

# **Nouvelles recherches sur les populations alpines et carpathiques d'*Arenaria ciliata* L. sens. lat.**

Autor(en): **Favarger, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **73 (1963)**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-51556>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Nouvelles recherches sur les populations alpines et carpathiques d'*Arenaria ciliata* L. sens. lat.

Par C. Favarger

Institut de botanique, Université de Neuchâtel

Manuscrit reçu le 29 janvier 1963

Dans un travail précédent (Favarger, 1960), nous avons montré que l'espèce collective *Arenaria ciliata* L. était représentée dans les Alpes par des plantes tétraploïdes<sup>1</sup> ( $2n = 40$ ), octoploïdes ( $2n = 80$ ), dodécaploïdes ( $2n = \text{env. } 120$ ) et 24-ploïdes ( $2n = \text{env. } 240$ ) et nous avons recherché une corrélation entre la valence chromosomique d'une part, la distribution géographique, l'écologie et la morphologie d'autre part, dans le but de préciser la valeur taxinomique de nos « races chromosomiques ». Si nous n'avons pas éprouvé de difficultés à montrer que la « race » tétraploïde correspondait à la ssp. *moehringioides* Murr., tandis que la « race » octoploïde recouvrait à peu près la ssp. *ciliata* = ssp. *tenella* (Kit.) Br. Bl., en revanche, il faut convenir que les plantes dodécaploïdes et 24-ploïdes se laissaient plus difficilement ramener à des taxa reconnus. Pour les dernières, nous avons proposé le nom provisoire de ssp. *bernensis*, mais il nous était impossible à ce moment de dire si les plantes à  $n = 120$  ne représentaient que des individus isolés (cytotypes) ou une véritable population. La même remarque s'applique aussi à la « race » dodécaploïde dont deux individus seulement avaient été détectés dans le canton des Grisons.

Les recherches poursuivies depuis lors nous ont permis de réunir des données nouvelles qui, d'une part confirment et précisent les faits établis en 1960 et d'autre part, vont nous permettre de mieux définir le rang taxinomique de la race à  $n = 120$ .

## PARTIE I

### Exposé des résultats

#### 1. Plantes à $2n = 40$ (« race » tétraploïde)

Des individus des provenances suivantes ont été reconnus tétraploïdes :

1. Vallon de la Minière de Tende (Alpes maritimes) Leg. Ch. Terrier;

<sup>1</sup> Le nombre  $2n = 40$  est un nombre tétraploïde par rapport à  $x = 10$ , qui est un des nombres de base du genre *Arenaria* (cf. Favarger, 1963a); mais si l'on ne considère que le groupe de l'*A. ciliata* (y compris les formes nordiques) on pourrait aussi le tenir pour diploïde.

2. Ghigo (Val Germanasca) Leg. J. P. Brandt et L. Zeltner;
3. Monte Baldo Leg. E. Senaud;
4. Rossalpe (Pragser Dolomiten) Leg. C. Favarger;
5. Alpe Siegel (Säntis) Leg. L. Zeltner.

Morphologiquement, toutes ces plantes appartiennent à la ssp. *moehringioides* Murr.<sup>2</sup> Celle-ci possède donc bien, comme nous le faisons remarquer en 1960 (op. cit. p. 136) une distribution W, S et N alpine. Dans les Alpes occidentales (des Alpes maritimes à la Savoie) c'est vraisemblablement la seule forme du groupe qui soit représentée. Il est frappant d'autre part de la rencontrer dans la région des nunnataker préalpins, tant au nord de l'arc alpin (Gantrisch, Pilate, Säntis) qu'au sud (Grigna, Monte Baldo). A l'est, la localité de la Rossalpe est intéressante. En effet, d'après Dalla Torre et Sarnthein (1909) la ssp. *moehringioides* ne dépasse pas au Tyrol le Vintschgau. Ascherson et Graebner (1919) constatent que la frontière orientale du taxon reste à établir. L'incertitude des auteurs tient au fait que la définition morphologique de la ssp. *moehringioides* n'est pas toujours exempte d'ambiguïté. Dalla Torre et Sarnthein signalent des formes de passage (Annäherungsformen) à la ssp. *tenella*. Nos plantes de la Rossalpe correspondent à la ssp. *moehringioides* par leur inflorescence à 3-4 fleurs, le port assez lâche et la rareté des pousses stériles. Enfin, le nombre chromosomique ne laisse pas de doute à ce sujet. Merxmüller (in litteris) nous a informé qu'en Bavière, il n'y avait qu'un taxon d'*Arenaria ciliata* à savoir la ssp. *moehringioides*. La limite orientale de celle-ci se trouve donc pour l'instant, au sud des Alpes, dans les Dolomites de Prags et au nord, dans les Alpes algaviennes. Pour autant qu'on puisse le juger actuellement, la distribution de la ssp. *moehringioides* ressemble au type D<sub>2</sub> de Merxmüller (1952), c'est-à-dire à celle des taxa présentant une disjonction Nord-Sud, avec centre de gravité dans les Alpes du sud-ouest (type *Ranunculus Seguieri* etc.). Toutefois, le territoire au nord des Alpes s'étend plus loin à l'est que celui des exemples cités par Merxmüller.

Notons enfin que la ssp. *moehringioides* est le seul taxon du groupe à croître dans le Jura<sup>3</sup> (Favarger et Duckert, 1960; Duckert, non publié).

Comme le remarque Halliday (1961), la ssp. *moehringioides* est très variable d'aspect. Nous ne pouvons nous prononcer encore sur la validité

<sup>2</sup> Pour le moment, nous conservons à ce taxon son rang de sous-espèce. Voir ci-dessous, dans la 2<sup>e</sup> partie, la discussion sur les problèmes taxinomiques.

<sup>3</sup> Au sujet de l'*Arenaria gothica*, voir Duckert, 1962.

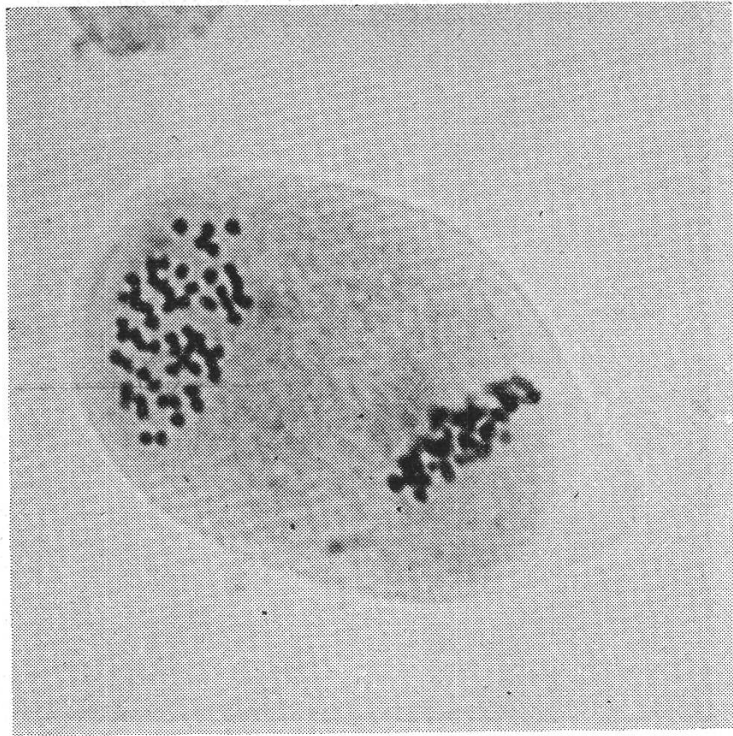
des variétés *genuina*, *longipes* et *diffusa* indiquées par Rouy et Foucaud (1896) puis par Ascherson et Graebner (op. cit.). Tout au plus ferons-nous remarquer que les plantes à petites fleurs, à inflorescence richement fournie et à port très lâche dominant dans les Alpes et Préalpes septentrionales et au Jura (Colombier de Gex, Chasseral, Pilate, Nüenenen). Des plantes à fleurs un peu plus grandes, à inflorescence moins riche (3-4 fleurs) se rencontrent surtout au sud (Authion, Val Germanasca, Rossalpe). Ces dernières correspondent plus ou moins à la var. *longipes*.

## 2. Plantes à $2n = 80$ («race» octoploïde)

Nous n'avons recueilli que peu de données nouvelles sur l'extension de ce taxon, qui correspond «pro majori parte» à la ssp. *tenella* (Kit.) Br. Bl. = ssp. *ciliata* (cf. ci-dessous). Mentionnons sa présence au col du Saffisch (vallée de Binn). Sur le plan cytologique, précisons que les irrégularités méiotiques observées en 1960 dans le matériel du Schienhorn ne sont pas exceptionnelles dans les plantes octoploïdes. Si nous avons pu compter plusieurs fois exactement  $n = 40$ , les difficultés d'obtenir un comptage précis sur d'autres individus tiennent au fait que certains bivalents, probablement aussi des univalents, se montrent en dehors des plaques métaphasiques, sur les vues de profil. A l'anaphase, il y a des phénomènes de «lagging». Enfin, dans certaines racines, nous avons compté plus de 80 chromosomes (p. ex. 82-83 dans le matériel du Riffelberg). Il semble donc bien que la méiose soit un peu irrégulière dans ce polyploïde élevé et que des chromosomes en surnombre existent parfois. La cause première de ces anomalies n'a pu être précisée. Il n'est pas exclu qu'il y ait des multivalents, mais vu la petitesse des chromosomes, la mise en évidence de ceux-ci est difficile.

## 3. Plantes à $2n = 120$ («race» dodécaploïde)

Si l'existence de plantes possédant ce nombre élevé de chromosomes était attestée par deux comptages publiés par nous en 1960, nous nous demandions encore s'il ne s'agissait pas d'individus exceptionnels et isolés. En 1960, notre assistant M. Villard a récolté des plantes à l'endroit que nous lui avons indiqué, soit sur l'arête séparant le Val dal Botsch, du Val Stavelchod (Parc national). L'étude de ces plantes, faite à Neuchâtel, nous a permis de compter sur l'une (60/821):  $n = 61$ ,  $n = 59-62$ ,  $n = 58-59$ ; et sur l'autre (60/826):  $n = 60$ ,  $n = 62$ ,  $n = 57-59$ . Les deux derniers comptages se rapportent à deux métaphases II se trouvant dans la même cellule. Il est donc hors de doute que nous sommes en présence de plantes dodécaploïdes (microphoto 1) dont la méiose est quelque peu irrégulière, comme d'ailleurs celle des plantes octoploïdes. Dans le matériel



*Arenaria ciliata* L.

Val dal Botsch, métaphase II.  $n = 60 (\pm 2)$

du Val dal Botsch, on observe des univalents et quelques irrégularités dans la formation des microspores (pentades, hexades). Enfin, sur deux racines en germination (graines récoltées par l'auteur à l'Ofenpass en 1961) nous avons pu compter  $2n = \text{env. } 120$ . L'une de ces plaques était suffisamment claire pour que le degré de polyploidie fût assuré.

Il est donc bien évident aussi que nous avons à faire à une *population* à  $n = 60$  dont il reste à fixer l'étendue et les caractéristiques morphologiques. Par la morphologie, les plantes à  $n = 60$  diffèrent à peine de celles à  $n = 40$ ; elles ont le port et les autres caractères de la ssp. *ciliata*. Peut-être, dans l'ensemble ont-elles des fleurs un peu plus grandes. Nous verrons ci-dessous que l'étude biométrique du pollen révèle aussi une différence par rapport aux populations à  $n = 40$ . Concernant la distribution géographique, nous ne pouvons encore nous prononcer définitivement. En Suisse, le taxon à  $n = 60$  est confiné dans la partie orientale du canton des Grisons (Basse-Engadine). Nous ne serions pas très surpris, s'il occupait l'aire alpine orientale de l'*Arenaria ciliata* (la ssp. *moehringioides* exclue). En effet, du matériel reçu du Schneeberg (Raxalpe) en Autriche, nous a permis de faire un comptage, malheureusement très approximatif, sur les mitoses des racines. Il s'agit d'un polyploïde élevé où  $2n$  est supérieur à 80 (voir addendum p. 177). Nous reviendrons sur le statut à donner à ce taxon, lors de la discussion générale.

#### 4. Plantes à $n = 120$ («race» 16-ploïde)

Malgré l'aspect caractéristique des individus à  $n = \text{env. } 120$  que nous avons découverts au Gantrisch et baptisés ssp. *bernensis* (nomen nudum) nous n'avons pas voulu en 1960 donner une description complète de ce taxon apparemment nouveau, avant d'être assuré qu'il ne s'agissait pas d'individus isolés. Le 15 septembre 1962, nous avons parcouru attentivement la région du Gantrisch pour étudier le comportement de ces plantes dans la nature. Il s'agissait en tout premier lieu de voir s'il était possible de repérer d'emblée, à leur aspect morphologique, les plantes de la ssp. *bernensis* et ensuite d'observer s'il y avait une différence d'écologie entre ce taxon et la ssp. *moehringioides* dont nous savions par des récoltes antérieures qu'elle était présente dans la région. Disons aussi que la date tardive de cette excursion, surtout en 1962 – année où l'été fut très sec et prolongé – s'est révélée extrêmement favorable. En effet, au 15 septembre, la ssp. *moehringioides* que nous avons observée en de nombreux points de la combe de Nünenen et jusqu'au sommet du Gantrisch était défleurie et montrait même par places des capsules mûres. En revanche, les plantes de la ssp. *bernensis*, reconnaissables à leurs très grandes fleurs étaient en pleine floraison. La ssp. *bernensis* a donc une date de floraison plus tardive que la ssp. *moehringioides* et que la plupart des populations alpines d'*Arenaria ciliata* L. (sens. lat.). Rappelons que c'est assez tard dans l'année (25 août) qu'en 1955 nous avons observé les premiers individus à grandes fleurs sur lesquels nous avons compté par la suite  $n = \text{env. } 120$ . Nous avons d'abord trouvé, en 1962, quelques touffes isolées, au pied nord des rochers abrupts de la pyramide du Gantrisch, en face de la Obere Nünenenhütte à 1780 m d'altitude. La plante croissait sur des roches inclinées à environ  $50^\circ$ . Ces roches en voie de colonisation par la végétation présentaient un degré de recouvrement d'environ 40 %.

Comme il ne s'agit pas de la station principale de l'*Arenaria ciliata* ssp. *bernensis*, nous ne reproduirons pas le relevé que nous avons fait à cet endroit. La végétation se rapproche du *Salicetum retusae-reticulatae* (Braun-Blanquet et Jenny, 1926) comme le montre la présence des espèces suivantes :

*Salix retusa*

*Salix reticulata*

*Festuca violacea*

*Ligusticum mutellina*

*Soldanella alpina*

*Homogyne alpina*

*Selaginella selaginoides*

*Ranunculus alpestris*

*Gentiana bavarica*

*Myosotis alpestris*

*Bartsia alpina*

Mentionnons en outre: *Cerastium alpinum* ssp. *glabrescens*<sup>4</sup>, *Epilobium alpinum*, *Hutchinsia alpina*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga oppositifolia*, *Alchemilla vulgaris* ssp. *coriacea*, *Cystopteris regia*, *Polystichum Lonchitis*, *Asplenium viride*, *Festuca rupicaprina*. La station était fraîche grâce à l'eau de suintement, comme le révèle la présence des *Saxifraga aizoides* et *Epilobium alpinum*. En outre, l'exposition nord et la basse altitude expliquent la présence de plusieurs fougères. Mentionnons qu'au 15 septembre et malgré la sécheresse prononcée de l'été, nous avons trouvé de la glace quelque 100 m en dessous de cette station.

Une deuxième colonie, beaucoup plus importante et comprenant plusieurs dizaines de touffes de la ssp. *bernensis*, se rencontre entre le col de Leiteren et la partie supérieure de la pyramide du Gantrisch, à 1940 m d'altitude. C'est ce que nous appellerons le *locus classicus* de cette ssp.; c'est là que nous l'avons récoltée en 1955, pour la première fois. L'arête en dos d'âne qu'emprunte en partie le sentier de Leiteren au Gantrisch a son versant regardant le Simmenthal orienté au sud-ouest, tandis que le versant de Nünenen est tourné vers le nord-est. Alors que le premier, assez sec, n'abrite pas un pied de notre ssp., le versant exposé au nord-est, ombragé et relativement frais, offre un ravissant spectacle lorsque les touffes nombreuses d'*Arenaria* sont en pleine floraison. La pente dont l'inclinaison est d'environ 50° est parsemée de blocs rocheux et de cailloux plus ou moins recouverts par la végétation. Le degré de recouvrement est très variable (de 20 % à 90 %). La présence des rochers détermine de petits replats ou enfoncements garnis de mousse qu'affectionne l'*Arenaria*. En fait, les touffes très lâches de cette espèce sont régulièrement mélangées à des mousses. La plus fréquente est l'*Hylocomium splendens*<sup>5</sup>.

Voici les espèces que nous avons relevées sur une surface de 25 à 30 m<sup>2</sup>:

<i>Selaginella selaginoides</i>	<i>Gymnadenia albida</i>
<i>Phleum Micheli</i>	<i>Salix retusa</i>
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>duriuscula</i>	<i>Salix reticulata</i>
<i>Festuca pumila</i>	<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Sesleria coerulea</i>	<i>Cerastium alpinum</i> ssp. <i>glabrescens</i>
<i>Poa alpina</i> var. <i>vivipara</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Carex sempervirens</i>	<i>Ranunculus alpestris</i>
<i>Luzula maxima</i>	<i>Ranunculus breyninus</i>

<sup>4</sup> *Cerastium alpinum* ssp. *glabrescens* (Favarger, in schedis). Après révision des matériaux de l'Herbier de Munich, nous sommes arrivé à la conviction que l'espèce collective *Cerastium alpinum* L. sens. lato devait être divisée en 3 ssp. que nous appelons 1. ssp. *lanatum*, 2. ssp. *Kochii*, 3. ssp. *glabrescens*.

<sup>5</sup> Nous remercions le D<sup>r</sup> Ochsner de nous avoir déterminé cette espèce que nous avons prise d'abord pour *Hylocomium pyrenaicum*.

<i>Saxifraga aizoides</i>	<i>Primula Auricula</i>
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	<i>Androsace lactea</i>
<i>Alchemilla Hoppeana</i>	<i>Bartsia alpina</i>
<i>Dryas octopetala</i>	<i>Pedicularis verticillata</i> et <i>P. Oederi</i>
<i>Hedysarum hedysaroides</i>	<i>Myosotis alpestris</i>
<i>Phaca frigida</i>	<i>Galium pumilum</i>
<i>Anthyllis vulneraria</i> var. <i>alpestris</i>	<i>Valeriana tripteris</i>
<i>Helianthemum alpestre</i>	<i>Scabiosa lucida</i>
<i>Viola biflora</i>	<i>Phyteuma spicatum</i>
<i>Rhododendron hirsutum</i> (rare)	<i>Bellidiastrum Michellii</i>

La parenté de cette végétation avec celle de la première station s'exprime par la présence de plusieurs espèces communes aimant l'ombre et la fraîcheur. Le contraste entre les deux versants de cette arête était très frappant après un été aussi sec. Alors qu'au sud la végétation était en partie « grillée » et le terrain très glissant, le flanc nord offrait un aspect presque luxuriant avec des plantes comme *Phleum Michellii*, *Phaca*, *Hedysarum*, etc. La surface étudiée représentait un stade de colonisation d'une pente rocheuse exposée au nord et par conséquent le groupement n'était pas homogène. Il est donc assez difficile, surtout au moyen d'un seul relevé, de le rattacher à une association déterminée. Nous pensons toutefois qu'il présente de grandes analogies avec le *Caricetum ferrugineae* que Lüdi (1948) a fort bien étudié dans la région de la Schynige Platte et cela, malgré l'absence du *Carex ferruginea* dans notre relevé. Sur 37 espèces que nous avons observées, 22 se retrouvent dans le relevé de Lüdi à l'Oberberghorn, à 2000 m d'altitude, à l'exposition nord-ouest. Les différences tiennent au fait que la station du Gantrisch n'offrait qu'un stade initial de cette association, sur une pente très abrupte. L'étude détaillée des Bryophytes, que nous n'avons pas faite permettrait sans doute de compléter cette analogie. Quoi qu'il en soit, il s'agit d'une prairie naturelle, fraîche, sur calcaire, montrant plus de ressemblance avec le *Caricetum ferrugineae* qu'avec le *Seslerio-Sempervirentetum*. L'*Arenaria ciliata* ssp. *bernensis* appartient-elle à la première association ? Nous ne le pensons pas. Il est probable que l'installation du *Carex ferruginea* et de quelques hautes plantes qui l'accompagnent ferait disparaître à la fois les mousses et l'*Arenaria ciliata*, dont l'existence paraît étroitement liée à celle de l'*Hylocomium splendens*. Or, d'après Lüdi (op. cit.) et Jenny-Lips (1948), le *Caricetum ferrugineae*, dans sa phase optimale n'offre que des mousses isolées, et non en gros tapis. Nous pensons que l'*Arenaria ciliata* ssp. *bernensis* au Gantrisch, appartient à une phase où la végétation est encore assez ouverte, soit à un stade de colonisation plus ou moins comparable au *Salicetum retusae-reticulatae* et conduisant d'un groupement du *Thlaspeion* ou du *Petasitetum paradoxae* vers le *Caricetum ferrugineae*.



Enfin, l'*Arenaria ciliata* ssp. *bernensis* se retrouve au sommet du Gantrisch, mais là encore, avec une écologie bien distincte. A quelques mètres du signal, où commence l'arête nord, à 2170 m d'altitude, s'ouvre un couloir frais, presque vertical, dans lequel nous avons observé cette plante en compagnie de *Minuartia verna* et *Minuartia sedoides*, *Festuca pumila*, *Cerastium alpinum* ssp. *glabrescens*, *Saxifraga moschata* et *Lloydia serotina*. Par contre, sur l'arête nord où croît un *Seslerio Sempervirentetum* avec beaucoup d'*Oxytropis Halleri*, on ne rencontre pas l'*Arenaria*. A l'est du sommet, s'étend un petit plateau assez sec, où abonde *Avena pubescens* var. *alpina*, et au-dessous duquel, la pente devient abrupte jusqu'au bord des falaises verticales surplombant la combe de Nünenen. La pente qui précède le bord des rochers est à nouveau une pente fraîche et ombreuse où abondent les mousses. On retrouve à cet endroit d'assez nombreuses touffes d'*Arenaria ciliata* ssp. *bernensis*.

Un fait frappant est que notre plante ne croît pas en compagnie d'*Arenaria ciliata* ssp. *moehringioides*. Cette dernière nous paraît beaucoup plus tolérante vis-à-vis de la sécheresse et aussi de l'influence anthropozogène. Ainsi, tandis que la ssp. *bernensis* manque totalement au flanc sud du Gantrisch, la ssp. *moehringioides* y est fréquente, et de même dans les pelouses sèches de la région culminale. Enfin, la ssp. *moehringioides* croît dans les pâturages, ou sur les tas de cailloux à proximité de la Obere Nünenenhütte. Nous ne pouvons affirmer que les deux sous-espèces n'ont aucun point de contact, car dans une population de la ssp. *bernensis*, il y a ici ou là des formes à fleurs un peu plus petites qui pourraient être des hybrides. Seul, un comptage chromosomique permettrait de trancher la question, et à cet effet, nous avons rapporté une dizaine de plantes au jardin botanique afin de les fixer à la bonne saison.

En résumé, dans la région du Gantrisch, la forme à très grandes fleurs de l'*Arenaria ciliata* qui possède le nombre de chromosomes  $n = \text{env. } 120$  forme une population étendue comprenant quelques centaines d'individus et croissant de 1780 m à 2170 m. Elle paraît sténoïque et croît exclusivement sur des pentes fraîches et ombragées, exposées au nord ou au nord-est, formant des touffes très lâches toujours entremêlées de mousses où ses racines grêles paraissent plonger. La végétation dont elle fait partie présente des analogies avec le *Caricetum ferrugineae*, elle représente probablement un stade pionnier. Son écologie est différente de celle de la ssp. *moehringioides*, plus tolérante vis-à-vis de la sécheresse et du parcours du bétail; elle nous paraît assez semblable à celle de *Cerastium alpinum* ssp. *glabrescens* et d'*Androsace lactea*<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> La station de cette dernière espèce, au flanc nord de Chasseral n'est pas sans analogie avec celle du Gantrisch. Lüdi (1953) fait remarquer que les individus d'association des vires exposées au nord de ce sommet jurassien, s'apparentent au *Caricetum ferrugineae* des Alpes.

La découverte d'un taxon nouveau dans la flore helvétique entraîne en général un certain scepticisme, tant la flore des Alpes a été étudiée et scrutée depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle. Nous nous sommes donc demandé si la plante du Gantrisch n'avait pas été récoltée par d'autres botanistes, bien avant nous. Or dans l'herbier de l'Institut de botanique de Neuchâtel, figurent sur une feuille, des échantillons récoltés en août 1836 par le Dr Lerch au Stockhorn. Trois ou quatre d'entre eux appartiennent à la ssp. *bernensis*, les autres sont des *moehringioides*. Plus typique encore est un échantillon de l'Herbarium bernense<sup>7</sup>, appartenant à l'herbier G. Trog et étiqueté *Arenaria multicaulis* Jacq. Sur l'étiquette, on lit ce qui suit<sup>8</sup>: «Vorzüglich in frischem Zustande durch die dicken markigen Blätter von *Arenaria ciliata* verschieden? Stehn vorn am Fuss des Gantrisch.» (Sans date.)

Les autres échantillons des Alpes bernoises appartiennent tous à la ssp. *moehringioides* à l'exception d'un exemplaire douteux et de deux échantillons de la ssp. *tenella*.

D'après ces observations, il semble donc que la ssp. *bernensis* doive se rencontrer ailleurs qu'au Gantrisch, et notamment sur le sommet voisin du Stockhorn. C'est ce que nous nous proposons de vérifier bientôt.

A l'herbier du Conservatoire botanique de Genève que nous avons pu consulter grâce à l'amabilité du professeur Ch. Baehni, et de MM. les conservateurs G. Bocquet et R. Weibel, nous avons reconnu deux échantillons comme appartenant à la ssp. *bernensis*:

- a) Herbier H. A. Romieux, 17. VIII. 1890. Berne: Chaîne du Stockhorn, pied du Gantrisch, au-dessus de Kuhberg. 1650 m.
- b) Herbier G. Kohler, 23. VIII. 1920. Lieux rocaillieux, versant est du pied du Gantrisch. Alpes bernoises.

Avant d'aller plus loin, voyons encore si une étude biométrique peut apporter des preuves supplémentaires de l'autonomie du taxon *bernensis*.

En juin 1962, nous avons récolté du pollen de deux individus de provenance différente, appartenant à chacune des 4 «races» chromosomiques d'*Arenaria ciliata* et l'avons monté dans la gélatine glycérolisée au vert de méthyle. Les mensurations ayant dû se faire avec un objectif à immersion, pour obtenir des histogrammes convenables, nous avons dû éliminer deux échantillons, le milieu de montage étant trop épais et les manipulations faites pour en éliminer une partie ayant abouti à des accidents. Nous les

---

<sup>7</sup> Nous remercions notre collègue M. Welten d'avoir bien voulu nous prêter les échantillons d'*Arenaria ciliata* des Alpes bernoises.

<sup>8</sup> Notre collègue W. Günther a bien voulu nous aider à déchiffrer l'écriture, assez difficile à lire, du collecteur. Nous l'en remercions cordialement.

avons remplacés par deux préparations de pollen sec qui nous ont paru fournir des données comparables. Les mensurations ont porté chaque fois sur 100 grains de pollen.

Voici nos résultats :

Tableau I

N	Taxon	Moyenne	Déviati on standard
20	ssp. <i>moehringioides</i> les Morthveys M. 663	33,4	2,13
20	ssp. <i>moehringioides</i> Paneyrossaz 59/1680	32,2	1,54
40	ssp. <i>ciliata</i> Safflisch 60/280	37,4	1,83
40	ssp. <i>ciliata</i> Val de Nendaz <sup>9</sup>	38,6	1,57
60	ssp. <i>ciliata</i> Val dal Botsch 60/226	40,6	1,30
60	ssp. <i>ciliata</i> Col de l'Ofen <sup>9</sup>	40,3	1,76
120	ssp. <i>bernensis</i> M. 677	42,5	2,24
120	ssp. <i>bernensis</i> 60/779	43,4	1,83

Le test de comparaison des moyennes montre que l'on est bien en présence de quatre populations différentes. Il paraît possible de séparer les ssp. *moehringioides* et *ciliata* l'une de l'autre par la dimension du pollen, ce qui peut être utile lorsqu'on est en présence de plantes d'herbier de caractère morphologique ambigu. Chose curieuse, Halliday (1961) a trouvé pour la ssp. *moehringioides*, un diamètre moyen de 36,7  $\mu$  sur une plante des Alpes maritimes, alors que nous avons obtenu une moyenne de 32,8 au col de la Cayolle. Nous ne saisissons pas la cause de ce désaccord. La taille du pollen de la ssp. *ciliata* correspond à celle mesurée par Halliday sur *Arenaria norvegica* (38,1 et 38,3) qui possède le même nombre de chromosomes ( $2n = 80$ ). Quant à la ssp. *bernensis*, elle se signale par une dimension élevée de ses grains de pollen. Des dimensions voisines sont données par Halliday pour *Arenaria gothica* de Gotland ( $2n = 100$ ). Nous avons eu la curiosité de mesurer le pollen de l'échantillon de l'herbier Trog. Malheureusement, nous n'avons pu obtenir que quelques grains. Leur dimension approchait de 44  $\mu$ , ce qui constitue une preuve supplémentaire qu'il s'agit bien de la ssp. *bernensis*.

<sup>9</sup> Pollen sec, récolté sur des échantillons d'herbier. Celui-ci donne des résultats comparables. Ainsi, dans la ssp. *moehringioides*, nous avons mesuré les grains d'un pollen prélevé sur échantillon d'herbier du col de la Cayolle : moyenne : 32,8  $\mu$ .

Le cas de la «race» dodécaploïde des Grisons est moins net et devra être repris sur du matériel plus abondant à nombre chromosomique connu. En effet, sur une plante fraîche de l'Ofenpass («lame accidentée»), nous avons obtenu une moyenne de 38,9  $\mu$  et sur une plante du col du Stelvio (Herbier de Neuchâtel), dont le nombre chromosomique n'est pas connu, nous avons trouvé 39,4  $\mu$ . Que cette dernière plante ait  $2n = 80$  ou  $120$ , cela montre que la ssp. *ciliata* et la race à  $n = 60$  ne peuvent toujours être séparées l'une de l'autre par la dimension des grains de pollen. Les recherches sur la biométrie du pollen méritent d'être étendues, notamment en étudiant plusieurs individus d'une même provenance et un nombre plus élevé de provenances, et il convient de se montrer réservé dans l'interprétation, car si la comparaison des moyennes révèle des différences significatives d'une «race» chromosomique à l'autre, il en apparaît aussi dans la comparaison des échantillons de provenances différentes d'une même sous-espèce, sauf pour les deux échantillons de la race à  $n = 60$ . Toutefois, comme on pouvait s'y attendre les quotients

$$Q = \frac{M_1 - M_2}{\sigma M_1 - M_2}$$

sont plus faibles lorsque les moyennes d'une même race sont comparées entre elles, ainsi

	Morthays – Paneyrossaz	4,6
	Saffisch – Nendaz	5
	Val dal Botsch – Ofenpass	1,37
	bernensis – bernensis	3,1
Par contre:	Morthays – Saffisch	14
	Nendaz – Ofenpass	7,2
	Val dal Botsch – bernensis	7,3

Halliday (op. cit.) constate de même: "It seems likely that even within the same species, for exemple *Arenaria norvegica*, significant differences in pollen size may exist."

Nous avons fait une étude rapide de la taille des graines pour voir si ce critère pouvait être utilisé. Dix à vingt graines ont été mesurées chaque fois.

Voici nos résultats :

Tableau 2

	M	Déviati standard
<i>ssp. moehringioides</i>		
Monte Baldo 60/872 R. 62	0,86	0,05
Nünenen R. 62	0,88	0,02
Pilate 59/971 R. 62	0,96	0,06
Pilate 59/971 R. 58	0,93	0,04
Grigna 57/860 R. 59	0,88	0,02
<i>ssp. ciliata</i>		
Riffelberg R. 59	0,90	0,05
Mt-Gauthier 57/1040 R. 59	0,93	0,05
Il Compass R. 58	0,92	0,07
Albula 59/982 R. 62	0,97	0,05
Furka 59/955 R. 62	0,84	0,06
<i>ssp. ? (dodécaploïde)</i>		
Val dal Botsch	0,98	0,06
Alpe Murter	0,96	0,07
<i>ssp. bernensis</i>		
M. 677 R. 60 (7 g)	1,24	0,05
60/779 (20 g) R. 62	1,18	0,05

On voit par nos mesures qu'il n'est pas possible de séparer par la taille des graines les échantillons des *ssp. moehringioides* et *ciliata* ni les plantes à  $n = 60$ . En revanche, la *ssp. bernensis* offre une différence significative avec la race à  $n = 60$ <sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Notre collaborateur J. P. Brandt nous a fait part de son expérience dans le domaine de la biométrie. Nous l'en remercions cordialement.

## Discussion sur les problèmes taxinomiques

La différence de nombre chromosomique s'ajoutant à des critères d'ordre morphologique, géographique, écologique et biométrique permet de distinguer à l'intérieur de l'espèce collective *Arenaria ciliata* (populations alpines) trois taxa possédant respectivement  $n = 20$ ,  $n = 40$  et  $n = 120$ . Un quatrième taxon, groupant les plantes à  $n = 60$  devra très probablement être reconnu par la suite, mais la chose nous paraît prématurée car :

1. il est difficile pour l'instant de le distinguer par la morphologie de la ssp. *ciliata* = ssp. *tenella*;
2. nous connaissons trop mal encore sa distribution géographique, son écologie et ses caractères biométriques.

Il est évident que des recherches dans ce sens seront poursuivies à Neuchâtel.

Avant d'aborder le problème taxinomique, mentionnons que nous avons pu étudier aussi la cytologie d'une plante des Tatra grâce à l'obligeance de notre collègue W. Gajewski que nous sommes heureux de remercier ici. Les graines reçues avaient été récoltées par ce savant à environ 1600 m d'altitude sur des rochers calcaires au Mt Giewont. Sur une mitose de racine (graine en germination) nous avons compté  $2n = 40 (\pm 2)$ . A moins qu'il y ait plusieurs « races » dans les Tatra<sup>11</sup>, ce qui nous paraît peu probable, on peut conclure de ce comptage que la plante à laquelle Pawlowski a donné le nom de ssp. *tenella* (Kit.) Br. Bl. emend. Pawlowski est tétraploïde comme la ssp. *moehringioides* et les ssp. *pseudofrigida* et *hibernica*. Dans un travail précédent (Favarger, 1963b), nous en avons tiré la conclusion trop hâtive que la plante des Tatra se rapprochait de la ssp. *moehringioides*, à cause de l'identité du nombre chromosomique, mais l'examen des plantes de l'Herbier de Genève et la lecture attentive des descriptions d'Ascherson et Graebner (op. cit.) et de Pawlowski (1956) montrent clairement que la plante des Tatra se rapproche plutôt par sa morphologie de la ssp. *ciliata* = *tenella*. La supposition de Halliday (op. cit. p. 100), à savoir qu'il doit exister en Europe centrale une race tétraploïde (ou diploïde si l'on veut, cf. note p. 161) de *tenella* se trouve ainsi confirmée. Toutefois, nous ne pensons pas que ce taxon existe dans les Alpes orientales, mais seulement dans les Tatra. En effet, Pawlowski (op. cit.) insiste sur le fait que les plantes des Alpes orientales autrichiennes qu'il a vues diffèrent sensiblement des plantes carpathiques et lui paraissent

<sup>11</sup> Pendant la rédaction de ce travail, nous avons pu examiner encore du matériel d'*Arenaria ciliata* des Tatra, récolté dans la nature par le jardin botanique de Kosice. Nous avons compté de nouveau  $2n = \text{env. } 40$ .



constituer un taxon distinct par leurs fleurs plus grandes. Cette remarque appuie la supposition faite ci-dessus (p. 164) à savoir que les plantes des Alpes orientales appartiennent au taxon à 6 x. Dès lors, il ne nous paraît pas indiqué de réunir dans un même taxon, ainsi que l'a fait Halliday, les plantes des Alpes et celles des Tatra sous le nom d'*Arenaria ciliata* L. ssp. *ciliata* = ssp. *tenella* (Kit.) Br. Bl. Nous proposons au contraire de les séparer. Seules, dans notre idée, les plantes octoploïdes (ou si l'on veut tétraploïdes) des Alpes doivent figurer dans la ssp. *ciliata* = *tenella*; pour celles des Tatra, il nous semble convenable de rétablir le nom de *tatrensis* donné par Zapalowicz (1911) et les plantes à  $2n = 40$  de cette région devraient s'appeler ssp. *tatrensis* (Zapal.) Favarger, comb. nov. Nous ne discuterons pas ici en détail le problème de nomenclature posé par la plante carpathique. Faisons remarquer toutefois que le nom d'*Arenaria tenella* Kit. a été publié pour la première fois dans Schult. Österr. Flora 1814, p. 663, avec la mention: «Auf den Karpathengipfeln, Prof. Kit.» Il s'agit donc en réalité de la plante des Carpathes. On pourrait reprendre pour cette plante l'épithète *tenella* devenue libre par le fait que l'une des sous-espèces d'*Arenaria ciliata* doit s'appeler ssp. *ciliata* (ainsi que l'a souligné Halliday). Mais l'épithète *tenella* ayant été employée par Ascherson et Graebner et par Braun-Blanquet pour désigner également les plantes de Suisse et d'Autriche, elle nous paraît constituer un *nomen confusum*. Nous recourrons donc à l'épithète *tatrensis* utilisée par Zapalowicz (op. cit.) le premier auteur après Kitaibel qui ait distingué la plante carpathique de celles des Alpes<sup>12</sup>.

Quant aux plantes à  $n = 60$  des Grisons, et probablement aussi des Alpes autrichiennes, il conviendra d'en faire soit une sous-espèce de plus, soit éventuellement une variété de la ssp. *ciliata*, suivant le degré d'autonomie de ce taxon. Nous devons laisser cette question en suspens, jusqu'à ce que de nouvelles données soient recueillies.

Le nombre élevé de sous-espèces figurant sous le pavillon d'*Arenaria ciliata* L. constitue un argument pratique en faveur du rétablissement comme espèce indépendante de l'*Arenaria moehringioides* Murr., solution qu'a proposée Halliday. C'est bien entre ce taxon et la ssp. *ciliata* = *tenella* que se trouve la discontinuité morphologique et biométrique la plus grande. C'est pourquoi nous nous rallions sur ce point à l'opinion de l'auteur anglais.

Si on rétablit comme espèce la ssp. *moehringioides*, ainsi que l'a fait Halliday, ce qui nous paraît naturel, que devient la ssp. *bernensis*? Faut-il la rattacher à *Arenaria moehringioides* ou bien à *Arenaria ciliata*

---

<sup>12</sup> Nous remercions le Dr A. Becherer de nous avoir fait part de son opinion sur ce petit problème de nomenclature.

sens. stricto ? C'est là un problème embarrassant. En effet, la plante du Gantrisch est en quelque sorte intermédiaire entre ces deux taxa. De l'*Arenaria moehringioides* elle a le port très lâche, les tiges florifères relativement longues et nombreuses, les sépales en général étroits. Elle partage, d'autre part, avec l'*Arenaria ciliata* ssp. *ciliata* les cymes uniflores à biflores, la taille des fleurs, la forme des feuilles qui sont dans l'ensemble un peu plus étroites que dans *Arenaria moehringioides*. Elle a aussi des caractères propres qui sont la longueur des sépales (4,5 à 5,5 mm), celle des pétales (7-8 mm), l'envergure de la fleur (jusqu'à 18 mm sur le vivant). Ses feuilles sont notablement plus charnues sur le frais que dans les deux taxa voisins ; sur le sec, alors que dans l'*Arenaria moehringioides*, on voit à la face inférieure plusieurs nervures secondaires, et que dans l'*Arenaria ciliata* ssp. *ciliata*, la nervure médiane tout au moins est fortement saillante, parfois aussi une à deux nervures latérales, dans la ssp. *bernensis*, on ne voit pas du tout les nervures secondaires, et la nervure médiane n'est visible que dans le tiers supérieur de la feuille. Enfin, la taille élevée de ses grains de pollen (tableau 1), ses graines un peu plus grandes (tableau 2), son nombre chromosomique ( $n = 120$ ) et son écologie assez stricte lui confèrent une autonomie indiscutable. Certes, il y aurait de quoi en faire une « bonne » espèce ; cependant nous croyons plus indiqué de donner à cette plante un statut de sous-espèce, car ses caractères distinctifs sont plutôt d'ordre quantitatif que qualitatif. D'autre part, nous la rattachons à l'*Arenaria ciliata* L. parce que somme toute, elle se rapproche davantage de cette dernière, en particulier des formes à  $n = 60$  de la ssp. *ciliata*. La solution n'est certes pas entièrement satisfaisante, car la ssp. *bernensis* occupe dans l'ensemble des sous-espèces d'*Arenaria ciliata*, une position un peu excentrique. Mais il vaut mieux, à notre avis, procéder ainsi que de céder à la tentation de multiplier exagérément les espèces (cf. Favarger, 1956).

Au point de vue phylogénétique, la ssp. *bernensis* est selon toute vraisemblance un allopolyploïde. Comme parents, on peut songer à l'*Arenaria moehringioides* et à l'un quelconque des taxa gravitant autour d'*Arenaria ciliata*, soit la ssp. *ciliata* soit peut-être l'*Arenaria norvegica*, qui a lui aussi des feuilles luisantes et charnues. Bien que l'*Arenaria norvegica* soit absent de nos jours d'Europe centrale, il n'est pas exclu qu'il y ait vécu au moment des glaciations. Dans la flore alpine, la sous-espèce *bernensis* représente un néopolyploïde (Favarger, 1961) dont l'origine remonte probablement aux temps glaciaires. C'est une apoenémique (Favarger et Contandriopoulos, 1961) de la région des Préalpes bernoises.

Si l'on essaie d'expliquer non seulement l'origine de la ssp. *bernensis*, mais celle des autres taxa polyploïdes de ce groupe qui se rencontrent dans les Alpes (ssp. *ciliata* et forme à  $n = 60$ ), on peut imaginer qu'ils sont nés



par croisement de l'*Arenaria moehringioides* avec une forme tétraploïde également (ou diploïde si l'on veut) de l'*Arenaria ciliata*, voisine par exemple de la ssp. *tatrensis*. Il est intéressant d'observer qu'en Irlande, (ssp. *hibernica*) et dans les Tatra (ssp. *tatrensis*) où les populations sont relativement petites et où n'existent pas de taxa voisins, il ne s'est pas formé de polyploïdes, alors que dans les Alpes, sans doute à la suite des bouleversements glaciaires, trois taxa polyploïdes ont pris naissance à partir de populations primitives dont l'une était peut-être l'*Arenaria moehringioides* et l'autre une forme d'*Arenaria ciliata* à  $n = 20$  voisine à la fois de la ssp. *tatrensis* et de la ssp. *pseudofrigida*. Cela est évidemment fort hypothétique. Peut-être les hybridations que G. Halliday a entreprises, et celles que nous projetons de faire à Neuchâtel, apporteront-elles un début de solution à ces problèmes.

### Appendice

#### *Arenaria ciliata* L. ssp. *bernensis* (subsp. nova)

*Herba perennis laxe caespitosa, caulibus sterilibus fere aequantibus numero caules floriferas 8-9 cm altas; foliis laete viridibus, lucidis, carnosulis, 5-6 mm longis, 1,8-2,5 mm latis, nervis lateralibus in pagina inferiori, in sicco inconspicuis, cymis 1-2 flores gerentibus, sepalis anguste lanceolatis 4,5-5,5 mm, petalis 7-8 mm, seminibus 1,2 mm longis.*

*Numerus haploidus chromosomatum: 120.*

*Ab aliis subspeciebus Arenariae ciliatae imprimis habitu multo laxiori, caulibus longioribus, ab Arenaria moehringioides, cymis unifloris biflorisve, floribus multo majoribus differt.*

*Habitat in alpinis bernensibus Helvetiae ad montem Gantrisch dictum. Typus in Herbario neocomensi.*

D'après les travaux de G. Halliday et les résultats de la présente étude, l'espèce *Arenaria ciliata* L. (la ssp. *moehringioides* exclue) comprend les taxa suivants :

<i>Arenaria ciliata</i> L.	N	
ssp. <i>hibernica</i> Osten. et Dahl	20	Irlande
ssp. <i>pseudofrigida</i> Osten. et Dahl	20	Groënland, Europe arctique, Novaya Zemlya
ssp. <i>tatrensis</i> (Zapal.) Favarger	20	Tatra <sup>13</sup>

<sup>13</sup> Il est probable que ce taxon habite aussi les Carpathes orientales. Nous avons vu à l'Herbier de Genève une plante de Roumanie qui ressemblait beaucoup à la ssp. *tatrensis*. On consultera aussi avec fruit la flore de Savulescu (1953) où la plante de Roumanie est décrite sous le nom de *Arenaria tenella* Kit.

ssp. <i>ciliata</i> = <i>tenella</i> (Kit.) Br. Bl.	40 (60)	Alpes centrales et orientales
ssp. <i>bernensis</i> Favarger	120	Préalpes bernoises

Rappelons que les plantes à  $n = 60$  des Alpes orientales constituent sans doute une sous-espèce distincte. Cette question est encore à l'étude.

### Résumé

A la suite de nouvelles études cytologiques et d'une étude biométrique, l'auteur précise le rang taxinomique des races chromosomiques alpines d'*Arenaria ciliata*, décrites dans un travail précédent (1960). D'accord avec Halliday (1961), il sépare *Arenaria moehringioides* Murr. d'*Arenaria ciliata* L. La première espèce croît dans les Hautes-Alpes calcaires septentrionales, les Préalpes calcaires, le Jura, les Alpes occidentales (des Alpes maritimes à la Savoie) et au sud des Alpes jusqu'aux Dolomites de Prags. Dans *Arenaria ciliata* L. il propose de séparer les plantes des Tatra qui ont  $n = 20$ , sous le nom de ssp. *tatrensis* (Zapal.) Favarger. Enfin, il donne la description d'un taxon nouveau: la ssp. *bernensis* des Préalpes bernoises ( $n = 120$ ). Il discute la position systématique et l'origine de ce taxon.

### Addendum

Pendant l'impression de ce travail, nous avons pu étudier à nouveau du matériel de graines d'une population d'*Arenaria ciliata* L. venant du Wiener Schneeberg, et reçu du Jardin Botanique de Vienne. Sur une plaque équatoriale de la racine, nous avons compté  $2n = \text{env. } 200$ . Bien que la plaque fût assez nette, il est possible que ce nombre représente un minimum (à cause des possibilités de superposition) et que le nombre réel soit  $2n = 240$ . Cette plante appartiendrait donc à la ssp. *bernensis*, comme le laisserait supposer la taille élevée des graines (1,2 mm). Dans les Herbiers de Genève et de Neuchâtel, nous avons remarqué deux plantes du Wiener Schneeberg qui ressemblaient assez à notre ssp. *bernensis*. Une étude sur le terrain, que nous avons l'intention de faire cette année permettra vraisemblablement de savoir si la ssp. *bernensis* se rencontre aussi dans les Alpes calcaires autrichiennes.

## Bibliographie

- Ascherson P., Graebner P. 1919. Synopsis der mitteleuropäischen Flora **5/1**, 1–948.
- Braun-Blanquet J., Jenny H. 1926. Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Mém. Soc. H. Sc. nat. **63/2**, 183–349.
- Dalla Torre K. W., v. Sarnthein L. 1909. Flora von Tirol **6**, 1–964. Innsbruck.
- Duckert M. M. 1962. Sur l'*Arenaria gothica* Fries de la Vallée de Joux. Bull. Soc. neuch. Sci. nat. **85**, 97–101.
- Favarger C. 1956. A propos des «races» chromosomiques. Arch. Jul.-Klaus-Stift. **31**, 3/4, 277–285.
- 1960. Recherches cytotaxinomiques sur les populations alpines d'*Arenaria ciliata* L. (sens. lat.) Bull. Soc. bot. suisse **70**, 126–140.
  - 1961. Sur l'emploi des nombres de chromosomes en géographie botanique historique. Ber. Geobot. Inst. der ETH, Stift. Rübel **32**, 119–146.
  - 1963 *a*. L'évolution parallèle du caryotype. Colloque Soc. bot. France (à l'impression).
  - 1963 *b*. Contribution de la biosystématique à l'étude des flores alpine et jurassienne. Colloque Soc. bot. France (à l'impression).
  - et Contandriopoulos J. 1961. Essai sur l'endémisme. Bull. Soc. bot. suisse **71**, 384–408.
  - et Duckert M. M. 1960. Recherches sur la flore du Jura. Bull. Soc. neuch. Sci. nat. **83**, 109–119.
- Halliday G. 1961. Taxonomic and ecological studies in the *Arenaria ciliata* and *Minuartia verna* complexes. Thèse. Cambridge.
- Jenny-Lips H. 1958. Vegetation der Schweizer Alpen. Zürich, 1–240.
- Lüdi W. 1948. Die Pflanzengesellschaften der Schynige Platte bei Interlaken und ihre Beziehung zur Umwelt Veröfftl. Geobot. Inst. Rübel **23**, 1–400.
- 1953. Bericht über den 9. Kurs in Alpenbotanik. Ber. Geobot. Inst. Rübel für das Jahr 1952. 14–54.
- Merxmüller H. 1952. Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen. München. 1–105.
- Pawlowski B. 1956. Flora Tatr **1**, 1–672. Varsovie.
- Rouy G., Foucaud J. 1896. Flore de France **3**, 1–382.
- Savulescu T. 1953. Flora republicii populare române **2**, 1–702.
- Zapalowicz, 1911. Conspectus Florae Galiciae criticus **3**, 42 etsq.