on risque de mélanger dans un même relevé synusial deux "individus de synusie", voire davantage, ce qui n'est pas correct. ceci est une deuxième raison pour rechercher d'abord les limites des phytocoenoses et d'en faire ensuite l'analyse synusiale, plutôt que de rechercher les synusies et de les intégrer en phytocoenoses.

F.X. Habiyaremye: Les applications de l'approche synusiale integrée

L'approche présente un grand intérêt pour le vaste champ d'action qu'est la végétation tropicale. Les techniques appliquées conviennent particulièrement pour solutionner le problème posé par les "écotones", qui dans le contexte phytosociologique classique sont toujours hors considération, eu égard au respect des principes d'homogénéité.

Les synusies épiphytiques, souvent évoquées passagèrement dans diverses études de la végétation tropicale et particulièrement abondantes dans les formations végétales des montagnes du Rwanda, peuvent désormais être analysées et classées d'après l'approche synusiale integrée.

Par ailleurs, celle-ci permet, tout en restant dans le contexte classique, d'effectuer des relevés avec plus de détails sur les strates herbacées souvent analysées de façon tronquée quand on est en présence d'une végétation à surface minimale très grande (il n'est pas rare d'avoir des aires minimales supérieures à 1000 m2 en Afrique).

Difficultés: L'approche synusiale se voulant très précise, son applicabilité n'est pas aisée en Afrique où il y a des formations végétales vastes et inexplorées. Il faut disposer de beaucoup de temps et travailler en équipe multidisciplinaire.

F.X. Habiyaremye: Végétation des lapiés du Muotatal (forêt à Picea et Abies)

Le forestier signale qu'en dépit de la diversité des classes de circonférence, tous les arbres appartiennent à la même tranche d'âge.

C'est dire donc que les très jeunes individus, surtout localisés aux endroits surélevés (les moins enneigés pendant l'année), ne peuvent pas assurer de façon ininterrompue le remplacement des arbres sénéscents ou renversés par les orages. En ces endroits, l'évolution régressive est donc déjà amorcée.

Tab. 3.1. Synusies arborescentes Muotatal.

SYNTAXON ELEMENTAIRE	a1	A1	A1	a2
RELEVE	113	409	308	203
Surface (m²) Hauteur optimale (m) Recouvrement (%) Nombre d'idiotaxons élém.	2000 18 5 1	500 30 40 1	600 30 70 1	1000 15 30 1
Picea abies Pinus uncinata	+	3.2	4.3	3.3

Tab. 3.2. Synusies arbustives Muotatal

SYNTAXON ELEMENTAIRE	B 1	B 1	b2	b 2	b2
RELEVE	114	104	115	103	601
Surface (m ²)	2000	300	1000	300	200
Hauteur optimale (dm)	45	40	15	20	15
Recouvrement (%)	10	30	30	40	60
Nombre d'idiotaxons élém.	3	3	4	7	6
Betula pubescens B	1.1	3.2	7 2.2	3.2	_
Pinus uncinata B	+	+			*
Salix appendiculata		+°	2.2	2.2	2.2
Sorbus chamaemespilus			1.2	+.2	2.3
Picea abies B	+		+	+	1.1
Salix hastata	•			1.2	
Rosa pendulina	8.			+.2	
Sorbus aria B	ı. .			+.2	
Sorbus aucuparia B			,		1.2
Acer pseudoplatanus B					+
Fagus sylvatica B					+

Tab. 3.3. Synusies herbacées Muotatal: pelouses et landes.

SYNTAXON ELEMENTAIRE	h 1	h 1	h 2	h 2	h 2	h 3	H 4	H 4	H 4	H 4	H 5	H 5	H 6
RELEVE	1 0 1	1 1 6	2 0 7	2 0 2	1 0 5	2 0 9	1 1 8	1 0 2	1 1 7	2 1 1	1 3 2	2 0 4	2 0 1
Surface (m ²) Hauteur optimale (dm) Recouvrement (%) Nombre d'idiotaxons élém. Car. du Caricion	25 2 60 39	5 1 90 22	10 1 60 15	5 1 80 26	3 1 90 33	3 1 80 12	10 3 100 28	5 3 95 24	8 3 100 27	6 2 90 24	5 3 95 17	10 4 60 14	12 3 80 24
ferruginae Carex ferruginea Festuca pulchella Diff. du Seslerion albicantis	2.2 2.2	1.2 2.3			:	•	•		+	1.2	•	•	
Dryas octopetala Carex ornithopoda Carduus defloratus Hippocrepis comosa Carex sempervirens		+.2	4.5 1.2	3.4 1.1 · ·	4.3 1.2 · ·	1.2 1.2 3.3		*	•	:	•		1.2
Car. des Seslerietalia et des Seslerietea albicantis Sesleria albicans	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	3.3	T +		+	+			+
Scabiosa lucida Globularia nudicaulis Thesium alpinum Lotus alpinus	+ +.2 + 1.2	1.1 2.3 + 1.2	+.2 1.2 +	+ 2.2 +.2 +	+.2 2.3 + 1.2	+ 1.1 + +	1.2	1.1	+ · + +	+.2		•	:
Pulsatilla alpina Anemone narcissiflora Polygala alpestris Leucanthemum adustum	1.1	+	•	+	+ + + .2		+ 1.1	· ·	+			•	+° +°
Gentiana verna Hieracium bifidum Car. de l'Ericion	•	· 	+		•	•		•	•	•	•	•	
herbaceae Rhododendron hirsutum Erica herbacea Polygala chamaebuxus	+° 1.1		+.2 1.2	1.2 1.2		+.2 +	4.4 2.2	4.4 2.2	2.3	3.3 2.3	2.2	+.2	+° +
Car. et diff. du Rhodo- dendro ferruginei- Vaccinion myrtilli Rhododendron ferrugineum		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,						All.			1.3	3.4	1.2
Vaccinium uliginosum Empetrum nigrum hermaphroditum			•	•	•	•		•		+		1.2	

Tab. 3.3. (continué)

Car. des Empetretalia hermaphroditi et des Calluno-Vaccinietea	h 1	h 1	h 2	h 2	h 2	h 3	H 4	H 4	H 4	H 4	H 5	H 5	H 6
	1 20			. 2			2.2	2.2	2.4	2.2	2.2	. 2	
Vaccinium uliginosum microphyllum	1.2°		٠	+.2	•	•	2.3	2.2	3.4	2.3	3.3	+.3	+
Vaccinium myrtillus	1.2°	1.2°		+.2	+°		١.	+	1.2	1.2	2.3	3.4	+.2
Juniperus communis nana	+°			+	10	•		2.3	3.1	1.2	2.3	1.2	+
Calluna vulgaris		(0.23)		18	-		(+)		2.3	2.4	2.3	1.3	+
Lycopodium annotinum	1.6	2.0	•	•		•	1.2	1.3	2.5	+.3	1.4	+.2	+.
Vaccinium vitis-idaea	•5	1.0		(0%)	+°	•	1.2	+.2	1.2	+	2.2	3.3	
Huperzia selago	+.2	•	•	•		•		1.2	+.2	1.2	2.2	3.3	
Car. des Nardetea		•	•	•		•	<u> </u>		1.2	1,2	<u> </u>	<u> </u>	
strictae													
Homogyne alpina	1 1			-	1.2		1.0		1 1		1.2		1
	1.1	+	•	+	1.2	•	1.2	+	1.1	+	1.2	+	1
Potentilla erecta	2.3	1.2	•	+	+	•	2.2	2.2	2.2	1.2	2.2	*	1.
Luzula sylvatica	+	+	•	7 . S	+	•	1.2	1.2	1.2	*	1.2	*	+.
Arnica montana	2.3	•	•	•	3	•	•	•	•	•	•		
Pseudorchis alpina	+							•			100		
Festuca nigrescens	•	•	•	•	*	•	•	•	•	1.2	•		
Nardus stricta					*		*		•	+.2			
Gentiana punctata		•		•					•			•	+
Car. des Caricetea													
nigrae													
Selaginella selaginoides	+		+.2	+.2			150		+	1.2			+.
Tofieldia calyculata	1.2	+		+	+	2				123		120	
Pinguicula alpina	+.2	81		+			5 5 .5		1.0	525		18.0	
Bartsia alpina	+.2	1760			1.3		999	18		585			
Molinia caerulea	3.3				+°	•	•	•	•	•	0.85	•	4
Polygonum viviparum	homenny	•	•	•	T	٠	•		•	•	•	٠	
	+	•		•	•	•	•	*	•	•	*	•	į.
Car. des Salicetea													
herbaceae													
Soldanella alpina	1.2	+	2.2	+	+	•	+	•	•		•		2
Salix retusa	•	•		•	+.3	٠	•	*	•	•	•	•	1
Car. des Cicerbito-Aco- nitetea (Calamagrostion													
arundinaceae)													
Calamagrostis villosa				161				1.2			+		
Laserpitium latifolium				1980 19 8 0	10			+		+		40	
Trollius europaeus	1.1			12		-				1020		E28	
Phanéroph. juvéniles			•				1.50			•			
Sorbus chamaemespilus H	-						1.1	1.2		1.2	+	1.2	+
	+	•	•	•	•	. 0			+	1.2		1.2	
Salix appendiculata H	+		•			+0	2.1	+	+		+	•	
Picea abies H	•	•	•	٠	+	•		•	2.1	•	٠	•	-
Betula pubescens H		0.€0	3.00	*		*	1.2			•:		٠	+
Rosa pendulina H	•	•	•	•	٠	٠	٠	+	٠	•	٠	•	
Salix hastata H		100	•		**		1700			+		₩	
Pinus uncinata H						1.5	*					1.1	
Sorbus aucuparia H												+	
Autres compagnes													
Aster bellidiastrum	+	+	+°	1.2	1.2	900	+°					*	
Galium pumilum		+	+		+.2	+	+	+					
Anthoxanthum alpinum	+	1.2	95 886		1000	15	+	+	+	+	1.2		1
Solidago virga-aurea	+		A. • A	•	•		1.1	+	1.1	+	+	•	

Tab. 3.3. (continué)

Autres compagnes	h	h	h	h	h	h	H	H	H	H	H	H	H
	1	1	2	2	2	3	4	4	4	4	5	5	6
Valeriana tripteris		+	(30)				+.2	1.1		+			
Dactylorhiza maculata	1.1				+.2		+		+				+
Knautia dipsacifolia	+						•	+	+				+.2
Melica nutans	1.2			(+)	+.2								
Calamagrostis varia				1.2	1.2								
Hieracium murorum					+.2				+				
Viola biflora	+.2						+						
Melampyrum sylvaticum							+		+				
Melampyrum pratense	+	•									+		
Geranium sylvaticum	+.2							+					
Thymus praecox		+.2	2										
Euphrasia minima		+											
Ranunculus montanus				+									
Gentiana asclepiadea					+								*
Alchemilla conjuncta					+.2								
Chaerophyllum villarsii							+°						
Leontodon hispidus	100			**		*		٠	+	3 % 1			

Tab. 3.4. Synusies herbacées Muotatal: mégaphorbiaies et synusies sciaphiles

SYNTAXON ELEMENTAIRE	h 7	h 7	h 7	h 9	h 9	h 10	h 10	h 8	h 11	h 11	H 12	H 12	H 12
	4	3 0	1	4 0	2	1	2	2	3 0	3	4 0	5	7 0
RELEVE	2	2	9	3	5	0	6	5	1	9	1	1	1
Surface (m ²)	10	4	3	2	1	1	2	3	10	100	20	100	30
Hauteur optimale (dm)	1,5	1,5	1	1	1	1,5	1,5	2,5	1,5	1,5	5	10	5
Recouvrement (%)	70	20	40	10	30	10	20	60	30	40	80	100	90
Nb d'idiotaxons élém.	26	20	8	3	8	6	4	10	22	30	16	10	20
Cardaminion ama- rae et des Montio- Cardaminetea													
Viola biflora	3.3	1.2	3.3	+	+.2	1.1	2.2	1.2					1.2
Saxifraga rotundifolia	3.3	+.2	+				•				+		2.2
Ranunculus nemorosus	1.1	+.2	+								1.2		
serpens													
Stellaria nemorum	2.4					•					+.2		+
Tozzia alpina	2.2				•								
Chrysosplenium	1.2	*			(a ()								
alternifolium													
Cardamine flexuosa	+					٠					•	•	1.2
Alchemilla glabra	+												

Tab. 3.4. (continué)

Car. du Cystopte- ridion fragilis et	h 7	h 7	h 7	h 9	h 9	h 10	h 10	h 8	h 11	h 11	H 12	H 1 2	H 12
des Asplenietea													
trichomanis													
Asplenium viride	0.00	*		+.2	2.2	1.1	1.2	*					
Cystopteris fragilis	•	•		1.2	1.2		•						
Asplenium ruta-muraria					1.2								.
Asplenium trichomanes					+.2			+.2					
Car. de l'Arabi- dion alpinae et des Thlaspietea rotundifolii													
Dryopteris villarii								3.2					.
Polystichum lonchitis				1000	+.2	1.2	2.2	1.2					+
Valeriana tripteris	+.2	1.1		•		+	+.2	+		•			.
Car. et diff. du													
Luzulion luzuloidis et des Luzuletalia													
sylvaticae													- 1
Prenanthes purpurea									1.1	+			
Luzula luzulina		•	•	•	2.		•	3.85	+.2	+.2		•	٠ ا
Melampyrum	•	•	•	•	•	•	•	•	+.2	+		•	.
sylvaticum	*		•				*	•	+,2	+			
Maianthemum bifolium									1.1	1.2			
Oxalis acetosella	*	+.2						S.#5	1.3	+.2	•	5₩6	.
	•		•		•			٠	96020000	Sport at 1970	•	•	•
Veronica urticaefolia		1.1			•				+	+			1.2
Dryopteris dilatata			•		•			•	+.2	1.2	1.0	•	1.2
Dryopteris assimilis	+.2	•	3.46	•	•	*	*	8.0	1.3		1.2	**	*
Listera cordata	*	٠	٠	*	•	•	•	•	+.2	٠	٠	٠	
Thelypteris	*	•				*	¥			+		3.00	
limbosperma													
Polygonatum	•	•	+	*	•		*			+°		•	
verticillatum													
Car. des Anemono- Caricetea sylvaticae													
Lamiastrum	+	•	•	•	•	•	•				+		1.2
galeobdolon montanum													
Milium effusum	+		•	*	•						+.2	+	
Rubus saxatilis	+	1.0	+						140	+			
Phyteuma spicatum		+			*				+		•		
Paris quadrifolia	1.1	•		*		•	•						
Melica nutans		+.2					(*:)						
Dryopteris filix-mas			•	•	•	•				+	•		
Car. de l'Adenosty- lion alliariae et des													
Cicerbito-Aconi-													
tetea													
Athyrium distentifolium										1.2°	1.2	5.5	3.4
Adenostyles alliariae		•		•	*	•	•	T 0	•	1.2	3.3	+	2.2
Cicerbita alpina		•	•	:•	*			Т	7.40	•	3.3	+	1.2
Chaerophyllum villarsii	2.2	•	٠		٠	•	•	•	•		2.2	+	1.2
	2.2	•	•	•	•		3.41	•	0.00	•	200.00		1.2
Rumex arifolius											1.1	1.1	

Tab. 3.4. (continué)

	h 7	h 7	h 7	h 9	h 9	h 10	h 10	h 8	h 11	h 11	H 12	H 12	H 12
Streptopus	+°										١٠.	+	+.2
amplexifolius													
Geum rivale											+		1.2
Ranunculus	•					•	*	3.53	•	•	+	10 .	1.2
aconitifolius	•		•		•	•	•	•	•	•	l '	•	•
Rumex alpinus												1.1	
Veratrum album	•	•	(* ()		8.0	•	•	200	•	•			•
Crepis paludosa	*	8.5 SATES	8.0	*:	2.8.0			50.00	•		200	+	*
	•	+	•	•	•	•	•	•	•	٠		+	2.2
Crepis pyrenaica	•	•	(*)	•				•	*	•		•	2.2
Peucedanum ostruthium	•	•	•	•	٠		•		•	•		•	+
Epilobium alpestre	*	*	300	×		*	*		¥				(+)
Geranium sylvaticum	•	+	•					7.	+	+°	+		+
Hieracium	•	•	•	•	•	•			+.2	+			
prenanthoides													
Calamagrostis villosa			1. .		•				+	1.2			
Knautia dipsacifolia	+	•	+					15.29		+			
Car. des Calluno-													
Vaccinietea													
Vaccinium myrtillus									2.3	3.3	1		
Lycopodium annotinum		360	5.00		•	•	•	•	1.3	2.3	•	•	•
Vaccinium vitis-idaea	•	•	. 2	•	11.		٠	•	1.3	+.3	•	•	•
	*		+.2	•	•	•	3	- 1	•		٠	•	•
Huperzia selago	*	+.2	•	•		•	*	•		+	•	•	•
Erica herbacea	•	•	•	٠	+°	*	*	*	٠	•	•		•
Car. des Nardetea													
strictae													
Homogyne alpina	1.2	1.2	•		•				2.1	2.2		*	
Hypericum maculatum		+	•		·	5				+	•		
Potentilla erecta			100			*			(*0)	+			
Phanérophytes													
juvéniles													
Lonicera nigra H									+	+	1		
Sorbus aucuparia H		((*1)	(III)		*1	1.0	•	•	+	+		*	890
Picea abies H	•	•	•	•	•	•	ă.	٠	+.3	т		•	•
	•	3,00	(1.0)	•	•	**			[T.J		. ·	•	•
Autres compagnes													
Aster bellidiastrum	+.2	1.3	•	¥	+	+	¥	¥		٠			
Fragaria vesca	+	+	19.0	*	*			•	39*3		•		(: * ()
Centaurea montana	+	+	300			1863			•	+		·	•
Campanula rotundifolia	+	+.2	(1 0)			0,00		+	190				3.00
Poa alpina	+.2	+.2	•			•			•		•		•
Myosotis sylvatica	1.2		•			9.00					+.2		•
Veronica alpina	+.2		•			•							•
Soldanella alpina	+					***						16	7.6
Alchemilla conjuncta		+.2							5.≢4			,	
Gentiana asclepiadea		2 4 2	+		#1	8845 8 8 8			100			10°	0.00 0.00
Hieracium murorum	•	+		•			•	•	+.2	1.1	•	•	
Solidago virga-aurea			8.0	*	•	4.50		•	+	+	.55		10.5
Leontodon hispidus	•	•	•	ž.	ı	•		*	12. 1 0	ı.	•		•
Anthoxanthum alpinum				*	•	•		•		T	*	•	
	•	٠	•	•	•	•	•	٠	•	+	•	•	1 1
Athyrium filix-femina		180	•	*	*	•	•		+	•		•	1.1
Dryopteris borreri			·····					+.2					

Tab. 3.4. (continué)

Autres compagnes	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	Н	H	H
	7	7	7	9	9	10	10	8	11	11	12	12	12
Heracleum sphondylium						•	*	+	*		•		•
Daphne mezereum								+					
Galium pumilum						+							
Silene dioica											+		+
Caltha palustris	5.0					7.0							2.2

Tab. 3.5. Synusies muscinales Muotatal: synusies épilithiques.

SYNTAXON ELEMENTAIRE	m1	m1	m1	m1	m2	m3	m3	m3	m4	m5
	2	1	3	4	1	2	1	3	1	2
RELEVE	0	0 6	0 7	0 6	0 8	1 6	0 9	0 6	0 7	0 8
Surface (dm ²)	5	7	8	10	10	5	8	20	8	10
Hauteur optimale (mm)	5	5	5	7	7	8	10	10	8	10
Recouvrement (%)	20	30	50	70	70	80	80	90	70	90
Nombre d'idiotaxons élém.	3	4	8	9	7	6	8	12	6	5
Car. et diff. du Schistidion apocarpi et										
des Grimmietalia anodontis										
Schistidium apocarpum	1.1	2.2	1.2	1.2	1 .					
Campylium halleri		+	2.3	2.3				·		
Pseudoleskeella catenulata	+.2		1.2							
Car. et diff. du					•					
Fissidention pusilli						_				
Encalypta streptocarpa					1.2] .	2000			100
Scapania aequiloba		•			1.2		S.*S			
Pedinophyllum interruptum		*			+		((*)			
Car. et diff. du Ctenidion mollusci										
Scapania aspera	12	2	2	+.2	+.2	3.2	1.2	3.3	1 .	
Ctenidium molluscum				+.2	2.3548	1.2	3.4	3.4		
Car. et diff. des Ctenidietalia mollusci										
Lophozia collaris	200				+	+.2	+.2		1.	
Fissidens adiantoides cristatus			2.2		3.2	2.2		+		
Orthothecium intricatum			•				+.2			
Car. et diff. du Pleuro-									_	
chaetion squarrosae										_
Cladonia sp.		*	•			•			3.3	
Tortula norvegica			•					•		1.2

Tab. 3.5. (continué)

	m 1	m1	m1	m1	m2	m3	m3	m3	m4	m5
Tortella densa									1.2	3.2
Ditrichum flexicaule densum	5907								2.2	1.2
Bryum capillare elegans			+					+	1.2	1.2
Car. des Schistidietea apocarpi										
Tortella tortuosa		1.2	1.2	1.2	2.2	3.2	1.3	1.2	2.2	3.3
Pseudoleskea incurvata				2.3		+.2		2.50		
Drepanocladus uncinatus	340			1.2				+		
Rhynchostegium murale			+.2	+						
Car. des Hylocomietea										
Pseudoleskea plicata				+				8•0		
Hylocomium splendens							+			
Thuidium tamariscinum								+		
Plagiochila asplenioides	(*)							+	•	
Mnium cf. spinosum								+.2	•	
Hylocomium pyrenaicum	(*)			*				+.2	(.	
Barbilophozia lycopodioides			•					+	•	
Autres compagnes										
Bryum argenteum		+								
Radula complanata			+					600		
Hypnum sp.								+	•	
Rhizomnium punctatum	•			*			+	(A)	(14)	
Dicranum scoparium							+			

Tab. 3.6. Synusies muscinales Muotatal: synusies épigéiques.

SYNTAXON ELEMENTAIRE	M7	M7	M9	M9	M10	M6	M8
	2	1	1	2	3	4	4
	1	1	1	1	0	O	0
RELEVE	2	1	2	3	3	5	4
Surface (dm ²)	20	50	100	20	50	60	30
Hauteur optimale (mm)	15	20	15	30	25	20	30
Recouvrement (%)	40	20	5	70	90	100	90
Nombre d'idiotaxons élém.	9	8	5	8	13	9	13
Car. et diff. du Pleurozion schreberi							
Ptilidium ciliare		+	١.			50 * 0	
Cladonia sp.	2.3	2.3		•			
Dicranum cf. spadiceum *				1.3			
Cetraria islandica				+.2			
Hylocomium umbratum					2.3	1.	•
Rhytidiadelphus loreus					1.3		
Plagiothecium undulatum					+.3		
Pleurozium schreberi	1.1	+.2	+	2.2	2.3	١.	
Hylocomium splendens	+	+	+	2.2	+.2		
Leucobryum glaucum	+.2			1.3			3.0
Ptilium crista-castrensis				1.2	1.2		

Tab. 3.6. (continué) (* Echantillons déterminés par J. Bertram.)

Car. et diff. de l'Eurhynchion striati	M7	M7	M9	M9	M10	M6	M8
Ctenidium molluscum				•		3.3	1 .
Pseudoleskea plicata						2.3	
Hylocomium pyrenaicum		+				2.3	
Thuidium philibertii v. pseudotamariscinum						1.1	
Brachythecium starkei curtum							4.5
Rhytidiadelphus squarrosus calvescens							2.2
Cirriphyllum piliferum	•						1.2
Rhizomnium pseudopunctatum		*	3.00				1.2
Mnium marginatum						+.2	+.2
Car. des Hylocomietea splendentis							
Dicranum scoparium	1.3	1.2	+.2	3.4	2.2	+	+
Barbilophozia lycopodioides	1.1	2.2	+.2	1.1	+	1.2	+
Plagiochila asplenioides					1.1	2.2	+
Rhytidiadelphus triquetrus	•	+.2			•	+	
Car. des Ceratodonto-Polytrichetea							
piliferi							
Polytrichum juniperinum	+				8.00		
Barbilophozia floerkei	+						8. * 8
Racomitrium canescens			+.2			*	*
Car. des Lepidozietea reptantis							
Dicranum fuscescens *	1.2						
Polytrichum formosum					1.3		+
Hypnum sp.					+.2		•
Lophocolea heterophylla				•	(+)		
Calypogeja azurea					(+)		
Plagiothecium sp.							+
Car. des Rhynchostegio-Fontinalietea							
antipyreticae							
Conocephalum conicum		2		8	2		+.2
Chiloscyphus polyanthos				15.0 16.0			+
Pellia neesiana							+
The company of the co		12.0	- 5	100	5,1	970	

Tab. 3.7. Synusies muscinales Muotatal: synusies épiphytiques et saprolignicoles.

RELEVE Surface (dm²) Hauteur optimale (mm) Recouvrement (%) Nombre d'idiotaxons élém. Car.du Dicrano-Hypnion andoii et des Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	4 0 8 5 5 5 20 7	3 0 5 15 5 70 8	4 0 7 6 5 90 10	3 0 4 10 5 90 8	2 1 4 6 5 70 6
RELEVE Surface (dm²) Hauteur optimale (mm) Recouvrement (%) Nombre d'idiotaxons élém. Car.du Dicrano-Hypnion andoii et des Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	0 8 5 5 5 20 7	0 5 15 5 70 8	0 7 6 5 90	10 5 90	1 4 6 5 70 6
RELEVE Surface (dm²) Hauteur optimale (mm) Recouvrement (%) Nombre d'idiotaxons élém. Car.du Dicrano-Hypnion andoii et des Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	8 5 5 5 20 7	5 15 5 70 8 1.2 1.2	6 5 90	10 5 90	6 5 70 6
Hauteur optimale (mm) Recouvrement (%) Nombre d'idiotaxons élém. Car.du Dicrano-Hypnion andoii et des Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	5 20 7	5 70 8 1.2 1.2	5 90	5 90	5 70 6
Recouvrement (%) Nombre d'idiotaxons élém. Car.du Dicrano-Hypnion andoii et des Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	2	70 8 1.2 1.2	90	90	70 6
Nombre d'idiotaxons élém. Car.du Dicrano-Hypnion andoii et des Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	722	1.2 1.2			
Car.du Dicrano-Hypnion andoii et des Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	.22	1.2 1.2			
Dicranetalia scoparii Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	2	1.2			. +
Hypnum cupressiforme filiforme Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	2	1.2			+
Dicranum scoparium Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	2	1.2			+
Ptilidium pulcherrimum Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida		1.2			+
Cladonia coniocraea Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	2	1.2	*		•
Dicranum montanum Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	. 1.2	1.25.500.500	*		
Car. du Tetraphido-Aulacomnion androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	.2	3.3	*	•	٠
androgyni et des Lophocoletalia heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida					
heterophyllae Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida					
Lophocolea heterophylla Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida					
Blepharostoma trichophyllum Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	.2				
Scapania umbrosa Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	.2	•	+.2		58 * 05
Riccardia palmata Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	.2	•	1.2	*	•
Cephalozia leucantha Tetraphis pellucida	•	•	1.3	•	S. C.
Tetraphis pellucida	•	٠ ١	2.3	4.4	•
	•	2.3	3.4	1.2	•
Barbilophozia attenuata	•	+.2	1.2	2.2	2.3
Dicranum fuscescens		+.2	+.2	+	1.2
Lepidozia reptans		1.2	1.2	+	+.2
Calypogeja neesiana	•		+		1.1
Dicranodontium denudatum				2.2	1.2
Car. des Lepidozietea reptantis					
	1.2				N#8
Polytrichum formosum		+			
Plagiothecium laetum		1.3			
	1.2		+	(*)	
Calypogeja azurea			3	+.2	
Cephalozia bicuspidata	•			+	

Fig. 3.1. (par Martin Burkhard et Annelise Dutoit)

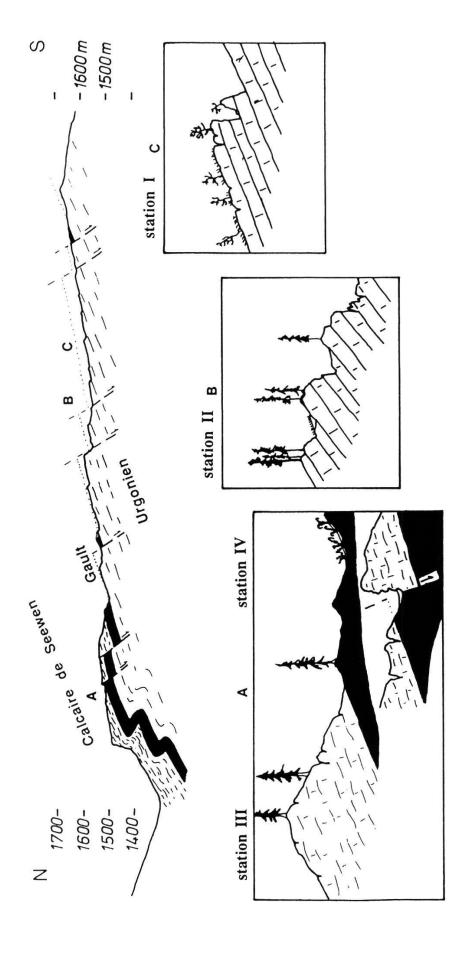
- a) Coupe générale (selon HANTKE, Féerie du monde des cavernes, Silva, p.15)
- b) Coupe détaillée N-S, Alpage de Bödmeren (écaille du Silbern). Coupe géologique N-S à travers l'alpage de Bödmeren, construite

Coupe géologique N-S à travers l'alpage de Bödmeren, construite selon OBERHOLZER (1933). Trois niveaux stratigraphiques sont à distin-

- 1) Urgonien (crétacé inférieur): Calcaires massifs, gris, très purs, mal lités d'une épaisseur totale d'environ 200 m. Fort développement
- dominée par du quartz et très pauvre en calcite. Les zones defrichées des alpages de Mittenwald correspondent à l'étendue principale 2) Gault (crétacé moyen): Grès fins massifs, noir à verdâtre. Cette couche contient des niveaux glauconieux et phosphatés - elle est de cette couche. En principe, cette couche gréseuse ne se prête pas à une karstification. Cependant, dû à sa faible épaisseur (moins de 50 m) et sa position intermédiaire entre deux calcaires fortement karstifiés, de nombreuses dolines percent cet intervalle "peu permé-
- Calcaire de Seewen (crétacé supérieur): Calcaires fins, gris-beige à jaunâtre, assez purs, par endroit légèrement marneux. Ces calcaires sont un peu mieux lités que l'Urgonien, la stratification est soulignée par des stylolithes irréguliers, espacés de quelques centimètres. Comme l'Urgonien, cette couche est fortement karstifiée.

tions principales: 1) Les rigoles NW-SE correspondent à la ligne de plus grande pente - donc la direction principale de l'écoulement, 2) un alignement de dolines, de petites crêtes et combes en direction NE-SW correspond à la présence de failles normales et de diaclases tectoni-La structure générale (stratification) est donnée par un pendage régulier de 10 à 25° vers le NW. La dissolution/karstification suit deux direc-

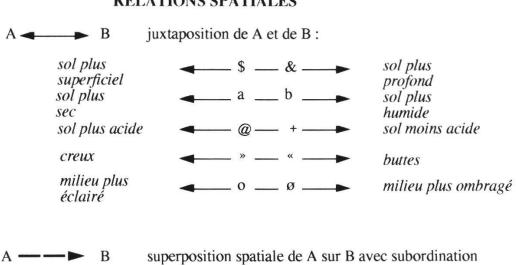
Les lettres A, B, C correspondent à l'emplacement des stations des relevés.



TRANSFORMATIONS TEMPORELLES

A — ^e → B	remplacement progressif de A par B sous l'influence d'une contrainte écologique e :
_ a →	assèchement du milieu
— b →	humidification du milieu
@→	acidification du milieu
—+ →	alcalinisation du milieu
─ # →	accumulation d'humus
— * →	eutrophisation du milieu
—÷→	oligotrophisation du milieu
— \$→	érosion du sol
-&→	approfondissement du sol
o →	éclaircissement
$-\emptyset \rightarrow$	obscurcissement
A> B	développement de B après destruction de A (conséquence d'une perturbation)
A	développement en superposition de B sur A (stratification)

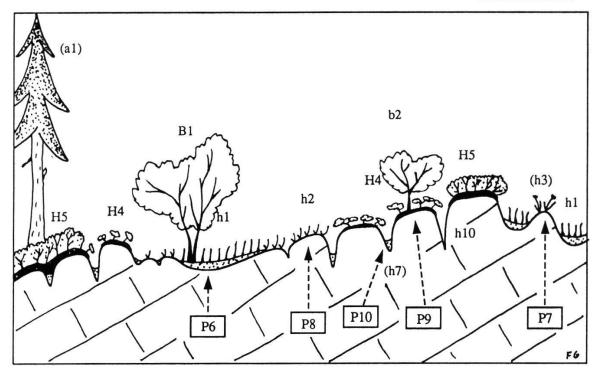
RELATIONS SPATIALES

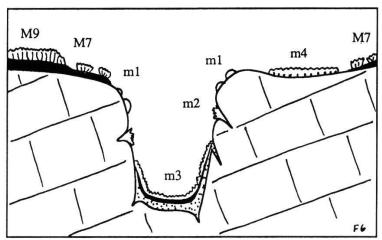


structurelle de B par rapport à A

STATION I

Profil structurel



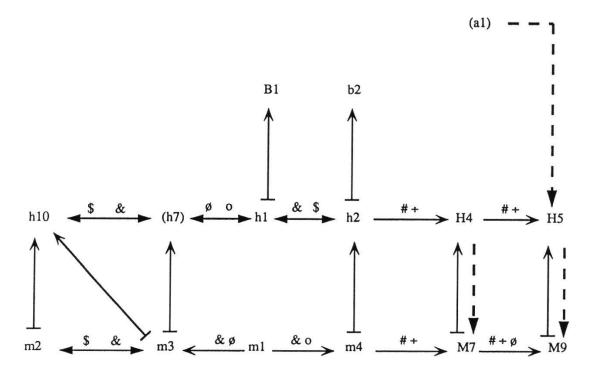


P6 = Sol brun acide légèrement lessivé à pseudogley et à mull-moder P7 = Lithosol

P8 = Sol lithocalcique à mor légèrement acide
P9 = Sol lithocalcique humifère à mor acide
P10 = Sol brun calcique complexe légèrement hydromorphe

STATION I

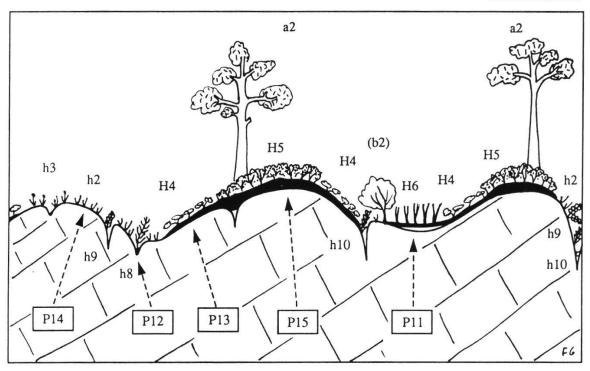
Réseau systémique

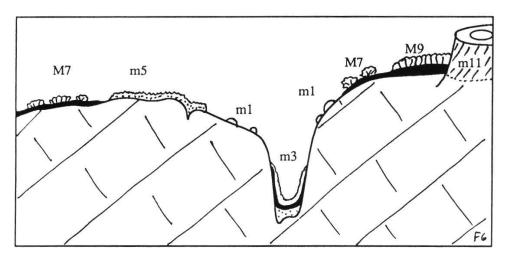


Relevé phytocénotique

Syntaxon synusial	Relevés	Espèces principales	Ab dom. & agr.
al	113	Picea abies	+.1°
B 1	104 114	Betula pubescens	1.2
b2	103 115	Salix appendiculata, Sorbus chamaemespilus	2.2
H 4	102 117 118	Rhododendron hirsutum, Erica herbacea, Vaccinium uliginosum microphyllum	3.3
H 5	132	Rhododendron ferrugineum, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea	1.2
h 1	101 116	Carex ferruginea, Festuca pulchella, Sesleria albicans, (Molinia caerulea)	2.4
h 2	105	Dryas octopetala, Carex sempervirens, Carex ornithopoda, Sesleria albicans	1/2
h10	110	Polystichum lonchitis, Valeriana tripteris, Asplenium viride, Viola biflora	1.2
h7	119	Viola biflora, Saxifraga rotundifolia	+.2°
M7	111	Barbilophozia lycopodioides, Dicranum scoparium, Ptilidium ciliare, Pleurozium schreberi	3.2
M9	112	Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi	1.2°
m2	108	Encalypta streptocarpa, Fissidens adiantoides cristatus, Scapania aequiloba	1.3
m3	109	Ctenidium molluscum, Scapania aspera, Tortella tortuosa	1.3
m1	106	Campylium halleri, Schistidium apocarpum	1.2
m4	107	Tortella inclinata, Tortella tortuosa, Ditrichum flexicaule densum	1.2

STATION II **Profil structurel**



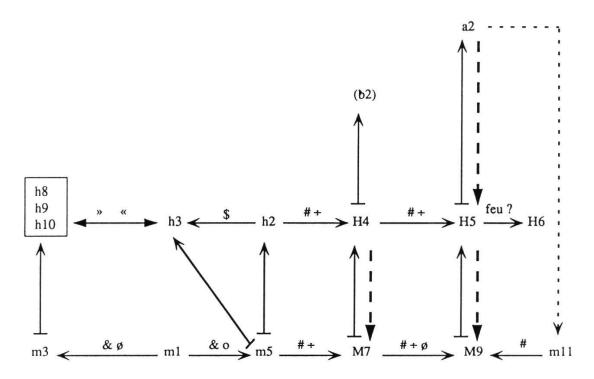


P11 = Sol lithocalcique humifère polycyclique à anmoor récent P12 = Lithosol

P13 = Sol lithocalcique à mor légèrement acide P14 = Sol lithocalcique à mor légèrement acide P15 = Sol lithocalcique humifère à mor acide

STATION II

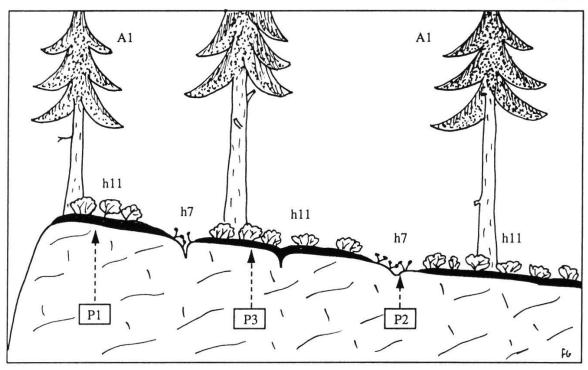
Réseau systémique

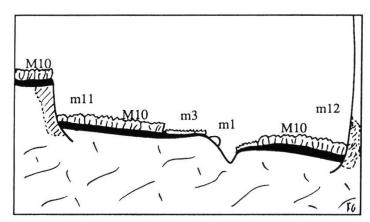


Relevé phytocénotique

Syntaxon synusial	Relevés	Espèces principales	Ab dom. & agr.
a2	203	Pinus uncinata	2.3
b2	203	Salix appendiculata, Sorbus chamaemespilus	+.1°
H 5	204	Rhododendron ferrugineum, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Empetrum nigrum hermaphroditum	3.3
Н6	201	Molinia caerulea, Rhododendron ferrugineum	2.3
H 4	211	Rhododendron hirsutum, Erica herbacea, Vaccinium uli.ginosum microphyllum	2.2
h 2	202 207	Dryas octopetala, Carex sempervirens, Carex ornithopoda, Sesleria albicans	2.2
h3	209	Sesleria albicans, Carduus defloratus, Carex sempervirens	1/2
h9	205	Asplenium viride, Cystopteris fragilis	1/1
h10	206	Polystichum lonchitis, Valeriana tripteris, Asplenium viride, Viola biflora	1.1
h8	215	Dryopteris villarii, Dryopteris borreri	+.1
M9	213	Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Ptilium crista- castrensis, Dicranum majus	2.3
M7	212	Dicranum muhlenbecki, Pleurozium schreberi, Barbilophozia lycopodioides	2.2
m5	208	Tortula norvegica, Tortella densa, Tortella tortuosa	2.2
m3	216	Ctenidium molluscum, Scapania aspera, Tortella tortuosa	1/2
m11	214	Barbilophozia attenuata, Dicranodontium denudatum, Dicranum fuscescens	+.2
m1	210	Schistidium apocarpum, Pseudoleskeella catenulata	+.1

STATION III **Profil structurel**

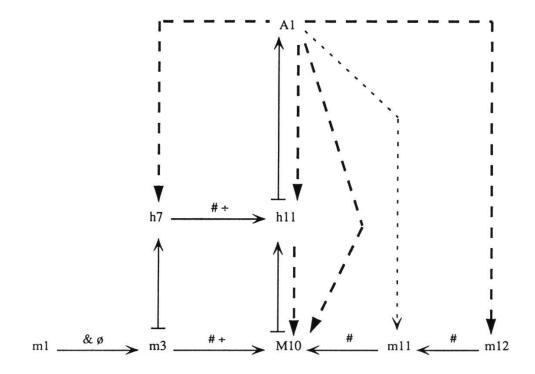




P1 = Sol lithocalcique humifère à mor acide
 P2 = Sol lithocalcique à mor calcique
 P3 = Sol lithocalcique à mor acide

STATION III

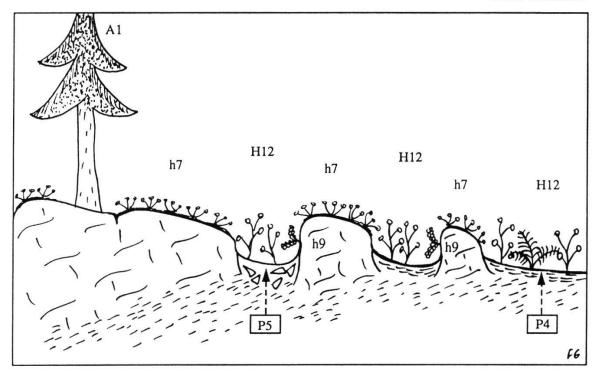
Réseau systémique

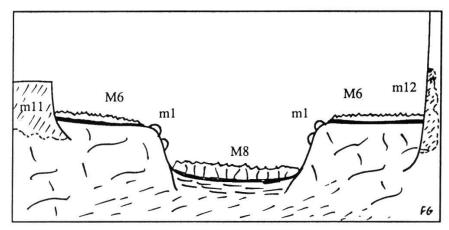


Relevé phytocénotique

Syntaxon synusial	Relevés	Espèces principales	Ab dom. & agr.
A 1	308	Picea abies	3.3
h11	301 309	Vaccinium myrtillus, Lycopodium annotinum, Luzula luzulina, Maianthemum bifolium, Dryopteris assimilis	3.4
h7	302	Viola biflora, Saxifraga rotundifolia, Aster bellidiastrum	1.3
M10	303	Rhytidiadelphus loreus, Hylocomium umbratum, Pleurozium schreberi	4.4
m3	306	Ctenidium molluscum, Scapania aspera, Tortella tortuosa	1.3
m11	304	Cephalozia leucantha, Tetraphis pellucida, Barbilophozia attenuata, Dicranodontium denudatum	1.2
m12	305	Dicranum montanum, Ptilidium pulcherrimum	1.2
m1	307	Campylium halleri, Schistidium apocarpum, Pseudoleskeella catenulata	+.2

STATION IV **Profil structurel**

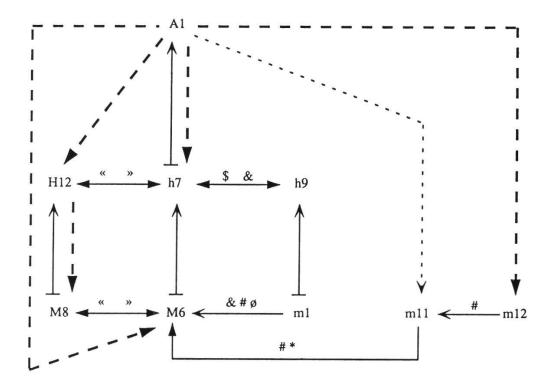




P4 = Pseudogley à moder P5 = Sol brun acide complexe à moder et mélanisation de (B)

STATION IV

Réseau systémique



Relevé phytocénotique

Syntaxon synusial	Relevés	Espèces principales	Ab dom. & agr.
A1	409	Picea abies	1.1
H12	401	Athyrium distentifolium, Cicerbita alpina	3/3
h7	402	Viola biflora, Saxifraga rotundifolia, Stellaria nemorum, Tozzia alpina, Chrysosplenium alternifolium	3.3
h9	403	Asplenium viride, Cystopteris fragilis	1/1
M8	404	Brachythecium starkei curtum, Rhytidiadelphus squarrosus calvescens, Cirriphyllum piliferum	3/3
M6	405	Pseudoleskea plicata, Hylocomium pyrenaicum, Ctenidium molluscum	2.2
ml	406	Campylium halleri, Schistidium apocarpum, Pseudoleskea incurvata	1.2
m11	407	Cephalozia leucantha, Tetraphis pellucida, Barbilophozia attenuata	+.2
m12	408	Dicranum montanum, Hypnum cupressiforme filiforme	+.2
m13	-	Seligeria pusilla, Pedinophyllum interrruptum	+.3

P1 LITHOCALCIQUE HUMIFERE A MOR ACIDE

L litière de résineux et d'éricacées FH matière organique (= m.o.) peu

humifiée, couleur: noir

pH (5cm) = 4.0

F reste de tronc en décomposition, couleur: rouille, structure: fibreux pH (15cm) = 4.0, pH (32cm) = 4.0,

pH (34cm) = 5.0

H(F) m.o. humifiée, couleur: brun foncé-noir, structure: microgrumeleux, pâteux pH (35cm) = 7.0

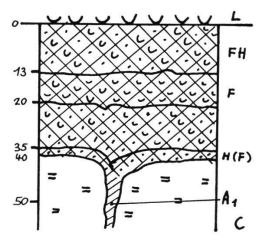
HCl = 0

AC

perte au feu: 50%

A1 horizon organo-minéral, couleur: noir-gris, structure: microgrumeleux

perte au feu: 25% roche-mère calcaire



P2 LITHOCALCIQUE A MOR CALCIQUE

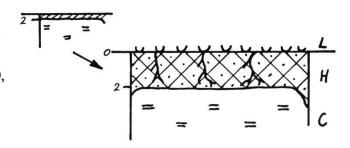
L litière de bryophytes

horizon organique, couleur: noir, structure: microgrumeleux, feutrage de racines fines pH (0cm) = 6.0, pH (1cm) = 7.0,

pH (contact roche) = 7.5

HCl = 0

C roche-mère calcaire



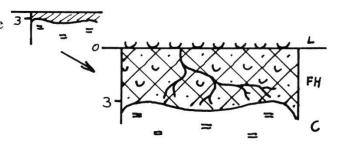
P3 LITHOCALCIQUE A MOR ACIDE

L litière de résineux et d'éricacées FH horizon organique avec feutrage

horizon organique avec feutrage de racines, parfois racines d'arbres couleur: brun foncé-rouille pH (2cm) = 4.5, pH (3cm) = 5.5

PH(2cm) = 4.5, PH(3cm)HCl = 0

C roche-mère calcaire



P4 PSEUDOGLEY A MODER

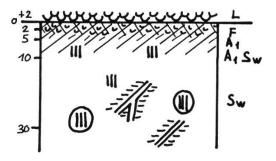
L litière épaisse, mélange résineux, herbacées et fougères

F horizon organique de fermentation

horizon organo-minéral, couleur: noir, structure: microgrumeleux à pâteux, texture: argileux, pH = 6.5 perte au feu = 25%

A1Sw horizon de transition, couleur: brun avec taches de rouille, structure: prismatique-pâteux, texture: argileux pH = 7.0

S w zone marbrée rouge-bleu, traces de roches dégradées (non carbonatées), texture: localement sableux dans matrice argileuse, pH = 7.5, HCl = 0



P5 BRUN ACIDE COMPLEXE A MODER ET MELANISATION DE (B)

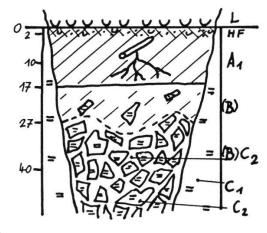
LF horizon mince, litière mélangée à l'horizon de fermentation

A1H horizon mixte, couleur: noir, structure: grumeleux, grande densité de racines moyennes pH = 5.0 perte au feu = 38%

(B) horizon structural, couleur: brun-noir avec zones de brun-rouille, structure: prismatique, texture: argilo-limoneux, présence d'un squelette de plus en plus dense vers le bas, pH = 5.5

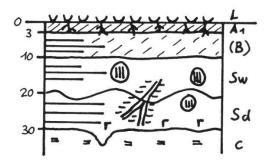
C1 roche carbonatée (calcaire assez pur, Urgonien ou Seewen)

C2 roche non-carbonatée (soit couches du Hauterivien, calcaire siliceux, soit couches du Gault, grès à glauconie)



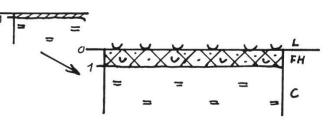
P6 BRUN ACIDE LEGEREMENT LESSIVE A PSEUDOGLEY, A MULL-MODER

- L gaines de molinie
- horizon organo-minéral, couleur: noir, structure: grumeleux, fin chevelu racinaire, pH = 6.5 perte au feu = 24%, C/N = 15
- (B) horizon structural, couleur: brun, structure: grumeleux, texture: limonoargileux, pH = 5.5
- S w zone de stagnation temporaire, couleur: rouille, structure: prismatique, texture: argilo-limoneux, pH = 5.5
- S d zone de rétention, couleur: marmorisé rouille-grisâtre, texture: argileux, plus argileux et plus gris vers le bas, avec suintements d'eau, pH = 6.0 HCl = 0
- C roche en place calcaire HCl (contact roche) = ++



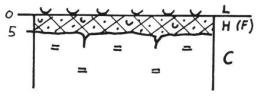
P7 LITHOSOL

- L litière de feuilles et gaines de seslérie
- FH horizon organique, couleur: brunrouille, feutrage, pH = 7.5
- C roche-mère calcaire



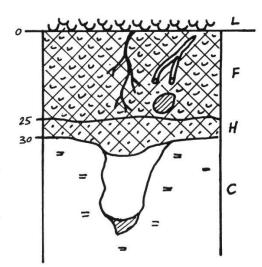
P8 LITHOCALCIQUE A MOR LEGEREMENT ACIDE

- L litière de feuilles de dryade et de gaines de graminées
- H(F) horizon d'humification avec lentilles de fermentation locales, couleur: noir, feutrage de racines pH (0cm) = 4.5, pH (4cm) = 5.5, pH (5cm) = 7.0, HCl = 0
- C roche-mère calcaire



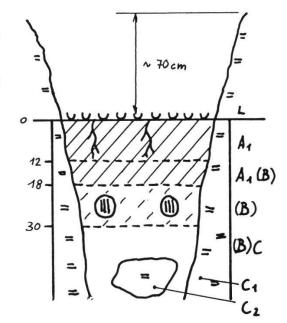
P9 LITHOCALCIQUE HUMIFERE A MOR ACIDE

- L litière épaisse d'éricacées
- F horizon de fermentation avec feutrage de racines et débris d'anciennes racines, couleur: noir-brunâtre, pH 0 5.0, perte au feu = 86%
- H horizon d'humification, couleur: noir, structure: microgrumeleux, pH = 4.5, pH (contact roche) = 7.0, HCl = 0



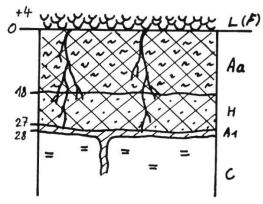
P10 BRUN CALCIQUE COMPLEXE, LEGERE HYDROMORPHIE

- L litière mince, quelques feuilles de saule ou bouleau
- horizon organo-minéral, couleur: brun foncé, structure: microgrumeleux, texture: limono-argileux, quelques racines pH = 7.5
- A1(B) horizon de transition, couleur: brunrouille-grisâtre, structure: microgrumeleux, prismatique, texture: limono-argileux, pH = 8.0
- (B) couleur: brun rouille, structure: prismatique, texture: argilo-limoneux, pH = 7.5
- (B)C horizon de transition, couleur: rouilleocre, structure: prismatique, texture: argileux, concrétions de fer, pH = 6.0
- C1 roche calcaire
- C2 matériel fluvio-glaciaire (?)



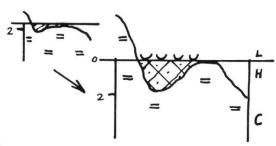
P11 LITHOCALCIQUIE HUMIFERE POLYCYLIQUE A ANMOOR RECENT, ISSU D'UN MOR ACIDE

- L(F) litière épaisse, constituée de gaines de molinie peu décomposées
- An anmoor, horizon hémi-organique, développé à partir du mor acide se trouvant dessous, à la suite d'un changement des conditions du milieu, pH = 4.5, perte au feu = 21%
- H ancien horizon holorganique, enfoui, pH = 6.5
- mince horizon organo-minéral, couleur: noir-gris clair, structure: fondu, texture: argileux, pH = 7.0, HCl = ++



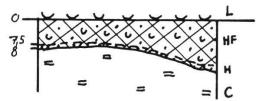
P12 LITHOSOL

- L litière de gaines de fougèreH mince horizon d'humification,
 - couleur: noir



P13 LITHOCALCIQUE A MOR LEGEREMENT ACIDE

- L litière d'aiguilles de pin, éricacées et éclats de bois
- HF horizon holorganique, couleur: brun foncé, structure: microgrumeleux, avec débris de végétation, pH (3cm) = 5.0, pH (6cm) = 5.0, pH (7cm) = 7.0, HCl = 0
- H horizon d'humification très mince, couleur: noir, pH (7.5cm) = 7.0, HCl = +
- C roche-mère calcaire



P14 LITHOCALCIQUE A MOR LEGEREMENT ACIDE

- L litière de feuilles de dryade et gaines de graminées
- FH horizon holorganique, couleur: brun-noir, structure: microgrumeleux, pH (1cm) = 4.0, pH (2cm) = 4.5, pH (3.5cm) = 5.5, pH (4cm) = 7.0, HCl = 0
- C roche-mère calcaire

remarque: la pente orientée au nord de environ 30°, permet le ruisselement, ce qui a pour conséquence d'abaisser le pH.



P15 LITHOCALCIQUE HUMIFERE A MOR ACIDE

- L litière d'aiguilles de pin
- F horizon de fermentation, litière et feutrage de racines, couleur: brun-rouille
- hr horizon de transition, fragments de bois plus ou moins bien décomposés, couleur: brun sombre, pH = 4.0
- horizon d'humification, couleur: brunnoir, structure: microgrumeleux, pH = 4.5, HCl = 0
- C roche calcaire

