

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)  
**Band:** 117 (1994)  
  
**Artikel:** Végétation et stations alpines sur serpentine près de Davos  
**Autor:** Egger, Brigitte  
**Kapitel:** 5: Résultats : végétation et stations sur serpentine  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308981>

### **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:** 11.01.2026

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

## 5 RESULTATS : VEGETATION ET STATIONS SUR SERPENTINE

### 5.1 Physionomie de la végétation

Avant d'entreprendre la description sociologique, dépeignons la physionomie de la végétation alpine propre à la serpentine de Totalp.

Les dernières guirlandes de pins rampants (*Pinus Mugo*), déjà espacés, grimpent jusque vers 2200 m sur le flanc est du Totalphorn, çà et là accompagnées de traînées de gazon - une limite de forêt qu'on peut considérer naturelle. Plus haut, la grande majorité de la surface est couverte d'éboulis et champs de pierres, entrecoupés de roche affleurante cisailée (cf géomorphologie p. 19), où les végétaux clairsemés ne se concentrent qu'en peu de points jusqu'à du gazon ou de la lande-landine, la terre fine n'étant de loin pas entièrement colonisée. Le contraste avec les montagnes d'alentour de silicates et carbonates est flagrant : celles-ci sont revêtues d'un manteau continu de pâturages, en partie même de prairies à foin, guère interrompu que par de la roche affleurante accidentée, des blocs de pierre ou des ravins escarpés. Ces activités anthropogènes y ont refoulé la limite de la forêt, le plus souvent quasi sans ourlet de transition, jusqu'en dessous de 2000 m, soit plus de 200 m plus bas que la limite potentielle (p. 15, 230). Alors que vers les hauteurs on trouve des gazons en tout cas jusqu'à 2600 m. Ainsi la limite potentielle p.ex. des arbres dressés sur serpentine est quelque 200 m plus basse que sur les roches voisines.

Sur serpentine les rares landes basses et gazons ras, au recouvrement entre 30-80 %, se nichent surtout dans les replats et pièges à terre fine, c.-à-d. en situation colluviale, principalement entre 2200 et 2300 m, et en plaques très isolées jusqu'au-delà de 2400 m. Juxtaposées, ces surfaces de végétation ne doivent pas couvrir 2 ha (la zone étudiée comporte 3.5 km<sup>2</sup>). Le complexe le mieux fourni est la petite terrasse à l'est du Totalphorn où passe le chemin, puis il y a des réseaux lâches un peu plus au nord-est et nord, ainsi que des fragments de lande toujours inférieure à 20 cm de hauteur, en exposition ensoleillée sur la crête sud-est du Totalphorn. Le fond du Meierhofertälli, entre le pied des éboulis et le ruisseau, abrite également des flaques d'herbes et de landines, souvent en réseaux p.ex. de petites terrasses et talus, et en particulier quelques m<sup>2</sup> d'un peuplement de *Trichophorum caespitosum* dans le lit du ruisseau (relevé 100). Les plaques de végétation s'éclaircissent et se raréfient à mesure vers le haut du vallon.

Quant aux pentes, même faibles, dès qu'elles sont instables ou en situation d'export, les plantes s'y font rares et isolées. Les grands flancs d'éboulis orientés au sud sont pour ainsi dire dépourvus de végétation, alors qu'au nord certains sillons de matériau fin peuvent être un peu mieux colonisés. Au-dessus de 2400 m, soit dans les vastes régions autour de Wasserscheidi et Totalpsee et dans le haut des différents vallons, la végétation se résume de manière générale à des plantes éparpillées, avec quelques concentrations locales jusqu'à 5-10 % de recouvrement sur des crêtes et tertres ou entre des roches stables.

Les alentours de la station du Weissfluhjoch, avec l'animation qui y règne (p. 16) sont en partie eutrophisés, et il est vraisemblable que la végétation s'en ressente : le sommet, près de 2700 m, est tapissé d'abondantes touffes de *Cerastium latifolium* et *Poa alpina* et compte même *Draba fladnizensis* qui n'y est sans doute guère vernaculaire; il semble que le haut du Dorftälli ait un jour été ensemencé avec des graines étrangères dont subsistent quelques maigres individus.

Dans les lieux ouverts les individus âgés sont fréquents, la propagation végétative importante et les jeunes plantules rares. Les persistantes, telles des groupes d'espèces 7, 8, 9, 11, 18, (5) y formant le gros des individus (cf fig. 53), ont très souvent un système racinaire particulièrement bien développé, assurant un ancrage et vraisemblablement une nutrition suffisante : ainsi des touffes de *Cerastium* ou *Viola* soigneusement déterrées ont révélé être réunies en une racine principale, souvent presque horizontale, dépassant le mètre et pous-

sant un réseau de fines racines élastiques à d'étonnantes profondeurs. Ou alors ce sont des plantes modestes, se logeant dans les niches protégées et plus stables, à petite touffe de racines denses. Parfois tout un agrégat d'espèces s'associe à un individu, p.ex. *Salix breviserrata*, dont il profite de la protection.

La végétation alpine sur serpentine recouvre ainsi les formations des buissons nains, prairies, gazons pionniers, plantes à coussinet ou isolées. Ces formations se situent entre celles à pins subalpines, c.-à-d. à conifères comme dans les Alpes sur les autres substrats (le plus souvent épicéas) et celles à cryptogames et thallophytes de l'étage nival. A ceci près que les limites des étages sur serpentine sont abaissées et plus rapprochées. Rapportée à l'étendue restreinte de l'affleurement de la serpentine, la diversité sur la Totalp, tant des peuplements que de la physionomie de la végétation, est très comparable à celle sur les autres substrats, et également plus grande qu'à l'étage subalpin. Si l'on compare la physionomie de la végétation sur serpentine, silicates et carbonates, on peut dire que la végétation sur carbonates, en particulier si l'on pense aux gazons en guirlandes, constitue une sorte d'intermédiaire entre celle sur serpentine et silicates : elle colonise déjà moins densément les sols, plus inhomogènement, et abrite une plus grande proportion de sous-arbrisseaux que sur silicates, où la végétation est dense et principalement herbacée.

## 5.2 Classification et ordination de la végétation

La végétation sur serpentine à l'étage alpin près de Davos est résumée dans le tableau général de la végétation sur serpentine au sens strict (définie p. 132), fig. 53. Les buts et l'élaboration du tableau sont discutés en détail aux p. 56 à 60. Les critères dont j'ai usé pour adopter une certaine version du tableau de la végétation restent en grande partie subjectifs. Or l'interprétation de la végétation que j'en ai tirée y est étroitement liée.

Les groupes dégagés visent à faciliter la description de la végétation. En effet, notre langage contient avant tout des qualificatifs pour des entités finies. La dénomination des groupes est tirée des facteurs de station jugés significatifs. Pour les formations plus développées les caractérisations ont pu profiter de termes physionomiques. Vu les bases phytosociologiques employées ici - du moins à ce niveau régional de la végétation sur serpentine - un recours à des termes de caractéristiques stationnelles, et en corollaire physionomiques, est sensé.

Les unités de végétation discernées ici sur serpentine ne peuvent être attribuées à aucune association phytosociologique décrite ailleurs, car les espèces singulières dont elles se composent trouvent leur distribution principale dans des associations stationnellement et sociologiquement très divergentes. Ces unités ne peuvent pas non plus être envisagées comme mélanges de végétations d'associations connues, car la serpentine constitue une station à part, et non un mélange ou une transition entre différents types de roches. On renonce donc à toute discussion des similitudes avec les associations reconnues, ces similitudes ne s'avérant guère que vagues et, du point de vue écologique, le plus souvent contradictoires. On renonce en outre à la création de nouvelles associations, les unités distinguées ici révélant avant tout un caractère local. (Résumé des groupements végétaux sur serpentines européennes chez KRAUSE e.a. 1963: 391, repris chez BROOKS 1987:253; voir aussi p. 222sq et 226sq.)

La flore alpine sur serpentine se compose d'une combinaison originale d'espèces habituellement silicicoles, calcicoles ou indifférentes (cf p. 207), sans espèces particulières vu les glaciations, à l'exception d'une fougère à l'étage subalpin (cf p. 19 et p. 164).

## TABLEAU GENERAL DE LA VEGETATION SUR LA SERPENTINE

[illegible]

Fig. 53  
Tableau général de la végétation sur serpentine à l'étage alpin près de Davos.



Fig. 53 : General table of the alpine vegetation on serpentine near Davos (units see p. 130; lichens etc. p. 161sq; complements to table see annex 4, 5, 7).

Groupes de relevés. Des 138 relevés de la végétation sur serpentine alpine j'ai dégagé, sur la base de différenciations floristiques, 7 groupes principaux, surtout physionomiques, de largeur variable, en partie hétérogènes. Les transitions sont plus continues que discontinues. Les 7 groupes recouvrent en tout 15 unités de végétation plus homogènes, réparties sur un vaste spectre stationnel (par rapport à l'altitude, de 2130 à 2690 m; par rapport au recouvrement, de <1 % jusqu'à 95 %; etc.).

Groupes d'espèces. Les 82 espèces retenues dans le tableau général (sur 146 espèces en tout rencontrées sur serpentine, avec lichens et sans mousses) ont été classées en 30 groupes d'après leurs similitudes de distribution dans l'ensemble des 15 unités de végétation. Le comportement nettement individualisé des diverses espèces (observation semblable chez VETTERLI 1982:30), en particulier de celles des groupes 1 à 19 des lieux clairsemés, m'a amenée à retenir un grand nombre de petits groupes afin d'éviter d'accroître l'inhomogénéité de ceux-ci. Comme le tableau général poursuit également le but de présenter la flore sur serpentine, certaines espèces à faible fréquence, mais correspondant à une station particulière ou rare (p.ex. groupe 30), y figurent également.

\*

Gradients. Dans les tableaux de végétation tant général (fig. 53) que partiels (fig. 59 p. 144), l'ordre des espèces et des relevés ainsi que l'ordre de leur groupement reflète en gros deux gradients principaux :

- un gradient le long du développement tant de la végétation que du sol, gradient parallèle à la diminution de l'altitude et à l'augmentation du nombre d'espèces et du recouvrement : à travers le tableau de gauche à droite, du groupe I à VII;
- un gradient d'humidité (sec à humide et inverse) : à l'intérieur des sept groupes I à VII.

UNITES DE VEGETATION SUR SERPENTINE ALPINE	VEGETATION UNITS ON ALPINE SERPENTINE
I Eboulis, alpin supérieur	I Debris, upper alpine
Ia éboulis de crêtes, assez stables et secs	Ia ridge debris, fairly stable and dry
Ib éboulis de pentes, assez instables et frais	Ib slope debris, fairly unstable and moist
Ic éboulis raides ombragés humides (nord)	Ic steep debris, shady and humid (north)
Id replats de gravier frais	Id gravel flats, moist
II Combes à neige, alpin supérieur	II Snow-beds, upper alpine
IIa combes à neige fraîches	IIa moist snow-beds
IIb combes à neige pouvant s'assécher	IIb snow-beds apt to dry
III Semi-gazons, alpin	III Semi-lawn, alpine
IIIa semi-gazons de replats en fond de vallée	IIIa semi-lawn on valley bed flats
IIIb semi-gazons sur crêtes et replats de pentes	IIIb semi-lawn on ridge and slope flats
IV Eboulis ensoleillés, alpin inférieur	IV Sunny debris, lower alpine
IVa éboulis ensoleillés secs	IVa dry sunny debris
IVb éboulis ensoleillés frais	IVb moist sunny debris
V Landines herbeuses, alpin inférieur	V Dwarf herbous heath, lower alpine
VI Landes, alpin inférieur	VI Heath, lower alpine
VIa landes de pentes ensoleillées sèches	VIa heath on dry sunny slopes
VIb landes herbeuses subalpines	VIb herbous heath, subalpine
VII Gazons frais, alpin inférieur	VII Lawn, moist, lower alpine
VIIa gazons graveleux un peu frais	VIIa gravelly lawn, a little moist
VIIb gazons humeux nettement frais	VIIb humous lawn, moist

Fig. 54

Unités de végétation sur serpentine alpine, résumé.

Vegetation units on alpine serpentine, summary.

Or, comme le tableau général s'évertue à retenir au maximum tous les passages entre groupes aussi bien de relevés que d'espèces, certains gradients sont en quelque partie du tableau soit interrompus, soit même inversés. Cela se reflète surtout dans les fig. 55 à 57 (p. 131 et 138sq). Afin de mettre en évidence ces gradients fragmentés, le tableau général de la végétation a été redistribué en quatre tableaux partiels, fig. 59 (p. 144, 145).

\*

Nombre d'espèces et recouvrement. La richesse en espèces varie ostensiblement des stades à végétaux éparpillés aux gazons denses, de gauche à droite du tableau, entre les extrêmes de 2 à 47 espèces sans compter les mousses. Cette variable différencie bien les différentes unités (fig. 56) et corrèle avec l'altération et la pente.

Or les espèces typiques des relevés les plus pauvres comptent aussi parmi les plus fréquentes du tableau (groupes d'espèces 5 à 11). Ainsi les lieux clairsemés sont en fait colonisés par quelques espèces remarquablement constantes.

Le nombre d'espèces augmente assez fidèlement avec le degré de recouvrement, jusqu'à une certaine densité de peuplement dans les landes herbeuses, où il atteint un maximum, fig. 56. Ainsi le rapport nombre d'espèces/% de recouvrement, s'il vaut entre 1. à 2. pour toutes les unités de végétation des groupes I-IV et VI, s'abaisse en gros à .5 pour les groupes V et VII. Il se peut que dans ces stations, gazons denses, les conditions soient plus uniformes par rapport aux microsites et que les exigences renforcées face à la concurrence exercent une sélection accrue parmi les espèces.

### 5.3 Caractéristiques stationnelles des unités de végétation

La description des unités de végétation, p. 134, et les diagrammes des fig. 56 à 58, p. 138 à 143 se complètent. Il est renvoyé aux légendes et définitions qui les accompagnent. Quant à la caractérisation stationnelle des groupes d'espèces, leur dénomination figurant à la fig. 53 y suffit. Le comportement de certaines espèces singulières est abordé p. 156 et 161.

\*

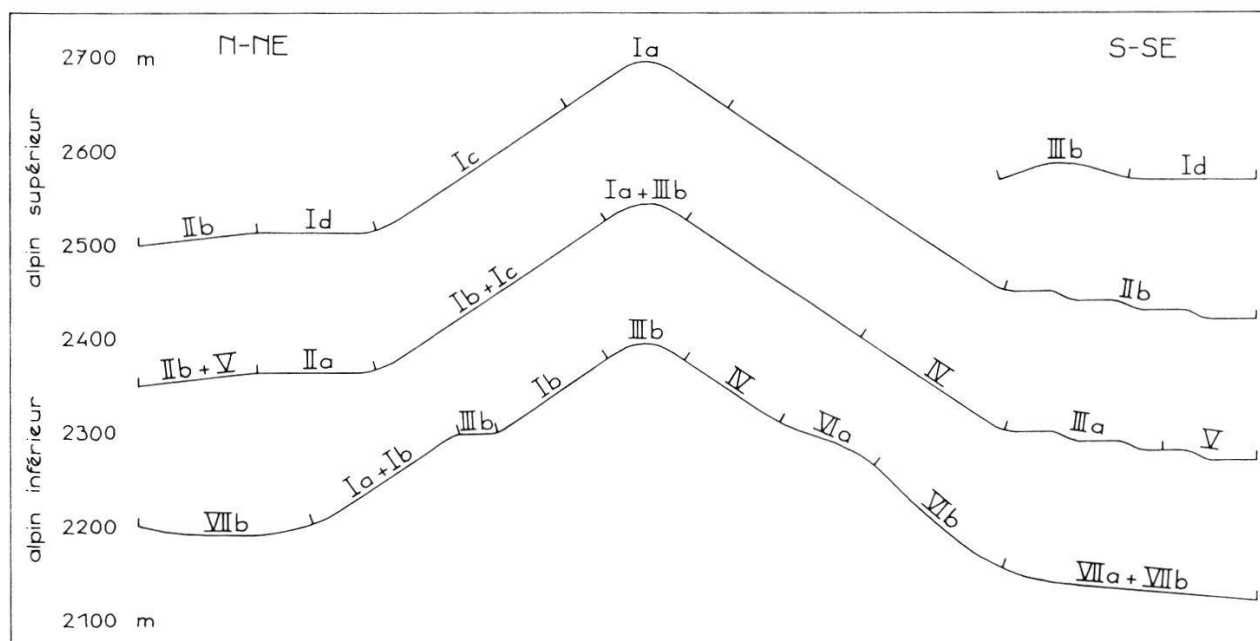


Fig. 55

Distribution selon le relief des unités du tableau de la végétation, fig. 53.

Distribution according to the topography of the units from the vegetation table of fig. 53.

Le schéma de la fig. 55 reflète le relief trouvé à Davos. Les zones sans indications sont dénuées de végétation. Au nord, la végétation tend à être plus abondante et plus riche en espèces (comme le remarquait déjà WALKER 1954:262 pour les serpentines de Californie). Si les végétaux deviennent décidément rares aux altitudes supérieures, la végétation est par contre déjà bien diversifiée dans la zone alpine inférieure, comme en témoignent les nombreuses unités de végétation qui ont pu y être décrites.

\*

La délimitation des relevés à considérer de serpentine dans un sens strict, c.-à-d. absente d'influences de roches différentes telles ophicalcites et carbonates, et dans une moindre mesure silicates, est apparue nécessaire au cours du travail. Ainsi les stations du reste de la palette des ophiolites ne sont pas retenues ici. Elles constituent des intermédiaires entre serpentine et surtout carbonates, et sont très inhomogènement représentées. La délimitation a reposé en premier lieu sur la carte géologique détaillée que m'a transmise PETERS; sur la situation géomorphologique par rapport à des apports étrangers; et finalement empiriquement sur la présence/absence de certaines espèces. Seuls quelques relevés à faibles caractères de transition ont été conservés dans le tableau : p.ex. le 114 avec *Sesleria coerulea* et *Carex firma*, quoiqu'en amont d'une zone de silice; ou encore le 125 (profil 7) dans une zone avoisinant des ophicalcites vertes, avec *Sesleria coerulea*, *Galium anisophyllum* et *Pinguicula alpina*. En effet, quelques espèces liées à une certaine roche sont encore présentes là où de la serpentine lui est mélangée, mais disparaissent dès qu'il n'y a plus que de la serpentine. Pour n'en nommer que quelques-unes des dernières à disparaître : *Sesleria coerulea*, *Gentiana Clusii* et *Arabis alpina* du côté des carbonates; *Chrysanthemum alpinum* et *Senecio carniolicus* du côté des silicates.

Les seuls représentants de stations mouillées sont des gazons drus de *Trichophorum* et sont situés sur les lits de ruisseaux temporaires : relevé 52 dans l'unité IIa et 100 dans l'unité V. Ces relevés sont rangés selon les similitudes de leurs autres espèces; le sol de ces stations est noir, à humus peu décomposé. Entre les plaques de végétation dense s'étendent des intervalles couverts de pierres en surface, noires et fortement altérées.

Il n'a pas été retenu ici de végétation de fissures de roches surtout caractérisées par des mousses. Celles-ci n'ont été déterminées que jusqu'au genre (voir p. 164).

\*

Les subdivisions floristiques qui semblent significatives sont souvent plus fines que le pouvoir explicatif stationnel qu'on peut leur assigner. VETTERLI 1982:23 fait les mêmes observations. Par ailleurs des groupes floristiques plutôt homogènes peuvent être associés à des caractéristiques écologiques à vaste amplitude. Cela pose le problème de la gandeur des groupes à retenir. Le poids essentiel a été porté ici aux données floristiques.

Ces faits sont à confronter avec l'hypothèse de la détermination de la composition floristique avant tout par les conditions de station, ou encore avec l'hypothèse que l'espèce végétale est le meilleur intégrateur de tous les facteurs de l'environnement (BEGUIN e.a. 1974:220), hypothèse sur laquelle ces travaux reposent largement.



#### 5.4 Liens entre les unités de végétation

Les liens entre les 15 groupes de relevés ressortent implicitement des 4 tableaux partiels (fig. 59 p. 144), de même que des graphiques des similitudes floristiques (fig. 60 et 61 p. 146 à 149). La répartition de ces groupes selon le relief (fig. 55 p. 131) offre une bonne vue d'ensemble.

##### 5.4.1 Répartition de la végétation en gradients

Afin de mettre en évidence les gradients fragmentés dans le tableau général de la végétation (fig. 53 p. 128), celui-ci a été redistribué en 4 tableaux partiels (fig. 59 p. 144) qui recouvrent ensemble tous les groupes de relevés et d'espèces. Les groupes surtout d'espèces y ont été réordonnés en conséquence, mais l'ordre à l'intérieur des groupes a été maintenu. Tout comme le tableau général, chaque tableau partiel suit le gradient ou la "variable" :

alpin supérieur —————> alpin inférieur  
peu développé —————> plus développé  
(basique; brut) —————> (acide; altéré)  
faible couverture —————> couverture plus dense,  
chacun le long d'une "constante" correspondant à un même type de situation géomorphologique ou à un même degré d'humidité, et explicitée dans les légendes.

##### 5.4.2 Similitudes floristiques entre relevés

Les similitudes floristiques entre les 138 relevés de la végétation sur serpentine, et leurs 82 espèces principales retenues dans le tableau de la végétation fig. 53 p. 128, ont été calculées à l'aide de l'analyse factorielle de correspondances : graphiques des similitudes fig. 60 p. 146 (méthodes p. 65sq). Afin de rendre le graphique plus lisible, les projections sur les axes 1 et 2, d'une part des relevés fig. 60a p. 146, d'autre part des espèces fig. 60b p. 147, sont représentées séparément.

Les similitudes floristiques à partir des 115 espèces à fréquence >1 (sur 149 espèces en tout) tout autant que les similitudes entre les 38 relevés dont le sol a été analysé et 72 de leurs espèces, fig. 61a p. 148, quoique correspondant à une forte réduction des données, livrent des projections remarquablement semblables. On peut sans doute voir là l'information différenciée contenue dans la constellation d'espèces décrite par un relevé. (Les analyses des correspondances servent ici d'illustration, elles n'ont pas été employées pour l'élaboration du tableau de la végétation).

\*

Pouvoir explicatif des axes. La participation à l'explication des similitudes à l'intérieur de la végétation (exprimée par la somme des valeurs propres pour chaque axe, donnée en % de toutes les valeurs propres) comporte :

	serpentine 138 relevés 115 espèces à fréquence >1	serpentine 138 relevés 82 espèces du tab. p. 128	serpentine 38 relevés 72 espèces fig. p. 148	silicates 157 relevés 101 esp (tot 275) ex VETTERLI 82:51
axe 1	12 %	16 %	19 %	14 %
axe 2	6 %	7 %	9 %	12 %
axe 3	5 % $\Sigma=23$ %	6 % $\Sigma=29$ %	7 % $\Sigma=35$ %	10 % $\Sigma=36$ %

Les données sur serpentine recouvrent un spectre de stations énorme, mais avec moins de relevés et moins d'espèces/relevés que sur silicates. (Suite à p. 150).



DESCRIPTION DES UNITES DE VEGETATION DU TABLEAU GENERAL

I EBOULIS, ALPIN SUPERIEUR

- Ia éboulis de crêtes, assez stables et secs
- Ib éboulis de pentes, assez instables et frais
- Ic éboulis raides ombragés humides (nord)
- Id replats de gravier frais

Quoique floristiquement assez semblables, ces quatre unités répandues colonisent des stations nettement différenciées par rapport au relief et à l'humidité.

- végétation Couverture infime, individus disséminés, peu d'espèces, soit vigoureuses à enracinement fort et long apte à un ancrage dans les éboulis, soit menues à racines courtes et denses se nichant dans la terre fine à l'abri des plus grosses pierres.
- géomorphologie Voir dénomination des unités. L'export de matériau est estimé plus important que l'import, p.ex. par ruissellement.
- sol Sols bruts, à altération faible - plus prononcée sur les replats du Id - graviers et pierres prédominants, mais riches en terre fine sous la surface. Squelette plus grossier dans les pentes du Ia.
- humidité
  - Ia enneigement moyen, environ 8 mois (jusqu'au début de juin).
  - Ib,Id enneigement prolongé, jusqu'à 9 mois 1/2 (mi-juillet).
  - Ic même jusqu'à 10 mois 1/2 (jusqu'en août).
- distribution Les quatre unités sont répandues dans la zone alpine supérieure.
  - Ia sur toutes les quatre crêtes, du Weissfluhjoch vers le Mittelgrat et vers le S, du Totalphorn et du Schwarzhorn vers le S, ainsi que sur les promontoires entre Wasserscheidi et Totalpsee.
  - Ib comme Ic, mais en altitude plus basse, ainsi que sur les flancs de part et d'autre des arêtes au S du Weissfluhjoch et du Schwarzhorn.
  - Ic très répandue sur les flancs NE du Weissfluhjoch et au N du Totalphorn.
  - Id sur la plaine inclinée autour de Wasserscheidi et Totalpsee.

II COMBES A NEIGE, ALPIN SUPERIEUR

- IIa combes à neige fraîches
- IIb combes à neige pouvant s'assécher

Ces deux unités, floristiquement nettement différenciées - voir en particulier nombre d'espèces et fréquence de celles-ci plus importants pour IIb - occupent des stations plutôt semblables.

- végétation Recouvrement faible.
  - IIa individus clairsemés, beaucoup de mousses et de lichens.
  - IIb tendance à former des agrégats de végétation, p.ex. sous les talus ou autour de Salix herbacea.
- géomorphologie Situation colluviale, que ce soit au fond des vallées larges (IIa) ou en bas de pente (IIb).
  - IIb à niches plus hétérogènes à cause de réseaux de buttes et de talus.
- sol Squelette à altération avancée, souvent noir plutôt que roux. Sol riche en terre fine brune à noire, mêlée d'humus (moder), sous une surface de graviers et de pierres.
- humidité Enneigement prolongé, de 9 mois (jusqu'au début de juillet), ruissellement important.
  - IIb à niches susceptibles de s'assécher plus.
- distribution Dans l'ensemble peu fréquentes et disséminées : dans la zone de Chlein Wasserscheidi au Totalpsee, jusqu'à Totalp de Parsenn; dans le Dorftälli.
  - IIa assez fréquente dans le haut du Meierhofertälli.

III

SEMI-GAZONS, ALPIN

- IIIa semi-gazons des replats en fond de vallée
- IIIb semi-gazons sur crêtes et replats de pente

Ce groupe, floristiquement inhomogène et peu différencié entre a et b, rassemble toutes les stations à recouvrement faible qui ne sont ni combes à neige, ni éboulis ensoleillés. Les deux unités se distinguent par leur situation géomorphologique, l'altitude et l'altération.

- IIIa ces stations se caractérisent par un réseau de petites terrasses à talus.
- IIIb ces stations peuvent servir de gîte à des animaux, que ce soient des oiseaux qui se perchent sur les rochers dominants ou quelque rare marmotte, et peuvent être accompagnées d'espèces inhabituelles.

- végétation Recouvrement faible, inhomogène, en partie clairsemé, en partie agrégé.
  - IIIa la végétation des terrasses s'apparente au IVa sur les replats, au V sur les talus.
- géomorphologie Lieux caractérisés par une certaine stabilité.
  - IIIa fond de vallée large, en bas de pente S, et sur moraine en bas de pente N.
  - IIIb sur crêtes en altitude plutôt supérieure et sur replats de pente au N en altitude plutôt inférieure, si ce n'est quasi sur roche affleurante.
- sol Sols bruts, peu humeux, où toutes les classes granulométriques sont régulièrement représentées.
  - IIIa squelette fortement altéré, terre fine couleur brun-roux.
  - IIIb squelette à peine altéré, fraction fine grise.
- humidité Enneigement de 8 mois (jusqu'au début de juin). Humidité : conditions fraîches à sèches sans extrêmes.
- distribution IIIa relativement fréquente, typique de la partie moyenne du Meierhofertälli.
  - IIIb disséminée, peu fréquente.

IV

EBOULIS, ALPIN INFÉRIEUR

- IVa éboulis ensoleillés secs
- IVb éboulis ensoleillés frais

Stations homogènes, sans diversité de niches. Pauvres en espèces, réunissant les plus constantes tant des éboulis que des gazons. Le IVb constitue un intermédiaire vers les gazons.

- végétation Recouvrement faible, clairsemé.
- géomorphologie Eboulis instables de matériau fin, sur arêtes inclinées dégagées : export de matériau.
- sol Sol brut à faible altération, gris-bleu.
- humidité Enneigement court, 7 mois 1/2 (jusqu'à mi-mai).
- distribution Lieux susceptibles de s'assécher passablement en été.
  - Peu fréquentes, sur l'arête SE du Totalphorn.

voir :  
tableau de la végétation p. 128  
texte p. 131 et fig. 56 à 58 p. 138sq  
carte p. 28

V LANDINES HERBEUSES, ALPIN INFÉRIEUR

Landines herbeuses, empierrées, lâches, fraîches, de pentes faibles.

végétation	Couverture moyenne, encore lâche ou alors avec plaques de végétation plus dense et intervalles peu colonisés, c.-à-d. assez inhomogène.
géomorphologie	Pentes faibles stables bombées, situées en fond de vallée large et sur pentes dégagées.
sol	Horizon humeux sombre sous les plaques de végétation, terre fine rousse, squelette passablement altéré.
humidité	Enneigement moyen, 8 mois (jusqu'à fin mai). Stations fraîches à sèches.
distribution	Très répandue dans la partie inférieure du Meierhofertälli, sur le flanc E de la Totalp de Parsenn.

VI LANDES, ALPIN INFÉRIEUR ET SUBALPIN

Via landes de pentes ensoleillées sèches

Vib landes herbeuses subalpines

Ces deux unités se distinguent floristiquement par une série d'espèces, correspondant du point de vue stationnel à une différence d'altitude et d'humidité.

végétation	Couverture moyenne, homogènement lâche, intervalles ouverts réduits. Végétation encore accompagnée des constantes des éboulis. Via divers buissons nains prédominants. Vib forme intermédiaire entre lande et gazon.
géomorphologie	Pentes ensoleillées, stabilisées, apport et export négligeables. Via plutôt bombées Vib à mi-pente ou en bas de pente.
sol	Horizon humeux, beaucoup d'humus brut surtout pour le Via. Les diverses granulosités bien représentées, y compris la terre fine. Altération avancée, plus encore pour le Vib.
humidité	Enneigement plutôt court, 7 mois (jusqu'au début de mai). Via station légèrement plus sèche que Vib en bas de pente.
distribution	Limitées au SE du Totalhorn, vers le Panoramaweg.

VII GAZONS, ALPIN INFÉRIEUR

VIIa gazons graveleux frais

VIIb gazons humeux frais

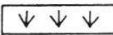
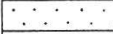
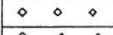

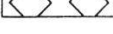





Ces gazons denses sont floristiquement assez semblables. Les espèces constantes dans les éboulis et semi-gazons en sont absentes.

végétation	Couverture dense et homogène, niches de terre fine non colonisée rares. Les herbacées dominant par rapport aux buissons nains, encore plus nettement dans le VIIb.
géomorphologie	Situations à tendance colluviale, bas de pentes, replats et légères combes. Accumulation de terre fine.
sol	Sol développé, à couche de moder brun-noir. Squelette plutôt peu abondant dans l'horizon des racines, fortement altéré.
humidité	Enneigement plutôt long, 8 mois (jusqu'au début de juin). Parfois ruissellement. VIIb reste plus frais que VIIa.
distribution	Sur petites surfaces, disséminées et peu fréquentes, en mosaïque avec les unités V, VI. Dans toute la zone du bas du Meierhofertälli, de l'E du Totalhorn jusqu'à la Totalp de Parsenn.

Définitions des termes appliqués à la végétation sur serpentine à Davos  
Et légende des figures 56, 57, 58 des p. 138 à 143.

éboulis : (debris) station à amas de pierres, gravier et terre fine, à couverture végétale infime.  
semi-gazon : (semi-lawn) formation à dominance d'herbacées vivaces non ligneuses (h+c), à couverture végétale de 10-40 %.  
gazon-pelouse : (lawn) formation à dominance d'herbacées vivaces non ligneuses (h+c), à couverture végétale de 40-100 %, par plaques denses.  
landine : (dwarf heath) formation où les buissons nains rampants, chamaephytes ligneux (z) <10 cm de hauteur, prédominent.  
lande : (heath) formation où les buissons nains dressés, chamaephytes ligneux (z) de 5-20 cm de hauteur, prédominent.

\*

altitude : alpin supérieur : 2400 - 2700 m  
alpin inférieur : 2100 - 2400 m  
subalpin : < 2200 m  
pente (slope) : forte : > 60 % de pente  
moyenne : 40 - 60 % "  
faible : 20 - 40 % "  
replat : < 20 % "  
altération de la roche : 4 : fortement altérée (much altered)  
3 : passablement " (fairly " )  
2 : moyennement " (middle " )  
1 : peu " (little " )  
0 : non " (not " )  
granulosité : estimée à l'oeil pour la surface de chaque relevé ( $\Sigma = 100\%$ )  
vég.  : (végétation)  
t.f.  : terre fine (fine earth) : < .2 cm  
grav.  : gravier (gravel) : .2 - 2 cm  
cail.  : cailloux (pebbles) : 2 - 20 cm  
blocs  : blocs (blocks) : > 20 cm  
humidité : échelle : sec-frais-humide-mouillé (dry-moist-humid-wet)  
enneigement (snow-covering) : court (short) : premiers lieux dégagés à la fonte pour cette altitude, 15 j. à 1 mois (month) avant la moyenne  
moyen (mean) : 8 1/2 mois à 2700 m - de mi-octobre à mi-juin  
7 1/2 à 8 mois à 2200 m - de mi-oct. à fin mai  
long (long) : derniers lieux dégagés pour cette altitude, jusqu'à 2 mois plus tard que la moyenne, c.-à-d. jusqu'à fin août en altitudes supérieures  
recouvrement de la végét. : dense : > 50 % de couverture végétale  
moyen : 15 - 50 % " " "  
faible : 7 - 15 % " " "  
infime : < 7 % " " "  
formes biologiques : en proportion des espèces et non de la couverture végétale (selon LANDOLT 1977:61sq)  
th  : (t+u) thérophytes et théro-hémicryptophytes  
ph  : (p+i+n+j+z) nano- et phanérophytes verts estivaux et sempervirens ici sous forme de buissons nains, ainsi que chamaephytes ligneux  
ge  : (g) géophytes  
ch  : (c) chamaephytes herbacés  
he  : (h) hémicryptophytes

\*

largeur du groupe de relevés proportionnelle au nb de relevés qui le constituent  
(nb de relevés)  
écart type  $S_x$  (p. 65)  
valeur moyenne pour le groupe de relevés  
proportion de prélèvements (sols etc.) pour le groupe de relevés

(width of relevé group proportional to no of relevés)  
(no of relevés)  
(standard deviation  $S_x$ )  
(average value for the group of relevés)  
(part of soil samples for the relevé group)

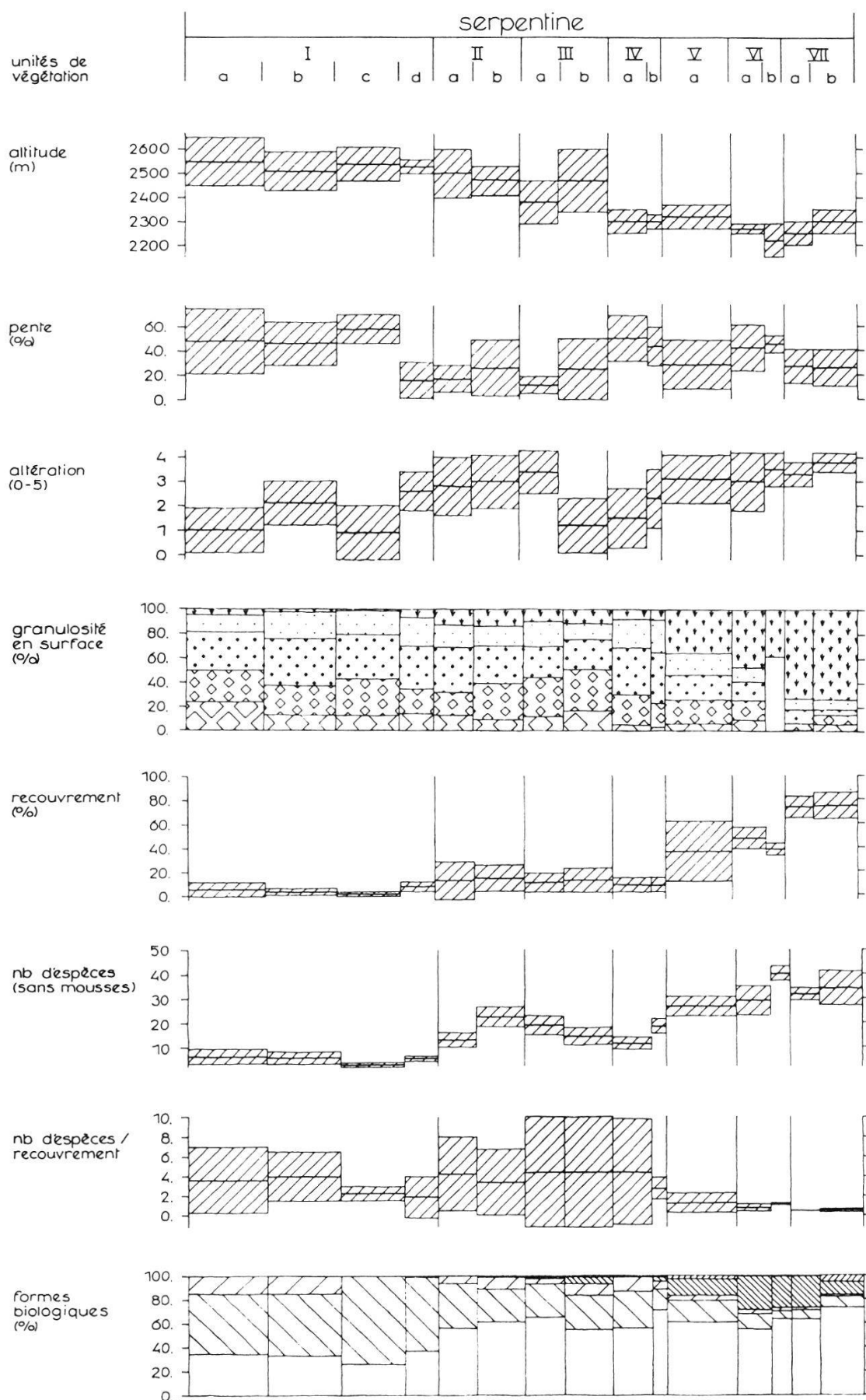


Fig. 56

Caractérisation des stations et de la colonisation de la serpentine selon les unités de végétation de la p. 128, p. de gauche; et comparaison avec la végétation sur substrats voisins, selon VETTERLI (1981:partiellement publié, 1982:annexe 2), p. de droite. Voir légendes et données p. 130, 137, annexe 4.



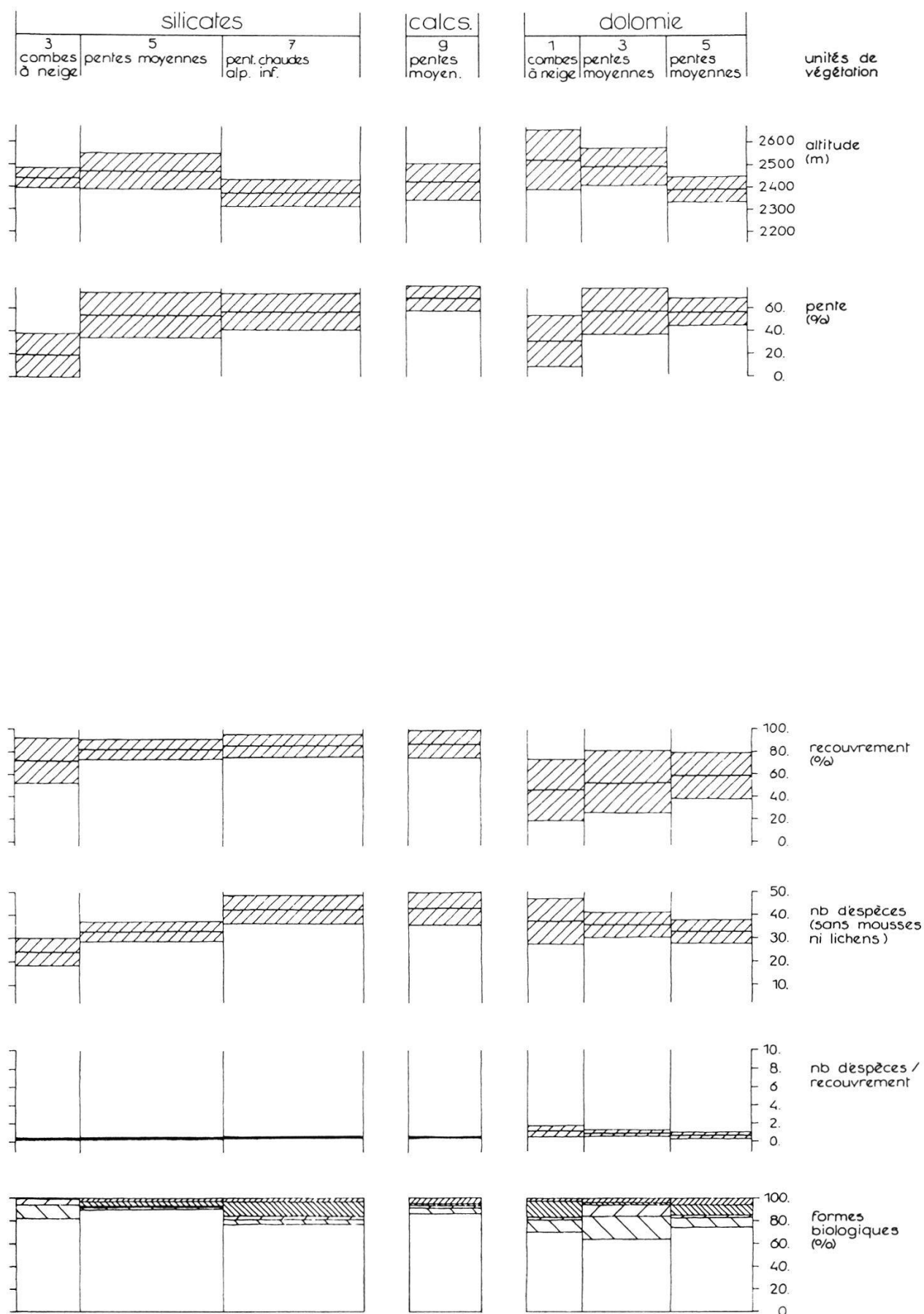


Fig. 56

Characterization of the habitats and colonization of serpentine according to the vegetation units of p. 128, left page; and comparison with the vegetation on adjacent substrates according to VETTERLI (1981:partially published, 1982:annexe 2), right page. See legends and data p. 130, 137, annex 4.

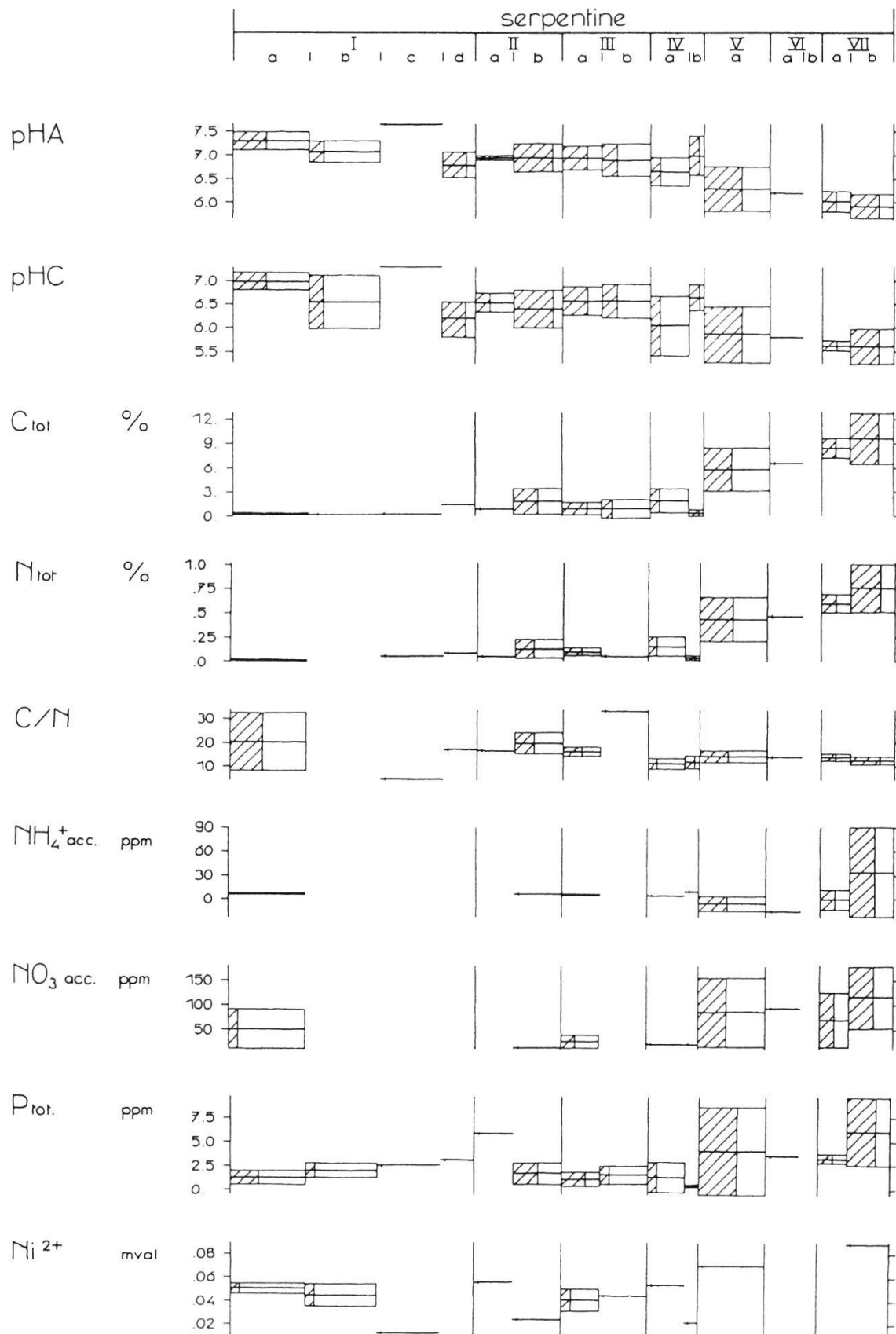


Fig. 57  
Caractérisation pédochimique et granulométrique des unités de végétation sur serpentine. Voir terminologie pédologique annexe 1, légende p. 137; et p. 68sq.

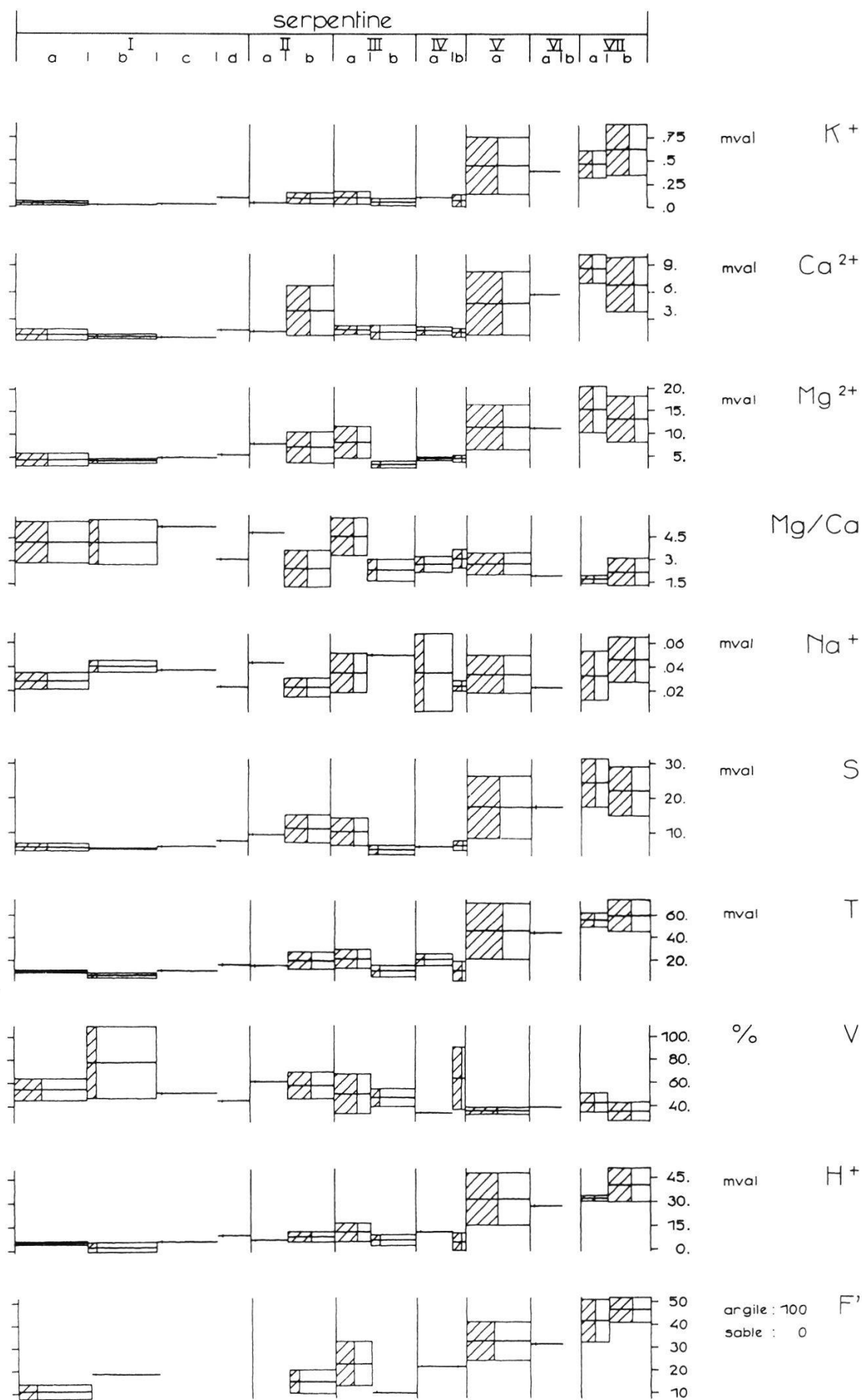


Fig. 57

Pedochemical and granulometric characterization of the vegetation units on serpentine. See pedological terminology annex 1, legend p. 137; and p. 68sq.

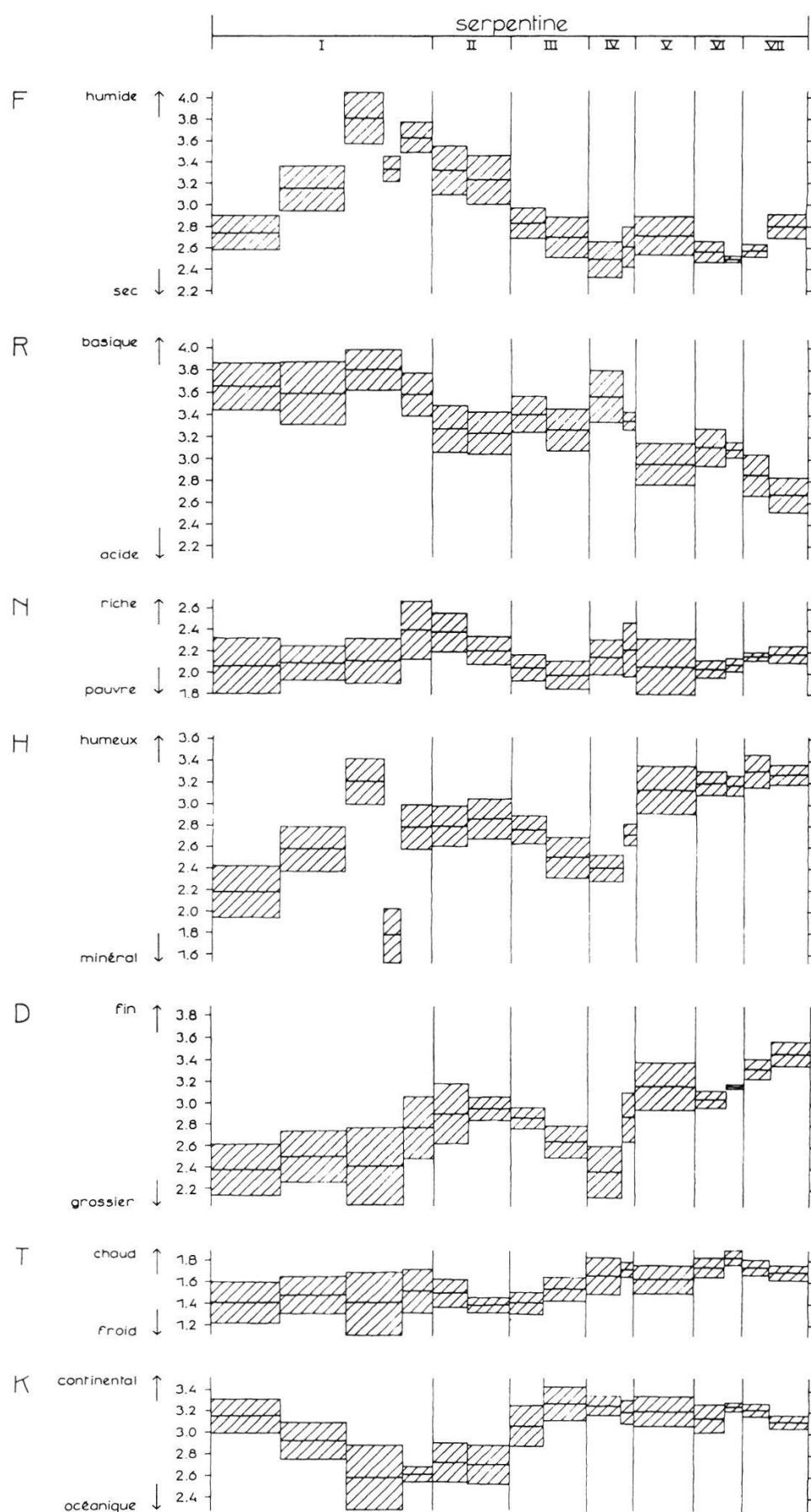


Fig. 58  
Valeurs indicatrices moyennes (selon LANDOLT 1977) des relevés de serpentine, sans cryptogames, p. de gauche; et comparaison avec la végétation sur substrats voisins, selon VETTERLI (1981:partiellement publié, 1982:55), p. de droite. Voir légende p. 137 et annexe 1 p. III; texte p. 156.

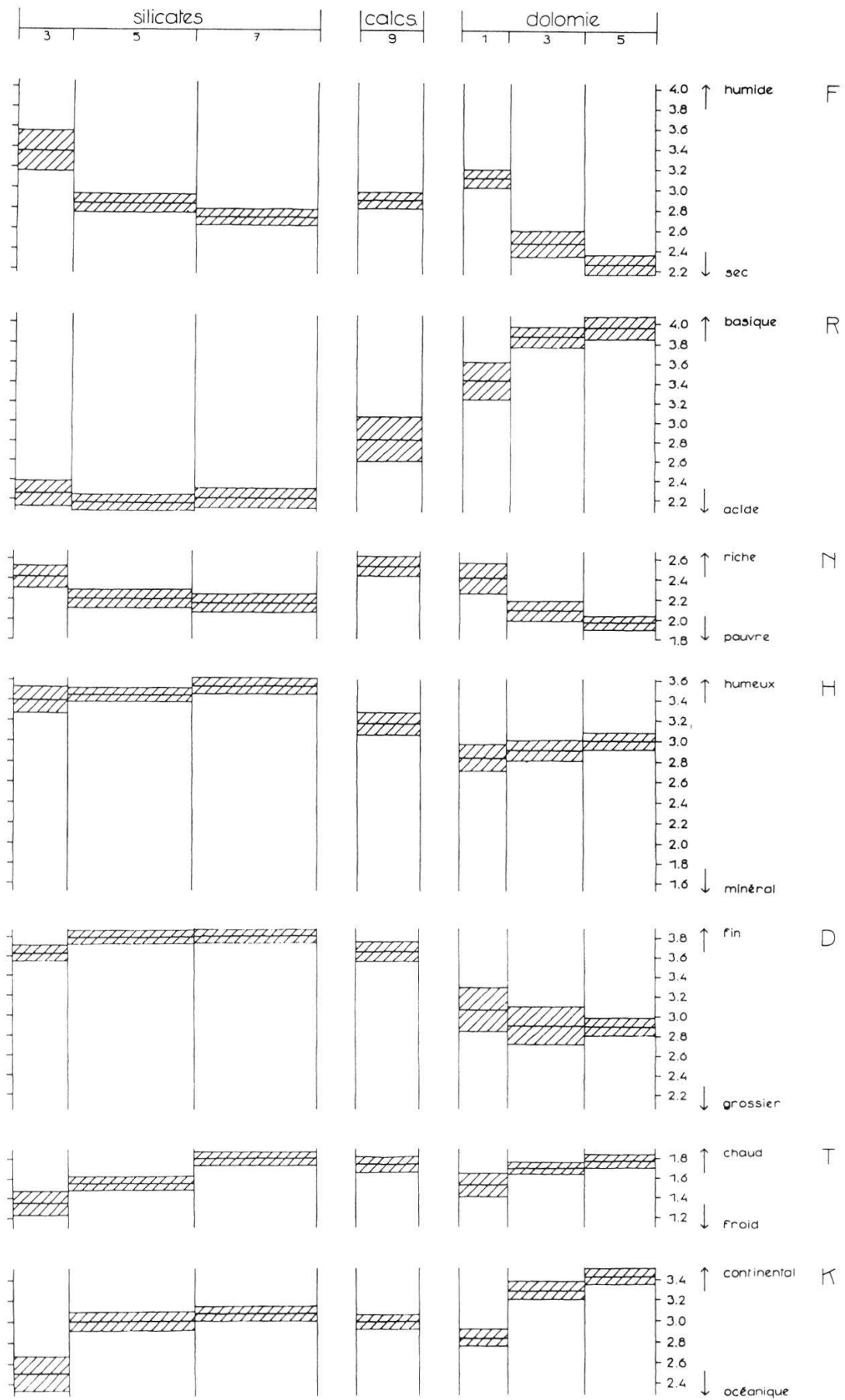


Fig. 58

Mean indicator values (according to LANDOLT 1977) of the serpentine relevés without cryptogams, left page; and comparison with the vegetation on adjacent substrates according to VETTERLI (1981:partially published, 1982:55), right page. See legend p. 137 and annex 1 p. III; text p. 156.



IC	ID	(IB)	IIA	IIB	(IIIA) VA	VIIB	VEGETATION SUR SERPENTINE TABLEAU PARTIEL NO 1
NO DES RELEVES							
17	18	19	20	21	22	23	SAXIFRAGA STELLARIS
24	25	26	27	28	29	30	HUTCHINSONIA ALPINA
31	32	33	34	35	36	37	CERASTIUM LATIFOLIUM
38	39	40	41	42	43	44	POA ALPINA
45	46	47	48	49	50	51	LINARIA ALPINA
52	53	54	55	56	57	58	MINUARTIA VERNI
59	60	61	62	63	64	65	SILENE WILDENOWII
66	67	68	69	70	71	72	CARDAMINE RESEDIFOLIA
73	74	75	76	77	78	79	MOERHINGIA CILIATA
80	81	82	83	84	85	86	TARAXACUM ALPINUM
87	88	89	90	91	92	93	ACHILLEA ATRATA
94	95	96	97	98	99	100	SAGINA LINNAEI
101	102	103	104	105	106	107	LUZULA SPADICEA
108	109	110	111	112	113	114	RUMEX NIVALIS
115	116	117	118	119	120	121	VERONICA ALPINA
122	123	124	125	126	127	128	GNAPHALIUM SUPINUM
129	130	131	132	133	134	135	ARENARIA BIFLORA
136	137	138	139	140	141	142	CAREX PARVIFLORA
143	144	145	146	147	148	149	SALIX HERBACEA
150	151	152	153	154	155	156	MINUARTIA SEDOIDES
157	158	159	160	161	162	163	CAMPANULA SCHEUCHZERI
164	165	166	167	168	169	170	SILENE ACAULIS
171	172	173	174	175	176	177	FESTUCA PUMILA
178	179	180	181	182	183	184	VIOLA CALCARATA
185	186	187	188	189	190	191	THYMUS POLYTRICHUS
192	193	194	195	196	197	198	BISCUTELLA LEVIGATA
199	200	201	202	203	204	205	SOLIDAGO ALPESTRIS
206	207	208	209	210	211	212	LUZULA LUTEA
213	214	215	216	217	218	219	JUNCUS TRIFIDUS
220	221	222	223	224	225	226	HOMOZYNE ALPINA
227	228	229	230	231	232	233	SOLDANELLA ALPINA
234	235	236	237	238	239	240	CETRARIA ISLANDICA
241	242	243	244	245	246	247	GENTIANA KOCHIANA
248	249	250	251	252	253	254	SELAGINELLA SELAGINOIDES
255	256	257	258	259	260	261	LEONTODON HELVETICUS
262	263	264	265	266	267	268	VACCINIUM GAULTHERIOIDES
269	270	271	272	273	274	275	DRYAS OCTOPETALA
276	277	278	279	280	281	282	LOISEURIA PROCLUMENS
283	284	285	286	287	288	289	CAREX SEMPERVIRENS
290	291	292	293	294	295	296	ANTHYLLIS ALPESTRIS
297	298	299	300	301	302	303	LOTUS ALPINUS
304	305	306	307	308	309	310	BARTSIA ALPINA
311	312	313	314	315	316	317	BELLIDIASTRUM MICHELII
318	319	320	321	322	323	324	GENTIANA CAMPESTRIS
325	326	327	328	329	330	331	CAREX CURVULA
332	333	334	335	336	337	338	LIGUSTICUM MUTELLINOIDES
339	340	341	342	343	344	345	LYCOPODIUM SELAGO
346	347	348	349	350	351	352	GEUM MONTANUM
353	354	355	356	357	358	359	POTENTILLA AUREA
360	361	362	363	364	365	366	EUPHRASIA MINIMA
367	368	369	370	371	372	373	POLYGONUM VIVIPARUM
374	375	376	377	378	379	380	SENECIO DORONICUM
381	382	383	384	385	386	387	ANTHOXANTHUM ALPINUM
388	389	390	391	392	393	394	FESTUCA VIOLACEA
395	396	397	398	399	400	401	VACCINIUM MYRTILLUS
402	403	404	405	406	407	408	RANUNCULUS GREUTERIANUS
409	410	411	412	413	414	415	CAMPANULA BARBATA
416	417	418	419	420	421	422	SOLDANELLA PUSILLA
423	424	425	426	427	428	429	LIGUSTICUM MUTELLINA
430	431	432	433	434	435	436	HELIOTRICHON VERSICOLOR
437	438	439	440	441	442	443	TRICHOPOPHORUM CAESPITOSUM
444	445	446	447	448	449	450	CAREX FERRUGINEA
451	452	453	454	455	456	457	GENTIANA VERNI S.L.
458	459	460	461	462	463	464	DORONICUM GRANDIFLORUM
465	466	467	468	469	470	471	CERASTIUM TRIGYNUM

Fig. 59-1  
Tableau partiel 1 de la végétation sur serpentine (cf tab. p. 128, texte p. 133)  
Const.: lieux à couverture nivale plutôt : fairly long snow-covered sites;  
longue; frais à humides; pentes N : moist to humid; N slopes or  
ou situations à tendance colluviale : sites with colluvial tendencies  
Varia.: altitude décroissante (en particu- : decreasing altitude (especially  
lier localités en descendant de : sites form Wasserscheidi going  
Wasserscheidi vers Meierhofertälli) : down into Meierhofertälli)  
numérotation selon tableau général p. 128 : numbering according to p. 128.

IB	IA	IVA	IVB	VEGETATION SUR SERPENTINE TABLEAU PARTIEL NO 4
NO DES RELEVES				
17	18	19	20	SAXIFRAGA STELLARIS
21	22	23	24	HUTCHINSONIA ALPINA
25	26	27	28	LINARIA ALPINA
29	30	31	32	CARDAMINE RESEDIFOLIA
33	34	35	36	MINUARTIA VERNI
37	38	39	40	POA ALPINA
41	42	43	44	CERASTIUM LATIFOLIUM
45	46	47	48	SILENE WILDENOWII
49	50	51	52	VIOLA CALCARATA
53	54	55	56	THYMUS POLYTRICHUS
57	58	59	60	BISCUTELLA LEVIGATA
61	62	63	64	SOLIDAGO ALPESTRIS
65	66	67	68	FESTUCA PUMILA
69	70	71	72	LEONTODON HYOSERIOIDES
73	74	75	76	DESCHAMPSIA FLEXUOSA
77	78	79	80	CAMPANULA COCHLEARIFOLIA
81	82	83	84	CARDUS DEFLORATUS
85	86	87	88	ASPLENIUM VERIDE
89	90	91	92	SALIX BREVISERRATA
93	94	95	96	AGROSTIS ALPINA
97	98	99	100	LUZULA LUTEA
101	102	103	104	JUNCUS TRIFIDUS
105	106	107	108	HOMOZYNE ALPINA
109	110	111	112	SOLDANELLA ALPINA
113	114	115	116	CETRARIA ISLANDICA
117	118	119	120	GENTIANA KOCHIANA
121	122	123	124	SELAGINELLA SELAGINOIDES
125	126	127	128	LEONTODON HELVETICUS
129	130	131	132	SENECIO DORONICUM
133	134	135	136	ANTHOXANTHUM ALPINUM

Fig. 59-4  
Tableau partiel 4  
Constante : éboulis  
Variable : de frais à sec  
Partial table 4  
Constant : debris  
Variable : from moist to dry

IB	IIIB	IIIA	VA	VIIB	VIIA	VEGETATION SUR SERPENTINE TABLEAU PARTIEL NO 2
1112222222223388888888222222229000000000113333333222222	78901234567890176543210987654321090123456789012012345678456789					NO DES RELEVES
11	1	+	+	+	+	CARDAMINE RESEDIFOLIA 6
16	1	+	+	+	+	LINARIA ALPINA 11
17	1	+	+	+	+	SAXIFRAGA STELLARIS 12
18	1	+	+	+	+	HUTCHINSONIA ALPINA 9
19	1	+	+	+	+	CERASTIUM LATIFOLIUM 10
20	1	+	+	+	+	POA ALPINA 7
21	1	+	+	+	+	MINUARTIA VERNALIS 8
22	1	+	+	+	+	SILENE WILLDENOWII 13
23	1	+	+	+	+	SALIX BREVISERRATA 2
24	1	+	+	+	+	AGROSTIS ALPINA 15
25	1	+	+	+	+	MINUARTIA SEDOIDES 17
26	1	+	+	+	+	FESTUCA PUMILA 18
27	1	+	+	+	+	VIOLA CALCARATA 16
28	1	+	+	+	+	CAMPANULA SCHEUCHZERI 14
29	1	+	+	+	+	SILENE ACAULIS 19
30	1	+	+	+	+	CAREX PARVIFLORA 21
31	1	+	+	+	+	SALIX HERBACEA 20
32	1	+	+	+	+	THYMUS POLYTRICHUS 11
33	1	+	+	+	+	BISCUTELLA LEVIGATA 12
34	1	+	+	+	+	SOLIDAGO ALPESTRIS 13
35	1	+	+	+	+	LUZULA LUTEA 14
36	1	+	+	+	+	JUNCUS TRIFIDUS 15
37	1	+	+	+	+	HOMOXYNE ALPINA 16
38	1	+	+	+	+	SOLDANELLA ALPINA 17
39	1	+	+	+	+	CETRARIA ISLANDICA 18
40	1	+	+	+	+	GENTIANA KOCHIANA 19
41	1	+	+	+	+	SELAGINELLA SELAGINOIDES 20
42	1	+	+	+	+	LEONTODON HELVETICUS 21
43	1	+	+	+	+	VACCINIUM GAULTHERIOIDES 22
44	1	+	+	+	+	DRYAS OCTOPETALA 23
45	1	+	+	+	+	LOISELEURIA PROCUMBENS 24
46	1	+	+	+	+	CAREX SEMPERVIRENS 25
47	1	+	+	+	+	ANTHYLLIS ALPESTRIS 26
48	1	+	+	+	+	LOTUS ALPINUS 27
49	1	+	+	+	+	BARTSIA ALPINA 28
50	1	+	+	+	+	BELLIDIATRUM MICHELII 29
51	1	+	+	+	+	GENTIANA CAMPESTRIS 30
52	1	+	+	+	+	CAREX CURVULA 31
53	1	+	+	+	+	LIGUSTICUM MUTELLINOIDES 32
54	1	+	+	+	+	LYCOPodium SELAGO 33
55	1	+	+	+	+	GEUM MONTANUM 34
56	1	+	+	+	+	POTENTILLA AUREA 35
57	1	+	+	+	+	EUPHRASIA MINIMA 36
58	1	+	+	+	+	POLYGONUM VIVIPARUM 37
59	1	+	+	+	+	SENECIO DORONICUM 38
60	1	+	+	+	+	ANTHAXANTHUM ALPINUM 39
61	1	+	+	+	+	FESTUCA VIOLACEA 40
62	1	+	+	+	+	VACCINIUM MYRTILLUS 41
63	1	+	+	+	+	RANUNCULUS GRENIERIANUS 42
64	1	+	+	+	+	CAMPANULA BARBATA 43
65	1	+	+	+	+	SOLDANELLA PUSILLA 44
66	1	+	+	+	+	LIGUSTICUM MUTELLINA 45
67	1	+	+	+	+	HELIOTRICHON VERSICOLOR 46
68	1	+	+	+	+	ERICA CARNEA 47
69	1	+	+	+	+	DAPHNE STRIATA 48
70	1	+	+	+	+	POLYGALA CHAMAEBUXUS 49
71	1	+	+	+	+	
72	1	+	+	+	+	
73	1	+	+	+	+	
74	1	+	+	+	+	
75	1	+	+	+	+	
76	1	+	+	+	+	
77	1	+	+	+	+	
78	1	+	+	+	+	
79	1	+	+	+	+	
80	1	+	+	+	+	
81	1	+	+	+	+	

Fig. 59-2

Tableau partiel 2 de la végétation sur serpentine

Constante : faibles pentes, moyennement fraîches : *slight slopes, mean moisture*

Variable : d'une végétation clairsemée à dense : *from scattered to dense veg.*

IA	IIIB	VIA	VIB	VEGETATION SUR SERPENTINE TABLEAU PARTIEL NO 3
11111111888888887711111112222	1234567890123456765432109834567890123			NO DES RELEVES
14	1	+	+	CERASTIUM LATIFOLIUM 9
15	1	+	+	POA ALPINA 10
16	1	+	+	CARDAMINE RESEDIFOLIA 11
17	1	+	+	MINUARTIA VERNALIS 12
18	1	+	+	SILENE WILLDENOWII 13
19	1	+	+	VIOLA CALCARATA 14
20	1	+	+	MINUARTIA SEDOIDES 15
21	1	+	+	CAMPANULA SCHEUCHZERI 16
22	1	+	+	SILENE ACAULIS 17
23	1	+	+	FESTUCA PUMILA 18
24	1	+	+	ASPLENIUM VIRIDE 19
25	1	+	+	SALIX BREVISERRATA 20
26	1	+	+	AGROSTIS ALPINA 21
27	1	+	+	THYMUS POLYTRICHUS 22
28	1	+	+	BISCUTELLA LEVIGATA 23
29	1	+	+	SOLIDAGO ALPESTRIS 24
30	1	+	+	LUZULA LUTEA 25
31	1	+	+	JUNCUS TRIFIDUS 26
32	1	+	+	HOMOXYNE ALPINA 27
33	1	+	+	SOLDANELLA ALPINA 28
34	1	+	+	CETRARIA ISLANDICA 29
35	1	+	+	GENTIANA KOCHIANA 30
36	1	+	+	SELAGINELLA SELAGINOIDES 31
37	1	+	+	LEONTODON HELVETICUS 32
38	1	+	+	VACCINIUM GAULTHERIOIDES 33
39	1	+	+	DRYAS OCTOPETALA 34
40	1	+	+	LOISELEURIA PROCUMBENS 35
41	1	+	+	CAREX SEMPERVIRENS 36
42	1	+	+	ANTHYLLIS ALPESTRIS 37
43	1	+	+	LOTUS ALPINUS 38
44	1	+	+	BARTSIA ALPINA 39
45	1	+	+	BELLIDIATRUM MICHELII 40
46	1	+	+	GENTIANA CAMPESTRIS 41
47	1	+	+	CARDUS DEFLORATUS 42
48	1	+	+	ERICA CARNEA 43
49	1	+	+	DAPHNE STRIATA 44
50	1	+	+	POLYGALA CHAMAEBUXUS 45
51	1	+	+	RHODODENDRON FERRUGINEUM 46
52	1	+	+	POLYGALA ALPESTRIS 47
53	1	+	+	PULSATILLA VERNALIS 48
54	1	+	+	LARIX DECIDUA 49
55	1	+	+	CAREX ORNITHOPODA 50
56	1	+	+	CAREX ERICETORUM 51
57	1	+	+	THESMUS ALPINUM 52
58	1	+	+	SENECIO DORONICUM 53
59	1	+	+	ANTHAXANTHUM ALPINUM 54
60	1	+	+	FESTUCA VIOLACEA 55
61	1	+	+	VACCINIUM MYRTILLUS 56
62	1	+	+	RANUNCULUS GRENIERIANUS 57
63	1	+	+	CAMPANULA BARBATA 58
64	1	+	+	SOLDANELLA PUSILLA 59
65	1	+	+	LIGUSTICUM MUTELLINA 60
66	1	+	+	HELIOTRICHON VERSICOLOR 61
67	1	+	+	
68	1	+	+	
69	1	+	+	
70	1	+	+	
71	1	+	+	
72	1	+	+	
73	1	+	+	

Fig. 59-3

Tableau partiel 3

Constante : pentes ensoleillées

Variable : des semi-gazons  
aux landes sèches

Partial table 3

Constant : sunny slopes

Variable : semi-lawn  
to dry heath

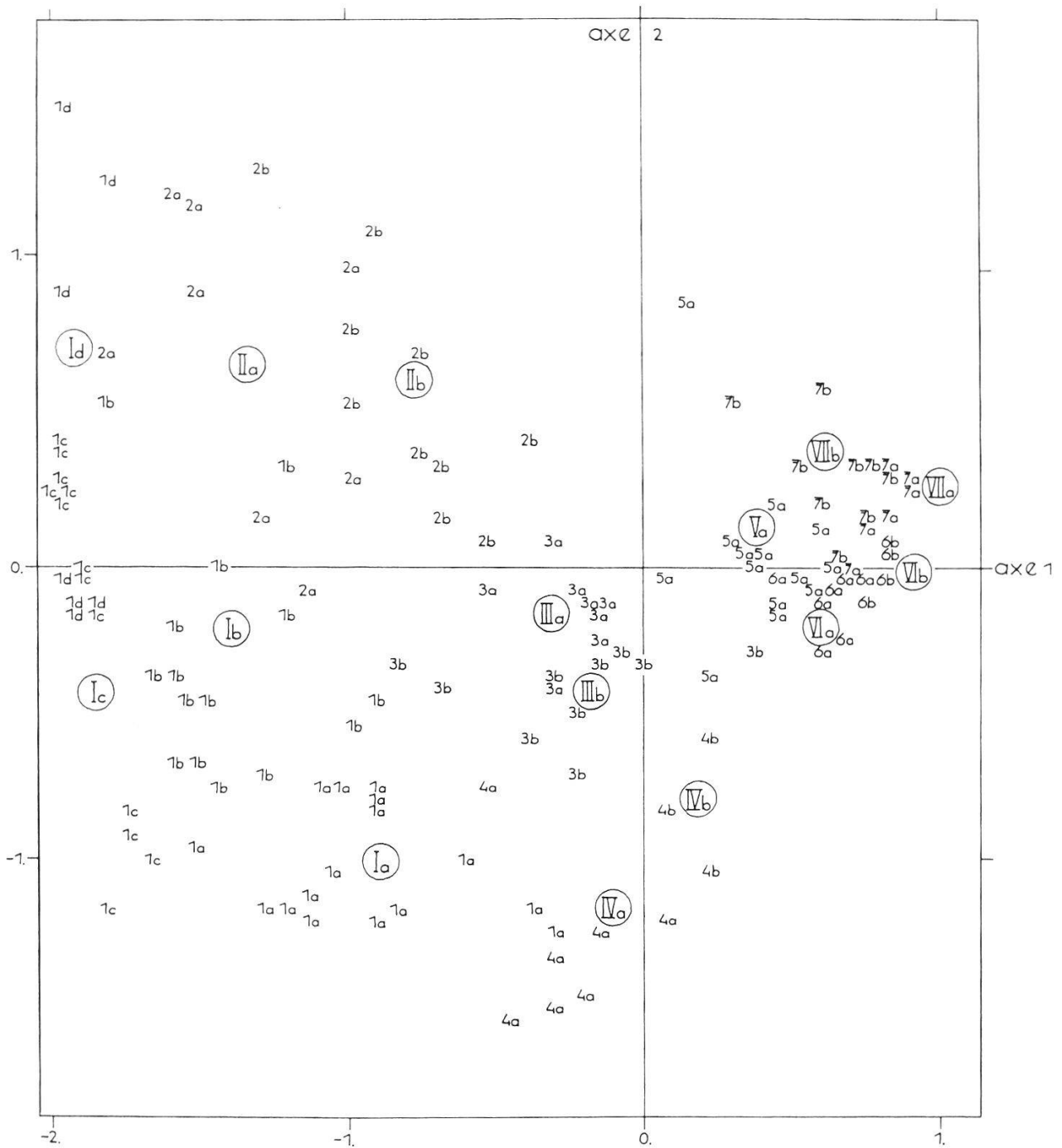


Fig. 60a

Graphique des similitudes floristiques de l'analyse factorielle des correspondances entre les 138 relevés de la végétation sur serpentine et 82 de leurs (149) espèces : projection des **relevés** 1a-7b.

Comparer avec la distribution des unités de végétation selon le relief p. 131 et selon les tableaux partiels p. 144sq.

1a à 7b : projection des relevés caractérisés par l'unité de végétation à laquelle ils ont été assignés dans le tableau général, p. 128 (en chiffres arabes pour raisons graphiques).

Ia à VIIb : résumés introduits des unités de végétation (légende p. 130).

Graph of the floristic similarities of the correspondence analysis among the 138 vegetation relevés on serpentine and 82 of their (149) species : projection of the **relevés** 1a to 7b.

Compare with the distribution of the vegetation units according to the topography p. 131 and to the partial tables p. 144sq.

1a to 7b : projection of the relevés marked by the vegetation units they were assigned to in the general table, p. 128 (in Arabic ciphers for graphic reasons).

Ia to VIIb : summaries of the vegetation units added (legend p. 130).

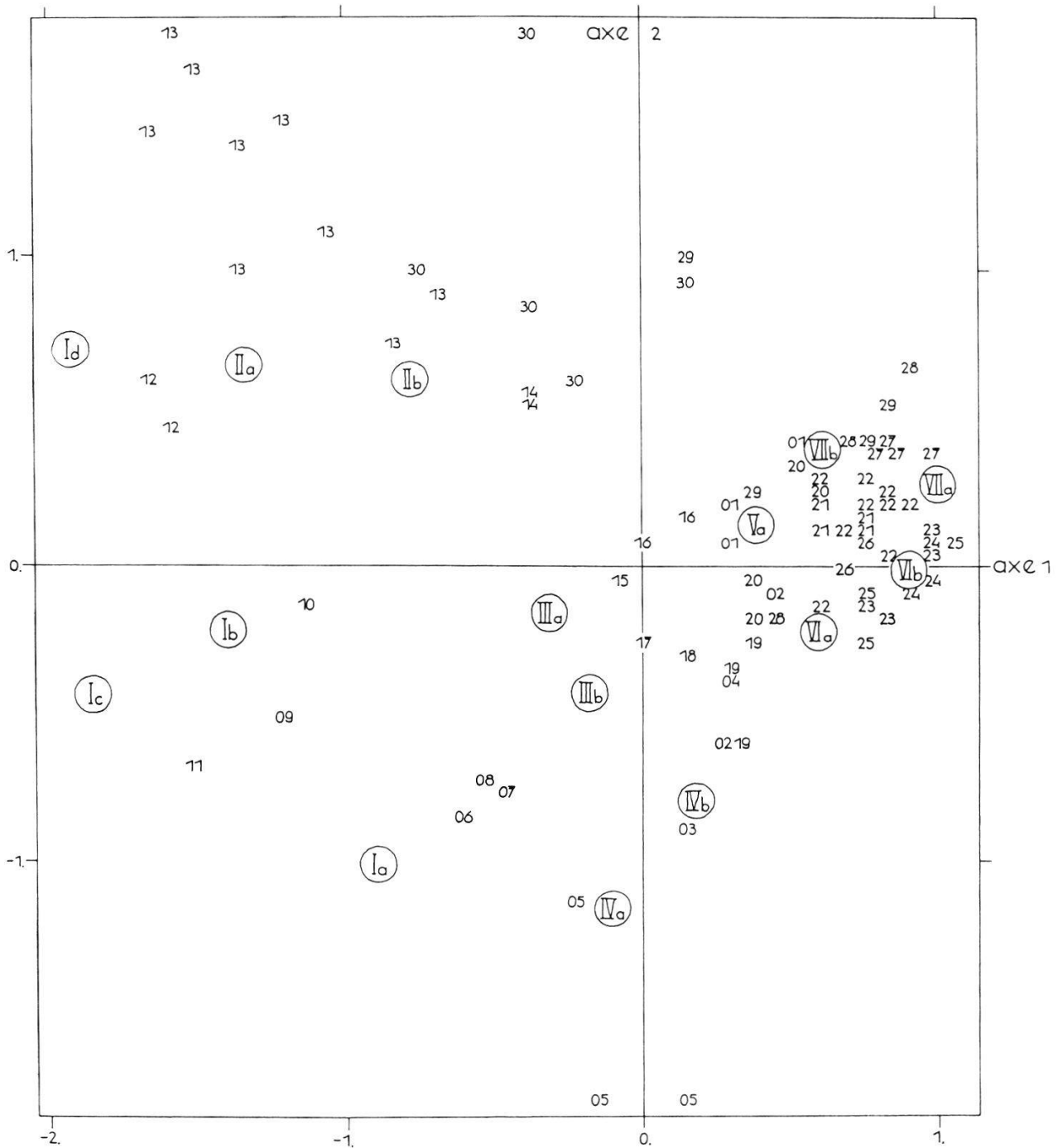


Fig. 60b

Graphique des similitudes floristiques de l'analyse factorielle des correspondances entre les 138 relevés de la végétation sur serpentine et 82 de leurs (149) espèces : projection des **espèces** 01 à 30.

(Lecture des graphiques p. 66; texte p. 133, 150).

01 à 30 : projection des espèces caractérisées par le numéro du groupe auquel elles ont été assignées dans le tableau général, p. 128.

Ia à VIIb : résumés introduits des unités de végétation (légende p. 130).

Graph of the floristic similarities of the correspondence analysis among the 138 vegetation relevés on serpentine and 82 of their (149) species : projection of the **species** 01 to 30 (graph lecture p. 66; text p. 133 and 150).

01 to 30 : projection of the species marked by the number of the group they were assigned to in the general vegetation table, p. 128.

Ia to VIIb : summaries of the vegetation units added (legend p. 130).

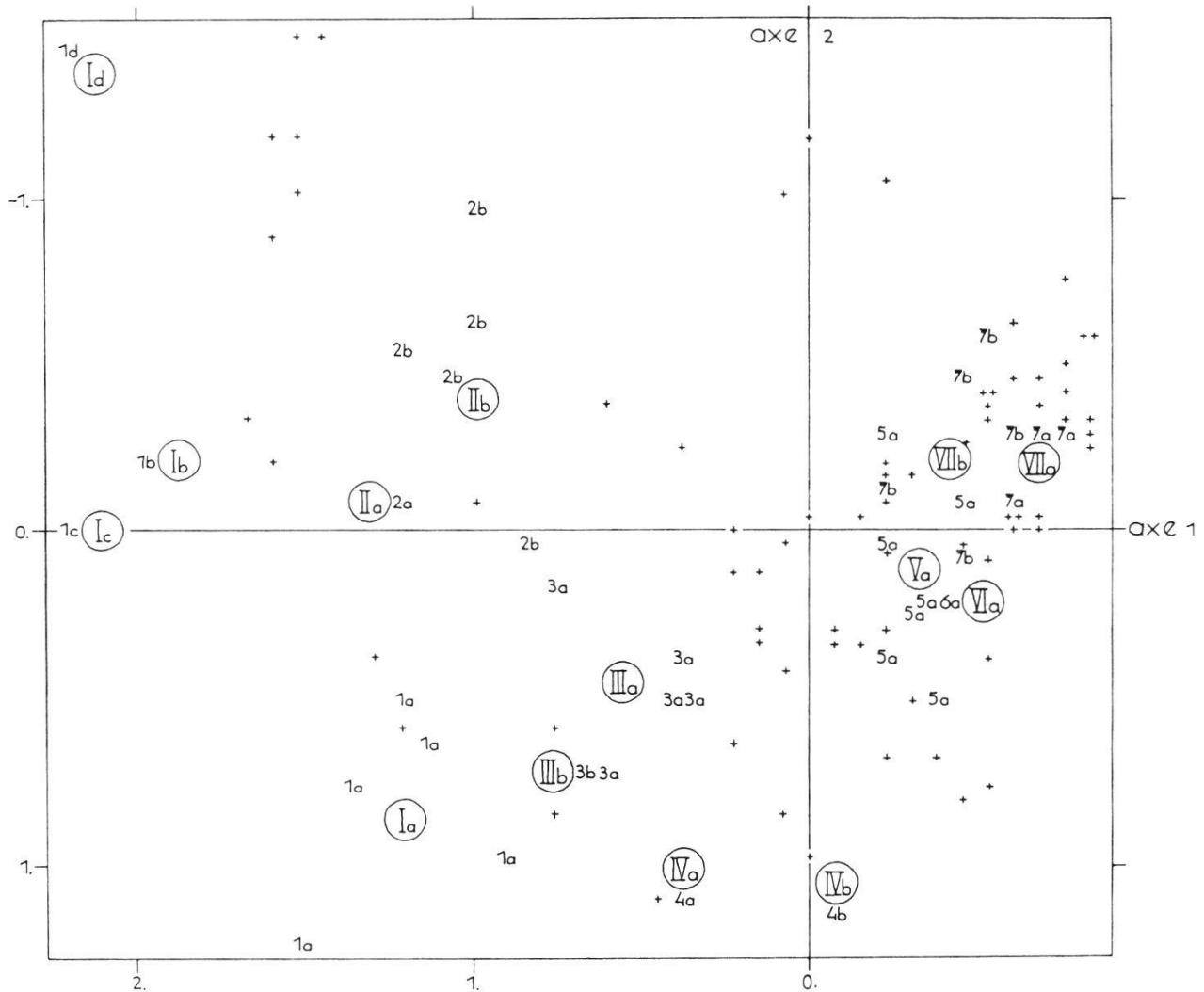


Fig. 61a : Similitudes floristiques (72 espèces).

Graphiques des similitudes entre 38 relevés sur serpentine (cf légende fig. 60).  
 1a à 7b : projections des relevés caractérisés par l'unité de végétation à laquelle ils ont été assignés dans le tableau général, p. 128 (en chiffres arabes pour raisons graphiques).

Ia à VIIb : résumés introduits des unités de végétation (légende p. 130).

C à T : projections des caractéristiques des sols, éléments chimiques analysés, etc. (légende annexe 1).

+ : projection des espèces. *Projection of the species.*

*Graphs of the similarities among 38 relevés. (see legend fig. 60).*

1a to 7b : projections of the relevés marked by the vegetation units they were assigned to in p. 128 (Arabic ciphers for graphic reasons).

Ia to VIIb : summaries of the vegetation units added (legend p. 130).

C to T : projections of the soil characteristics, analyzed chemical elements, etc. (legend annex 1; text p. 150).

Fig. 61a

Similitudes floristiques (72 espèces). *Floristic similarities (72 species).*

Fig. 61b

Similitudes floristiques (72 espèces) et pédochimiques (8 éléments).

*Floristic (72 species) and pedomchemical (8 elements) similarities.*

Fig. 61c

Similitudes pédochimiques (8 éléments). Comparer avec les similitudes pédochimiques et stationnelles ultérieures p. 74sq.

*Pedomchemical similarities (8 elements). Compare with further simil. p. 74sq.*



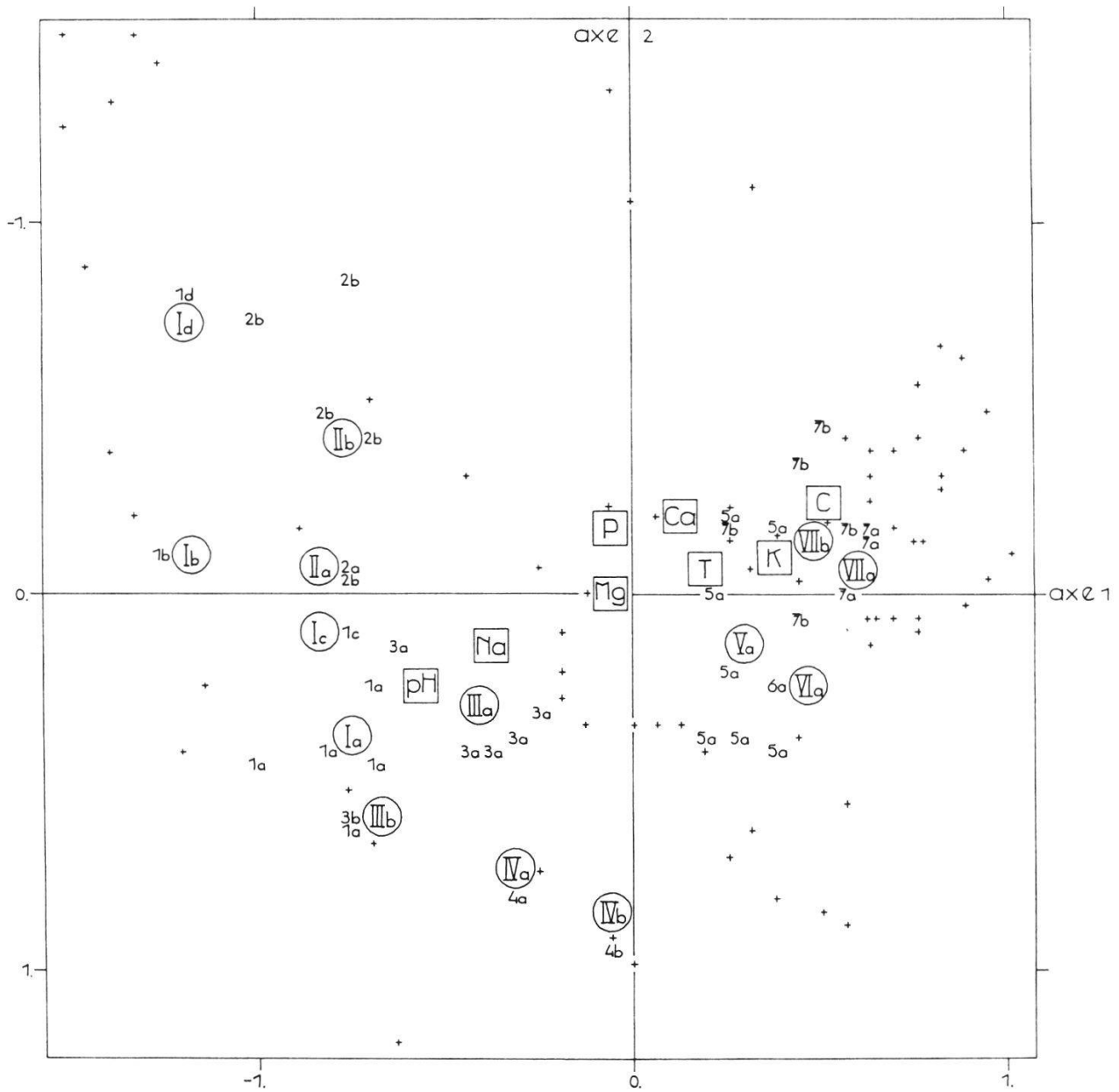


Fig. 61b : Similitudes floristiques (72 esp.) et pédochimiques (8 élém.).

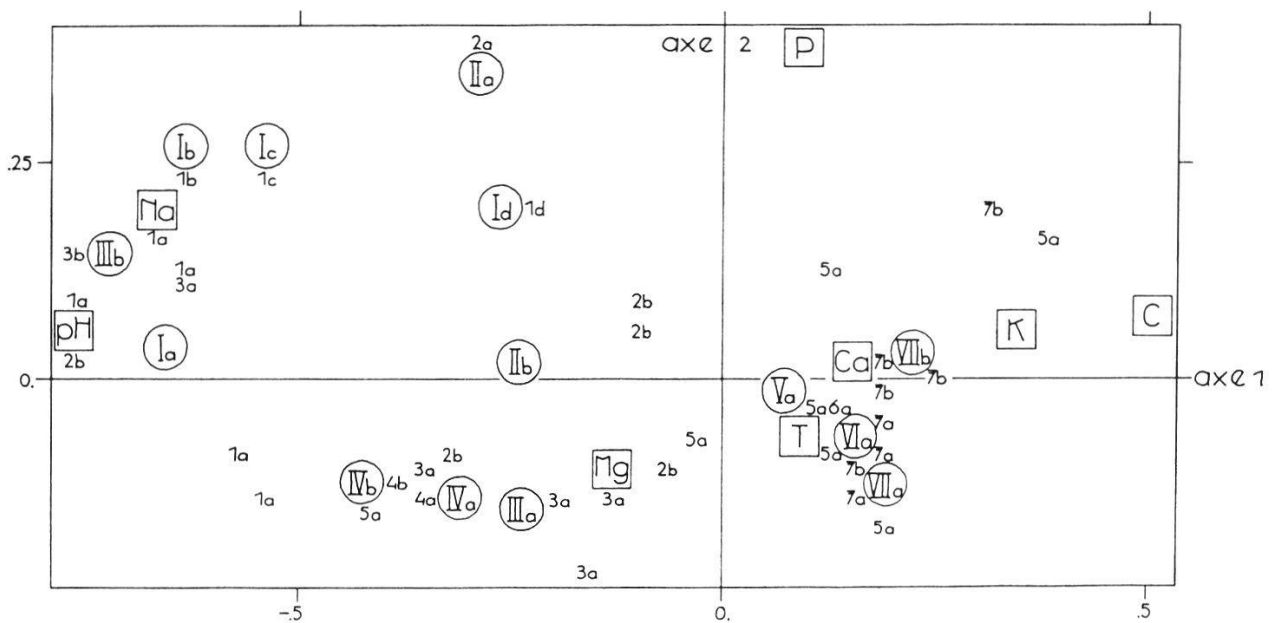


Fig. 61c : Similitudes pédochimiques (8 éléments).

Interprétation écologique des premiers axes, fig. 60 (suite du texte p. 133)

axe 1	peu développé, clairsemé	————>	développé, dense
	basique	————>	acide
	altitude supérieure	————>	altitude inférieure
axe 2	sec	————>	humide
	export	————>	colluvial
	granulosité grossière	————>	granulosité fine
axe 3	surfaces à microsites	————>	surfaces régulières
	différenciés (III, IV)	————>	(Id) (II, VII)

Notons que si l'on associe aux données floristiques le nombre d'espèces, le recouvrement et l'altitude des relevés, les projections des relevés se placent près du premier axe et en renforcent la valeur propre c.-à-d. le pouvoir explicatif. L'adjonction de ces variables d'une part clarifie extrêmement les similitudes entre les relevés des mêmes unités de végétation (établies selon d'autres critères cf p. 59sq, autrement dit les confirment), d'autre part rejette les projections des espèces en périphérie (voir lecture des graphiques p. 65), attestant ainsi aux espèces une différenciation plus claire qu'aux variables stationnelles ajoutées.

#### Liens entre unités

Les projections sur les axes 1+2, classées selon les unités de végétation, se répartissent le long d'un croissant, autour de l'intersection des axes, dans la suite (fig. 60a p. 146) :

IIb - IIa - Id - Ic - Ib - Ia - IVa - IVb - V - VI - VII

alors que les unités IIIa et IIIb à l'intérieur du croissant font le pont entre diverses unités. Cette distribution en demi-lune s'accroît encore sur les axes 1+3. Les projections ne s'agglomèrent pas en nuages discrets, ce qui confirme le caractère de gradients des liens dégagés.

Les parentés mises en évidence dans les tableaux partiels (p. 144) sont bien lisibles ici, p.ex. celles entre Ia - IVa; Ia - IIIb; IIIa - V; V - VIIb, alors qu'ils sont peu visibles dans le tableau principal (p. 128).

Typique de l'analyse factorielle des correspondances, les projections des relevés à végétation dense - unités V, VI, VII, qui colonisent plus d'espèces et qui en ont aussi plus en commun - sont plus rapprochées que les projections des relevés à végétation clairsemée, composée de peu d'espèces.

De même, les espèces se projettent très bien dans les unités pour lesquelles elles sont typiques.

### 5.5 Unités de végétation et pédochimie

L'interprétation des résultats est en partie rendue délicate par le fait qu'aux 138 relevés de végétation du tableau principal ne correspondent des analyses de sols que pour 38 relevés (ceci pour 9 valeurs pédochimiques primaires).

### 5.5.1 Similitudes floristiques et pédochimiques combinées

Les similitudes floristiques et pédochimiques entre 38 relevés sur serpentine ont été calculées à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances : graphique des similitudes fig. 61 et contributions des variables fig. 62 (méthodes p. 65; similitudes pédochimiques et stationnelles séparées p. 75). N'ont été retenues ici que les projections instructives selon les axes 1 et 2. Afin de simplifier les comparaisons, la direction des axes a en partie été inversée. Ces figures sont surtout censées illustrer des relations et ne dégagent pas nécessairement des causalités, pas plus qu'elles ne prétendent retenir toutes les composantes significatives.

\*

Pouvoir explicatif des axes. Dans l'analyse des correspondances des variables du sol (moins de 20 variables), le pouvoir explicatif du premier axe est bien plus élevé que pour les variables floristiques (plus de 72 variables, à savoir les espèces rencontrées), traitées seules ou combinées avec les pédochimiques. En outre, dans l'analyse des données pédochimiques et stationnelles séparées, comme nous l'avons vu p. 72, presque toutes les variables participent fortement au premier axe (d'après les contributions relatives, définies dans la légende p. 73), et cela d'autant que l'on retient plus de variables simultanément. Tout cela confère aux données du sol une structure principale presque linéaire qu'on peut aisément interpréter comme le long du développement tant du substrat que de la végétation.

[illegible]

Fig. 62

Contributions des variables pédochimiques de la serpentine dans les analyses des correspondances (voir fig. 61) : comparaison entre les analyses des données pédochimiques et celles des floristiques-pédochimiques combinées (retenant les 5 variables pédochimiques contribuant le plus à chaque axe; légende p. 73).

Contributions of the pedochemical variables from serpentine in the corresponding analysis (reciprocal averaging; see fig. 61) : comparison between the analysis of pedochemical data and those of combined floristic-pedochemical data (retains the 5 variables contributing the most to each axis; legend p. 73).

## Interprétation écologique des axes

L'analyse des correspondances floristique-pédochimique combinée, confirme un remarquable parallélisme de structure entre végétation et caractéristiques du sol. D'une part elle confirme la structure de l'analyse floristique fig. 61a et 60. Ce n'est pas trop surprenant dans la mesure où les données floristiques ont bien plus d'espèces que les données de sols d'éléments analysés et où elles sont fortement marquées par la présence/absence des espèces. La distribution des unités de végétation y est clarifiée.

D'autre part l'analyse floristique-pédochimique livre une disposition relative des variables du sol peu modifiée par rapport à l'analyse séparée des sols fig. 61c et p. 75 (cf discussion p. 72sq).

En résumé, dans les analyses des correspondances tant floristiques que pédologiques séparées, et de même dans celles des valeurs indicatrices de la végétation, les premiers axes sont principalement déterminés (sur la base des contributions absolues) par :

### pédochimiques p. 72sq :

axe 1	pH V	élevés	→	bas
	C T H NO <sub>3</sub>	bas	→	élevés
axe 2	P Mg Ni	élevés	→	bas
	C/N	bas	→	élevés

### stationnelles p. 72sq :

axe 1	recouvrement faible	→	élevé
axe 2	granulosité grossière	→	fine
	nb d'espèces petit	→	grand

### floristiques p. 150 :

axe 1	peu développé, clairsemé	→	développé, dense
	basique	→	acide
	altitude supérieure	→	inférieure
axe 2	sec	→	humide
	export	→	colluvial
	granulosité grossière	→	fine

### valeurs indicatrices de la végétation p. 160 (et fig. 36-7 p. 76) :

axe 1	R basique	→	acide
	H brut	→	humeux
	D grossier	→	fin
axe 2	F sec	→	humide
	K continental	→	océanique

Bref, l'analyse combinée floristique-pédochimique confirme les analyses séparées, partout le premier axe exprime le même contenu, non seulement sur le même axe, mais encore en première place : gradient de peu à bien développé, sans néanmoins amener de différenciation ultérieure aisée à interpréter écologiquement.

\*

KOENIGS e.a. 1982 ont testé l'analyse des composantes principales pour dégager les variables environnementales affectant le plus une végétation, à l'exemple d'une serpentine semi-aride de Californie recouverte de végétations de forêts, de buissons et d'herbacées, conditionnées en particulier par le feu. Ils ont cherché à relier les variations existant dans la végétation à des variations de conditions de sol et ont surtout trouvé des corrélations avec un gradient d'humidité et avec les facteurs microgéographiques et granulométriques qui conditionnent la végétation, et à leur surprise sans en trouver d'importantes avec les variables chimiques des sols. Ils discutent la difficulté de dégager une relation entre espèces et gradients environnementaux (o.c:10sq),

difficulté qui dans leur cas est surtout liée à la forêt et aux incidences des feux. A cet égard la végétation sur serpentine alpine de Davos, dépourvue d'arbres et quasi naturelle, offre manifestement des conditions d'études plus simples.

#### 5.5.2 Valeurs pédochimiques moyennes des unités de végétation

La caractérisation des unités de végétation par les valeurs pédochimiques moyennes est illustrée fig. 57 p. 140. Le choix des sols destinés à être analysés ayant été fait indépendamment de la végétation, leur répartition dans les unités de végétation, élaborées floristiquement, n'est pas systématique.

Comme ci-dessus (p. 150), le comportement des caractéristiques chimiques des sols documente surtout le grand gradient de développement de toute la végétation. Ainsi, parallèlement au développement (légende pédochimique annexe 1) :

- C N P K Ca Mg S T H<sup>+</sup> (Ni) NO<sub>3</sub> F<sup>-</sup> augmentent (ou tendent à),
- pH Mg/Ca (V) diminuent,
- C/N semble se stabiliser; Na NH<sub>4</sub> ne semblent pas significatifs.

La teneur en P tend à être plutôt plus élevée dans les sols des végétations plus humides. Ces analyses de sol ne suffisent néanmoins pas pour une interprétation pédochimique des tableaux partiels ni pour une différenciation pédochimique le long des gradients d'humidité reconnus pour la végétation.

#### 5.5.3 Relevés ordonnés selon les valeurs pédochimiques

Les relevés auxquels correspondaient des analyses de sols ont été ordonnés d'après les suites des valeurs pédologiques principales fig. 64. D'une part il se dégage une distribution floristique le long du développement : elle est étonnamment différenciée et cohérente selon les suites ordonnées des valeurs de T K N, que suivent pH Ca Mg P et enfin C et V. La distribution selon C/N

	stations des unités I-VI peu développées			stations des unités V-VII développées		
	moyenne		seuil	moyenne		
C	1.1	<	5.	<	7.8	%
N	.75	<	.25	<	.58	%
P	2.0	<	3.	<	4.6	ppm
Ca	2.0	<	2.5	<	6.2	mVal/100g
Mg	5.8	<	9.1	<	13.	mVal/100g
K	.078	<	.22	<	.50	mVal/100g
T	16.	<	35.	<	52.	mVal/100g
pH	7.0	>	6.5	>	6.1	
C/N	.18	>	15.5	>	14.	(%)
Mg/Ca	3.6	>	(2.6)	>	2.3	(mVal)
V	54.	>	51.	>	37.	%

Fig. 63

Seuils des valeurs pédochimiques entre stations peu développées (relevés des unités de végétation I-IV) et développées (unités V-VII). Valeurs moyennes des deux grands groupes selon p. 69 (légende pédochimique annexe 1).

*Threshold in the pedochemical values between little developed habitats (relevés of vegetation units I-IV) and developed (units V-VII). Average values of these two major groups according to p. 69 (pedochemical legend annex 1).*

ORDONNE D'APRES T (MVAL)															ORDONNE D'APRES K (MVAL)												
I6.4 11.5 23.1 42.4 62.4															I.019 .051 .108 .345 1.05												
I986 17 1 13 8 1594796667960770053302032293730															I9 186 1375167181767499 667030210293302303												
I82459095668431679427503339528198649744594552															I584924928065521363349276075864597994314425												
I1																											
I2																											
I3																											
I4																											
I5																											
I6																											
I7																											
I8																											
I9																											
I10																											
I11																											
I12																											
I13																											
I14																											
I15																											
I16																											
I17																											
I18																											
I19																											
I20																											
I21																											
I22																											
I23																											
I24																											
I25																											
I26																											
I27																											
I28																											
I29																											
I30																											
I31																											
I32																											
I33																											
I34																											
I35																											
I36																											
I37																											
I38																											
I39																											
I40																											
I41																											
I42																											
I43																											
I44																											
I45																											
I46																											
I47																											
I48																											
I49																											
I50																											
I51																											
I52																											
I53																											
I54																											
I55																											
I56																											
I57																											
I58																											
I59																											
I60																											
I61																											
I62																											
I63																											
I64																											
I65																											
I66																											
I67																											
I68																											
I69																											
I70																											
I71																											
I72																											
I73																											
I74																											
I75																											
I76																											
I77																											
I78																											
I79																											
I80																											
I81																											
I82																											
I986 17 1 13 8 1594796667960770053302032293730															I9 186 1375167181767499 667030210293302303												
I82459095668431679427503339528198649744594552															I584924928065521363349276075864597994314425												

Fig. 64

Relevés floristiques ordonnés selon les valeurs des variables de leurs sols : capacité d'échange cationique T, K et Ca (avec indication de leur valeur ponctuelle tous les 10 relevés). Suite des espèces selon le tableau général de la végétation p. 128.



ORDONNÉE 'APRES CA (MVAL)

1

68

1.40

2.04

4.39

9.38

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

13

186791911

6757499877

3009636000

1026323320

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

55846240892

129746397335268

989360147979543552

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

NO DES RELEVES COURANT

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

CAREX CURVULA

LIGUSTICUM MUTELLINOIDES

LYCOPODIUM SELAGO

AGROSTIS ALPINA

SALIX BREVISERRATA

ASPLENIUM VIRIDE

CARDUUS DEFLORATUS

CAMPANULA COCHLEARIFOLIA

DESCHAMPSIA FLEXUOSA

LEONTODON HYOSERIOIDES

CARDAMINE RESEDFOLIA

MINUARTIA VERNIA

SILENE WILDENOWII

CERASTIUM LATIFOLIUM

POA ALPINA

LINARIA ALPINA

SAXIFRAGA STELLARIS

HUTCHINSIA ALPINA

MOHRINGIA CILIATA

TARAXACUM ALPINUM

ACHILLEA ATROATA

SAGINA LINNAEI

LUZULA SPADICEA

RUMEX NIVALIS

VERONICA ALPINA

GNAPHALIUM SUPINUM

ARENARIA BIFLORA

CAREX PARVIFLORA

SALIX HERBACEA

MINUARTIA SEDOIDES

CAMPANULA SCHEUCHZERI

SILENE ACALUIS

FESTUCA PUMILA

VIOLA CALCARATA

THYMUS POLYTRICHUS

BISCUTELLA LEVIGATA

SOLIDAGO ALPESTRIS

LUZULA LUTEA

JUNCUS TRIFIDUS

HOMOZYNE ALPINA

SOLDANELLA ALPINA

CETRARIA ISLANDICA

GENTIANA KOCHIANA

SELAGINELLA SELAGINOIDES

LEONTODON HELVETICUS

VACCINIUM GAULTHERIOIDES

DRYAS OCTOPETALA

LOISELEURIA PROCUMBENS

CAREX SEMPERVIRENS

ANTHYLLIS ALPESTRIS

LOTUS ALPINUS

BARTSIA ALPINA

BELLIDIASTRUM MICHELII

GENTIANA CAMPESTRIS

RHODODENDRON FERRUGINEUM

POLYGALA ALPESTRIS

PULSATILLA VERNALIS

LARIX DECDUA

ERICA CARNEA

DAPHNE STRIATA

POLYGALA CHAMAEBUXUS

CAREX ORNITHOPODA

CAREX ERICETORUM

THESIUM ALPINUM

SENECIO DORONICUM

ANTHOXANTHUM ALPINUM

FESTUCA VIOLACEA

VACCINIUM MYRTILLUS

RANUNCULUS GRENIERIANUS

CAMPANULA BARBATA

SOLDANELLA PUSILLA

LIGUSTICUM MUTELLINA

HELICTOTRICHON VERSICOLOR

GEUM MONTANUM

POTENTILLA AUREA

EUPHRASIA MINIMA

POLYGONUM VIVIPARUM

TRICHOPOPHORUM CAESPITOSUM

CAREX FERRUGINEA

GENTIANA VERNIA S.L.

RANUNCULUS MONTANUS

CERASTIUM TRIGYNUM

1

13

186791911

6757499877

3009636000

1026323320

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

55846240892

129746397335268

989360147979543552

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

Fig. 64

Floristic relevés ordered according to their soil properties : cationic exchange capacity T, K and Ca (with their punctual value indicated every 10 relevés). Order of the species according to the general vegetation table p. 128.

présente la particularité que les unités V-VII sont restreintes entre les valeurs C/N 10.0 à 15.6. Quant à l'ordre des relevés selon Ca/Mg, il est assez diffus le long du développement.

D'autre part il se dégage un seuil clair entre relevés des unités de végétation I-IV peu développée et V-VII développée. Floristiquement ces deux grands groupes se distinguent principalement par la présence ou l'absence des espèces constantes des landines, landes et gazons (groupes d'espèces 21 22 du tableau de la végétation p. 128); le premier à végétation clairsemée, discontinue, le second à végétation continue et plutôt dense. Pédologiquement le premier groupe correspond à des lithosols jusqu'à des ranker alpins, le deuxième à des ranker alpins brunifiés.

## 5.6 Valeurs indicatrices stationnelles de la végétation

Les valeurs indicatrices des espèces (selon LANDOLT 1977) intéressent la serpentine dans la mesure où elles peuvent situer les habitudes des espèces sur substrats communs. Il s'agit ici cependant d'éviter la tautologie consistant à vouloir décrire les stations de la serpentine d'après les caractéristiques livrées par les valeurs stationnelles estimées pour ses espèces. Aussi, sans vouloir mettre l'accent sur l'analyse des espèces isolées, j'ai néanmoins voulu voir s'il y a des groupes entiers à comportement semblable, saisir s'il y a des divergences et si celles-ci suivent quelque régularité.

### 5.6.1 Fiabilité des valeurs indicatrices pour les espèces de serpentine

Les valeurs indicatrices intéressant plus directement les particularités de la serpentine sont :

- R la réaction du sol - sur ce substrat basique sans calcaire, à pH descendant assez abruptement avec l'altération et la formation d'un sol;
- N la teneur en nutriments - la serpentine représentant un substrat pauvre en nutriments essentiels;
- H la teneur en humus et
- D la dispersité ou granulosité du sol, en grande partie corrélée au précédent - comme mesure du développement du sol.

Afin de simplifier la lecture du texte suivant, les espèces citées le sont dans l'ordre du tableau p. 128; (n°) renvoie au numéro du groupe d'espèces du même tableau; les valeurs stationnelles suggérées par les espèces sur serpentine sont distinguées par (').

\*

R réaction du sol. Les lieux clairsemés, éboulis et semi-gazons, non humides, à sol peu développé encore nettement basique, portent clairement une flore calcaire (1 - 12), donc à valeur R en accord avec la station.

Par contre les landes, gazons et lieux humides voient s'associer le plus étroitement aux basicoles des espèces à valeur acidicole marquée : les stations des landes et gazons correspondent du point de vue du pH à  $R' \approx 3$ , elles abritent les espèces des groupes 19 - 29; les lieux humides à  $R' \approx 4$  et cela concerne aussi ceux à végétation clairsemée des zones supérieures avec les espèces des groupes 13, 14, 30.

Les espèces des landes ensoleillées sur serpentine (23, 24 typiques) se composent avant tout de calcicoles, les gazons très frais (27 - 29 typiques) de nombreuses acidicoles, vraisemblablement à cause d'une lixiviation plus accentuée des "bases" sans que ces deux types de stations ne se distinguent clairement par leur pH. Les valeurs R des espèces suggèrent ici presque plus la sécheresse que la réaction (valeurs R hautes : relativement sec; basses : relativement humide)!

Ainsi par exemple :

<i>Cardamine</i>	<i>resedifolia</i>	( 6 )	R=2	correspondent sur serpentine, vu le pH des stations où elles croissent, plutôt à	R'=4
<i>Carex</i>	<i>curvula</i>	( 1 )			
<i>Salix</i>	<i>herbacea</i>	(14)			R'=3-4
<i>Solidago</i>	<i>alpestris</i>	(19)			
<i>Luzula</i>	<i>lutea</i>	(20)			
<i>Juncus</i>	<i>trifidus</i>	(20)			
<i>Trichophorum</i>	<i>caespitosum</i>	(30)			
<i>Vaccinium</i>	<i>gaultherioides</i>	(22)	R=1	voisi- <i>Dryas</i> <i>octopetala</i> (22) nent <i>Erica</i> <i>carnea</i> (24) avec <i>Daphne</i> <i>stricta</i> (24) <i>Polygala</i> <i>chamaebuxus</i> (24)	R=4
<i>Vaccinium</i>	<i>myrtillus</i>	(27)			

où les stations correspondent à  $R' \approx 3$  : les deux airelles s'enracinent en surface dans l'humus acide, alors que les quatre autres s'enracinent plus profondément, dans la terre plus minérale, donc plus basique.

\*

N nutriments. La grande majorité des espèces fréquentant la serpentine alpine comptent comme indicatrices des sols maigres, c'est aussi l'indice cité le plus fidèle. De plus, quasi toutes les compagnes s'avèrent avoir  $N=2$ . Exceptions :

<i>Leontodon</i>	<i>hyoseroides</i>	( 4 )	N=4	correspondent sur serpentine plutôt à	N'=1
<i>Carduus</i>	<i>defloratus</i>	( 5 )			
<i>Poa</i>	<i>alpina</i>	(19)	N=4	"	N'=1-2
<i>Taraxacum</i>	<i>alpinum</i>	(13)			
<i>Festuca</i>	<i>pumila</i>	(17)	N=3	"	N'=2
<i>Solidago</i>	<i>alpestris</i>	(19)			
<i>Soldanella</i>	<i>alpina</i>	(20)			
<i>Lotus</i>	<i>alpinus</i>	(22)			
<i>Bartsia</i>	<i>alpina</i>	(23)			

Ce sont soit des espèces à enracinement profond, soit des espèces s'installant dans des microniches colluviales, donc vraisemblablement localement plus riches.

\*

H humus. Les valeurs indicatrices d'humus me semblent généralement hautes en comparaison de la teneur effective dans les sols de serpentine, en particulier dans les lieux humides (espèces typiques 12 - 14). Ainsi la valeur H élevée y semble par place corrélée plutôt avec des situations colluviales humides ou des niches à terre fine. Les divergences les plus extrêmes touchent :

<i>Hutchinsia</i>	<i>alpina</i>	(12)	H=4	présentes dans lieux	<i>Linaria alpina</i> (11)	H=1
<i>Saxifraga</i>	<i>stellaris</i>	(12)				
<i>Poa</i>	<i>alpina</i>	(10)	H=3	semblables à		

\*

D dispersité. Tous les sols de serpentine se caractérisent par une granulosité grossière, la texture de la terre fine se situant entre sable et limon sableux (cf p. 106sq). Divergent en particulier plusieurs espèces à enracinement superficiel, c'est-à-dire dans l'humus :

°(valeur fausse ! LANDOLT, comm. orale)

<i>Deschampsia</i>	<i>flexuosa</i>	( 1 )	D=4	présentes dans les niches stables des graviers, où	D'≈2(-3)
<i>Agrostis</i>	<i>alpina</i>	( 2 )			
<i>Poa</i>	<i>alpina</i>	(10)			
<i>Saxifraga</i>	<i>stellaris</i>	(12)			
<i>Salix</i>	<i>herbacea</i>	(14)			

\*

F humidité. On pourrait éventuellement s'attendre à une accumulation d'espèces à valeur indicatrice indiquant la sécheresse sur les substrats de serpentine ouverts et pauvres (1 - 12, 15 - 19). Or il y a plutôt divergence dans le sens inverse. Quant aux valeurs des espèces typiques des gazons (21, 26, 29), elles valent assez unanimement F=3, celles des landes (22 - 25) F=2, illustrant bien la fine différence constatée entre ces deux formations de végétation plus dense sur serpentine.

<i>Saxifraga</i>	<i>stellaris</i>	(12)	F=5	viennent clairement sur des lieux à humidité	F'=3
<i>Linaria</i>	<i>alpina</i>	(11)	F=4		
<i>Hutchinsia</i>	<i>alpina</i>	(12)	F=3		
<i>Salix</i>	<i>breviserrata</i>	(2)	F=3		
<i>Leontodon</i>	<i>hyoseroides</i>	(5)	F=4	viennent dans des niches nettement plus sèches	F'=2
<i>Soldanella</i>	<i>alpina</i>	(20)	F=4		
<i>Bartsia</i>	<i>alpina</i>	(2)	F=4		

\*

T température. A nommer encore *Asplenium viride* (3), à valeur T=3, qui vient ici sur serpentine vers la limite supérieure de son extension altitudinale.

\*

L luminosité. La luminosité n'est pas très significative pour notre végétation : les valeurs basses touchent surtout des buissons nains à distributions principales dans les forêts subalpines.

\*

Amplitude écologique. Les espèces considérées comme indifférentes (valeur 0) par LANDOLT 1977 sont trop peu nombreuses pour que l'on puisse répondre à la question d'une éventuelle accumulation d'espèces à (très) vaste amplitude écologique sur serpentine. En effet, pour des raisons évidentes, cet auteur n'a fait qu'un usage restrictif de l'absence de valeur définie pour une ou plusieurs des caractéristiques tel le cas extrême de *Pinus montana* où F R H D valent 0.

Il n'y a guère que *Carduus defloratus* (4), *Leontodon hyoseroides* (5), *Cetraria islandica* (21), indifférentes à la dispersité du sol; *Taraxacum alpinum* (13), *Campanula scheuchzeri* (16), indifférentes à la teneur en humus du sol. Les stations sur serpentine qu'elles fréquentent correspondent aux ailes les plus inclémentes de leur distribution, là où le substrat est le plus grossier, le plus pauvre et le moins développé.

## Conclusion

Une partie des divergences de comportement des espèces sur serpentine, par rapport au comportement résumé par les valeurs indicatrices, peut provenir du fait que les valeurs indicatrices décrivent les conditions des stations habituelles, sans considérer un substrat aussi rare et excentrique que la serpentine. Elles n'expriment pas tant les aptitudes physiologiques des espèces que leur répartition concrète, où la concurrence joue souvent un rôle incisif. Sur les lieux pour une raison quelconque à faible concurrence, les espèces sont susceptibles de s'accommoder de conditions s'écartant de celles des lieux à forte concurrence.

Une grande partie des divergences peut s'expliquer par l'horizon où s'enracinent les espèces. Or une singularité remarquable de la serpentine est le changement extrême du pH entre l'horizon supérieur d'autant plus acide qu'il y a d'humus, et l'horizon minéral très basique qui lui succède quasi sans transition.

Par ailleurs, le comportement divergeant de certaines espèces sur serpentine pourrait dénoncer une adaptation écologique à quelque niveau génétique, non traduit morphologiquement. Aussi mériteraient-elles d'être étudiées sous cet angle.

\*

En gros, les différentes valeurs indicatrices stationnelles des espèces rencontrées sur serpentine, si elles reflètent bien les conditions des lieux à végétation dense, landes et gazons, elles expriment moins convenablement les conditions des stations ouvertes, à végétation clairsemée. Exception faite de la valeur indicatrice décrivant l'acidité-basicité des sols : en effet basicoles et acidicoles, à valeurs opposées, cohabitent dans presque toutes les unités de végétation, sauf celles très clairsemées et sèches où dominent les basicoles en accord avec le substrat.

*Poa alpina* et *Saxifraga stellaris*, en particulier, fréquentent sur serpentine des stations divergeant passablement de celles décrites par leurs valeurs indicatrices. Quoique *Poa alpina*, connue pour sa vaste amplitude, fréquente sur silicates et carbonates alpins voisines des stations très semblables à celles sur serpentine.

#### 5.6.2 Valeurs indicatrices moyennes des unités de végétation

Les valeurs indicatrices moyennes de la végétation sur serpentine sont illustrées fig. 58 p. 142. La dispersion des valeurs est relativement élevée. Y contribuent sans doute d'une part certaines divergences entre valeurs indicatrices et leur comportement sur serpentine constatées ci-dessus, touchant en particulier les espèces constituant la végétation de l'unité I (pour ces raisons Ic a été divisé en deux groupes pour F et H). D'autre part l'écart-type des valeurs indicatrices moyennes est ici corrélé avec le nombre d'espèces, croissant de gauche à droite, auquel il est inversement proportionnel; puis avec la grandeur même des groupes considérés.

\*

F R H D révèlent les plus grandes amplitudes sur l'ensemble de la végétation, l'humidité en particulier, comme sur silicates (VETTERLI 1982:55). H et D croissent et R décroît avec l'augmentation du développement de la végétation et du sol, ce que confirment les analyses de sol. Les gradients fragmentés, illustrés séparément dans les tableaux partiels, fig. 59, ressortent clairement pour F H D.

F. Si l'on excepte l'unité I en vertu des divergences citées ci-dessus, le facteur F exprime bien les nuances de l'humidité corrélées avec la durée de l'enneigement observées sur le terrain.

R. Le pH de l'unité IV n'est pas plus élevé que pour les unités II et III, contrairement aux suggestions des valeurs indicatrices. Cela peut être imputé au fait que les espèces des lieux ouverts et instables sont en majorité basiphiles (calciphiles), alors que les espèces des lieux humides se recrutent davantage parmi les acidophiles, tel dans les groupes II et VIIb, vraisemblablement en lien avec la lixiviation des bases plus accentuée en milieu humide.

N. L'indication de richesse en nutriments, par contre, reste largement constante et basse, mais guère plus que sur les substrats voisins. Vraisemblablement, la grande majorité des stations des étages alpins sont plus indigentes que celles des régions inférieures, toutes se partageant la même échelle de cinq valeurs. Les valeurs maximales ressortent des unités humides Id et II, sans que celles-ci, d'après les analyses de sol, ne soient plus riches : on se souvient que les plantes assimilent plus de nutriments dans des conditions plus humides.

\*

Corrélations. Certaines valeurs indicatrices s'avèrent partiellement corrélées entre elles : telle continentalité K inversement à l'humidité F, ce qui est connu pour d'autres substrats (VETTERLI 1982:56 pour silicates); humidité parallèlement à dispersité D. Bien plus, la réaction du sol R semble même mieux suivre le degré d'humidité des unités les unes par rapport aux autres que le pH



du sol effectivement mesuré; les indications d'humus H (sauf pour l'unité I) sont plutôt en corrélation avec la granulométrie du sol.

Conclusions. Pour les espèces comme pour les relevés, les valeurs indicatrices moyennes de la végétation révèlent un spectre bien différencié, pas moins vaste que sur silicates (VETTERLI 1982:55). Elles illustrent, me semble-t-il, davantage les différences de station à l'intérieur du territoire de serpentine, surtout par rapport à l'humidité, la réaction du sol, l'altitude, etc. que les particularités propres à la serpentine qui la distingueraient des roches voisines. Quoique d'une manière délicate à interpréter directement, ces particularités s'expriment peut-être davantage à travers les divergences constatées entre valeurs indicatrices évaluées pour le comportement moyen de chaque espèce et celui que j'ai pu constater sur serpentine, tant au niveau des espèces mêmes que des relevés.

### 5.6.3 Similitudes entre valeurs indicatrices des relevés

Les similitudes entre les 138 relevés de la végétation sur serpentine ont été calculées à partir de leurs 8 valeurs indicatrices moyennes, à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances. Les projections, en particulier sur les axes 1 et 2, livrent une répartition des relevés semblable à celle des similitudes floristiques fig. 60 p. 146, toutefois avec une dispersion entre les unités de végétation bien plus élevée. Les graphiques ne sont pas reproduits ici. Le pouvoir explicatif des axes est grand :

8 valeurs indicatrices	serpentine val.indicatrices 138 relevés	serpentine pédochim.+val.ind. 33 relevés fig. 34-7 p. 73	silicates val.indicatrices 157 relevés ex VETTERLI 1982:57
axe 1	53. %	73. %	40. %
axe 2	26. %	10. %	34. %
axe 3	8. % $\Sigma = 87$ %	6. % $\Sigma = 89$ %	8. % $\Sigma = 82$ %

Les projections des différentes valeurs indicatrices, dans le domaine des relevés où chacune est élevée, suggère une certaine caractérisation des stations, qu'il faut, répétons-le, aborder avec réserve spécialement pour la serpentine.

Interprétation écologique des premiers axes :

axe 1 R basique ———> acide  
H brut ———> humeux  
D grossier ———> fin

axe 2 F sec ———> humide  
K continental ———> océanique

axe 3 T température : froid ———> chaud (en partie également sur l'axe 1)

axe 4 N (non corrélé aux teneurs mesurées dans le sol)

Notons que dans l'analyse pédologique/valeurs indicatrices combinée fig. 36-7 p. 76, surtout déterminée par les valeurs pédochimiques fig. 34-7 p. 73, les maigres contributions absolues des valeurs indicatrices reviennent d'abord à R et L sur l'axe 1, les autres se suivant sur les axes ultérieures sans différenciation.

Conclusion : les interprétations stationnelles du 1er axe recouvrent bien celles des analyses floristiques et pédologique (cf p. 152).



## 5.7 Particularités floristiques

### 5.7.1 Lichens

#### Lichens terricoles

Les lichens terricoles de la serpentine-augite, fig. 65, principalement buissonneux, avec les individus de *Cetraria* et *Cladonia* particulièrement bien représentés, se retrouvent surtout dans les groupements à buissons nains et à humus (fréquences voir tableau de la végétation fig. 53 p. 128 et annexe 5). Les nombreux *Cladonia rangiferina* s.l. donnés à déterminer sont tous des *C. mitis*. La répartition des lichens sur serpentine suivant leur substrat habituel (selon OZENDA e.a. 1970) offre une image semblable à celle chez les végétaux supérieurs de ces mêmes stations (p. 207sq) : cosmopolites, acidicoles, rares calcicoles.

LICHENS TERRICOLES SUR SERPENTINE-AUGITE ALPINE DE DAVOS			
<i>Aspicilia</i>	<i>verrucosa</i>	(Ach.)Koerb.	
<i>Cetraria</i>	<i>cucullata</i>	(Bell.)Ach.	(op)
<i>Cetraria</i>	<i>hepatizon</i>	(Ach.)Vain	
<i>Cetraria</i>	<i>islandica</i>	(L.)Ach.	(op)
<i>Cetraria</i>	<i>nivalis</i>	(L.)Ach.	(op)
<i>Cetraria</i>	<i>tilesii</i>	Ach.	(op)
<i>Cladonia</i>	<i>coniocraea</i>	(Flk)Spreng	(op)
<i>Cladonia</i>	<i>digitata</i>	(L.)Hoffm.Schaer.	
<i>Cladonia</i>	<i>ecmocyna</i>	(S.Gray)Leight	
<i>Cladonia</i>	<i>fimbriata</i>	(L.)Fr.	
<i>Cladonia</i>	<i>furcata</i>	(Huds.)Schrad. ssp <i>furcata</i>	
<i>Cladonia</i>	<i>mitis</i>	Sandst.	(op)
<i>Cladonia</i>	<i>chlorophaea</i>	(Flk.ex Sommerf.)Spreng (s.str)	(op)
	<i>pyxidata</i>	(L.)Hoffm.	
<i>Lepraria</i>	<i>neglecta</i>	(Nyl.)Erichs.	
<i>Thamnolia</i>	<i>vermicularis</i>	(SW.)Ach.ex Schaer.	(op)
en plus, sur opicalcite et serpentine à veines ou influences de calcite (op)			
<i>Alectoria</i>	<i>ochroleuca</i>	(Hoffm.)Massal	(op)
<i>Caloplaca</i>	<i>stilicidiorum</i>		(op)
<i>Cetraria</i>	<i>ericetorum</i>	Opiz	(op)
<i>Cornicularia</i>	<i>muricata</i>	Ach.	(op)
<i>Solorina</i>	<i>bispora</i>	Nyl.	(op)

Fig. 65

Lichens terricoles sur serpentine alpine à Davos.

*Terrestrial lichens on alpine serpentine near Davos.*

#### Lichens saxicoles

Afin de donner un aperçu des lichens saxicoles ou épilithiques, non retenus dans les relevés du tableau de la végétation, j'ai récolté des échantillons sur environ 1 ha d'une aire représentative de l'étage alpin, à la limite entre gazons partiellement continus et zones peu colonisées, sur une serpentine plutôt faiblement altérée, à l'est du Totalphorn vers 2290 m (aux alentours des coord. 782.300/190.000).

Si l'on a en tête les roches silicatées voisines à couverture souvent stupéfiante en lichens, la colonisation sur serpentine paraît pour le moins parcimonieuse. Elle s'y révèle sélective : les serpentines fraîches, feuilletées, à surface vitreuse et lisse, et les pierriers instables en sont à peu près dépourvus; alors que les serpentines à structure grossière et massives, à cassure rugueuse, celles aussi que l'on rencontre plus souvent altérées, et alors à surface pleine d'aspérités, hébergent le plus souvent quelque lichen, quoique dans l'ensemble leur recouvrement soit bien inférieur à 1 %; il n'y a guère que les pointes des rochers exposées, élues comme perchoirs par les oiseaux, à être abondamment envahies de lichens (ornithocoprophiles).

LICHENS SAXICOLES SUR SERPENTINE-AUGITE ALPINE ALTEREE DE DAVOS			
serpentinicoles stricts			présence
Aspicilia	sp		très fréquent
Lecanora	alpina	Sommerf.	très fréquent
	cinereorufescens	(Ach.)Hepp.	moyennement fréquent
	polytropa	(Ehrht.)Th.Fr.	fréquent
	rupicola	(L.)Zahlbr.	fréquent
Lecidea	armeniaca	(DC)Fr.	moyennement fréquent
	fuscoatrata	(L.)Ach.	moyennement fréquent
	macrocarpa	(DC)Steud.	fréquent
	pantherina	(Hoffm.)Ach.	moyennement fréquent
	tessellata	Floerke.	rare
Parmelia	saxatilis	(L.)Ach	rare
Umbilicaria	cinarescens	(Arnold)Frey	rare
	cylindrica	(L.)Del.	rare
nettement ornithocoprophiles			
Candelariella	aurella	(Hoffm.)Zahlbr.	rare
	vitellina	(Ehrht.)Müll.Arg.	moyennement fréquent
Lecidea	atrobrunnea	(Ram.)Schaer.	moyennement fréquent
Parmelia	substygia	Räs.	rare
Rhizocarpon	macrosporum	Räs.	moyennement fréquent
Rhizoplaca	chrysouleuca	(Smith)Zopf.	rare
	melanophthalma	(Ram.)Leuck et Poelt	moyennement fréquent
Rinodina	milvina	(Wahlenb.apud Ach.)Th.Fr.	rare
Xanthoria	elegans	(Link)Th.Fr.	rare

Fig. 66

Lichens saxicoles sur serpentine-augite alpine altérée, de l'est du Totalhorn à Davos, vers 2290 m d'altitude.

*Epilithical lichens on alpine weathered augite serpentine from the east of Totalhorn near Davos, about 2290 m elevation.*

Ornithocoprophiles (fig. 66).

Les lichens agglomérés sur quelque arête, éperon rocheux ou pierre altérée saillant des environs, observatoires d'élection des oiseaux qui y abandonnent leurs fientes, profitent visiblement de cet apport de nutriments (comme d'ailleurs parfois quelques autres plantes). Leurs croûtes peuvent ainsi couvrir quelques dizaines de cm<sup>2</sup>, les espèces envahissant sélectivement les faces de l'arête selon l'exposition. Il s'agit évidemment surtout d'espèces moins étroitement confinées à un substrat géologique particulier.

Selon WIRTH 1972:23 les associations ornithocoprophiles sont sociologiquement et physiologiquement clairement distinctes. Elles varient avec le climat et l'intensité de la fertilisation. Le matériel récolté ici suggère une certaine parenté avec le Ramalinetum capitatae, typique des régions alpines silicatées, com-

prenant conjointement basi-eutrophytes et silicicoles appréciant l'engrais (sur calcaire les espèces sont moins spécifiques).

#### Serpentinicoles stricts (fig. 66)

Les rares lichens confrontés à la roche serpentine sans médiation sont très dispersés. Les espèces les plus fréquentes et les plus visibles sont d'une part *Lecanora alpina*, blanche à bavette ferrugineuse, d'autre part *Aspicilia* sp., grise (qui n'a pu être déterminée jusqu'à l'espèce, faute d'avoir pu trouver d'exemplaire non stérile). Leurs thalles peuvent atteindre jusqu'à 10 cm de diamètre. La préférence relative des lichens pour la serpentine à surface rugueuse peut s'expliquer par un ancrage facilité et une meilleure rétention en eau, condition importante puisque les lichens ne peuvent stocker d'eau (HENSSEN 1974:223; WIRTH 1972:5). Les surfaces les plus riches en aspérités correspondent à celles des serpentines les plus fortement altérées : les différentes composantes minéralogiques seariant différenciellement, les plus résistantes subsistent en aspérités (cf p. 117). Par ailleurs la croûte d'altération serait plus poreuse (STICHER 1978b:7), ce qui favorise l'humidité. A Davos les thalles dépassent presque toujours la taille des minéraux singuliers (cf colonisation sélective de certains minéraux, tels sur pyroxènes et actinolites, en Bohême selon SUZA 1928:31; sur les péridotites passablement serpentinisées, s'altérant vraisemblablement plus facilement cf p. 117, dans les Balkans selon KRAUSE e.a. 1958:3). L'inclinaison du substrat semble avoir une certaine incidence sur la colonisation. Quant au rôle de l'échauffement de la sombre serpentine, il est difficile à évaluer, du moins la croûte d'altération est-elle souvent moins foncée (cf xérophytes fréquents sur serpentine, en d'autres lieux, p.ex. selon SUZA 1928:30; KRETSCHMER 1930:186). En résumé, les lichens ne jouent qu'un rôle négligeable sur l'altération de la serpentine (voir aussi WILSON e.a. 1981).

L'ensemble des lichens saxicoles récoltés sur serpentine augite à Davos se raccroche aux types venant sur silicates, à savoir acidophiles, sans basiphiles ni acidophiles extrêmes (les endolithiques calcicoles font défaut des serpentines), et s'inscrit bien parmi les autres serpentines européennes. De toute façon les flores des silicates divergent assez peu de l'un à l'autre : plus précisément, selon WIRTH 1972:15, lorsque la teneur en  $\text{SiO}_2$  descend en dessous de 55 %, comme dans les roches dites improprement basiques au nombre desquelles il faut compter la serpentine, quelques espèces répandues sur roches plus acides tendent à disparaître ou à ne plus former que de petits thalles.

Sociologiquement les groupes de lichens sur serpentine s'apparentent aux Rhizocarpetalia (KLEMENT 1955:35; cf aussi KRAUSE e.a. 1958 et 1962).

La flore des saxicoles sur serpentine reste relativement peu étudiée. Les principaux travaux restent ceux de SUZA 1927, 1928, 1931 pour la Bohême et la Moravie; KRETSCHMER 1930:186sq pour la Basse Autriche; KRAUSE e.a. 1958, 1962 pour la Bosnie, la Serbie et les Balkans; POELT 1966 pour le Haut-Palatinat; RITTER e.a. 1968 pour la Bosnie. WIRTH 1972:250sq livre un résumé (ainsi que GAMS 1975:126); RUNE 1953:65-69 une liste sommaire pour le nord de la Suède; GILBERT 1983 une étude des lichens de Rhum GB. Pour Davos, ZSCHACKE 1926 a publié une liste sommaire des lichens de la vallée, mais sans précisions quant à la serpentine.

Il existe quelques rares sippes restreintes à la serpentine, en Europe centrale, en particulier du sous-genre *Aspicilia* de *Lecanora*, connu pour sa richesse en spécialistes de substrats particuliers, et plus généralement répandu sur silicates (GAMS 1975:126; WIRTH 1972:252; KRAUSE e.a. 1958:15). Cependant la serpentine n'accueille pas de métalloytes, il semble que ceux-ci, une douzaine en Europe centrale, soient surtout liés à un substrat relativement acide (WIRTH 1972:17sq).

Le plus immédiatement en contact avec la roche elle-même, les lichens saxicoles sont susceptibles de révéler des comportements éclairant la réponse des organismes vivants face à la chimie et la physique particulières de la serpentine par un biais particulier. Végétaux assez cosmopolites, le plus souvent à aires de répartition immenses, réciproquement à endémisme peu accusé, les lichens sont considérés dans leur ensemble comme un groupe très plastique, en fait à inertie assez grande (OZENDA e.a. 1970:97sq; HENSSEN 1974:220,242sq,258,417). En général

les lichens existent encore au-delà des limites de croissance des plantes vasculaires, savent résister, mais aussi exploiter des températures extrêmes et, pérennes, jouissent d'une longévité étonnante sans pour autant être liés à produire chaque année de la nouvelle biomasse (BILLINGS 1968:414sq,498sq; HENSSEN 1974:223). Il n'y a guère que le centre de nos villes qu'ils n'arrivent plus à coloniser. Près des limites de la vie, comme ici sur serpentine, ces qualités constituent des avantages appréciables.

Manifestement pourtant, les lichens ont de la peine à s'installer sur la serpentine comparé aux roches voisines et cela rappelle les réticences qu'on connaît du développement de la végétation terrestre sur serpentine (cf p. 12 et 228sq), en résumé :

- 1 recouvrement restreint, moins d'individus que sur les roches voisines
  - 2 mauvais développement, thalles et autres organes plus petits (év. organes reproducteurs moins fréquents)
  - 3 moins d'espèces que sur les roches voisines
  - 4 espèces propres
  - 5 flores purement silicicoles, principalement à acidophytes, sans basiphytes ni acidophytes extrêmes et quasi sans neutrophytes
  - 6 fréquence de xérothermophytes, présence d'espèces méridionales déplacées loin vers le nord
  - 7 absence d'espèces spécialistes des substrats à métaux lourds
- (cf p.ex. WIRTH 1972:15sq; KRAUSE e.a. 1958:15sq; SUZA 1928:30; LAEMERMAYR 1934:5,8).

#### 5.7.2 Bryophytes

La figure 67 offre une vue d'ensemble préliminaire des genres de mousses et hépatiques trouvées sur serpentine à l'étage alpin de Davos. Les hépatiques semblent à peu près négligeables. Les mousses accompagnent assez régulièrement les différents types de végétation sur serpentine, avec les recouvrements les plus abondants dans les combes à neige (II) et gazons frais (VIIb), voir fig. 53 p. 128, dernière ligne "mousses". Malgré qu'elle n'aient été déterminées systématiquement que jusqu'au genre, il se dessine une abondance de sippes acidophiles et ubiquistes.

GAMS 1975:127 mentionne une dizaine de travaux sur serpentine décrivant la flore muscinale. En résumé il y a plutôt peu de mousses sur serpentine et les espèces restreintes à la serpentine, contrairement aux vasculaires, font exception (cf p.ex. KRETSCHMER 1930:188; LAEMERMAYR 1934:6,8).

#### 5.7.3 Asplenium, Festuca, divers

##### Asplenium

Le seul serpentinophyte exclusif (cf p. 221) de Davos est l'*Asplenium serpentinum* Tausch (= *A. cuneifolium* Viv.), restreint à l'étage subalpin. SCHIBLER 1937:3 cite en plus *Asplenium adulterinum* (d'après SCHINZ e.a.), également surtout subalpin ainsi qu'*A. adulterinum* x *A. viride*. Mais *A. adulterinum* n'y a plus été rencontré depuis longtemps, ou n'a pu être identifié de façon convaincante (cf CAFLISCH 1974:16). Du moins n'ai-je rencontré aucun *Asplenium* ayant quelque ressemblance avec l'*A. adulterinum* qu'on peut voir à Bosco-Gurin (cf répartition chez WELTEN:1982 pl.41). Peut-être peut-on s'expliquer cette présence intermittente par le fait qu'*A. adulterinum* pourrait être un bâtard diploïde entre *A. Trichomanes* x *A. viride* (LOVIS e.a. 1968a,b; cf revue chez GAMS 1975:127sq), les deux parents étant présents à Davos et même sur serpentine (cf SCHIBLER 1935, 1936:3). Cette présence conjointe est d'ailleurs plus généralement valable (p.ex. RUNE 1953:90, Fennoscandinavie).

unités de végétation nb de relevés			1a	1b	1c	1d	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	6a	6b	7a	7b
			16	15	13	7	8	10	8	10	8	3	14	7	4	6	9
34	Bryum	c.sp.	1	5+	3	2	5+	4	3	4+			3	1+			3
26	Pottiaceae	c.sp.	2+		2+	3+	3	4+	1+	5+		1+	2+			1+	2+
10	Tortella		2+	1+	2			1+		3+						1+	
9	Dicranaceae		1					2+		1						2+	3+
8	Racomitrium		1		1			1		1							4
7	Bryaceae			2	1	1+	1	2+									
6	Pleurotium			1	1												
6	Pohlia	c.sp.					1+	2+	1+								3
6	Polytrichum					1	2			1+							1+
6	Cephaloziella												2				2
5	Fissidens		1		1					1		1				1	4
5	Barbilophozia								1+				1				3+
4	Distichum	c.sp.	1		1+								1+			1	
4	Drepanocladus	c.sp.		1						1+							2+
4	Dicranum									1+			1+			1+	1
4	Tortula									1+			1+				2
3	Brachytheciaceae				1		1			1+							
3	Mniobrium						1	1		1+							
3	Leskeaeeae																3
2	Ditrichaceae						1+						1+				
2	Pohlia cruda						1+			1							
2	Myurella							1+									1
2	Anthelia								1								1
2	Grimmia									1		1					
2	Schistidium											1	1				
1	Cirriphyllum			1+													
1	Polytrichaceae				1												
1	Dicranoweisia				1+												
1	Orthothecium				1+												
1	Pogonatum						1										
1	Philonotis						1+										
1	Bartramia ithyphylla								1								
1	Plagiochila postelloides									1							
1	Plagiothecium									1							
1	Hygrohypnum									1+							
1	Brachythecium												1+				
1	Lophozia																1
1	Marsupella																1
1	Polytrichum piliferum																1
1	Scapania																1
1	Tritomaria																1
1	Blindia (acuta)																1+
1	Dichodontium																1+
1	Jungermannia																1+

Fig. 67

Genres des bryophytes récoltées sur serpentine dans les relevés de végétation du tableau général fig. 53 p. 128.

1a - 7b unités de végétation sur serpentine, voir p. 130

1 - 5 nb de relevés où cette mousse/hépatique a été récoltée

+ dont un exemplaire (ou plus) à détermination peu sûre

c.sp. exemplaires avec sporophytes.

*Genera of bryophytes gathered on serpentine in the vegetation relevés of the general table fig. 53 p. 128.*

*1a - 7b vegetation units on serpentine, see p. 130*

*1 - 5 number of relevés with this bryophyte*

*+ with one or more samples difficult to determine*

*c.sp. samples with sporophytes.*



En fait, ces deux *Asplenium*, *serpentinum* et *adulterinum*, sont les serpentiniophytes exclusifs les plus répandus et les plus connus dans toute l'Europe, confinés à la serpentine aussi bien qu'à la magnésite. (*Asplenium* sur serpentine voir : SUZA 1928:8sq; LAEMERMAYR 1930:90-93, 1934:15; RUNE 1953:83,96,101,125sq; EBERLE 1967; ROBERTS e.a. 1974; WHERRY 1978; SLEEP e.a. 1978; SLEEP 1980; BROOKS 1987: voir index; et enfin cf p. 214sq).

On ne qu'être frappé par la remarquable constance des fougères parmi les espèces restreintes à la serpentine dans une région donnée - ou dont l'aire s'élargit par la présence disjoints sur ultramafites et magnésites (cf liste chez KRUCKENBERG 1964:124sq). Les stations de ces fougères sont parfois très éloignées les unes des autres, leurs spores minuscules leur assurant une dispersion sur des centaines de km.

## Festuca

Les espèces de *Festuca* trouvées sur serpentine alpine à Davos, selon la nomenclature de HESS e.a. 1976-1980, sont, quant aux fréquentes, *F. pumila*, *F. violacea*, et quant aux accidentelles *F. Halleri*, *F. rubra*, *F. alpina* (voir tableau de la végétation p. 128 et annexe 5). Un choix d'échantillons de fétuques déterminées selon la nomenclature employée par MARKGRAF-DANNENBERG est rassemblé fig. 68. Il ne ressort aucune différenciation de ces variétés par rapport aux stations dans le tableau de la végétation sur serpentine.

<i>F. pumila</i> Vill. 1786 (= <i>F. quadriflora</i> Honkeny 1782 )
relevés 62 66 99 105 108 138
<i>F. pumila</i> var. <i>pumila</i>
relevés 60 67 73 74 75 77 78 80 83 84 96 101 104 116 128 137 138
<i>F. pumila</i> var. <i>glaucescens</i> Stebl. & Schröter
relevés 76 87 129
<i>F. pumila</i> var. <i>rigidior</i> Mutel
relevés 81 102 111
<i>F. violacea</i> Schleich. s.str.
relevés 124 125 131 133 135 136 137
<i>F. violacea</i> var. <i>violacea</i>
relevés 111 128 132 138
<i>F. puccinellii</i> Parl. (= <i>F. violacea</i> ssp. <i>nigricans</i> (Hack.) Hegi)
relevé 127
<i>F. intercedens</i> (Hack.) Lüdi (= <i>F. ovina</i> var. <i>intercedens</i> Hack.)

Fig. 68

*Festuca* de la serpentine alpine de Davos selon détermination et nomenclature de MARKGRAF-DANNENBERG. Relevés du tableau p. 128.

*Festuca* from alpine serpentine near Davos according to the determination and nomenclature of MARKGRAF-DANNENBERG. Relevés of the table p. 128.

*F. pumila* est connue comme pionnière importante, à large amplitude écologique (MARKGRAF-D. 1979:372). Elle semble bien supporter la serpentine où elle est présente dès que le sol est un peu développé. Elle y est typique des sols encore basiques, à végétation ouverte, jusqu'aux gazons, qui restent toujours lâches sur serpentine. L'écrasante majorité est de la variété *pumila*; avec quelques var. *glaucescens*, qui est en principe bien mieux adaptée aux lieux extrêmement secs que la var. *pumila*, ce qui ne se vérifie pas forcément sur serpentine; et quelques var. *rigidior*, rares dans le NE de la Suisse, et de stations vraisemblablement neutres à faiblement acides (MARKGRAF-D. comm. orale 1982).

*F. violacea* est connue comme espèce mésophile formant des pâturages de qualité et adaptée à diverses stations par une multitude d'écotypes, *F. violacea* s.str.



étant de prévalence acidophile. Sur serpentine elle se limite aux gazons surtout frais de l'étage alpin inférieur, la plupart étant de la var. violacea, et un exemplaire *F. puccinellii*, bien que cette dernière soit mieux adaptée aux lieux moins extrêmement acides que *F. violacea* (MARKGRAF-D. comm. orale).

*F. intercedens* - qu'on s'attendrait à trouver sur serpentine vu sa grande amplitude écologique sur les roches les plus diverses, en particulier aux zones de contact entre silicates et carbonates, s'accordant au fait qu'elle est tétraploïde (MARKGRAF-D. 1979:350sq) - ne vient que sur serpentine à influences de calcaire et sur ophicalcite.

#### Champignons et phanérogames

A Davos les champignons visibles sur serpentine alpine semblent excessivement rares. Ont été rencontrés *Lycoperdon* sp. sur gazon et un exemplaire d'*Entoloma sericeum* sur sol brut non altéré. Si SUZA 1928:253 dénombre quelque 500 champignons sur serpentine à Mohelno en Tchécoslovaquie, selon ERNST 1974b:16 les champignons sont rares sur sols à métaux lourds.

Il a déjà été fait cas des difficultés de détermination des phanérogames (p. 61) à cause des caractères fréquemment réduits, atypiques ou intermédiaires, en particulier pour *Silene excapa/acaulis*, *Ranunculus Grenierianus/montanus*. Ainsi sur une serpentine à veines de calcite j'ai rencontré une population d'hybrides entre *Primula auricula* x *P. hirsuta* et *Primula auricula* x *P. integrifolia*, avec toute une gamme d'intermédiaires entre les parents. Signalons également la variabilité des couleurs chez *Viola calcarata* sur serpentine, la majorité étant bleue, quelques individus blancs et même jaunes; des *Campanula barbata* et *Gentiana campestris* blanches.

*Carex firma* vient en recouvrement assez dense sur un grand replat humide de serpentine à influence de calcaire, vers 2250 m, alors qu'elle n'est sinon qu'accidentelle sur serpentine. Ce comportement s'accorde avec celui que *C. firma* a sur calcaire aux étages subalpins, en vif contraste avec son comportement plus en altitude.

*Molinia coerulea* trahit une préférence pour la serpentine dans plusieurs parties d'Europe, et alors sur localités sèches, alors que sur les autres substrats elle est une espèce exclusive des lieux humides. Dans certaines zones elle devient même serpentrophyte disjoint (cf RUNE 1953:87, Scandinavie).

*Poa alpina*, une des meilleures plantes fourragères des montagnes, est présente aussi bien dans des stations eutrophes que comme pionnière jusqu'à l'étage nival. Cette vieille espèce glaciaire, des régions hautes, à très grande aire dans l'hémisphère nord, est très polymorphe (BACHMANN 1980) : ici pionnière sur serpentine, elle y est souvent vivipare.

*Lotus alpinus* sur serpentine et dolomite est tétraploïde  $2n=24$ , comme sur silicates aux étages inférieurs, alors qu'il est diploïde à l'étage alpin supérieur sur silicates; la cyanogénèse qui affecte en général un 1/10 des plantes des environs, est extrêmement rare sur serpentine (cf SCHWANK 1977:48,72).

Données ultérieures cf chapitre des valeurs indicatrices des espèces p. 156. Signalons les travaux génécologiques suivants effectués à Davos :

RAHN 1968, RUGGLI-WALSER 1976 : quelques vicariants des silicates/carbonates

SCHWANK 1977 : *Lotus alpinus* sur silicates, carbonates, serpentine

WEILENMANN 1981:76,84,97-100 : *Biscutella levigata* : germination sur serpentine

DICKENMANN 1982 : *Ranunculus montanus* s.l. sur silicates, dolomite

GASSER 1986 : *Biscutella levigata* sur dolomite, serpentine.