

Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 98 (1975)

Artikel: Remarques sur la végétation de l'étage alpin de la Haute-Ubaye (Alpes méridionales)
Autor: Béguin, Claude / Mathieu, Daniel / Ritter, Jean
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-89074>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 23.02.2026

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

INSTITUT DE BOTANIQUE, UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE VÉGÉTALE

INSTITUT DE GÉOGRAPHIE, UNIVERSITÉ DE BESANÇON

INSTITUT DE BOTANIQUE, UNIVERSITÉ DE BESANÇON
LABORATOIRE DE TAXONOMIE ET DE PHYTOSOCIOLOGIE

REMARQUES SUR LA VÉGÉTATION DE L'ÉTAGE ALPIN DE LA HAUTE-UBAYE (ALPES MÉRIDIONALES)

par

CLAUDE BÉGUIN, DANIEL MATHIEU et JEAN RITTER

AVEC 5 FIGURES, 3 TABLEAUX ET 1 PLANCHE

INTRODUCTION

La poursuite de nos recherches sur la dynamique interne des associations végétales (J. RITTER et D. MATHIEU 1972, 1973) nous a conduit à examiner dans cette perspective la végétation de l'étage alpin de la Haute-Ubaye. Ces investigations se rapprochent de l'étude du « pattern » des auteurs anglo-saxons, mais s'en distinguent essentiellement par le choix du cadre dans lequel nous avons choisi de travailler : l'association végétale, conçue selon l'optique sigmatiste. Ce dernier concept s'est révélé d'une fécondité telle en phytosociologie et en taxonomie qu'il nous a semblé aussi être un des plus adaptés à l'étude des relations sociales inter- et intra-spécifiques au sein des groupements végétaux. L'aspect descriptif précédera donc nécessairement l'analyse des déterminismes et des corrélations. On ne perdra toutefois pas de vue qu'une description fidèle recèle une causalité sous-jacente, et qu'en biologie (compte tenu de la multidimensionalité des phénomènes) l'étude des corrélations est souvent plus immédiatement abordable que celles des causalités, sans toutefois s'y substituer totalement.

On remarquera enfin que parmi les différents paramètres externes responsables du « pattern » des associations, nous avons mis plus particulièrement l'accent sur la géomorphologie. Il nous est en effet apparu que les conditions géomorphologiques contiennent une masse d'informations spatiales et temporelles, qui aident à la compréhension de la dynamique et des structures des groupements végétaux.

Les résultats présentés ici sont le fruit d'une tournée exploratoire de quelques jours dans la Haute-Ubaye. Le terrain examiné se situe

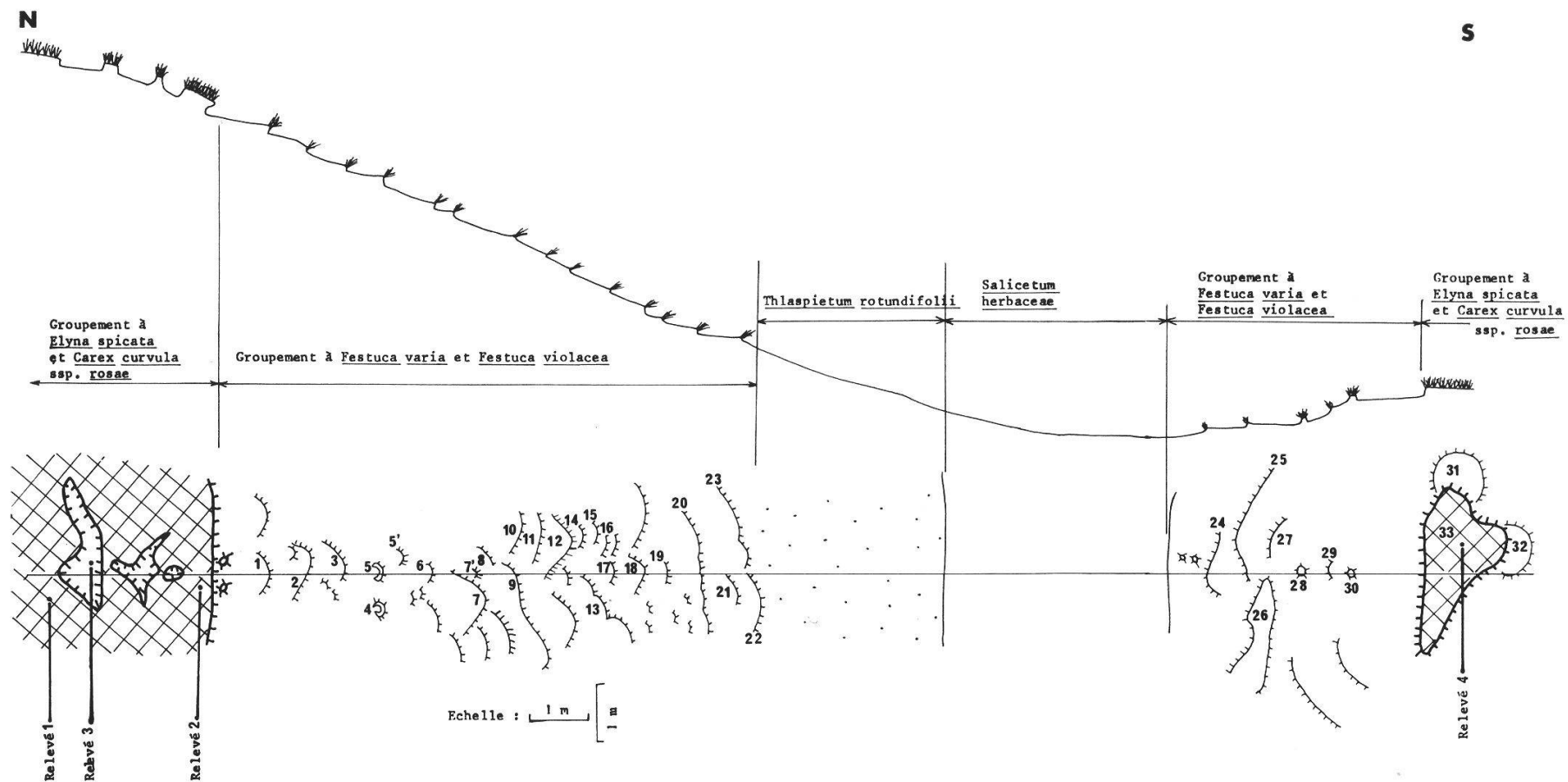


Fig. 1. Transect de l'ensemble de la combe à neige. Les numéros des touffes sont ceux des relevés du tableau I.

TABLEAU I

COMPOSITION FLORISTIQUE DES TOUFFES DU TRANSECT DE LA FIGURE 1

| Numéro des touffes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5' | 6 | 7 | 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 | |
|--|---|---|---|---|---|----|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| <i>Festuca varia</i> (Haenke) Hack. NP ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | | | | + | 12 | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Petrocallis pyrenaïca</i> (L.) R.Br. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Galium helveticum</i> Weigel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Festuca varia</i> (Haenke) Hack. P ⁽²⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Arenaria ciliata</i> L. ssp. <i>moehringioïdes</i> Murr. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>violacea</i> Hack. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Poa alpina</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Achillea nana</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Gnaphalium supinum</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Taraxacum officinale</i> Weber ssp. <i>alpinum</i> Hoppe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Campanula</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Myosotis silvatica</i> (Ehrh.) Hoffm. ssp. <i>alpestris</i> Schmidt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Draba aizoides</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Veronica alpina</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leontodon montanus</i> Lmk. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Thlaspi rotundifolium</i> (L.) Gaud. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gentiana verna</i> L. ssp. <i>eu-verna</i> P.F. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Draba carinthiaca</i> Hoppe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

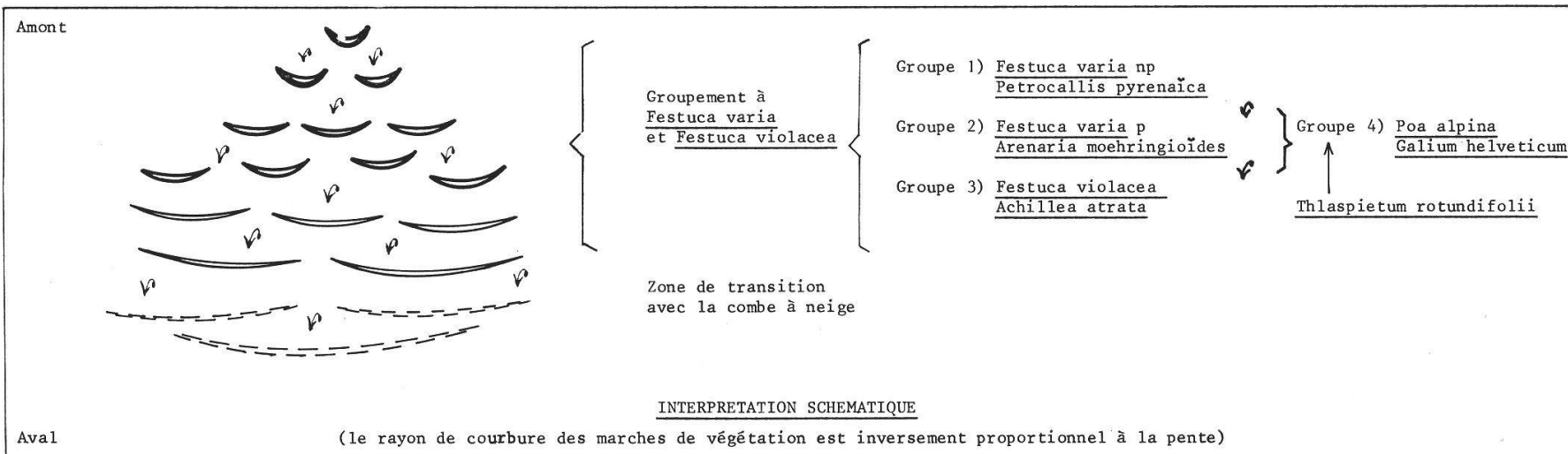
(1) NP = non pruveux

(2) P = pruveux

* Espèces transgressives du Salicetum herbaceae

(1) NP = non pruneux

(2) P = pruneux

* Espèces transgressives du *Salicetum herbaceae*

sur la rive droite de la rivière, directement au nord du hameau de La Barge (carte au 1:20 000 Embrun 4). Deux types de travaux ont été effectués ; d'une part une analyse précise d'une combe à neige et de ses bordures, d'autre part quelques observations rapides sur l'ensemble d'un versant.

I. ÉTUDE DE LA COMBE A NEIGE

Le long versant régulier qui descend de la crête de la Tête-de-Girardin vers le torrent des Séchoirs, est localement accidenté par de petites dépressions, qui fonctionnent comme combe à neige. Ces dépressions offrent une variété assez grande de micro-milieus, qui se traduisent au niveau du tapis végétal et de la morphogenèse. L'une d'entre elles a servi de cadre à nos observations.

Située vers 2800 m d'altitude et exposée au SSW, ses dimensions sont modestes, puisque son diamètre est d'une vingtaine de mètres. Son encaissement par rapport aux surfaces topographiques voisines est de l'ordre de 2 m. Les groupements végétaux qui s'y rencontrent sont tous représentatifs de l'étage alpin, ainsi qu'on peut s'en convaincre en examinant le tableau I. Bien que la surface explorée soit de dimensions réduites, sa diversité permet de reconnaître quatre groupements végétaux liés à des conditions géomorphologiques particulières. Des observations précises ont été réalisées le long d'un transect établi suivant la pente générale du versant (fig. 1). Elles s'accompagnent de quelques notations pédologiques et d'une tentative de mesures des biomasses. Le nombre restreint de mesures effectuées ne permet pas de tirer des conclusions générales : les résultats obtenus ont une simple valeur indicative, qui permet tout au plus d'élaborer quelques hypothèses de travail.

A. La pelouse du sommet

Groupement à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosae*

Ce premier secteur correspond au versant situé à l'amont de la combe à neige : sa pente générale est de 10°. Il est occupé par une pelouse fermée à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosae*, ainsi que le montrent les relevés suivants :

| N° du relevé | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|------|------|------|------|
| Surface (m²) | 1 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Pente (°) | 8 | 20 | 10 | 5 |
| Recouvrement (%) | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Exposition | SSW | SSW | SSW | SSW |
| Altitude (m) | 2840 | 2840 | 2840 | 2839 |
| * <i>Carex curvula</i> All. ssp. <i>rosae</i> Gilomen | + | 3.2 | . | + .2 |
| * <i>Elyna spicata</i> Schrad. | 3.2 | + | . | 1.2 |
| * <i>Antennaria carpathica</i> (Wahlb.) Bluff. et F. | + | . | . | . |
| * <i>Gentiana tenella</i> Rottb. | + | + | . | + |
| <i>Gentiana brachyphylla</i> Vill. | + | + | . | + .2 |
| <i>Saxifraga oppositifolia</i> L. ssp. <i>eu-oppositifolia</i> Engl. | + .2 | . | . | . |
| <i>Minuartia sedoides</i> (L.) Hiern. | 1.3 | . | 1.3 | 2.3 |
| <i>Phyteuma pauciflorum</i> L. ssp. <i>Pedemontanum</i> Schulz | + | . | . | . |
| <i>Silene acaulis</i> L. ssp. <i>exscapa</i> All. | 1.3 | . | 1.3 | . |
| <i>Arenaria ciliata</i> L. ssp. <i>moehringioides</i> | + | + | + | . |
| <i>Agrostis alpina</i> Scop. | 1.2 | + | . | 1.2 |
| <i>Salix retusa</i> L. var. <i>serpyllifolia</i> Scop. | 3.4 | . | 1.3 | . |
| <i>Polygonum viviparum</i> L. | 2.1 | 1.1 | . | . |
| <i>Carex nigra</i> All. | + | + | . | . |
| <i>Festuca varia</i> (Haenke) Hack. NP. ¹ | + | 1.2 | . | . |
| <i>Poa alpina</i> L. | + | . | 2.2 | + |
| <i>Cetraria islandica</i> L. | 3.3 | 1.1 | 1.1 | . |
| <i>Festuca varia</i> (Haenke) Hack. P. ¹ | . | 2.2 | . | . |
| <i>Galium helveticum</i> Weigel | . | + | . | . |
| * <i>Draba carinthiaca</i> Hoppe | . | . | + .2 | + |
| * <i>Erigeron uniflorus</i> L. | . | . | . | + |
| Emplacement des relevés : | | | | |
| ① Pelouse à l'amont du transect de la figure 1. | | | | |
| ② 3 ms au SSW de 1. | | | | |
| ③ 2 ms au SSW de 1. | | | | |
| ④ Touffe N° 33 du transect de la figure 1. | | | | |

* Espèces caractéristiques de l' *Elynetum* selon J. BRAUN-BLANQUET (1954).

¹ NP = non prineux ; P = prineux.

Bien que très appauvrie par rapport au groupement typique qui se développe sur substrat siliceux, il semble que l'on ait affaire à la sous-association *elynetosum* du *Caricetum curvulae*, décrite en 1938 dans le bassin supérieur de la Tinée par M. GUINOCHET. Cette sous-association est en effet caractéristique des substrats calcaires ; or notre dition est installée sur les calcschistes néocrétacés de la zone briançonnaise. En outre, le *Carex curvula* est ici représenté par la sous-espèce *rosae* Gilomen, ce qui confirme et renforce la distinction d'une sous-association *elynetosum* (cf. GUINOCHET 1938, p. 408).

On ne peut toutefois manquer de remarquer dans le travail de GUINOCHET (1938) les différences importantes du point de vue du pH (une unité parfois plus) et de la teneur en Ca (parfois du simple au double) entre les sous-associations *typicum* et *elynetosum*. Certes les changements de substrat sont à l'origine de ces différences pédologiques, liées aussi à l'abondance en transgressives des *Elynosleslerietea* dans la sous-association *elynetosum*. Par ailleurs, les cartes factorielles publiées en 1973 par GUINOCHET (pp. 42 à 50) montrent bien les relations entre les deux sous-associations. Il est cependant permis de se demander quelle aurait été la configuration de ces cartes si on y avait introduit les relevés du *Seslerio-Avenetum* par exemple. En outre si l'on compare le *Caricetum curvulae* de notre dition avec l'*Elynetum*, on est frappé par certaines analogies. C'est ainsi que l'on relève parmi les caractéristiques de l'*Elynetum* (cf. BRAUN-BLANQUET 1948), présentes également dans notre dition : *Carex curvula* ssp. *rosae*, *Antennaria carpatia*, *Elyna spicata*, *Draba carinthiaca* (= *D. siliquosa*), *Gentiana tenella*. Du point de vue édaphique aussi, les analogies sont frappantes entre le profil que nous avons examiné et celui publié par BRAUN-BLANQUET (*op. cit.*, p. 170). Enfin, en 1954 (p. 69), BRAUN-BLANQUET signale l'existence d'un *Elynetum* au rocher de Saint-Ours, au-dessus de Meyronnes, à 12 km au SSW de notre dition ; on y relève les caractéristiques suivantes : *Draba siliquosa*, *Antennaria carpatia*, *Erigeron uniflorus*, *Elyna spicata*, *Oxytropis lapponica*, toutes espèces présentes, sauf la dernière, dans le secteur étudié. Cet ensemble de remarques nous permet alors de nous demander si dans notre dition (et peut-être même dans l'étage alpin de la Tinée) nous ne nous trouverions pas en présence d'un *Elynetum* appauvri. Quoi qu'il en soit, la distinction entre *Caricetum curvulae elynetosum* et *Elynetum* n'est pas aussi simple¹ qu'on pourrait le penser, et exige que la question soit examinée de près.

L'analyse du sol a été effectuée dans plusieurs coupes réalisées dans le manteau superficiel : toutes montrent la succession de plusieurs formations. A la base, un régo-lite dont l'épaisseur dépasse le mètre, est constitué de cailloutis anguleux, en plaquettes de taille centimétrique (granulométrie, fig. 2). La matrice fine est peu abondante : les éléments de moins de 2 mm ne représentent que 20 % de la masse ; la texture est limono-sableuse. Il s'agit d'une nappe de versant du type greze ou groise, dont l'origine et la mise en place sont à mettre au compte de processus périglaciaires. Elle masque totalement la roche en place, et son élaboration remonte probablement à la fin de la dernière période glaciaire ou aux épisodes froids du début du post-glaciaire. Au-dessus se développe un horizon de couleur jaune (C) dont l'épaisseur (5 à 7 cm) est à peu près constante.

¹ Quelle ne fut pas notre surprise, d'autre part, de découvrir des taxons tels que *Senecio incanus* et *Chrysanthemum alpinum*, enracinés comme des lithophiles dans la masse des calc-schistes, alors que ces espèces sont traditionnellement considérées comme des caractéristiques du *Caricion curvulae*.

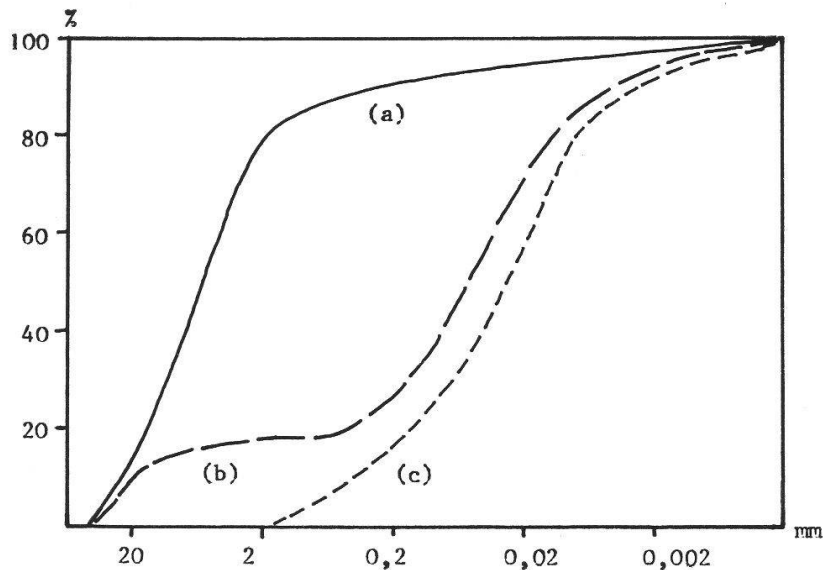


Fig. 2. Courbes granulométriques : a) horizon R (Réglithe) ; b) horizon C ; c) horizon A.

L'analyse granulométrique montre un mélange de deux types d'éléments : la fraction grossière est peu importante (20% de la masse totale) : elle est formée de cailloutis dont la taille et l'aspect anguleux sont identiques à ceux qui constituent la nappe sous-jacente. La fraction fine a une texture limoneuse très prononcée ; l'analyse morphoscopique des sables montre que les grains de quartz ont une forme anguleuse mais présentent en surface un piquetis éolien caractéristique. Leur transport par le vent, sur de faibles distances, ne fait aucun doute.

L'ensemble de cette formation a probablement une double origine : d'une part une altération du gélifrac sous-jacent et sa réduction en particules sableuses et limoneuses ; d'autre part un remaniement et éventuellement un enrichissement par apports éoliens.

La partie supérieure du profil (A) est constituée d'un horizon noir, fortement humifère, à structure microgrenue, dont l'épaisseur varie entre 20 et 25 cm. La granulométrie de la matière minérale montre une absence totale de matériel grossier (fig. 2) : la texture limoneuse est identique à celle de l'horizon précédent. Le pH, de 7,4, est nettement basique, tandis que le rapport acides humiques/acides fulviques est de 0,91. Ces quelques données permettent de classer ce type de sol dans la catégorie des sols humiques alpins, dont le développement est favorisé par la présence d'un horizon C, limoneux et riche en bases (pH de 7,7).

Malgré une grande homogénéité, l'horizon humique est constitué de deux parties qui n'ont pas le même comportement vis-à-vis de la morphogenèse. Au sommet (A') un lacis très dense de racines constitue un véritable matelas de 10 cm d'épaisseur, qui donne une très forte cohésion au sol ; à la base cette armature disparaît et le sol prend une consistance pulvérulente (A'').

L'étude des biomasses, réalisées dans un carré de 40 cm sur 40 cm, montre (tableau II) que la rhizomasse est dix fois plus élevée que la phytomasse¹. Ce chiffre dépasse ce qui pouvait être prévisible dans nos régions.

TABLEAU II
Biomasse
(transect du col Girardin)

| | phytomasse (p) | rhizomasse (r) | % $\frac{p}{r}$ |
|---|----------------|----------------|-----------------|
| 1) Groupement à <i>Elyna spicata</i> et <i>Carex curvula</i> ssp. <i>rosae</i> 40 × 40 cm | 58,05 | 613,55 | 9,5 |
| 2) Groupement à <i>Festuca varia</i> et <i>Festuca violacea</i> 50 × 10 cm | 28,36 | 100,65 | 28 |
| 3) <i>Thlaspietum</i> 200 × 200 cm | 0,85 | 0,90 | 94 |
| 4) Stades pionniers <i>Thlaspietum</i> (<i>Linaria</i> , <i>Thlaspi</i> , <i>Ranunculus</i>) | 4,98 | 2,24 | 222 |
| 5) <i>Salicetum herbaceae</i> | 20,88 | 84,40 | 25 |
| (Matière végétale récoltée le 8 août 1974 ; résultats exprimés en g de matière sèche.) | | | |

Rappelons à ce propos que MOONEY et BILLINGS (1961) ont vérifié, par exemple, que la partie souterraine de la plupart des dicotylédones alpines ont un poids sec supérieur à celui des pousses aériennes (2 à 6 fois). Quoiqu'il en soit exactement, nos mesures semblent confirmer les hypothèses formulées par ces mêmes auteurs, à savoir que :

1. Dans les prairies humides des stations alpines (ce qui est le cas, par exemple, du *C u r v u l e t u m e l y n e t o s u m*), la reproduction végétative par rhizome et stolon est beaucoup plus commune que la reproduction sexuée.
2. Un vaste réseau radiculaire rhizomateux serait plutôt caractéristique d'espèces arctiques qu'alpines : or notre groupement compte un certain nombre de représentants arctiques : *Elyna spicata*, *Polygonum viviparum*, *Silene acaulis*, etc.

¹ Toutes les biomasses ont été récoltées à la même date : le 8 août 1974. Les résultats traduisent donc l'état de la végétation à cette date précise.

L'attaque et la destruction de la pelouse se fait suivant deux processus : une dégradation interne par développement de nécroses, une dégradation marginale par érosion régressive depuis les bords de la combe à neige. Ces deux processus peuvent d'ailleurs se combiner pour accélérer la destruction, comme c'est le cas le long du transect que nous avons choisi.

Les nécroses qui accidentent la pelouse sont de forme et de dimensions variables. Certaines sont de simples échancrures d'une vingtaine de centimètres de diamètre, la plupart cependant se présentent comme des déchirures de quelques dizaines de centimètres de large et dont la longueur dépasse fréquemment le mètre. Leur profondeur est en général comprise entre 10 et 20 cm ; le fond est formé par la base de l'horizon A (A'') qui apparaît à nu et très pulvérulent. Dans de nombreux cas, il est colonisé par quelques individus de *Salix retusa* var. *serpyllifolia*. Quelle est l'origine de ces nécroses, quelle est leur évolution et quels sont les processus qui en rendent compte ?

Les observations que nous avons effectuées nous permettent d'avancer quelques hypothèses. Pour leur formation, il est nécessaire que le tapis végétal et en particulier la rhizosphère qui maintient fortement la partie supérieure du sol soit détruite. Plusieurs causes peuvent être invoquées. La plus importante est certainement liée au pâturage des ovins, qui arrachent des touffes et détruisent la continuité du tissu racinaire. La foudre, lorsqu'elle tombe, peut avoir une action du même type. Sur les crêtes du Vercors nous avons pu voir, après des orages, les pelouses des crêtes véritablement labourées par des sillons de plusieurs mètres de long : des phénomènes identiques doivent sans doute se produire sur les hauteurs de la région. Enfin l'action du gel pourrait être également le point de départ de nécroses ; quoique les phénomènes périglaciaires soient ici très rares, son intervention n'est pas à exclure totalement. Une fois la déchirure pratiquée, l'accroissement de la nécrose se fait essentiellement grâce à l'érosion éolienne qui s'attaque à la partie la plus fragile du sol, la base de l'horizon A. Là encore, le gel, par les pipkrakes, peut intervenir, pour ameublir les surfaces d'attaque. Enfin le suintement des eaux d'infiltration peut agir dans le même sens. Le développement des nécroses, conduit-il à une destruction irrémédiable de la pelouse, l'érosion peut-elle se développer indéfiniment ? Certainement pas : dans la plupart des cas une « cautérisation » est effectuée par le *Salix retusa* (remarques déjà faites par J. BRAUN-BLANQUET 1954, pp. 67-68). Sa présence ralentit l'érosion éolienne et permet la colonisation par d'autres espèces, et à terme un retour à la pelouse fermée. Ainsi, si elles ne sont pas trop nombreuses au départ, les nécroses ne sont que des accidents momentanés qui s'intègrent dans l'équilibre dynamique de la pelouse.

L'érosion régressive depuis les bords de la combe à neige est beaucoup plus efficace. La pelouse se termine à l'aval par une marche d'une vingtaine de centimètres de haut très continue, dont le tracé fort sinueux est grossièrement perpendiculaire à la plus grande pente. Elle domine à l'aval une zone de forte érosion aréolaire (voir plus loin) et constitue

le front d'érosion de la pelouse. Son pied (A'') est souvent surcreusé d'une bonne dizaine de centimètres à la base de l'horizon A et surtout dans l'horizon C limoneux, très facilement mobilisé par l'érosion éolienne. La partie supérieure, maintenue cohérente par le matelas de racines, reste en surplomb un certain temps avant de s'effondrer par paquet sous l'effet de son propre poids (cf. BRAUN-BLANQUET 1954, p. 67). Les mécanismes d'érosion sont les mêmes que ceux qui agissent dans les nécroses : il faut cependant y ajouter les eaux de ruissellement et en particulier les eaux de fonte des neiges. Celles-ci constituent un puissant agent d'évacuation du matériel, dans la mesure où le système est ouvert vers l'aval, ce qui n'est pas le cas dans les nécroses qui constituent un système presque fermé et où le seul moyen d'évacuation est la voie éolienne.

Dans ce processus d'érosion régressive, les nécroses trouvent leur place et contribuent à en accentuer les effets. Tel est le cas sur le transect, où elles se développent à proximité du front de la pelouse : le recul de ce dernier tend à les intégrer au système d'érosion ouvert. Il est d'ailleurs remarquable que les déchirures de la pelouse soient très abondantes directement à l'arrière du front d'attaque. Il ne s'agit certainement pas d'un hasard : l'appel au vide provoqué par la forte érosion peut occasionner des ruptures dans la rhizosphère qui seront rapidement mises à profit.

B. L'adret de la combe à neige

Le front de la pelouse marque une coupure brutale dans le paysage : on passe en effet de formations végétales fermées à des formations très ouvertes, où la matière minérale occupe soudain une large place. Cet aspect général du versant ne saurait pourtant masquer le fait qu'il existe deux types d'organisation bien différents : un secteur à marches et un secteur à glacis.

1. Le secteur à marches : groupement à *Festuca varia* et *F. violacea*

Les secteurs à marches se développent sur les deux tiers supérieurs du versant : la pente générale est de 22°. La topographie de détail est marquée par une série de petites marches de 5 à 15 cm de haut, de végétation disposée en guirlandes, et de zones nues couvertes de cailloutis. La topographie est en effet taillée totalement dans le matériel des nappes périglaciaires. Ici, s'ils ont existé, les horizons superficiels ont été décapés suivant les mécanismes analysés plus haut, et ce sont les éléments hérités des phases plus froides qui sont repris par la dynamique actuelle. Celle-ci est caractérisée par un glissement lent et pelli-culaire des plaquettes de cailloutis sous l'effet de la dynamique nivale, des eaux de ruissellement et surtout des eaux de fonte. L'organisation générale en guirlandes de la végétation est alors le reflet de l'opposition qu'elle offre aux mouvements des débris. Ces derniers ne sont d'ailleurs

pas réguliers sur tout le versant, ce qui se traduit par de petites variations locales dans la forme, la densité et la continuité des guirlandes.

Il est ainsi possible de distinguer deux types de guirlandes : celles à tracé rectiligne, qui sont souvent assez longues (plus du mètre), et celles à convexité vers l'aval bien marquée et qui sont en général plus courtes. D'une façon générale, ce second type de guirlandes est associé à des plages de cailloutis qui, à l'amont, sont de forme concave, avec accumulation de matériel à l'arrière de la touffe de végétation qui se comporte comme un véritable obstacle. La forme convexe tient à l'irrégularité des pressions exercées, donc à des vitesses de transit du matériel variables dans l'espace : les déplacements sont assurés dans les chenaux bien délimités qui séparent les différentes touffes et qui se terminent à l'aval en véritables petits cônes de déjection. L'évolution de telles guirlandes se fait par rupture de la partie la plus bombée, située dans l'axe de l'écoulement, et par la mise en place d'un nouveau chenal qui évacue les débris accumulés à l'amont de la touffe. C'est d'ailleurs l'abondance des chenaux qui explique le faible développement latéral de ce type de marches.

Les guirlandes rectilignes sont associées à des glacis amont en pente très régulière ; les touffes de végétation ne forment qu'un obstacle très réduit à la progression des débris. Celle-ci ne se fait d'ailleurs plus par chenaux, mais sur toute la surface, en véritable nappe qui passe par-dessus les guirlandes sans en affecter le tracé, puisque les pressions exercées sont partout identiques.

Il est remarquable que les deux types ne se répartissent pas au hasard le long du transect. Les premières qui correspondent à une dynamique plus linéaire, se situent dans le secteur amont et médian du versant, les secondes où les mouvements sont plus uniformes, se localisent surtout dans le secteur basal.

La végétation qui compose les guirlandes appartient au groupement à *Festuca varia* et *Festuca violacea*, qui ne pose pas moins de problèmes que le précédent du point de vue de sa composition floristique et de son rattachement à des unités supérieures, si on le considère de manière isolée. Il n'est en effet pas possible de comprendre la genèse et l'évolution de ce groupement floristiquement pauvre et peu individualisé, si l'on ne tient pas compte de ceux qui l'entourent. D'autre part l'ampleur des surfaces couvertes par les marches est telle que l'on est tenté d'en faire un groupement autonome. Aussi la discussion que nous allons développer n'aura qu'une portée limitée, si l'on veut se souvenir que nous n'avons travaillé qu'à l'intérieur d'un seul individu d'association. Outre le tableau I, le relevé 74.08.08.10 donne la composition floristique globale de la surface étudiée :

Relevé 74.08.08.10 :

Exposition : SW ; surface : 25 m² ; pente : 20° ; recouvrement : 15 %.

Festuca varia (Haenke) Hack. P. 2.3 ; *Festuca varia* (Haenke) Hack. N.P. 1.3 ; *Festuca rubra* L. ssp. *violacea* Hack. 2.3 ; *Poa alpina*

L. 1.2; *Galium helveticum* Weigel 2.2; *Petrocallis pyrenaica* (L.) R.Br. 1.2; *Achillea nana* L. 1.1; *Arenaria ciliata* L. ssp. *moehringioïdes* Mun. +; *Gentiana verna* L. ssp. *eu-verna* P.F. +; *Taraxacum officinale* Weber ssp. *alpinum* Hoppe +; *Leontodon montanus* Lmk. +; *Erigeron alpinum* L. +; *Linaria alpina* (L.) Miller +.

Parmi les groupements qui recouvrent le flanc sud du col Girardin, on remarque, entre autres, le *Seslerio-Avenetum* Guin. 1938, ainsi que le *Berardio-Brassicetum repandae* Guin. 1938. Or si on examine la situation phytosociologique de *Festuca varia* s.l.¹ dans le travail de M. GUINOCHET, on s'aperçoit que ce taxon est considéré de plusieurs manières: comme espèce compagne du *Berardio-Brassicetum* (p. 115), stade intermédiaire entre *Thlaspietum rotundifolii* et *Seslerio-Avenetum*, ou faciès fragmentaire du *Seslerio-Avenetum* (pp. 107 et 287), différentielle du *Caricetum curvulae elynetosum* par rapport au *Caricetum curvulae typicum* (p. 412). En outre, AUBERT et al, signalent (1965) l'existence du *Festucion varia* Br.-Bl. 1925 dans la région du col de Vars. Enfin, le tableau I montre bien l'existence, au sein de notre groupement, de deux catégories de transgressives appartenant au *Thlaspietum rotundifolii* (*Galium helveticum*, *Petrocallis pyrenaica*, *Thlaspi rotundifolium*) et au *Salicion herbaceae* (*Gnaphalium supinum*, *Taraxacum alpinum*, *Veronica alpina*). L'existence de ces dernières en dehors de la zone morphologique de la combe à neige, montre bien que le seuil biologique précède topographiquement (dans le sens amont-aval) le seuil morphologique.

On comprendra aisément qu'au terme de cette discussion il ne nous soit pas possible de proposer de statut phytosociologique précis pour ce groupement. On peut cependant noter que certaines espèces se distribuent assez étroitement en fonction de certains caractères morphologiques. De l'amont à l'aval on rencontre :

- une zone sans *Poa alpina*, qui semble correspondre au secteur d'attaque du front de la pelouse fermée et à l'épandage du matériel issu de l'érosion de l'horizon A et de l'horizon C ;
- une zone avec *Poa alpina*, c'est celle des guirlandes convexes, où le cheminement des débris se fait par des chenaux ;
- une guirlande avec les espèces transgressives de la combe à neige, où les guirlandes sont préférentiellement rectilignes et soumises à une dynamique aréolaire.

Cette superposition de coupures à la fois biologiques et morphologiques est peut-être fortuite : dans le cas contraire les déterminismes de cette corrélation mériteraient d'être analysés avec plus de précision.

¹ Nous disons bien *Festuca varia sensu lato*, un travail récent (M. C. ROUGEOT 1974) ayant montré la complexité de ce groupe et la quasi-impossibilité de rapporter des individus isolés à l'une quelconque des variétés décrites par St-Yves. En outre l'existence de trois cytotypes (2x, 4x et 6x) exigerait que l'on ait déterminé celui des populations du col Girardin.

En outre, l'examen du tableau I révèle que la distribution des fétuques ne paraît pas aléatoire le long du transect. On remarque en effet que le *Festuca varia* NP (= non prumineux) se développe toujours à proximité du groupement à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosae* et qu'il est souvent associé au *Petrocallis pyrenaïca*. En aval apparaît le *Festuca varia* P (= prumineux). C'est seulement plus bas que se manifeste le *Festuca rubra* ssp. *violacea*. A proximité du *Salicetum herbaceae* on observe l'apparition de quelques espèces transgressives de la combe à neige (marquées d'une astérisque); on note aussi la présence très constante de *Poa alpina* et *Galium helveticum* qu'on peut considérer comme transgressives du *Thlaspietum rotundifolii*.

Enfin, il n'est pas sans intérêt d'indiquer que seuls quelques individus de *Festuca varia* P ont réussi à se maintenir en culture à Besançon au contraire des individus NP que nous n'avons pas réussi à faire reprendre. Ces différences de comportement ne sont peut-être pas sans relations avec les différences de localisation.

Pour l'étude des biomasses du groupement, nous avons déterré entièrement une guirlande convexe et il nous a été permis de voir l'organisation du système racinaire. Directement à l'amont de la marche, il ne commence qu'à quelques centimètres en dessous d'une accumulation de cailloutis, sans matrice fine. Il se développe alors sur une quinzaine de centimètres de profondeur, et il forme un lacis très dense, où le matériel humifère est abondant. Cet aspect se prolonge à l'amont sur une vingtaine de centimètres, avec une légère diminution d'épaisseur (de 15 à 10 cm). Puis brutalement le lacis s'amenuise et se réduit à une véritable toile d'araignée, un filet situé à 4 ou 5 cm de la surface du sol assure un véritable ancrage de la touffe à l'amont. Au bout d'une cinquantaine de centimètres, seules quelques radicelles isolées s'étendent en dessous de la marche située immédiatement à l'amont. Le développement important de la rhizosphère est bien mis en évidence par les chiffres des biomasses : la phytomasse représente un peu plus du quart de la rhizomasse. Par rapport aux chiffres obtenus pour la pelouse, il apparaît cependant que la rhizomasse est ici moins développée, ce qui peut paraître paradoxal, dans un secteur où seule la vigueur de l'enracinement permet de lutter contre la dynamique érosive. Peut-être cette vigueur tient-elle plus à l'organisation du tissu racinaire dans l'espace qu'à son importance en poids.

2. Le glacis de base : *Thlaspietum rotundifolii*

Le tiers inférieur du versant nord de la combe à neige est occupé par un glacis de quelques mètres de long qui assure la transition entre le secteur à marches et le fond de la combe. La végétation est ici extrêmement réduite, le taux de couverture est inférieur à 5% : le groupement appartient au *Thlaspietum rotundifolii*, dont les transgressives figuraient sur les glacis séparant les marches du groupement précédent. L'association ne présente pas ici de caractères parti-

culiers : elle est installée sur une topographie très régulière dont la pente générale est de 19° et où les cailloutis de gélifraction en transit forment un film continu. Au niveau de la biomasse nous avons été quelque peu surpris de constater que la phytomasse égalait presque la rhizomasse. Ce résultat allait à l'encontre de nos prévisions. Mais notre surprise fut encore plus grande, lorsqu'en ne considérant que les espèces les plus pionnières (ex. *Thlaspi rotundifolium*), nous obtenions un rapport $\frac{\text{Phytomasse}}{\text{Rhizomasse}}$ d'environ 2,2. En effet, connaissant d'une part toute l'importance d'un réseau de racines bien développées pour les fonctionnements des espèces alpines, frappés d'autre part par le chevelu spectaculaire de l'ensemble racinaire, nous pensions que son poids était nettement supérieur à celui de l'appareil aérien. Finalement tout se passe comme si chez ces lithophiles migrants (Schuttwanderer des auteurs allemands) l'énergie n'était pas complètement dévolue à la croissance et à la reproduction végétative, mais qu'au contraire une bonne partie de celle-ci était consacrée à la reproduction sexuée, en particulier lorsque les conditions d'existence deviennent plus dures et que toute concurrence a disparu. Tout paraît donc être mis en œuvre pour que les « places libres » puissent être colonisées le plus rapidement possible et avec un maximum d'efficacité par les espèces les plus adaptées. A ce sujet il est intéressant de constater qu'il existe quelques analogies entre ces espèces et les thérophytes, si l'on considère notamment leur comportement et leur fonctionnement.

3. Le fond de la combe à neige : *Salicetum herbaceae*

Il est constitué par une zone plate de quelques mètres de largeur, qui se raccorde doucement au glacis du versant nord. Il est formé par une accumulation de cailloutis dont bon nombre sont de taille décimétrique et ne proviennent donc pas du versant mais du fond de la combe. Nombre d'entre eux sont redressés à la verticale, ce qui témoigne certainement de mouvements de géliturbation assez importants. La végétation, qui apparaît sur l'adret dès que la pente est inférieure à 12°, est relativement abondante sans toutefois donner une formation fermée. Les espèces sont typiques d'une combe à neige acide, ainsi que le révèle l'examen du relevé 74.08.08.09 :

Relevé 74.08.08.09 :

Surface : 2 m² ; pente : 2° ; recouvrement : 45 % ; exposition : WNW.

Salix herbacea L. 1.3 ; *Gnaphalium supinum* L. 2.3 ; *Taraxacum officinale* Weber ssp. *alpinum* Hoppe 2.1 ; *Veronica alpina* L. 1.1 ; *Saxifraga androsacea* L. + ; *Achillea nana* L. + ; *Cirsium spinosissimum* (L.) Scop. + ; *Arenaria ciliata* L. ssp. *moehringioides* Mun. + ; *Carex nigra* + ; *Sagina Saginoïdes* (L.) H. Karsten +.2 ; *Potentilla* sp. + ; *Trifolium Thalii* Vill. 2.2 ; *Myosotis silvatica* (Ehrh.) Hoffm. ssp. *alpestris* Schmidt + ; *Festuca rubra* L. ssp. *violacea* Hack. 3.2 ; *Poa alpina* L. 2.2.

Le sol est de type ranker. La répartition des biomasses est à peu près semblable à celle du groupement à *Festuca varia* et *Festuca violacea*, avec un rapport $\frac{\text{phytomasse}}{\text{rhizomasse}}$ voisin de 25 %.

C. L'ubac de la combe à neige

Groupement à *Festuca varia* et *Festuca violacea*

Il est beaucoup moins développé que le précédent, puisqu'il ne fait que quelques mètres de long. Sa pente générale est également moins forte (12°). Il est cependant composé de deux parties différentes. Au sommet on retrouve un élément de pelouse identique quant à sa composition à celle du sommet de l'adret (groupement à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosae*). De même le manteau superficiel est composé de trois parties déjà décrites. Cette identité, particulièrement au niveau des horizons C et A, pose le problème d'une ancienne continuité des formations superficielles, qui aurait été rompue par l'élaboration de la combe à neige, ou si celle-ci existait déjà lors du dépôt des limons éoliens, par une reprise d'érosion vigoureuse. A l'aval de cette petite butte, et jusqu'au fond de la combe, le versant est marqué par la présence de marches, dont la composition floristique est identique à celles de l'autre versant : la distinction entre deux types ne peut être faite ici.

II. L'ENSEMBLE DU VERSANT

L'analyse de la combe à neige offrait un grand intérêt dans la mesure où, sur quelques mètres, se trouvaient juxtaposés des milieux morphologiques et biogéographiques très différents. Malgré le changement d'échelle, on retrouve certains de ces aspects sur la totalité du versant développé au sud de l'arête, qui conduit du col à la Tête-Girardin. Cependant, même si une zonation à peu près identique peut être mise en évidence (voir fig. 3), quelques modifications apparaissent.

La pelouse fermée appartient toujours au groupement à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosae*. Elle occupe la partie supérieure du versant dont elle atteint parfois la crête elle-même. Ailleurs sur quelques mètres de largeur, en bordure immédiate de cette crête, elle cède la place à une formation beaucoup plus ouverte. Il en est de même dans les petits cols, où l'effet de buse crée des conditions très contraignantes. Dans les deux cas, la vigueur des actions éoliennes n'a certainement pas permis le dépôt des limons, ni le développement d'une pelouse fermée. Le paysage de désert minéral, formé de plaquettes de gélifraction maigrement colonisées par les espèces du *Thlaspietum*, ne résulte peut-être pas d'une dégradation, mais d'une impossibilité écologique du groupement à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosae* à coloniser de tels milieux.

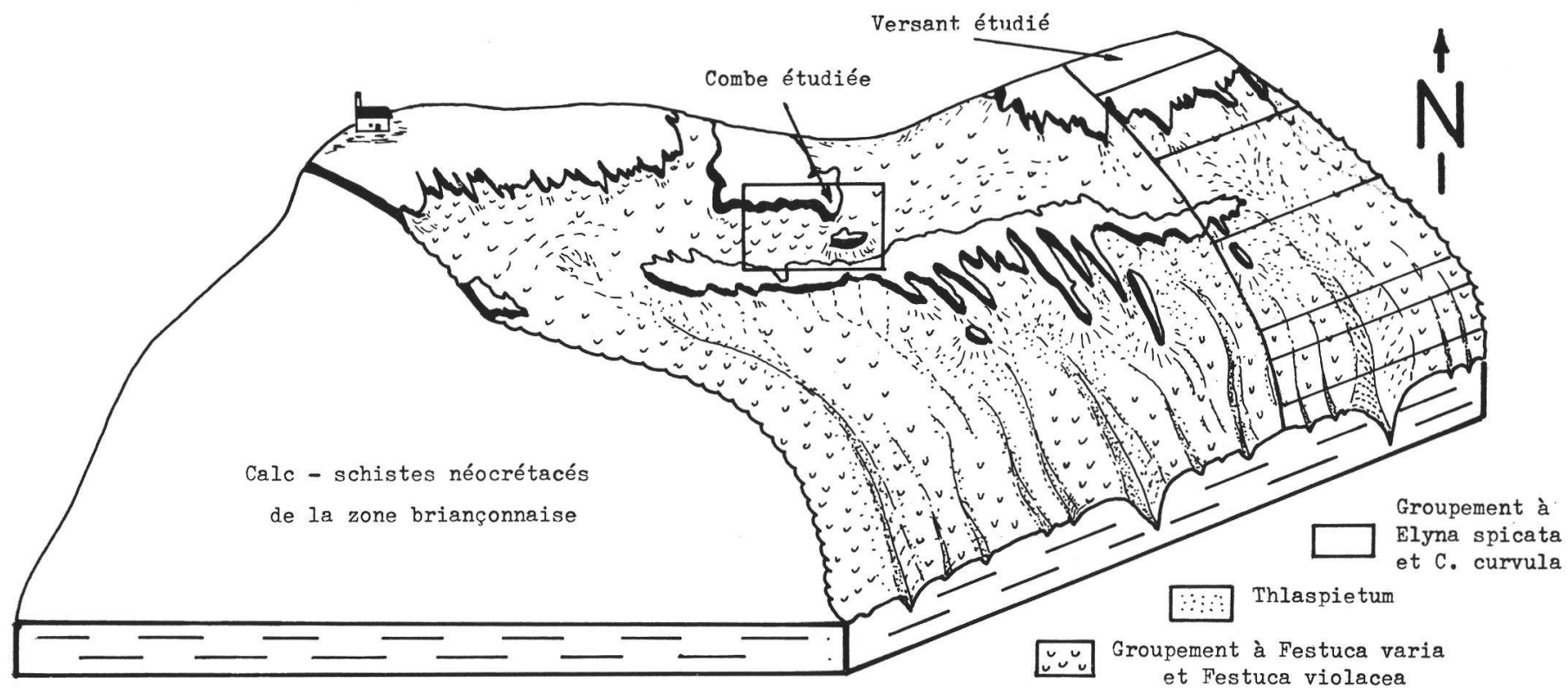
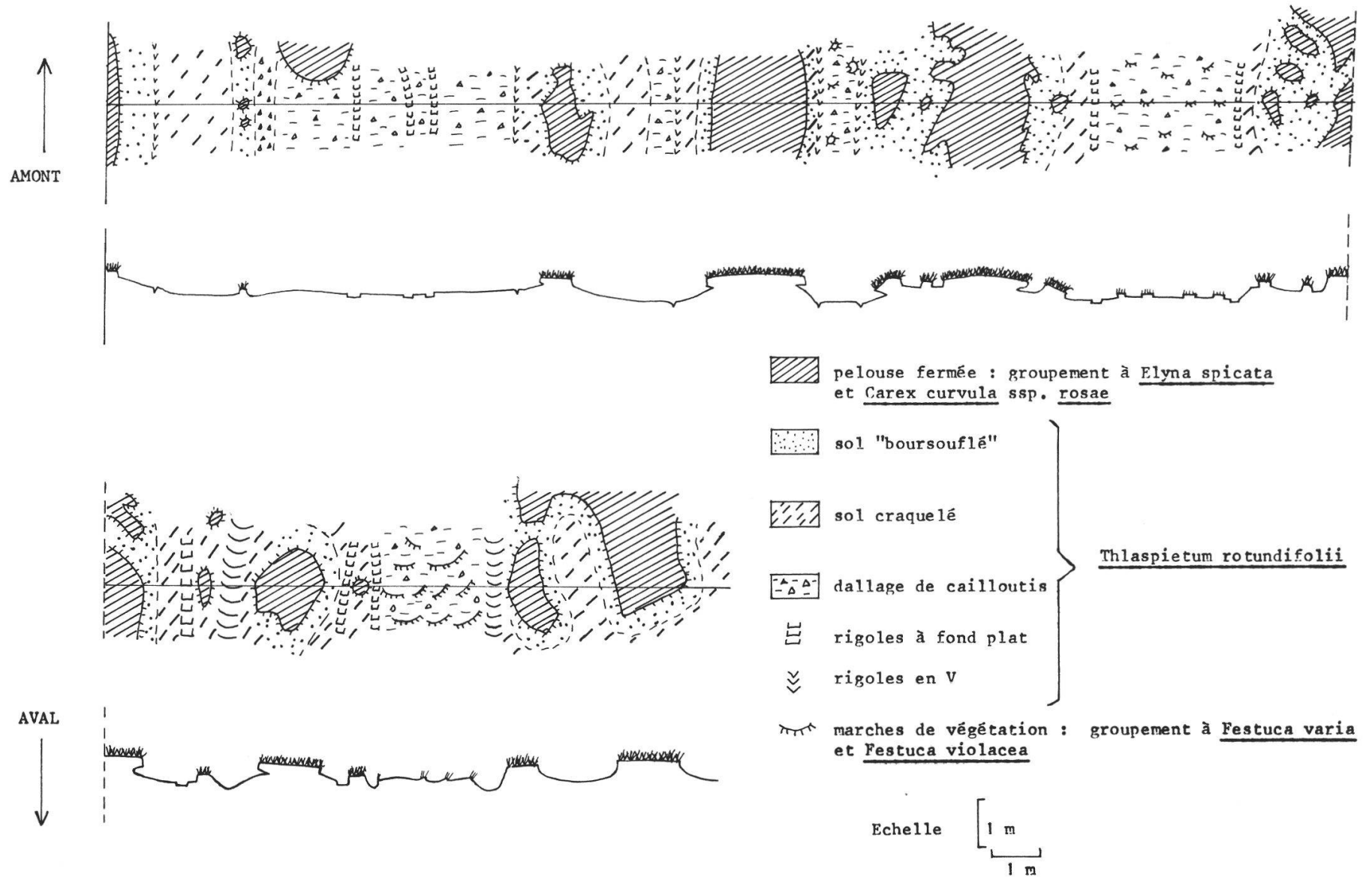


Fig. 3. Bloc diagramme semi-schématique montrant le degré d'altération des versants et l'état actuel de la végétation près de la chapelle du Col Girardin.

La largeur sur laquelle se développe la pelouse est très variable : de 50 m à plus de 200 m. Vers l'aval elle se termine en effet par une bordure extrêmement festonnée, qui détermine une série de langues et de rentrants. Ce secteur, où se juxtaposent des lambeaux de végétation fermée et des chenaux d'érosion, constitue la zone d'attaque de la pelouse. Un transect réalisé perpendiculairement à la plus grande pente en montre la complexité (fig. 4). Les lambeaux de pelouse occupent environ un quart de l'espace ; ils constituent soit des langues encore rattachées aux pelouses amont, soit séparées d'elles par d'étroits chenaux aux contours sinueux, soit enfin de véritables buttes totalement isolées. Leur bordure correspond à un front de 20 à 30 cm de haut, qui est taillé à la fois dans l'horizon A du sol et dans la passée limoneuse, qui est très souvent surcreusée. Le tracé de cette marche est extrêmement sinueux, il est d'ailleurs souvent précédé par de petites buttes de pelouses détachées des lambeaux principaux. Il s'agit de touffes, qui se sont effondrées, sous l'effet du surcreusement basal : leur conservation momentanée, tient à la forte cohésion du sommet et de l'horizon A, armé par le tissu racinaire. Dans la coupe du transect, on remarque que tous les lambeaux de pelouses, à l'exception de ceux qui sont basculés, se situent au même niveau. Dans l'espace on peut tous les relier par un plan régulier dont la pente générale est ici comprise entre 19° et 23° . C'est dans ce plan que s'incrustent les chenaux qui séparent les différents éléments de pelouse. Leur largeur est très variable : de 1,5 m à plusieurs mètres ; mais quelle qu'elle soit, la profondeur ne dépasse pas 40 à 50 cm. Les fonds sont plats, avec une pente régulière comprise entre 18° et 25° . Ils peuvent être également reliés par un plan qui serait parallèle à celui de la pelouse. Dans le détail, ils se composent de plusieurs éléments. L'essentiel est occupé par de vastes glacis, dont la surface très lisse est formée d'un dallage de cailloutis provenant des nappes de gélifraction sous-jacentes, mélangées à une matrice limono-sableuse de l'horizon C du substratum de la pelouse. Le brassage et le transport superficiel de ces deux éléments sont assurés pour l'essentiel par l'écoulement aréolaire des eaux de fonte des neiges. Quelques traces d'érosion linéaire existent cependant dans chaque chenal ; elles consistent en de petites rigoles de 2 à 5 cm de profondeur dont le profil transversal peut être de trois types. Un certain nombre ont un profil en V, leur largeur ne dépasse pas 5 à 7 cm. La plupart ont un fond plat de 10 à 30 cm de large, elles sont alors encombrées de cailloutis, débarrassés de leur matrice fine. Ces deux premiers types sont génétiquement liés, les seconds correspondent à l'élargissement des premiers. En effet, le ruissellement peut, dans un premier temps, créer des incisions, par entraînement des éléments les plus fins ; mais le processus est rapidement bloqué par la présence de la fraction la plus grossière qui n'est pas mobilisée et qui encombre le fond de la rigole. La puissance des eaux de ruissellement sera alors utilisée à l'érosion latérale. Le troisième type est représenté par deux petits chenaux en berceau, qui dénotent d'une plus grande vigueur de l'érosion linéaire (alimentation localement plus importante en eaux de ruissellement ?). Quelle que soit leur profil

Fig. 4. Transect (perpendiculaire à la pente) de la zone d'attaque de la pelouse.



transversal, ces formes ont un développement linéaire peu important ; en général elles ne durent que quelques mètres et se terminent à l'aval par une série de petites incisions anastomosées. Ce sont pourtant elles qui sont les principaux responsables du façonnement aréolaire des chenaux. Localement, d'autres petits accidents apparaissent : il s'agit de marches de végétation perpendiculaires ou obliques par rapport à la pente générale. De longueur variable, elles ont une hauteur moyenne de 5 cm, et leur tracé est relativement rectiligne, ce qui traduit un glissement uniforme du manteau de débris superficiel. Leur composition floristique est fort simple, puisque l'on y rencontre que *Festuca violacea* et *Festuca varia* NP. On a noté, d'autre part, tôt le matin, la présence de plages de givre au centre de certaines touffes de forme ronde, dont seul l'intérieur se nécrose par la suite, entraînant un développement en anneau de diamètre croissant. A titre d'hypothèse on peut considérer que la touffe joue le rôle de mèche pour l'eau du sol, avec une évaporation plus forte à la périphérie de la touffe (donc présence d'eau « en excès » au centre de la touffe), favorisant l'installation de givre et de pikrakes (que nous avons d'ailleurs observés) et provoquant la nécrose des parties centrales. Dans le reste des chenaux la végétation est des plus réduites ; en dehors de quelques petites touffes de *Poa alpina*, seules sont présentes : *Thlaspi rotundifolium*, *Cerastium latifolium*, *Hutchinsia alpina*, *Arenaria ciliata* et *Ranunculus glacialis*.

Le raccord entre le front des lambeaux de pelouses et les chenaux est assuré par de longues concavités qui présentent deux aspects. Dans le secteur amont, la surface du sol est formée de bourrelets de terre noire très pulvérulente, surtout formée de matière organique issue de l'horizon A du sol de la pelouse. Le secteur aval est de couleur plus jaune, très lisse, mais fortement craquelé par des fentes de dessiccation de 2 à 3 cm de profondeur : il correspond surtout à l'épandage des limons de l'horizon C.

La zone des langues de végétation correspond donc à un démantèlement de la pelouse sous l'effet d'une puissante érosion aréolaire, qui retrouve peu à peu le sommet des nappes périglaciaires. La disparition du manteau pédologique d'une part, la mise en place d'une dynamique morphologique puissante d'autre part, imposent des substitutions fondamentales dans les groupements végétaux.

A la zone d'attaque succède, vers l'aval, un secteur beaucoup plus homogène. Il s'agit d'un vaste glaciais, dont la pente est de 22°, et qui est recouvert d'un dallage de cailloutis associés à une matrice limoneuse peu abondante. La végétation très ponctuelle, appartient au *Thlaspietum rotundifolii*.

Dans le détail, la surface est formée d'une série d'ondulations parallèles à la pente, de 1 à 2 m de large, séparées par des ravins en V très évasés, de 40 à 50 cm de profondeur. L'érosion linéaire, tout en étant ici plus active qu'à l'amont, reste cependant secondaire par rapport au façonnement aréolaire de l'ensemble.

Devant une telle surface qui prolonge très exactement, vers l'aval, les chenaux d'attaque de la pelouse, une question se pose immédiate-

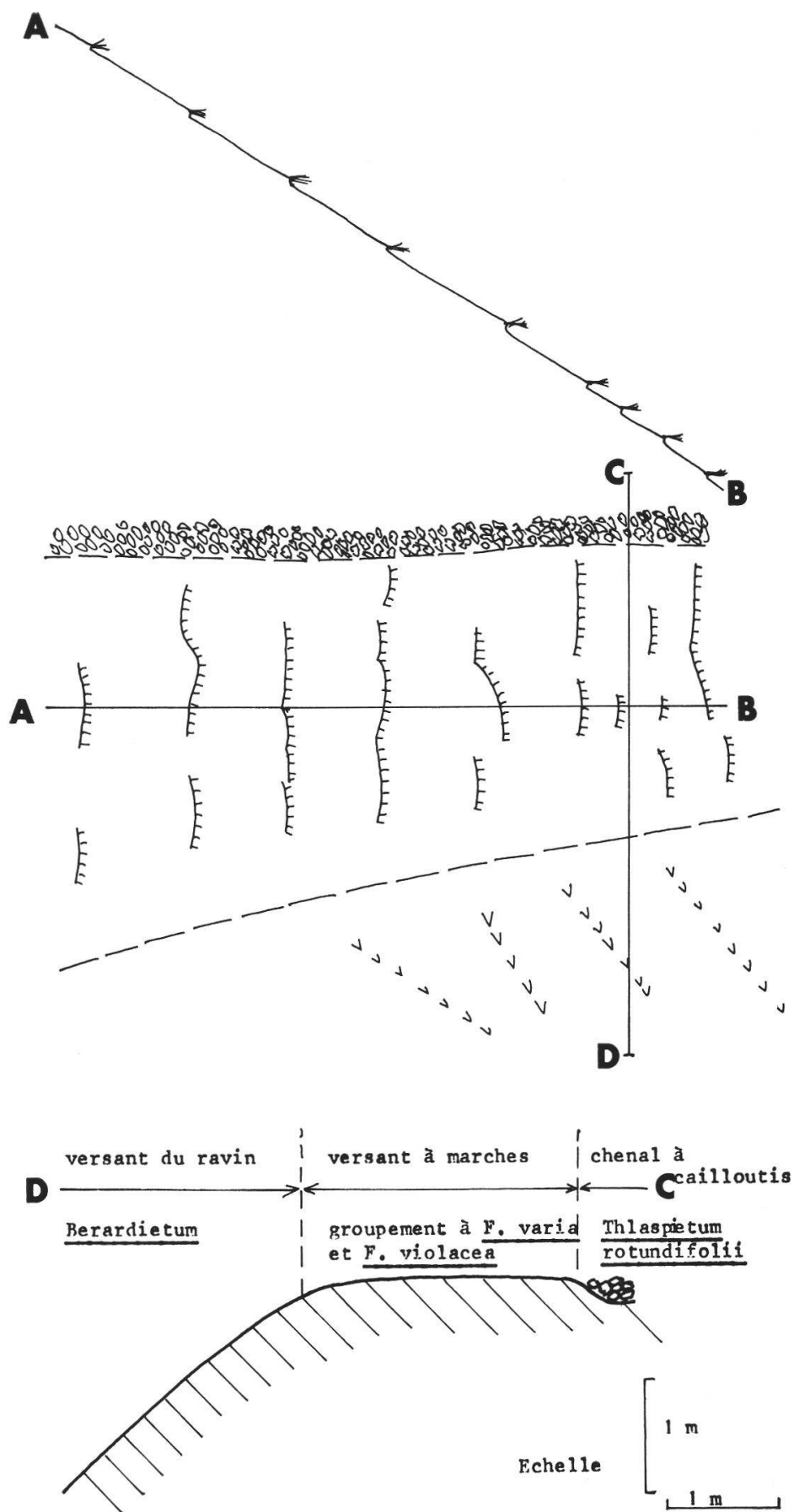


Fig. 5. Versant à marches dans la zone de forte érosion linéaire.

ment : est-ce le stade ultime de l'évolution ? En d'autres termes, y a-t-il eu sur le glacis une couverture herbacée fermée et celle-ci, sous l'effet d'une reprise d'érosion récente, a-t-elle été totalement enlevée ? Une autre hypothèse consisterait à envisager la distribution actuelle de la végétation comme une zonation à peu près stable, soumise seulement à des fluctuations mineures dans la zone frontale de la pelouse fermée.

Le dernier secteur du versant correspond à une zone de très forte érosion linéaire. Celle-ci apparaît brutalement, à l'endroit où la pente du versant s'accélère (en relation avec des phénomènes structuraux ?) et prend des valeurs voisines de 31° . Des ravins de plusieurs mètres de profondeur découpent le versant en plans triangulaires très effilés. Sur ces derniers la végétation est peu abondante, mais elle s'organise en marches perpendiculaires à la pente (voir fig. 5). Les guirlandes sont, au niveau du transect, formées exclusivement de *Festuca violacea* ; elles déterminent des ressauts peu importants (5 à 10 cm de haut). Leur longueur est d'ordre métrique et leur tracé est très rectiligne. En outre, elles se succèdent d'amont en aval tous les mètres avec une remarquable régularité : nous n'avons d'ailleurs aucune explication à proposer à ce phénomène rythmique. Les espaces qui séparent les marches se présentent comme de petits glacis d'érosion aréolaire taillés dans un matériel surtout limoneux, et où les éléments grossiers, en particulier, sont pratiquement absents.

CONCLUSIONS

Ces quelques observations, qui seront complétées ultérieurement, s'ajoutent à celles que nous avons déjà réalisées dans le Vercors et dans le Dévoluy méridional. Elles ont en commun de se situer dans les étages montagnard supérieur, subalpin et alpin, où, pour des raisons naturelles mais aussi artificielles (action de l'homme), nous n'avons affaire qu'à des groupements végétaux plus ou moins ouverts. Au niveau phytosociologique, chacune des régions appartient à des secteurs floristiques différents. L'Ubaye participe déjà au domaine interne des Alpes méridionales : nous voyons ainsi apparaître le groupement à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosae*, absent en tant que tel dans le Dévoluy et *a fortiori* dans le Vercors. Il en est de même pour le groupement à *Festuca varia* et *Festuca violacea*. L'insuffisance du nombre des relevés floristiques nous incite à les multiplier en vue d'obtenir une caractérisation plus opérationnelle de ces groupements.

Quel que soit, par ailleurs, le niveau d'observations (métrique à l'intérieur des associations, décamétrique pour plusieurs associations), le problème essentiel ici est d'apprécier l'état de stabilité ou d'instabilité des divers groupements. Quelle que soit l'échelle d'observation, l'interprétation de leur distribution apparaît en effet la même, sur l'ensemble du versant ou dans la surface plus restreinte de la combe à neige. Dans les deux cas, l'imbrication spatiale de groupements contrastés pose la question de savoir si l'on a affaire à un groupement A compor-

tant des transgressives d'un groupement B, ou si les deux groupements A et B sont étroitement imbriqués en mosaïque. Une réponse valable ne peut être fournie qu'en multipliant les relevés d'une part, et en essayant de mettre en évidence, d'autre part, les rapports dynamiques, qui les unissent à la fois dans le temps et dans l'espace.

Au niveau de l'organisation interne des individus d'association, seul le groupement à *Festuca varia* et à *Festuca violacea* s'organise en structures spatiales apparentes sous l'effet de la dynamique morphologique. Il apparaît, à ce point de vue, comme ayant un comportement analogue à l'Avenion montanae rencontré dans l'étage sub-alpin du versant sud de la Montagne-de-Bure. Les différences de détail tiennent à la fois au comportement spécifique des espèces de chaque groupement, à des nuances certaines dans la dynamique morphologique (en fonction de l'appartenance à des domaines climatiques sensiblement différents), enfin à des variations dans la granulométrie du matériel mis en jeu.

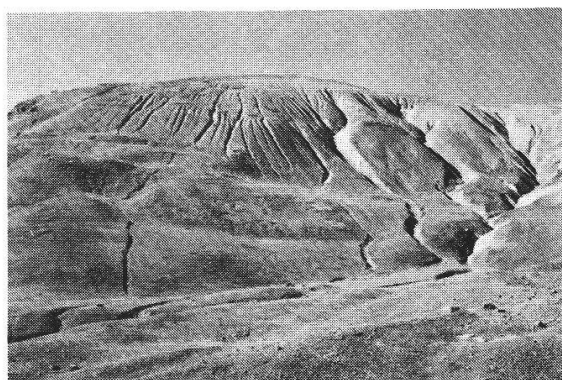
Les quelques mesures de biomasse que nous avons effectuées, nous ont amené à évoquer l'existence de corrélations entre le degré de recouvrement et le rapport phytomasse-rhizomasse le long des versants étudiés. Ainsi se trouve confirmée la réalité de trois types de groupements (conçus comme la résultante de la composition floristique de la dynamique morphologique) que l'on peut résumer selon le tableau III.

TABLEAU III

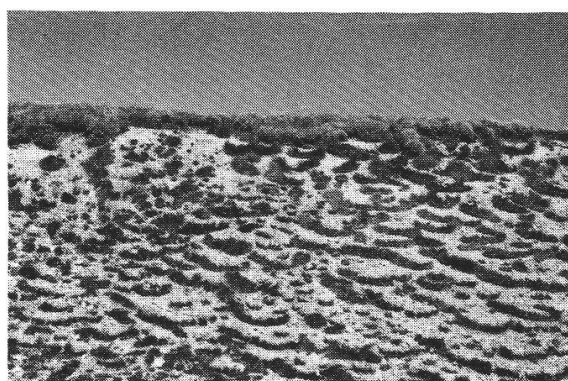
| TYPES BIOGÉODYNAMIQUES | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------|---|
| Végétation | | | Versants |
| Groupements végétaux | Degré de recouvrement % | Rapport phytomasse/rhizomasse | Nature des versants |
| 1) <i>Thlaspietum</i> | 1-20 | 75-200 | <i>Pente forte ou fréquemment rajeunie</i> par des processus qui dégradent brusquement le relief (ruissellement, gel, vent, actions chimiques, gravité, etc.). Lithosols. Terrains largement ouverts. |
| 2) Groupement à <i>Festuca varia</i> et <i>F. violacea</i> | 20-80 | 25-75 | <i>Pentes d'équilibre.</i> Les agents d'accumulation et les agents d'érosion équilibrent sensiblement leur action. Profils de sol généralement de type C ou (A)C. Formation de « places libres ». |
| 3) Groupement à <i>Elyna spicata</i> et <i>Carex curvula</i> ssp. <i>rosae</i> | 80-100 | 10-25 | <i>Pentes faibles.</i> Les faibles pentes permettent la maturation des sols (accumulation de matière organique). La roche mère ou la régolithe n'affleure pour ainsi dire jamais. |



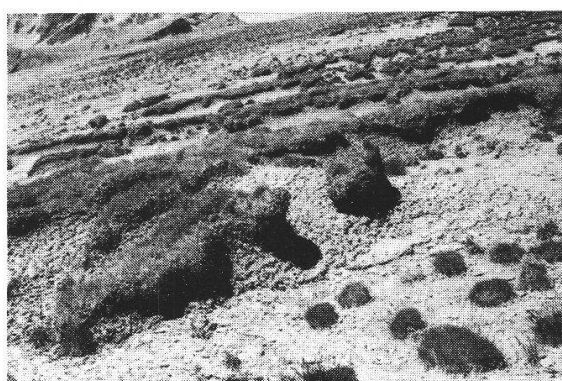
1



4



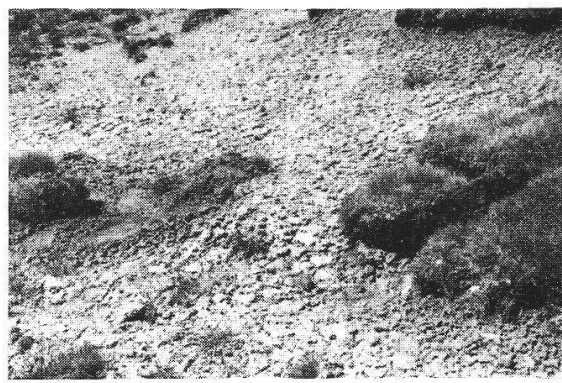
2



5



3



6

Photo 1 La combe étudiée au premier plan (au fond, la chapelle du Col Girardin).

Photo 2 Bordure de la combe étudiée. De haut en bas : cicatrice d'arrachement du groupement à *Elyna spicata* et *Carex curvula* ssp. *rosea*, puis guirlandes à *Festuca varia* et *Festuca violacea* (groupes 1, 2 et 3) y compris le groupe 4 en mosaïque.

Photo 3 Guirlandes à *Festuca varia* et *Festuca violacea* le long du transect étudié.

Photo 4 Le versant étudié (partie supérieure).

Photo 5 Dégradation de la pelouse à *Elyna spicata* et *Carex curvula*.

Photo 6 Reconstitution de la dérive des mottes déchaussées. Cette photo met en évidence l'importance de la base de l'horizon A (voir texte).

Remerciements

Nous exprimons notre vive reconnaissance à MM. les professeurs M. Bidault, Cl. Favarger et J.-L. Richard. Nous souhaitons vivement continuer à bénéficier de leurs critiques comme de leurs conseils.

Résumé

L'analyse phytosociologique détaillée d'une combe à neige avec ses bordures met en évidence plusieurs groupements végétaux. Parallèlement, une étude géomorphologique approfondie permet de mieux comprendre le déterminisme de la végétation et la dynamique interne de quelques associations de l'étage alpin de la Haute-Ubaye. Élargissant leurs recherches aux versants adjacents, les auteurs distinguent trois types biogéodynamiques.

Zusammenfassung

Die genaue phytosociologische Untersuchung eines Schneetälchens und seiner Ränder in alpinen Gürtel des Haute-Ubaye erlaubt es, mehrere verschiedene Artengruppierungen hervortreten zu lassen. Parallel dazu lässt ein vertiefter Einblick in die Geomorphologie und die Wechselwirkungen innerhalb einiger dieser Pflanzengesellschaften erkennen. Indem die Autoren ihre Untersuchungen auf die angrenzenden Hänge ausdehnen gelingt es ihnen drei biogedynamische Einheiten zu unterscheiden.

Summary

The detailed phytosociological analysis of a snowbed and its borders in the Haute-Ubaye Range reveals the existence of several groups of vegetation. Simultaneously, a thorough geomorphological study leads to a better understanding of the internal dynamics of these units. Extending their research to adjacent slopes, the authors discern three biogeodynamic types.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT, G., BOREL, L., LAVAGNE, A., MOUTTE, P. — (1965). Feuille d'Embrun Est (XXXV-38). Doc. Cart. Vég. Alpes 111 : 61-86.
- BRAUN-BLANQUET, J. — (1948). La végétation alpine des Pyrénées orientales. *Comm. Stat. Int. Géobot. Médit. Montpellier* 98 : 1-306.
- (1954). Etude botanique de l'étage alpin. *Trav. Com. Scient. Club Alpin Français*. 153 pp., Bayeux.
- GUINOCHET, M. — (1938). Etudes sur la végétation de l'étage alpin dans le Bassin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). 458 pp., Lyon.
- (1973). Phytosociologie. 227 pp., Paris.
- MOONEY, H. et BILLINGS, W. — (1961). Comparative physiological ecology of arctic and alpine populations of *Oxyria digyna*. *Ecol. Monogr.* 31 : 1-29.
- RITTER, J. et MATHIEU, D. — (1972). Remarques sur la dynamique interne des associations végétales : les relations entre la répartition spatiale des espèces et la géomorphologie. *Ann. Sci. Univ. Besançon, Sér. Bot.*, 3^e sér. 13 : 317-331.
- (1973). Nouvelles remarques sur les relations entre les associations végétales et la géomorphologie. Exemples pris dans le Vercors et le Dévoluy méridional. *Phytocoenologia* (à l'impression).
-