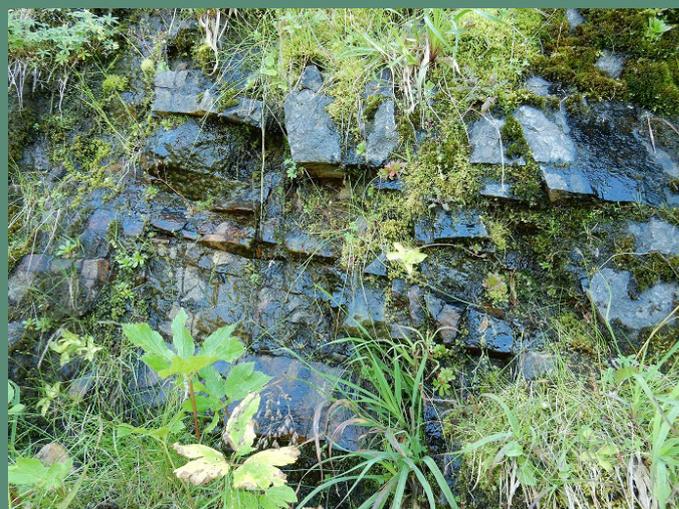


6 - 2025



BIOM

Revue scientifique pour la biodiversité
du Massif central



Communautés végétales de suintements subalpins
dans les monts du Cantal

Thébaud / BIOM 6 (2025) : 1-13

Communautés végétales de suintements subalpins dans les monts du Cantal

Gilles Thébaud¹

¹Université Clermont Auvergne, UniVegE-Herbiers CLF, 3 Boulevard Lafayette, F-63000 Clermont-Ferrand - gilles.thebaud@uca.fr

Soumis le 5 octobre 2024

Accepté le 2 février 2025

Publié le 6 mars 2025

Résumé

Une nouvelle association végétale à *Sagine couchée* et *Pédiculaire verticillée* (*Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* ass. nov.) est décrite dans les monts du Cantal et dans l'Auvergne volcanique. Il s'agit d'une communauté crénophile de paroi suintante subalpine, sur tufs volcaniques qui se rattache à la classe des végétations fontinales des *Montio fontanae-Cardaminetea amarae* Braun-Blanq. et Tüxen ex Klika et Hadač 1944. Les relevés de végétation, incluant les bryophytes, sont analysés pour les comparer à des communautés proches des monts du Cantal, de parois humides (*Micranthetum hieraciifoliae* Quézel et Rioux 1954) et de suintements tourbeux (*Bartsio alpinae-Caricetum nigrae* J. et M.Bartsch 1940) avec lesquels l'association montre des liens floristiques. Elle est ensuite comparée aux autres communautés fontinales décrites dans le Massif central et en France. Elle s'originalise par un biotope très spécialisé, froid, longuement enneigé, oligotrophe, sous climat atlantique humide et très nettement neutre à basique, ce dernier caractère étant remarquable dans un contexte de roches volcaniques siliceuses. Il relève de l'habitat d'intérêt européen prioritaire « communautés de sources et suintements carbonatés » (HIC : 7220*). Cette végétation montre un grand intérêt biologique car elle joue le rôle de zone refuge pour de nombreux taxons subalpins/alpins et abrite plusieurs espèces protégées ou rares. Sa composition floristique originale a aussi une haute signification biogéographique, en tant qu'enclave alpine localisée dans l'étage subalpin des monts d'Auvergne.

Mots-clés

Montio-Cardaminetea
Roche volcanique
Sources

Abstract

A new plant association, *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* ass. nov., is described in the Cantal mountains and in volcanic Auvergne (Massif central, France). This is a rheophilic community of subalpine seeping cliff on volcanic tuffs, which is linked to the class of spring vegetation of *Montio fontanae-Cardaminetea amarae* Braun-Blanq. et Tüxen ex Klika et Hadač 1944. Vegetation surveys, including bryophytes, are analyzed to compare them to nearby communities already existing in the Cantal mountains, wet cliffs (*Micranthetum hieraciifoliae* Quézel et Rioux 1954) and peaty seeps (*Bartsio alpinae-Caricetum nigrae* J. et M.Bartsch 1940) with which the association shows floristic resemblances. It is then compared to other spring communities described in the Massif central and in France. It is characterized by a very specialized biotope, cold, longuely snow-covered, oligotrophic, with a humid Atlantic climate and very clearly neutral to basic, the latter character being remarkable in a context of siliceous volcanic bedrocks. It is an European natural priority habitat type (Natura 2000 code: 7220*). This vegetation is of great biological interest because it acts as a refuge area for numerous subalpine/alpine taxa and is home to several protected or rare species. Its original floristic composition also reflects a high biogeographic significance, as an alpine enclave located in the subalpine level of the Auvergne mountains.

Keywords

Montio-Cardaminetea
Volcanic bedrock
Spring

Introduction

Les monts du Cantal représentent un espace subalpin majeur au sein des écosystèmes du Massif central (Fig. 1). En comparaison aux recherches phytosociologiques menées dans les monts Dore, massif proche et comparable, celles qui concernent directement le Cantal restent pourtant peu nombreuses depuis les travaux plus anciens de Braun-Blanquet (1926) et de Quézel et Rioux (1954). Ces derniers auteurs avaient différencié en particulier deux associations végétales subalpines chasmophytiques, le « *Saxifragetum lamottei* », connu aussi des monts Dore et le « *Saxifragetum hieracifoliae* », cette dernière plus humide, hygromivosciphile, endémique du Cantal. Braun-Blanquet (1925) avait quant à lui décrit des végétations fontinales, en particulier l'« Association von *Bryum schleicheri* und *Montia rivularis* », communauté subalpine connue aussi dans les monts Dore, sous le nom d'« Association à *Bryum schleicheri* et *Philonotis seriata* » Luquet 1926.

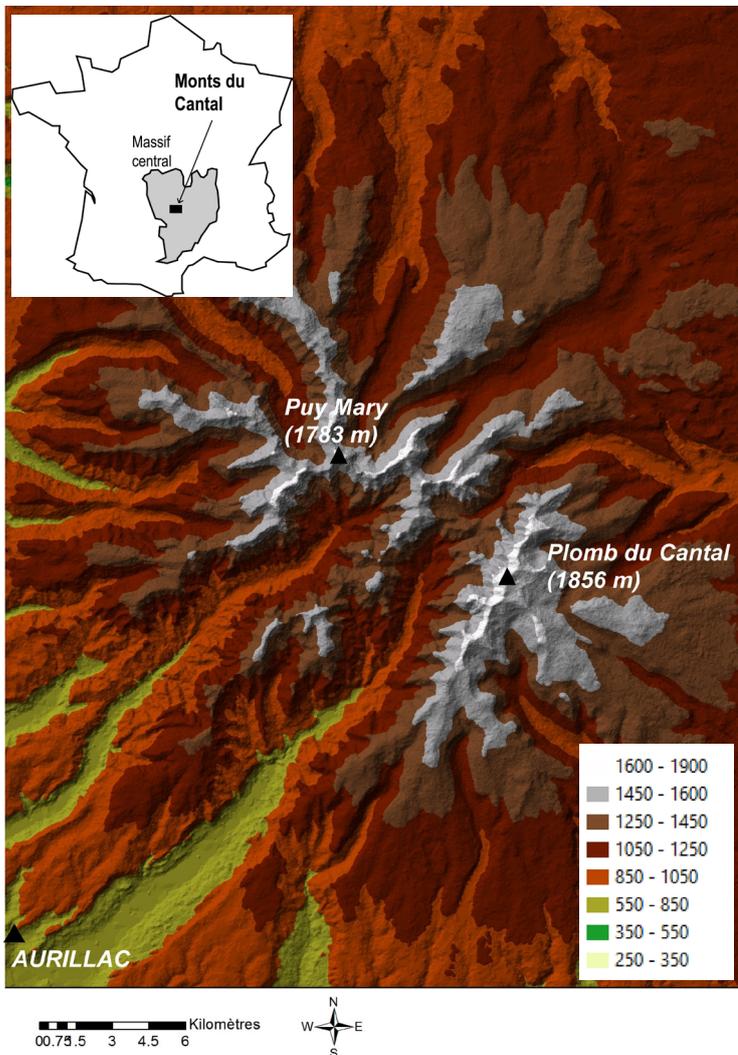


Figure 1 - Localisation et relief des monts du Cantal.

Au cours de programmes de prospections dans les monts du Cantal menés par UniVegE (université Clermont-Auvergne) depuis une dizaine d'années dans le cadre de synthèses en cours à l'échelle du Massif central (Thébaud et al. 2021 ; Roux & Brocard 2023 ; Loos & Thébaud 2024), nous nous sommes intéressés à une communauté de paroi humide particulièrement originale,

qui ne nous semblait pas relever des végétations pariétales ou fontinales décrites précédemment, et dont nous présentons ici l'étude plus approfondie en relation étroite avec les communautés floristiquement proches.

Contexte biogéographique

Les caractères géologiques complexes du volcan cantalien sont décrits dans Nehlig (2007). Il s'agit du plus grand volcan d'Europe, d'une superficie supérieure à 2 500 km² et culminant à 1 856 m au Plomb du Cantal. Ce relief vigoureux est profondément entaillé d'anciennes vallées glaciaires disposées en étoile (Fig. 1). La partie sommitale est constituée principalement de laves siliceuses, surtout trachy-andésites et plus rarement phonolites, les basaltes étant surtout présents en périphérie du massif. Ces roches surplombent différents types de dépôts volcanoclastiques, débris, brèches, cendres, lapillis.

Les sources de données climatologiques consultées ici proviennent de diverses stations consignées dans le site de *Météociel*, sur la période 1991-2020, en particulier pour la station du Lioran. Les monts du Cantal sont soumis au régime océanique et à une très forte humidité dépassant 2 000 mm sur les crêtes, ainsi qu'à un régime des précipitations peu contrasté. Les précipitations estivales, même si elles accusent un creux par rapport aux autres saisons, restent fortes, dépassant le double de celles des montagnes plus orientales du Massif central (Thébaud et Roux 2018) ; les arrivées d'ouest baignent souvent les crêtes, même en plein été, d'une forte humidité atmosphérique. Au-dessus de 1 500 m la température moyenne annuelle oscille entre 3 et 5°C. Les vents fréquents pendant toute la saison contribuent à abaisser ces moyennes. En conditions topographiques peu contrastée, le nombre de jours d'enneigement y dépasse 80 et le nombre de jours de gel dépasse 120. Cela traduit en altitude un climat humide, rude, et nettement subalpin. Notons que la partie orientale du Massif, traduit un climat d'abri, moins arrosé et plus contrasté. C'est le cas de la chaîne du Plomb par opposition aux secteurs plus occidentaux, puy Mary, Chavaroche, Roc des Ombres...

Matériel et méthodes

L'échantillonnage est constitué de 33 relevés dont 26 de suintements rupestres ou turfcologiques réalisés par UniVegE (Fig. 2), principalement de 2014 à 2017, auxquels ont été rajoutés 7 relevés de paroi humide du *Micranthetum hieraciifoliae* de Quézel et Rioux (1954), en raison de leur proximité floristique et physiographique. Les relevés d'UniVegE ont été effectués selon la méthode phytosociologique sigmatiste de Braun-Blanquet (1964), complétée par Guinochet (1973) et Géhu (2006).

Nous avons cherché à effectuer les relevés sur des surfaces écologiquement homogènes : dans le cas des végétations fontinales ont été sélectionnés des espaces parcourus d'écoulements permanents, exempts de micro-habitats, de type saillies, rebords ou blocs rocheux plus xériques, ou îlots de sols ou d'histosols... La présence d'espèces bio-indicatrices hydrophiles, crénophiles ou rhéophiles, nous a guidé pour circonscrire la surface et la forme sur le terrain de ces biotopes spécialisés.

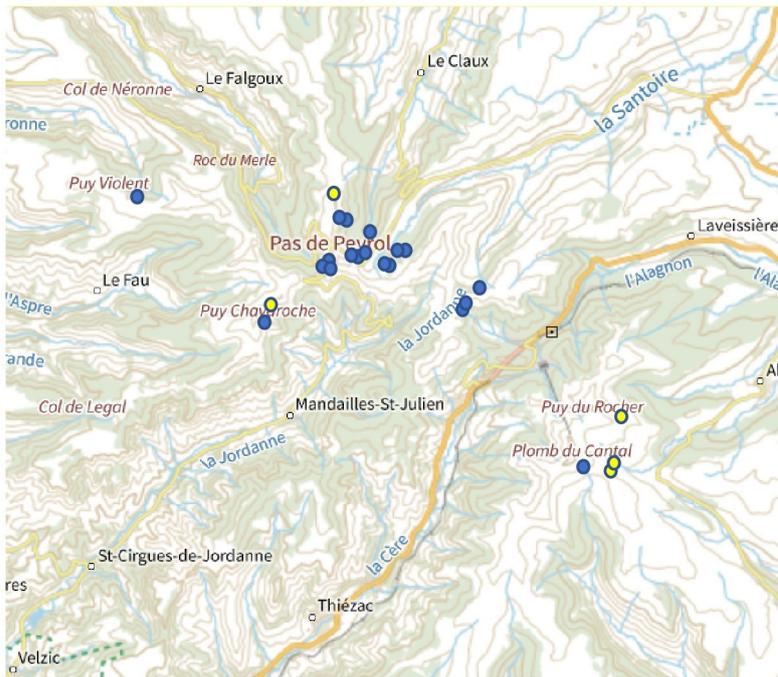


Figure 2 - Localisation des relevés de végétation réalisés par UniVegE. Ne figurent pas sur cette carte un relevé de la vallée de Chaudefour et un relevé non géoréférencé. En bleu : relevés du *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* ; en jaune : relevés du *Bartsia alpinae-Caricetum nigrae* (source cartographique : plan IGN personnalisable (géoportail)).

Les relevés ont été effectués sur des surfaces comprises entre 1 et 4 m² et jusqu'à 6 m², ce type de végétation étant rarement plus étendu. Ce sont des échelles de surfaces habituellement échantillonnées pour ces types d'habitats et de communautés mixtes bryo/trachéophytiques relevant des *Montio fontanae-Cardaminetea amarae* Braun-Blanq. et Tüxen ex Klika et Hadač 1944, communautés à grain grossier, contrôlées par la croissance clonale des espèces dominantes (Zechmeister & Mucina 1994).

Bénéficiant de la collaboration de Renée Skrzypczak, bryologue, nous avons eu l'avantage de pouvoir prendre en compte les bryophytes dans les relevés. Ceci a nécessité un examen attentif sur le terrain, le prélèvement et la numérotation des échantillons, leur détermination en laboratoire et leur dépôt dans les herbiers CLF où ils sont consultables.

Plusieurs raisons nous ont confortés dans ce choix. D'une part beaucoup d'auteurs européens effectuent des relevés mixtes bryo/trachéophytiques sur ces types de communautés et les synthèses phytosociologiques intègrent bon nombre de bryophytes dans les caractéristiques des différentes unités du synsystème (Oberdorfer *et al.* 1998 ; Passarge 1999 ; Rivas-Martinez 2011). D'autre part, il est important de ne pas se priver des informations livrées par ces bio-indicateurs précieux que représentent les bryophytes pour faciliter la compréhension synécologique de ces communautés souvent paupécifiques. Enfin, la structure des végétations étudiées ici se prête mal à une séparation des deux groupes biologiques. Leur structure verticale n'est pas stratifiée, avec des herbacées émergeant peu parmi les coussins de bryophytes, la plupart de petites tailles, à rosettes plaquées sur le substrat comme *Pinguicula*, *Parnassia*, *Sagina*, *Micranthes*, ou à partie végétative aérienne grêle, parfois moins hautes que les touffes

d'hypnacées pleurocarpes qui les entourent comme *Subula verna*, *Gentiana verna*, *Sedum villosum*... Leur structure spatiale horizontale ne plaide pas plus pour une séparation des deux groupes : des individus herbacés isolés, réparties aléatoirement, en mélange avec les coussins cloniques de muscinées, eux même occupant des surfaces limitées et laissant la végétation ouverte. Dès lors la séparation des deux groupes biologiques dans des relevés différenciés, devient un choix conventionnel plus qu'une évidence guidée par une réalité de terrain. Ainsi nous n'avons pas adopté l'avis de Foucault (2018) qui recommande de ne pas relever les bryophytes avec les trachéophytes, pour la raison que ces relevés seraient hétérogènes.

Les relevés ont été saisis dans Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001) et analysés dans JUICE (Tichý 2002). Une analyse de classification de type MTC (Modified twinspan classification) a permis de différencier les principales unités de végétation, complétée par un tri manuel dans le tableur juice. Une analyse d'ordination de type analyse canonique des correspondances (CCA Ter Braak 1986) basée sur les valeurs des indices bio-indicateurs, réalisée au moyen du logiciel MVSP (version 3.22 Kovach 2014) a permis de mettre en évidence les correspondances entre variables écologiques et associations végétales. Les valeurs d'indices utilisées sont celles d'Ellenberg (1992), ou en leur absence celles de Julve (2017) pour les trachéophytes ou et celles tirées de Dierßen (2001) pour les bryophytes.

Les référentiels de classifications consultés sont le prodrome des végétations de France (PVF1, Bardat *et al.* 2004 et PVF2, Roux *et al.* 2024) et l'EuroVegChecklist (Mucina *et al.* 2016), ainsi que Marstaller (1993) et Dierßen (2001) pour les végétations dominées par les bryophytes. Nous avons utilisé Taxref v16 pour la nomenclature taxonomique. La nomenclature phytosociologique respecte l'ICPN (Theurillat *et al.* 2021), mais, pour simplifier, les noms d'autorités sont donnés selon leurs abréviations disponibles dans Roux *et al.* (2024), malgré la recommandation 46b de l'ICPN qui conseille de mettre ces noms en entier. La comparaison syntaxonomique avec les communautés extérieures à la région a été faite sur la base de tableaux synthétiques déjà existants, mais modifiés ici, Foucault (2018) pour les végétations fontinales et Thébaud *et al.* (2012) pour les végétations de bas marais acides.

Résultats

L'étude nous a conduit à décrire une nouvelle association végétale nommée *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae*, appartenant à la classe des végétations fontinales des *Montio-Cardaminetea*. Nous étudions ici ses rapports avec deux autres associations présentes dans le Cantal, le *Micranthetum hieraciifoliae* Quézel & Rioux 1954 (nom muté ici du *Saxifragetum hieraciifoliae*) mentionné plus haut, groupement chasmophytique subalpin appartenant à la classe des *Asplenieta trichomanis* (Braun-Blanq. in H.Meier & Braun-Blanq. 1934) Oberd. 1977 et le *Bartsia alpinae-Caricetum nigrae* J. et M.Bartsch 1940, association de bas-marais et suintements turficoles rangée dans les *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae* Tüxen 1937. Cette dernière jusqu'ici n'était pas mentionnée dans le Massif central. Le tableau 1 présente les caractères floristiques et phytosociologiques de ces différentes communautés ainsi que leurs groupes de taxons différentiels

(GTD). Deux tableaux synthétiques permettent une comparaison plus générale des nouvelles associations cantaliennes, le *Sagino-Pedicularietum* au sein de l'*Arabidion soyeri* Julve ex B.Foucault (Tab. 2) et le *Bartsio-Caricetum* au sein du *Caricion fuscae* W.Koch 1926 (Tab. 3).

Analyse des relevés

La MTC réalisée en présence absence sur 32 relevés et 80 espèces hors bryophytes a permis de classer ceux-ci en 6 clusters (Fig. 3). Le cluster 2 correspond au *Micranthetum hieraciifoliae*, avec 7 relevés typiques de Quézel & Rioux (1954) ; 2 relevés intermédiaires avec le *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* constituent le cluster 1. Les cluster 3, 4 correspondent au *Bartsio alpinae-Caricetum nigrae* et le cluster 5 à 3 relevés intermédiaires avec le *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae*. Le Cluster 6 est le *Sagino procumbentis-Pedicularietum*

verticillatae typique. L'analyse montre la forte individualisation de cette association.

La CCA réalisée sur le même échantillonnage permet de visualiser sur la carte factorielle la projection des points relevés sur les deux premiers axes ainsi que les variables écologiques (Fig. 4). Le long de l'axe 1 les relevés sont discriminés de façon multifactorielle, par la température, l'humidité et la réaction acido-basique. Cette dernière est inversement corrélée aux deux premiers. À droite de l'axe le *Micranthetum hieraciifoliae* apparaît plus cryophile et xérophile que les 2 autres communautés. Il apparaît aussi nettement plus basiphile. Le *Bartsio alpinae-Caricetum nigrae* est la communauté la plus hygrophile, la plus acidiphile et la plus héliophile. Le *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* occupe une situation intermédiaire vis-à-vis de T, H et R entre les deux précédentes communautés. L'axe 2 correspond à une différenciation principale selon les nutriments. Cette dernière association apparaît comme la moins oligotrophile.

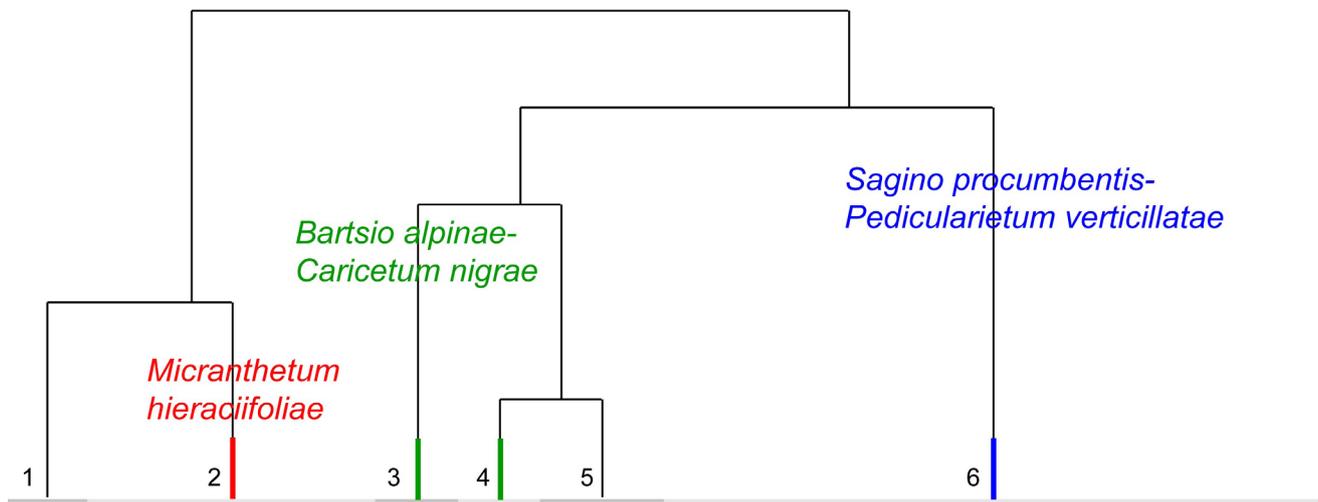


Figure 3 - Dendrogramme résultant de la MTC concernant les 32 relevés et 80 espèces ; analyse en présence/absence ; indice de dissimilarité : Sorensen Median, espèces présentes moins de 2 fois retirées de l'analyse.

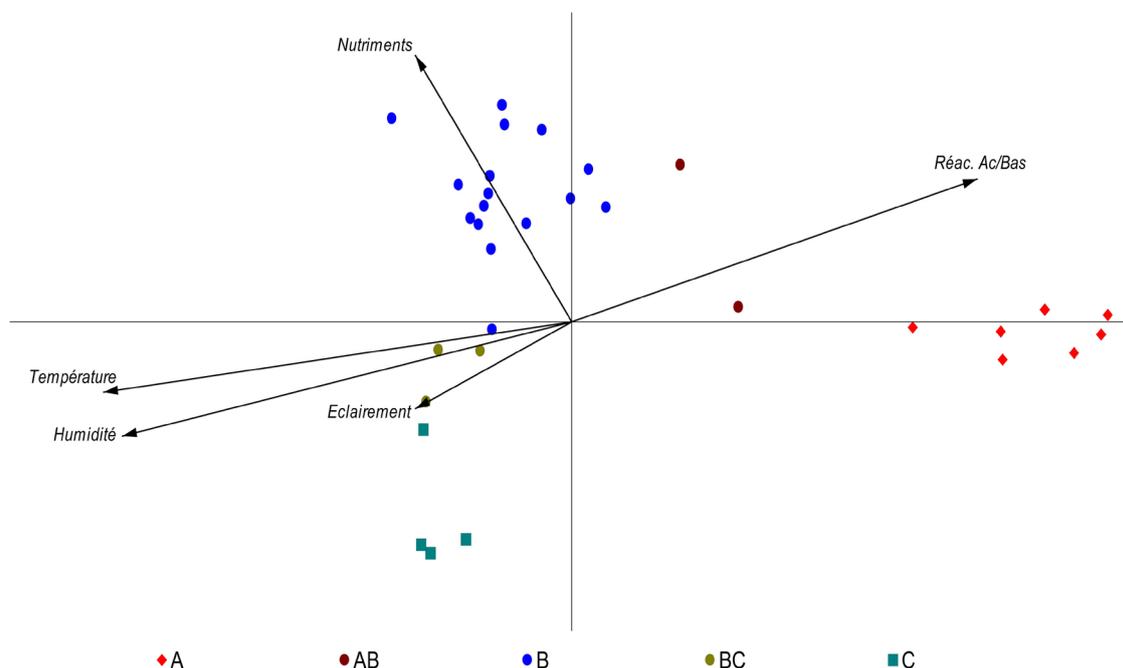


Figure 4 - Carte factorielle correspondant à la projection des points-relevés sur les deux premiers axes, résultant d'une analyse de type CCA réalisée sur 32 relevés et 80 espèces. Valeurs propres : Axe 1 : 0,433 ; Axe 2 : 0,242. A : *Micranthetum hieraciifoliae* ; B : *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* ; C : *Bartsio alpinae-Caricetum nigrae* ; AB et BC : relevés intermédiaires.

Groupes socio-écologiques de taxons différentiels du tableau 1 (GTD, 1^{ère} colonne, chiffres romains).

GTD I : (*Saxifraga oppositifolia* à *Cystopteris fragilis*) : chasmophytes et saxicoles, orophiles, surtout basiphiles et calciphiles des *Asplenietea trichomanis* et des *Potentilletalia caulescentis* ;

GTD II : mésophiles à xérophiles, orophiles, subalpins à alpins, neutrophiles à basiphiles ;

Ila : (*Veronica urticifolia* à *Gentiana verna*) optimum des orophiles alpines basiphiles des *Elyno-Seslerietea* ;

Ilb : (*Leucanthemum delarbrei* à *Poa nemoralis*) autres herbacées subneutrophiles à basiphiles ;

GTD II : (*Epilobium palustre* à *E. anagallidifolium*) hygrophiles à hydrophiles, crénophiles ou rhéophiles, fontinales ou de suintements des *Montio-Cardaminetea* ;

GTD IV : hygrophiles turficoles, surtout *Scheuchzerio-Caricetea* ;

IVa : (*Juncus alpinoarticulatus* à *Carex panicea*), acidiclinales à basiphiles, oligomésotrophiles ;

IVb : acidiphiles oligotrophiles, surtout *Caricion fuscae*.

Association à Sagine couchée et Pédiculaire verticillée : *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* ass. nov. hoc loco. *Holotypus* hoc loco rel. n° 15 du tableau 1.

Cette communauté qui occupe des surfaces de quelques mètres carrés sur des parois suintantes se présente sous la forme d'une végétation assez ouverte (couverture de 20 à 90%, en moyenne 60%), mixte, herbacée et muscinée, marquée par les hémicryptophytes grêles à rosette et les coussinets sombres de *Blindia acuta* ou clairs des *Philonotis* (Photo 1, 2 et 3).

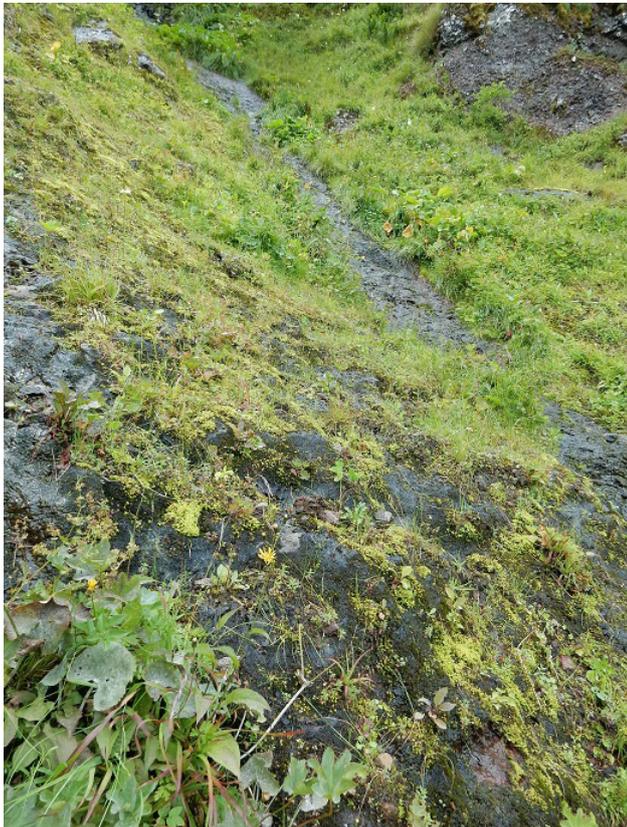


Photo 1 - *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* (roches Taillades sous Pas de Peyrol, Le Claux, rel. 267CR).

Composition floristique

L'association est assez riche pour une communauté fontinale avec 16 espèces de trachéophytes en moyenne et plus de 21 au total avec les bryophytes.

Les espèces caractéristiques et différentielles sont *Pedicularis verticillata*, *Sedum villosum*, *Sagina procumbens* (Photo 4), *Micranthes stellaris*, *Leucanthemum delarbrei*, *Luzula desvauxii* et *Blindia acuta*. *Sagina saginoides* (L.) Karsten, malgré nos recherches, n'a jamais été formellement identifiée dans les relevés. Les autres espèces constantes ou très fréquentes sont *Pinguicula vulgaris* (subsp. *vulgaris* et subsp. *alpicola*), *Parnassia palustris*, *Poa nemoralis*, *Philonotis fontana*. Les taxons acidiphiles acidiclinales parmi lesquels *Festuca rivularis*, *Luzula desvauxii*, *Epilobium palustre*, *Philonotis seriata*, restent dominés par les taxons neutrophiles ou basiphiles marqués par un important contingent d'orophytes subalpins et alpins comme *Cerastium alpinum*, *Sabulina verna*, *Bartsia alpina*, *Gentiana verna*, *Pedicularis verticillata*, *Alchemilla alpigena*, *Poa alpina*.



Photo 2 - *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* (cirque du Bataillouse, Lavigerie, rel. 2373GT).



Photo 3 - *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* (vallée du ruisseau de la Croix, Laveissière, rel. 1885GT).

Les bryophytes les plus représentées sont des acidiclinales ou subneutrophiles rhéophiles ou crénophiles, la plupart caractéristiques de l'*Hygrohypnion dilatati* Krajinak 1933, mousses des eaux courantes, fraîches et oligotrophes de montagne, comme *Blindia acuta*, *Ptychostomum pseudotriquetrum*, *Philonotis fontana*, *P. seriata*, *Diobellonella palustris*. Parmi elles les trois dernières sont aussi de bonnes espèces des végétations fontinales des Montio-

Cardaminetea. On note aussi quelques taxons subneutrophiles à basiphiles communes des parois calcaires ombragées de haute altitude de l'alliance du *Violo biflorae-Cystopteridion alpinae* Fern. Casas 1970 comme *Dichodontium pellucidum* et *Amphidium mougeotii*. *Campylium stellatum*, *Palustriella commutata* et *P. falcata*, bryophytes basiphiles, sont présentes mais restent rares (Photos 4).



Photos 4 - Combinaison floristique originale du *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae*. 1 : *Sagina procumbens*, caractéristique ; 2 et 3 : taxons crénophiles des Montio-*Cardaminetea* : *Micranthes stellaris*, *Sedum villosum*, caractéristique ; 4, 5 et 6 : taxons subalpins/alpins cryophiles, neutrophiles à basiphiles : *Cerastium alpinum*, *Pedicularis verticillata*, *Sabulina verna*. 7

Ecologie, conditions stationnelles

L'association occupe des parois trachy-andésitiques ou basaltiques parcourues d'écoulements permanents provenant de sources en amont et sans sol apparent. Les pentes sont très fortes (moyenne 74° ; écart : entre 40° et 90°). L'exposition est principalement N et NO avec souvent des concavités et situations confinées. Les relevés s'échelonnent entre 1400m et 1640m d'altitude (moyenne 1540m), depuis l'étage montagnard supérieur mais surtout dans l'étage subalpin.

Sa composition floristique, marquée par un important cortège d'espèces neutrophiles à basiphiles, phénomène peu courant dans les montagnes siliceuses auvergnates, traduit un enrichissement en bases minérales. Ceci peut s'expliquer par l'altération et la dissolution, sous l'action des écoulements permanents, des silicates calciques ou magnésiques des roches volcaniques notamment les basaltes. Il s'ensuit l'accumulation superficielle d'un tuf. Ces végétations traduisent donc des écoulements plus minéralisés que les communautés fontinales d'eaux vives situées aux alentours dans les sources et ruisselets. Ces caractères lui confèrent son appartenance à l'habitat d'intérêt européen prioritaire nommé « communautés de sources et suintements carbonatés » (HIC : 7220*).

Le cortège floristique, par l'absence de taxons mésotrophiles, traduit aussi une grande pauvreté du milieu en nutriments. On note ainsi à ce propos la présence quasi constante, dans ces communautés ouvertes, de cyanobactéries du genre *Nostoc*, organismes connus pour leur caractère pionnier des milieux extrêmes, autotrophes vis-à-vis de l'azote, permettant ainsi des apports nutritifs qui font défaut dans ces stations. La fréquence de la Grassette vulgaire (*Pinguicula vulgaris* subsp. *vulgaris* et subsp. *alpicola*), plante insectivore, confirme ce caractère.

L'association s'inscrit dans un biotope particulièrement froid et humide, dû à la conjonction de plusieurs caractères : altitude élevée, humidité du climat océanique, exposition défavorable, souvent en situation de concavité, apports d'eau permanents. Ainsi peut s'expliquer la présence dans l'association d'un fort contingent subalpin/alpin et arctico-alpin dont ces stations lui servent de refuge, les conditions thermiques et hygrométriques n'étant que rarement réalisées ailleurs dans le massif.

Chorologie

L'association a été principalement mise en évidence dans les monts du Cantal et a été également découverte dans les monts Dore (relevé 11, cascade de la Biche à Chaudfour), d'où l'on note l'absence de *Pedicularis verticillata* et où des recherches complémentaires seraient à mener. Dans ce massif un relevé de Le Henaff *et al.* (2021, n°551338 p. 136) s'en rapproche mais les bryophytes n'ont pas été relevés. Dans les monts du Cantal l'association est particulièrement présente dans les parois rocheuses des principaux cirques qui entourent la zone centrale : cirque de l'Impradine autour de la Brèche de Roland et « Roches Violettes » sur basaltes scoriacées ; Roches Taillades sous le Pas de Peyrol sur basalte ; puy Bataillouse, cirque de Récusset sous le puy Violent, cirque à l'est du puy de la Tourte, Roche Noire vers le col de Redondet... Elle est plus ponctuelle dans la chaîne du

Plomb et celle du Chavaroché et dans d'autres secteurs d'altitude où elle se rencontre au niveau d'émergences rocheuses. C'est un groupement endémique de l'étage subalpin de l'Auvergne volcanique sous climat d'influence océanique.

Variations

Notre échantillonnage ne montre pas de variations floristiques notables facilement interprétables. On observe simplement des relevés intermédiaires avec l'association chasmophytique du *Micranthetum hieracifoliae* (variante 1 du tableau 1) où apparaissent *Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga paniculata*, *Pedicularis verticillata*, *Cerastium alpinum*, *Sabulina verna*, ou avec des relevés en transition avec les suintements subalpins tourbeux du *Bartsia alpinae-Caricetum nigrae* (variante 3 du tableau 1) qui abritent *Molinia caerulea*, *Carex viridula*, *Drosera rotundifolia*, *Juncus alpinoarticulatus*... Elle a aussi été observée sous forme d'une sous-unité appauvrie en orophytes subalpines/alpines, plus bas dans l'étage montagnard près de la cascade du Saut de la Truite.

Comparaison et position syntaxonomiques

L'association présente en commun avec le *Micranthetum hieracifoliae* quelques taxons crénophiles des *Montio-Cardaminetea* comme *Cochlearia pyrenaica*, *Micranthes stellaris* et des taxons plus neutroclines à basiphiles à optimum subalpin/alpin des pelouses cryo-orophiles basiphiles de l'*Oxytropido-Elynon myosuroidis* Braun-Blanq. 1950 comme *Cerastium alpinum*, *Sabulina verna*, *Pedicularis verticillata*. Le *Micranthetum hieracifoliae* toutefois n'est pas parcouru d'eaux de sources contrairement au *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae*, bien que ses conditions stationnelles toujours ombragées et froides dans des couloirs enneigés maintiennent une hygrométrie permanente.

Au sein des *Montio-Cardaminetea*, classe dans laquelle se range nettement le *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae*, ce dernier a plus d'affinités avec l'*Arabidion soyeri* Julve ex B.Foucault 2018 alliance neutrocline à basiphile reconnue dans le PVF2, qu'avec le *Cardamino amarae-Montion fontanae* Braun-Blanq. 1925, acidiphile : fréquence importante de *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris* en commun avec la première alliance, présence de *Juncus alpinoarticulatus*, *Cochlearia pyrenaica*, et absence de plusieurs espèces données comme caractéristiques ou différentielles du *Cardamino-Montion* comme *Montia fontana*, *Sagina saginoides*, *Viola palustris*, *Cerastium cerastoides* ainsi que d'autres espèces acidiphiles différentielles des bas-marais acides comme *Carex nigra*, *Ranunculus flammula*... Ces caractères le séparent ainsi des autres groupements de sources subalpines d'eaux vives à *Montia*, décrites en Auvergne : *Philonotido fontanae-Montietum rivularis* Bükér et Tüxen in Bükér 1942 de l'étage montagnard, *Montio fontanae-Bryetum schleicherii* Braun-Blanq. 1925 de l'étage subalpin [= *Myosotido martini-Micranthetum stellaris* B.Foucault 2018 *nom. inval.* (art. 3a) et *nom. superfl.* (29c)].

Toutefois le groupement cantalien montre des différences importantes avec les communautés de l'*Arabidion soyeri* consignées dans le tableau 2 : il y manque des espèces caractéristiques ou différentielles de l'alliance comme : *Saxifraga aizoides*, *Philonotis calcarea* ainsi que des espèces hygrophiles d'unités supérieures fréquentes comme *Cardamine amara*, *Caltha palustris* ou comme

Tableau 2 - Tableau synoptique concernant le *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* cantalien. L'association (colonne surlignée) est intégrée au sein du tableau extrait de Foucault (2018, tab. 3, p. 20 à 22, A.2.5), ici modifié, où sont analysées et comparées des associations de l'alliance de l'*Arabidion soyeri* Julve ex B.Foucault 2018.

Numéro d'association	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Correspondance Foucault (2018)	44	43	46	40	41	45	42	47	
Nombre de relevés	6	16	93	14	31	8	15	5	30
Car. et dif. d'Associations									
<i>Alchemilla coriacea</i>	V		I		II				
<i>Bartsia alpina</i>	III	II			II	I			
<i>Sagino procumbens</i>	V	r							
<i>Blindia acuta</i>	IV								
<i>Luzula desvauxii</i>	IV			+					
<i>Pedicularis verticillata</i>	III	r							
<i>Sedum villosum</i>	III	r		r					
<i>Sabulina verna</i>	II								
<i>Cerastium alpinum</i>	II								
<i>Bellidiastrum michelii</i>			III						
<i>Arabis soyeri</i> *subcoriacea et soyeri			III	r					
<i>Bistorta vivipara</i>	I		III						
<i>Cardamine asarifolia</i>	V		IV						
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> *calabricum			IV						
<i>Carex frigida</i>			III	III	I				
<i>Veronica ponae</i>				IV	II				
<i>Mniobryum albicans</i>				r	III				
<i>Eupatorium cannabinum</i> *c.							II		
<i>Epilobium parviflorum</i>							II		
<i>Cochlearia pyrenaica</i>	I						V	III	
<i>Pinguicula grandiflora</i> *g.					II			III	
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	I			+				III	
<i>Cardamine raphanifolia</i>				+				V	
<i>Cratoneuron filicinum</i>	I	r	+			II			V
<i>Cochlearia polonica</i>									V
Car. et dif. de l'Arabidion soyeri									
<i>Palustriella falcata</i>	IV	I	II	II	I	IV			
<i>Pinguicula vulgaris</i> *v. et alpicola	V	+	II	III	I				
<i>Palustriella commutata</i>	I	IV	II	r	I	V			
<i>Micranthes stellaris</i>	V	III	II	IV	II				I
<i>Parnassia palustris</i>	V	+	II	II	II				I
<i>Carex nigra</i>	I		+	I	II	II			
<i>Juncus alpinoarticulatus</i> *a.		II	I	II	II	II			
<i>Philonotis calcarea</i>			IV	II	I	II	IV		
<i>Saxifraga aizoides</i>			IV	II	IV	IV		IV	
<i>Palustriella decipiens</i>			II	III					
<i>Cardamine amara</i> *pyrenaica					I	II			
Autres taxons d'Ordre et Classe									
<i>Caltha palustris</i> *p.			I	IV	IV	II	I	IV	III
<i>Epilobium alsinifolium</i>	V	I	III	IV	V		III		
<i>Philonotis fontana</i>	I	III	r	I	I				
<i>Philonotis seriata</i>		II	r	III	r			I	
<i>Viola biflora</i>	I		+	II	I				
<i>Bryum schleicheri</i>			I	II	r	II			
<i>Cardamine amara</i> *a.			II	+			I	III	
<i>Saxifraga rotundifolia</i> *r.	I	I		I					
<i>Epilobium anagallidifolium</i>		I		I	+				
<i>Stellaria alsine</i>		I		+				r	
<i>Saxifraga aquatica</i>					II	I		I	
<i>Diobelonella palustris</i>	II	r							
<i>Festuca rivularis</i>	II					I			
<i>Epilobium nutans</i>					+			I	
<i>Montia hallii</i>					r				
Compagnes									
<i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i>		I	III	II		I	IV	I	r
<i>Cirsium palustre</i>		I	+		r		I	I	I
<i>Brachythecium rivulare</i>		I	+	III		II	II		V
<i>Deschampsia cespitosa</i> *c.	V		IV	III	r	III			
<i>Epilobium palustre</i>		III	r		I			V	
<i>Cardamine pratensis</i>		I	+	r	r				
<i>Poa trivialis</i> *t.				I	I	I			I
<i>Crepis paludosa</i>		I	+	I					
<i>Poa alpina</i>		III	I			I			
<i>Veronica beccabunga</i> *b.				+	r			I	
<i>Galium palustre</i>				+				I	II
<i>Imperatoria ostruthium</i>	II	I							
<i>Gentiana verna</i>	I	I							
<i>Campanula rotundifolia</i>	I	I							
<i>Agrostis capillaris</i>		I	r						
<i>Agrostis rupestris</i>		I	r						
<i>Scabiosa columbaria</i>		I	r						
<i>Rhizomnium punctatum</i>		I	r						
<i>Alchemilla alpigena</i>		III			r				
<i>Viola palustris</i>				+	II				
<i>Primula integrifolia</i>					II	I			
<i>Mentha longifolia</i> *f.					I		II		
<i>Tofieldia calyculata</i>			+					I	r
<i>Myosotis nemorosa</i> + <i>scorpioides</i>					I				r
<i>Ranunculus repens</i>					+				+
<i>Juncus effusus</i>					r				I

1 : *Alchemilla coriacea-Cardaminetum asarifoliae* (Guin. 1938) B.Foucault 2018 ;
 3 : *Saxifraga aizoidis-Arabidetum subcoriacea* (W.Koch 1928) B.Foucault 2018 ; 4 :
Chaerophyllo calabrici-Cardaminetum asarifoliae Gerdol & M.Tomas. ex B.Foucault
 2018 ; 5 : *Epilobio alsinifolii-Saxifragetum stellaris* Nègre 1968 ; 6 : *Cratoneuro falcati-*
Arabidetum bellidifoliae sensu Braun-Blanq. 1948 ; 7 : *Cochlearietum pyrenaicae* Oberd.
 ex B.Foucault 2018 ; 8 : *Saxifraga aizoidis- Cochlearietum pyrenaicae* Chouard ex Corriol
 & B.Foucault in B.Foucault 2018 ; 9 : *Cochlearietum polonicae* Kwiatkowska 1957.
 Les compagnes présentes dans moins de 2 associations n'ont pas été indiquées. Le
 tableau de Foucault étant incomplet celui-ci a été complété par les fréquences des
 espèces de l'association cantalienne présentes dans les autres syntaxons.

Deschampsia cespitosa et *Carex nigra*. Par contre il possède des taxons acidiphiles comme *Festuca rivularis*, *Luzula desvauxii*, ainsi que des taxons basiphiles saxicoles de l'*Oxytropido-Elynon* qui sont rares où absents ailleurs. Malgré ces différences notre position est de le ranger dans l'*Arabidion soyeri*, alliance qui lui correspond le plus.

En son sein, le *Sagino-Pedicularietum* a des affinités les plus marquées avec deux associations fontinales riches en muscinées, situées au bord d'eaux oligotrophes, froides et riches en bases, à haute altitude et plus orientales : le *Saxifraga aizoidis-Arabidetum subcoriacea* (W.Koch 1928) B.Foucault 2018 (incl. *Cratoneuro falcati-Arabidetum bellidifoliae* W.Koch 1928 p.p. et *Pinguicula vulgaris-Cratoneuretum commutati sensu W.Braun 1968*), communauté de l'étage subalpin des Alpes, au dessus de 1500 m ; le *Chaerophyllo calabrici-Cardaminetum asarifoliae* Gerdol & M.Tomas. ex B.Foucault 2018, communauté des Apennins et des Alpes du sud-est sur roches cristallines et grés. Selon Gerdol & Tomaselli (1988) son biotope est caractérisé par des eaux froides sténothermes, oligotrophes, aux concentrations modérées en calcium et alcalins en raison de la dissolution de la matrice carbonatée, ce qui explique leur pH subneutre. Ces conditions ainsi que leur cortège mixte entre espèces acidiphiles et basiphiles le rapproche de l'association cantalienne.

Les affinités floristiques sont moins marquées avec l'*Epilobio alsinifolii-Saxifragetum stellaris* Nègre 1968, communauté des Pyrénées centrales, acidophile, en bordure des petits torrents au dessus de 1400m et le *Cratoneuro falcati-Arabidetum bellidifoliae sensu Braun-Blanq. 1948* des Pyrénées catalanes et orientales en bordure des ruisselets riches en eaux carbonatées à haute altitude. Leur synécologie semble aussi bien différente.

Avec le *Cochlearietum pyrenaici* Oberd. ex B.Foucault 2018 (incl. *Cochleario pyrenaici-Cratoneuretum commutati* Oberd. ex T.Müll. 1961), syntaxon de suintements sourceux montagnard à subalpin, il ne montre que peu de ressemblance en raison du caractère nettement plus mésotrophe de ces groupements avec *Eupatorium cannabinum*, *Epilobium parviflorum*, *Equisetum palustre*, *Mentha longifolia*, *Schedonorus arundinaceus*. Plusieurs auteurs citent pourtant cette association dans le Massif central (Foucault 2018 ; Bensettiti et al. 2002) sans description précise ni relevés mais la communauté cantalienne étudiée ici, bien que renfermant *Cochlearia pyrenaica*, ne s'y rattache pas. De même le tableau 2 montre que la ressemblance est peu marquée avec le *Saxifraga aizoidis-Cochlearietum pyrenaicae* Chouard ex Corriol & B.Foucault 2018 décrit dans les Pyrénées centrales.

Le *Saxifraga rotundifoliae-Violetum biflorae* B.Foucault & Delpech 1985 des Alpes et du Jura (non consigné dans le tableau 2) présente quelques analogies floristiques et synécologiques mais constitue plutôt un ourlet de bas de paroi enneigée et comporte trop peu de taxons des *Montio-Cardaminetea*.

Notre association montre donc une grande individualité floristique par rapport aux autres associations décrites en France ainsi qu'avec les autres groupements auvergnats connus. Elle pourrait prendre place dans une nouvelle alliance des parois suintantes subalpines et alpines parcourues par les sources dont la délimitation exacte au sein des syntaxons existants serait à approfondir.

Association à Bartsie des Alpes et Laïche noire : *Bartsia alpinae*-*Caricetum nigrae* J. et M.Bartsch 1940.

Cette association se place dans l'alliance des bas-marais acides du *Caricion fuscae* W.Koch 1926, et dans la sous-alliance à optimum subalpin, acidophile ou subneutrophile du *Carici nigrae*-*Trichophorenion cespitosi* Thébaud, C.Roux, Delcoigne et Pétel 2012.

Dans le tableau synthétique de l'alliance de ces derniers auteurs, modifié ici (Tab. 3) les 5 relevés cantaliens se rangent nettement dans le *Bartsia alpinae*-*Caricetum nigrae*, association de suintements turficoles subalpins chionophiles jusqu'ici connue des moyennes montagnes cristallines hercyniennes, Vosges, Forêt-Noire, monts des Géants... Ils s'en rapprochent par une même combinaison floristique avec à la fois des taxons subneutrophiles à basiphiles comme *Bartsia alpina*, *Pinguicula vulgaris*, *Parnassia palustris*, *Campylium stellatum*... et des taxons acidiphiles comme *Carex nigra*, *C. echinata*, *Potentilla erecta*, *Scapania undulata*, *Juncus filiformis*, *Sarmentypnum exannulatum*, *Trichophorum cespitosum*. Au sein de cette association ils se rapprochent plus de la sous-association vosgienne *selinetosum pyrenaei* Bick 1985 (= « *Bartsia*-*Caricetum fuscae* des Vosges » **Philippi 1963**), par la présence d'*Epikeros pyrenaeus* et l'absence de certaines autres caractéristiques de l'association comme *Swertia perennis* et *Selaginella selaginoides*. Avec le *Parnassio palustris*-*Caricetum pulicaris* G.Phil. 1963, association moins alticole, montagnarde à altimontagnarde, décrite en Forêt-Noire, au plateau souabe et en Forêt de Bavière, qui occupe une situation intermédiaire entre le *Caricion fuscae* et les bas-marais alcalins du *Caricion davallianae* Klika 1934, l'association cantalienne présente aussi des affinités mais est plus oligotrophile et présente un caractère subalpin plus affirmé.

Par rapport au *Sphagno auriculati*-*Trichophoretum cespitosi* Thébaud, C.Roux, Delcoigne et Pétel 2012, suintements turficoles subalpins chionophiles des monts du Forez, le groupement cantalien se différencie par un caractère plus basiphile, avec plusieurs taxons absents du Forez comme *Bartsia alpina*, *Gentiana verna*, *Scorpidium scorpidioides*, *Campylium stellatum* et *Eriophorum alpinum*.

Des relevés complémentaires seront nécessaires pour mieux caractériser ce syntaxon jusqu'ici non signalé dans le Massif central. Une sous-unité plus basiphile à *Eriophorum alpinum*, présente sur le versant est du Plomb du Cantal, semble se différencier dans notre tableau 1.

Association à Saxifrage à feuilles d'Épervière : *Micranthetum hieraciifoliae* Quézel et Rioux 1954, *nom. mut. nov. hoc loco* [= *Saxifragetum hieraciifoliae* dans Quézel & Rioux (1954), art. 45]. *Saxifraga hieraciifolia* Waldst. & Kit. ex Willd = *Micranthes hieraciifolia* (Hook.) Small, *nom. retenu* dans Flora Gallica (**Tison & Foucault 2014**) et dans POWO. *Lectotypus hoc loco* : rel. n°1 du tableau II p. 357 dans Quézel & Rioux (1954).

Cette communauté remarquable, endémique des parois rocheuses subalpines froides et enneigées des monts du Cantal, est décrite dans le détail par Quézel & Rioux (1954) et nous n'insisterons pas ici. Le *Micranthetum hieraciifoliae* comprend

Tableau 3 - Tableau synoptique concernant le *Bartsia alpinae*-*Caricetum nigrae* cantalien. L'association (colonne surlignée) est intégrée au sein du tableau extrait de Thébaud et al. (2012, tab. 1, p. 74 à 77), ici modifié, où sont analysées et comparées des associations de la sous-alliance *Carici nigrae*-*Trichophorenion cespitosi* Thébaud et al. 2012 (alliance du *Caricion fuscae* W.Koch 1926).

associations	1			2			3			4			5			6			7			
Sous-associations	a	b		a			c	a	b		a	b		a	b		a	b		a	b	
Numéro de syntaxon (Thébaud et al. 2012)	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
nombre de relevés	7	4	4	9	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	
Car. et dif. Associations	V	IV																				
<i>Carex pulicaris</i>	III	III																				
<i>Galium uliginosum</i>	III	III																				
<i>Prunella vulgaris</i>	1																					
<i>Hieracium lactucella</i>	IV	I	x		II	II						x										
<i>Calliergonella cuspidata</i>	III	III										x										
<i>Valeriana dioica</i>												x										
<i>Sanguisorba officinalis</i>												x										
<i>Aneura pinquifolia</i>												II										
<i>Climacium dendroideum</i>																						
<i>Alchemilla vulgaris</i> coll.																						
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>																						
<i>Luzula multiflora</i>	1/2																					
<i>Anthoxanthum odoratum</i>																						
<i>Campylium stellatum</i>																						
<i>Carex panicea</i>	IV	V										IV										
<i>Bartsia alpina</i>	x	IV	V	V	V	V	IV	V	V	V	III	x										
<i>Crepis paludosa</i>																						
<i>Sphagnum subsecundum</i>	IV	V	V	I	IV	I	II	II	III	II	II	I										
<i>Philonotis seriatifolia</i>																						
<i>Swertia perennis</i>																						
<i>Selaginella selaginoides</i>																						
<i>Scorpidium revolvens</i>	3																					
<i>Sphagnum platyphyllum</i>																						
<i>Sarmentypnum sarmentosum</i>																						
<i>Carex pauciflora</i>	3/4																					
<i>Sphagnum inundatum</i>																						
<i>Sphagnum auriculatum</i>	4																					
<i>Pinguicula grandiflora</i>																						
<i>Juncus alpino-articulatus</i>																						
<i>Soldanella alpina</i>																						
<i>Primula farinosa</i>																						
<i>Primula integrifolia</i>	6/7																					
<i>Pedicularis mixta</i>																						
<i>Gentiana pyrenaica</i>																						
<i>Carex frigida</i>																						
<i>Carex ovalis</i>																						
<i>Narthecium ossifragum</i>																						
<i>Juncus jacquinii</i>																						
<i>Pedicularis rastratospicata</i>	8																					
<i>Thalictrum alpinum</i>																						
Unités supérieures et compagnes	V	III	IV	III	x	V	IV	IV	II	V	V	V	V	V	III	IV	II	II	III	III	III	III
<i>Eriophorum angustifolium</i>	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	II	III	IV	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Carex echinata</i>	V	III	V	V	V	V	V	V	V	II	III	IV	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Carex nigra</i>	V	V	V	V	V	V	V	V	V	II	III	IV	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Potentilla erecta</i>	IV	III	V	V	V	V	IV	II	III	II	III	IV	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Pinguicula vulgaris</i>	IV	III	V	V	V	V	IV	II	III	II	III	IV	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Parnassia palustris</i>	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	II	III	IV	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Nardus stricta</i>	IV	IV	V	III	II	IV	III	I	II	I	II	III	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Viola palustris</i>	V	IV	V	III	III	I	II	I	II	I	II	III	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Carex flava</i> coll.	V	IV	II	II	I	III	V	I	II	I	II	III	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Trichophorum cespitosum</i> s. cesp.	x									V	V	V	V	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Molinia caerulea</i>	II	II	III	III	I	II	V	I	II	V	I	II	II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Drosera rotundifolia</i>	III	II	II	I	I	III	x			x			II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Juncus squarrosus</i>	II	x	II	III	II	III				x			II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Dactylorhiza maculata</i>	I	II	II	II	I	III				II			II	III	IV	II	IV	V	V	V	IV	
<i>Caltha palustris</i>	I	II	IV	III	II	III							I	x	II	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Succisa pratensis</i>	III	III	III	II	I	II				x			I	I	II	I	II	III	II	III	IV	
<i>Juncus filiformis</i>	I	III	IV	IV	II	III							x	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Agrostis canina</i>	I	III	IV	IV	II	III							x	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Calluna vulgaris</i>	I	x	I	I	I	II	IV						I	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Sarmentypnum exannulatum</i>	V	III	V	III	IV	III	IV	V	I	IV	V	I	III	II	I							
<i>Carex rostrata</i>	I	II	II	II	II	III	IV	V	I	IV	V	I	III	II	I							
<i>Aulacomnium palustre</i>	V	IV	I	I	I	V							I	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Festuca rubra</i> coll.	III	x	x	IV	I	II				x			I	IV	V	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Sphagnum recurvum</i> coll.	III	II	IV	IV	II	x				I			III	I	II	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	I	I	V	V	IV							III	IV	V	II	III	IV	II	III	IV		
<i>Selinum pyrenaicum</i>	II	II	I	I	I	II							I	I	II	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Polytrichum commune</i>	III	II	II	I	I	II							I	I	II	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Cirsium palustre</i>	III	II	II	I	I	II										x	II	III	II	III	IV	
<i>Scapania undulata</i>	IV	I	I	I	I	II							II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	
<i>Micranthes stellaris</i>	II	III	I										I	IV	V	II	III	IV	II	III	IV	

1 : *Parnassio palustris*-*Caricetum pulicaris* G.Phil. 1963, **a** *typicum*, **b** *caricetosum davallianae* ; 2 : *Bartsia alpinae*- *Caricetum nigrae* J. et M.Bartsch 1940, **a** *selinetosum pyrenaei* Bick 1985, **b** *typicum*, **c** *swertiosum perennis* (Zlatník 1928) Thébaud et al. 2012 ; 3 : formes acidiphiles du *Drepanocladum revolutis*- *Trichophoretum cespitosi* (Nordh. 1928) Dierssen 1982 ; 4 : *Sphagno auriculati*-*Trichophoretum cespitosi* Thébaud et al. 2012, **a** *eriphoretosum angustifolii* (Bick 1985) Thébaud et al. 2012, **b** *typicum* ; 5 : *Narthecio ossifragi*-*Trichophoretum cespitosi* Braun-Blanq. 1948 ex Ninot et al. 2000 ; **a** *primuletosum integrifoliae* M.Gruber ex Ninot et al. 2000, **b** *typicum* ; 6 : *Junco alpino-articulati*-*Caricetum nigrae* (Braun-Blanqu. 1948) Thébaud et al. 2012 ; 7 : *Junco jacquinii*-*Trichophoretum cespitosi* (Guin. 1938) Thébaud et al. 2012. Pour les noms détaillés des syntaxons (3^{ème} ligne) se reporter à Thébaud et al. (2012). Les compagnes présentes dans moins de 8 syntaxons n'ont pas été indiquées.

très peu d'acidiphiles et presque essentiellement des taxons basiphiles, notamment appartenant à l'ordre des communautés chasmophytiques des *Potentilletalia caulescentis* Braun-Blanq. in Braun-Blanq. et H.Jenny 1926, comme *Asplenium viride*, *Saxifraga paniculata*, *Arabis alpina*, *Silene saxifraga*... Il est pourtant classiquement rangé dans l'ordre des *Androsacetalia vandellii* Braun-Blanq. in Meier et Braun-Blanq. 1934 *nom. corr.*, communautés silicicoles. Ce caractère basiphile de l'association est bien mis en évidence sur la carte factorielle de la figure 3 le long de l'axe 1 et selon la flèche vectorielle correspondant à la réaction acido-basique. A notre avis cette association aurait mieux sa place dans les *Potentilletalia caulescentis*. L'association est ici lectotypifiée et actualisée par mutation du nom.

Discussion et conclusion

La classe phytosociologique des *Montio-Cardaminetea* regroupe les végétations crénophiles à rhéophiles, de petite taille, colonisant les eaux vives, oxygénées, de source et de suintement (Bardat et al. 2004). Elle est présente dans toute l'Europe jusqu'à ses archipels arctiques et au Groenland (Mucina et al. 2016).

Les auteurs s'accordent pour différencier la classe en deux ordres, les *Montio fontanae-Cardaminetalia amarae* Pawł. in Pawł., Sokotowski et Wallisch 1928. et les *Cardamino amarae-Chrysosplenietalia alternifolii* Hinterlang ex B.Foucault 2018. Le premier représente des végétations d'eaux oxygénées et oligotrophes et le deuxième des communautés de suintements, plus chargées en nutriments. Les conceptions sont quelque peu différentes entre les auteurs dans la circonscription de ces deux unités. En particulier Foucault (2018) insiste aussi sur le rôle de la réaction acido-basique dans la différenciation des deux ordres avec des *Montio-Cardaminetalia* acidiphiles et des *Cardamino-Chrysosplenietalia* neutrophiles à basiphiles.

Dans le territoire des montagnes françaises, la distinction au sein de chaque ordre traduit prioritairement un gradient thermique lié à l'altitude. Les *Montio-Cardaminetalia*, dans l'EuroVegChecklist. et le PVF1, se différencient en effet en deux alliances principales, *Epilobio nutantis-Montion fontanae* Zechmeister in Zechmeister et Mucina 1994, submontagnarde à mésomontagnarde, et *Cardamino-Montion* Braun-Blanq. 1926, subalpine à alpine ; de même pour l'ordre des *Cardamino-Chrysosplenietalia*, deux alliances sont distinguées, le *Caricion remotae* M.Kästner 1942, de plus basse altitude et cantonné à la zone forestière, et l'*Arabidion soyeri* Julve ex B.Foucault 2018 (= *Cratoneurion commutatae* W.Koch 1928 *p.p.*, = *Cochlearion pyrenaicae* Bardat in Bardat et al. 2004 *nom. inval.*), montrant un net optimum dans l'étage subalpin.

C'est plutôt dans cette dernière alliance de suintements subalpins, neutrophiles à basiphiles que se situe l'association étudiée ici. C'est donc la première fois que l'alliance est mentionnée avec certitude dans le Massif central. Bardat et al. (2004), sous le nom de *Cochlearion pyrenaici nom. inval.* puis Foucault (2018) avaient évoqué sa présence, mais sans description précise ni relevés publiés. L'association présente toutefois un lot d'espèces acidiphiles qui l'originalise et la rapprochent des *Montio-Cardaminetalia* et également du *Cardamino-Montion*, alliance à laquelle appartiennent les autres végétations subalpines fontinales auvergnates décrites jusqu'ici (Thébaud et

al. 2014). Toutefois au sein de l'alliance le *Sagino-Pedicularietum* s'individualise fortement. Il serait peut-être plus à sa place dans une nouvelle alliance des parois suintantes subalpines et alpines parcourues par les sources, qui reste à décrire.

Le *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae*, est une communauté profondément originale correspondant à un biotope hyperspécialisé et relativement peu répandu dans l'étage subalpin du Massif central. Il nécessite la conjonction de conditions stationnelles précises : parois rocheuses très pentues à subverticales, d'exposition généralement nord-ouest à nord, ou en situation de confinement ou de concavité, parcourues de suintements sourceux permanents libérant des bases issues des silicates des roches volcaniques et formant des tufs volcaniques. Ces conditions d'humidité sont amplifiées par le climat océanique dont les brouillards et nuages viennent régulièrement baigner même en plein été les plus hauts sommets de l'Auvergne volcanique. Ces biotopes particulièrement humides et froids sont aussi enneigés une bonne partie de l'année, comme l'indiquent la présence de *Luzula desvauxii*, *Poa alpina* et *Sedum alpestre*, espèces chionophiles des *Salicetea herbaceae*.

Ils jouent le rôle de refuges pour bon nombre d'espèces orophiles, neutrophiles à basiphiles des *Elyno myosuroidis-Seslerietea caeruleae* Braun-Blanq. 1948, avec en particulier des représentants de l'alliance alpine des montagnes calcaires de l'Oxytropido-Elynon, non représentée dans le Massif central, comme *Gentiana verna*, *Sabulina verna*, *Cerastium alpinum*.

On compte aussi trois espèces rares et protégées habitant cette communauté : *Bartsia alpina* (PR), *Cochlearia pyrenaica* (PR, VU), et *Pedicularis verticillata* (PR, VU), les deux dernières considérées comme vulnérables (VU) sur la liste rouge de la flore vasculaire d'Auvergne (CBNMC 2013).

L'association correspond à l'habitat d'intérêt européen prioritaire « communautés de sources et suintements carbonatés » (HIC : 7220*) ce qui lui confère un intérêt biologique et patrimonial supplémentaire.

Remerciements

L'auteur remercie chaleureusement Renée Skrzypczak, qui a vérifié ou déterminé les bryophytes, ainsi que les deux évaluateurs pour leur relecture critique qui a nettement contribué à améliorer la qualité de cet article.

Références

- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.-C., Royer J.-M., Roux G. & Touffet J., 2004. *Prodrome des végétations de France*. Coll. Patrimoines naturels, 61. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 180 p.
- Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J. (coord.), 2002. *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides*. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p. + CD-ROM.
- Braun-Blanquet J., 1925. Zur Wertung der Gesellschaftstreue in

- der Pflanzensoziologie. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* **70** : 122-149.
- Braun-Blanquet J., 1926. Le « climax complexe » des landes alpines (Genisteto-Vaccinon du Cantal). *Arvernica 2* in *Revue d'Auvergne*, tome **41**(4) : 29-48.
- Braun-Blanquet J., 1964. *Pflanzensoziologie*, 3^e édition. Springer Verlag, Vienne, 865 p.
- C.B.N.M.C (Conservatoire botanique national du Massif central), 2013. Liste rouge de la flore vasculaire d'Auvergne. <https://www.biodiversite-auvergne-rhone-alpes.fr/wp-content/uploads/2023/03/liste-rouge-auvergne-web.pdf>
- Dierßen K., 2001. *Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of european bryophytes*. Bryophytorum bibliotheca, J. Cramer, Stuttgart, 289 p.
- Ellenberg H., Weber H.-E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulße, D., 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. und verbesserte Auflage. *Scripta Geobotanica* **18** : 1-258.
- Foucault B. (de), 2018. Contribution au prodrome des végétations de France : les *Montio fontanae-Cardaminetea amarae* Braun-Blanq. et Tüxen ex Klika et Hadač 1944. *Documents phytosociologiques* série 3, **7** : 6-86.
- Géhu J.-M., 2006. *Dictionnaire de phytosociologie et synécologie végétale*. J. Cramer Berlin, Stuttgart, 889 p.
- Gerdol R. & Tomaselli M., 1993. Phytosociology and ecology of stream vegetation in the summit region of the northern Apennines. *Bollettino del Museo di Storia Naturale Lunigiana* **6-7** : 89-93.
- Guinochet M., 1973. *Phytosociologie*. Collection d'Ecologie n°1. Masson, Paris, 227 p.
- Hennekens S.M. & Schaminée J.H.J., 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* **12** : 589-591. <https://doi.org/10.2307/3237010>
- Julve Ph., 2017. Baseflor, <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>
- Kovach W.L., 2014. MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.22. Kovach Computing Services, Pentraeth, UK, 112 p.
- Le Henaff P.-M., Hostein C., Dumont M. & Pradinas R., 2021. *Catalogue des végétations des réserves naturelles du massif du Sancy*. C.B.N.M.C./D.R.E.A.L. Auv.-Rhône-Alp., 215 p.
- Loos M. & Thébaud G., 2024. Contribution à l'étude des formations orophiles à hautes herbes (*Mulgedio-Aconitetea* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944 et *Festucetalia spadiceae* Barbero 1970) du Massif central français : analyse des données phytosociologiques et classification régionale. *BIOM* **5**(2) : 5-52. <https://doi.org/10.52497/biom.v5i2.342>
- Luquet A., 1926. *Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Les associations végétales du massif des monts Dore*. Brulliard, Saint-Dizier. Thèse de l'université de Paris, 266 p.
- Marstaller R., 1993. Synsystematische Übersicht über die Moosgesellschaften Zentraleuropas. *Herzogia* **9** : 513-541.
- Meteociel, https://www.meteociel.fr/obs/clim/cartes_normales_records.php
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.-M. & Tichý L., 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* **19** (Suppl. 1) : 3-264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Nehlig P., 2007. *Le volcanisme du Cantal : le plus grand volcan d'Europe*. Chamina B.R.G.M., 191 p.
- Oberdorfer E., Dierßen K., Görs S., Krause W., Lang G., Müller T., Philippi G. & Seibert P., 1998. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil I*. Fischer, Stuttgart, 314 p.
- Passarge H., 1999. *Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands 2*. Cramer, Berlin-Stuttgart, 451 p.
- Philippi G., 1963. Zur Gliederung der Flachmoorgesellschaften des Südschwarzwaldes und der Hochvogesen. *Beitr. Naturk. Forsch. SW-Deutschl.* **XXII**(2) : 113-135.
- POWO. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew, 2024. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:791886-1>
- Quézel P. & Rioux J., 1954. L'étage subalpin dans le Cantal (Massif central de France). *Vegetatio* **4**(6) : 345-378.
- Rivas-Martinez S., 2011. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. Partie II. *Itinera Geobotanica N.S.* **18**(1) : 1-424 p.
- Roux C. & Brocard L. 2023. Révision des pelouses xériques d'Auvergne et de la plaine du Forez. *BIOM* **4** : 11-34. <https://doi.org/10.52497/biom.v4i1.338>
- Roux C., Bioret F., Thébaud G., Boulet V, Brocard L. & Choisnet G., 2024. *Prodrome des végétations de France 2 - Tome 1 : Synthèse des classes déclinées 2009-2024*. UniVegE et Société Française de Phytosociologie, *BIOM NS.* **5**(1), 324 p. <https://doi.org/10.52497/biom.v5i1>
- Ter Braak C.J.F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* **67** : 1167-1179.
- Thébaud G., Roux C., Delcoigne A. & Pétel G., 2012. A contribution to the revision of acid fen-land communities of temperate western Europe. *Phytocoenologia* **42**(1-2): 47-98.
- Thébaud G. & Roux C., 2018. Végétations montagnardes et subalpines du Massif central français. *Botanique* **4** : 111-138.
- Thébaud G., Choisnet G. & Roux C., 2021. Contribution to the survey of the heathlands of the french Massif central (habitats 4030 and 4060): analysis of phytosociological data. *BIOM* **2** : 62-109. <https://doi.org/10.52497/biom.v2i1.283>
- Thébaud G., Roux C., Bernard C.-E. & Delcoigne A., 2014. *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central. Associations végétales et habitats naturels*. Presses universitaires Blaise Pascal, UniVegE Clermont-Ferrand, 274 p.
- Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L. & Weber H.-E., 2021. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. *Applied Vegetation Science* **24** : 1-62. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>
- Tichý L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* **13** : 451-453.
- Tison J.-M. & Foucault B. (de), 2014. *Flora Gallica - Flore de France*. Ed. Biotope, Mèze, 1196 p.
- Zechmeister H. & Mucina L., 1994. Vegetation of European springs: Hihg-rank syntaxa of the *Montio-Cardaminetea*. *Journal of vegetation sciences* **5** : 385-402.

Supplément : localisation et données des relevés

Données stationnelles : n° du tableau 1 ; n° Turboveg, n° de tableau, n° de relevé, Auteur, Date, Surface (m²), Altitude, Exposition (degrés), Pente (degrés), Rec. Total (%), Rec. strate arborée (%), Rec. strate arbustive (%), Rec. strate herbacée (%), Rec. strate bryo (%), coordonnées Lambert 93, n° auteur, département, commune, localité, géologie d'après la carte 1/50000 BRGM.

1, 5339, tab.II, rel 5, Quézel et Rioux, 1954, 2.00, , 360, , 20, , , 20, , 15, Lavigerie, Cirque de l'Impradine.
 2*, 5335, tab.II, rel. 1, Quézel et Rioux, 1954, 3.00, , 90, , 25, , , 25, , 15, Lavigerie, Cirque de l'Impradine.
 3, 5338, tab.II, rel. 4, Quézel et Rioux, 1954, 4.00, , 45, , 15, , , 15, , 15, Le Claux, Cirque de la Rhue.
 4, 5341, , tab. II, rel. 7, Quézel et Rioux, 1954, 2.00, , 45, 80, 15, , , 15, , 15, Le Claux, puy Mary.
 5, 5340, tab. II, rel. 6, Quézel et Rioux, 1954, 3.00, , 360, 80, 20, , , 20, , 15, Le Claux, Cirque de la Rhue.
 6, 5336, tab. II, rel. 2, Quézel et Rioux, , 3.00, , 45, , 20, , , 20, , 15, Lavigerie, Cirque de l'Impradine.
 7, 5337, tab. II, rel. 3, Quézel et Rioux, , 2.00, , 45, , 10, , , 10, , 15, Lavigerie, Cirque de l'Impradine.
 8, 14065, , , GT, 20170809, 3.00, 1482, 293, 90, 85, , , 30, 60, 674748.230, 6445968.270, 2459GT, 15, Le Faux, puy Mary, trachyte
 9, 12580, , , GT, 20150812, 2.00, 1600, 338, 90, 60, , , 30, 50, 675484.000, 6445047.000, 1936GT, 15, Lavigerie, Brèche de Roland, trachyandésite
 10, 14059, , , GT, 20170805, 6.00, , 315, 70, 90, , , 40, 80, 675215.835, 6446259.900, 2452GT, 15, Le Faux, sous buron d'Eylac, Lahars indifférenciés.
 11, 13688, , , GT, 20160824, 3.00, 1340, 360, 85, 20, , , 10, 10, , 0.000, 0.000, 2111GT, 63, Chambon-sur-Lac, Vallée de Chaudefour.
 12, 13634, , , GT, 20160729, 2.00, 1420, 270, 85, 80, , , 20, 80, 675804.000, 6445458.000, 2048GT, 15, Lavigerie, cirque de l'Impradine, Trachybasaltes scoriacés?
 13, 13633, , , GT, 20160729, 4.00, 1425, 360, 90, 30, , , 10, 30, 675783.000, 6445446.000, 2047GT, 15, Lavigerie, cirque de l'Impradine, , Trachybasaltes scoriacés?
 14, 12563, , , GT, 20150806, 1.00, 1560, 315, 80, 80, , , 25, 65, 674136.790, 6445491.940, 1920GT, 15, Le Falgoux, Redondet, basalte.
 15*, 13741, , , GT, 20170718, 1.50, 1565, 360, 85, 50, , , 10, 50, 678204.905, 6444697.016, 2373GT, 15, Lavigerie, puy Bataillouse, Brèche trachyandésitique.
 16, 13679, , , GT, 20160811, 3.00, 1480, 360, 45, 40, , , 20, 35, 674815.000, 6445959.000, 2098GT, 15, Le Claux, Pas de Peyrol, trachybasalte potassique scoriacé.
 17, 12564, , , GT, 20150806, 1.00, 1560, 360, 90, 60, , , 10, 50, 674136.790, 6445491.940, 1921GT, 15, Le Falgoux, Redondet, basalte.
 18, 12581, , , GT, 20150813, 1.00, 1570, 270, 80, 55, , , 15, 50, 674092.000, 6445316.000, 1937GT, 15, le Falgoux, La roche noire, trachyandésite.
 19, 13587, , , GT, 20160719, 2.00, 1610, 90, 80, 80, , , 20, 80, 674473.810, 6447200.110, 2001GT, 15, Le Claux, puy de la Tourte, trachyandésite.

20, 13588, , , GT, 20160719, 1.50, 1600, 360, 85, 70, , , 15, 80, 674473.450, 6447215.030, 2002GT, 15, Le Claux, puy de la Tourte, trachyandésite.
 21, 12571, , , GT, 20150807, 1.00, 1640, 180, 90, 85, , , 20, 80, 681722.000, 6439443.000, 1928GT, 15, Brezons, col de la tombe du père, trachyandésite.
 22, 13729, , , GR, 20170717, 4.00, , 360, 75, 55, , , 20, 50, 668507.736, 6447610.608, 2360GT, 15, Saint-Paul-De-Salers, Cirque de récusset, basaltes.
 23, 13739, , , GT, 20170718, 1.50, 1570, 360, 85, 60, , , 10, 55, 678201.000, 6444695.000, 2371GT, , 15, Lavigerie, puy Bataillouse, Brèche trachyandésitique.
 24, 14067, , , GT, 20170811, , 1538, , 65, 40, , , 30, 20, 675167.720, 6445158.260, 2461GT, 15, Lavigerie, Brèche de Roland, trachybasalte scoriacé.
 25, 14075, , , Camille Roux, 20170723, 2.00, 1472, 45, 50, 50, , , 30, 30, 674779.930, 6445974.680, 267CR, 15, Le Claux, Pas de Peyrol, trachy-basalte scoriacé.
 26, 14073, , , GT, 20170812, 3.00, 1640, 45, 40, 90, , , 60, 80, 672228.000, 6444044.000, 2467GT, 15, Mandailles, Chava-roche, trachy-andésite.
 27, 12525, , , GT, 20150801, 3.00, 1535, 158, 45, 60, , , 35, 30, 680034.090, 6444739.070, 1885GT, 15, Laveissière, rocher de Vassivière, trachy-andésite.
 28, 12524, , , GT, 20150801, 4.00, 1530, 158, 45, 65, , , 35, 45, 680033.000, 6444695.000, 1884GT, 15, Laveissière, rocher de Vassivière, trachy-andésite.
 29, 12372, , , GT, 20140824, 4.00, 1620, E, 20, 80, , , 70, 60, 681987.320, 6439930.660, 1782GT, 15, Albepierre-Bredons, est du Plomb du Cantal, andésite.
 30, 12371, , , GT, 20140824, 6.00, 1625, E, 40, 80, , , 70, 40, 681973.810, 6439930.700, 1781GT, 15, Albepierre-Bredons, Est du Plomb du Cantal, andésite.
 31, 12338, , , GT, 20140812, 3.00, 1690, SE, 35, 90, , , 80, 25, 672136.700, 6444234.510, 1748GT, 15, Mandailles, Chava-roche, projection andésitique.
 32, , , Camille Roux, 20240801, 3.00, 1626, NO, 20, 95, , , 70, 70, 674329.68, 6447539.32, 910CR, 15, Le Clos, puy de la Tourte, brèches trachyandésitiques.
 33, 13663, , , GT, 20160808, 6.00, 1630, 360, 30, 90, , , 70, 80, 682656.000, 6440941.000, 2077GT, 15, Albepierre, Cirque de Chamalière, trachyandésite.