



6 - 2025

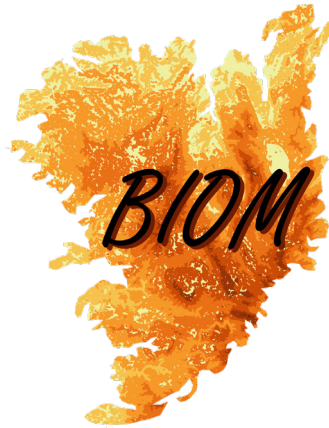
BIOM

Revue scientifique pour la biodiversité
du Massif central



BIOM

Revue scientifique pour la biodiversité
du Massif central



Numéro 6 - 2025

Rédacteurs en chef

Camille Roux - camille.roux@uca.fr ; Gilles Thébaud - gilles.thebaud@uca.fr
UniVegE - Herbiers Universitaires CLF - 2 chemin des Bas Cézeaux 63170 Aubière - 0473407141

Mise en page

Camille Roux & Léa Brocard

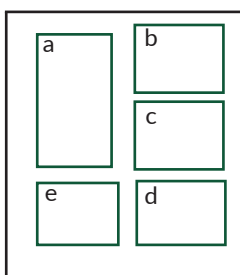
Comité de rédaction

Philippe Bachelard
Léa Brocard
Hervé Cubizolle
André-Marie Dendievel
Thibaut Delsinne
Philippe Geniez
Yves Meinard

Comité scientifique

Aude Beauger	Jean-Paul Mandin
Luc Belenguier	Céline Sacca
Emmanuel Boitier	Alexandre Teynié
Guillaume Choisnet	Antoine Thouvenot
Vincent Hugonnot	
Mario Kleszczewski	

Illustration de couverture



- a) Photographie du spécimen de *Lamia textor* découvert à Saint-Marcellin-en-Forez, 8 mai 2025. (cliché E. Esnault et G. Esnault).
- b) *Mannia fragrans* (Balb.) Frye & L. Clark (cliché Coupeau *et al.*).
- c) *Diantho pseudocollini*-*Meetum athamantici bellardiochloetosum variegatae* variante montagnarde acidiline (1c) (Parsou, Les Etables, Haute-Loire, rel. 21LB) (cliché L. Brocard et C. Roux).
- d) *C. intermedia*, plante fleurie. (cliché S. Antoine).
- e) *Sagino procumbentis*-*Pedicularietum verticillatae* (vallée du ruisseau de la Croix, Laveissière, rel. 1885GT). (cliché G. Thébaud).

BIOM

Numéro 6 - 2025

SOMMAIRE

Thébaud G. - Communautés végétales de suintements subalpins dans les monts du Cantal.....	1
Antoine S. - Note sur la présence de <i>Corydalis intermedia</i> (L.) Mérat dans le massif du Mézenc (département de l'Ardèche).....	14
Brocard L. & Roux C. - Les prairies et pâturages du massif du Mézenc : caractérisation phytosociologique et diagnostic des variables agroécologiques	21
Esnault M. & Esnault G. - Première mention de <i>Lamia textor</i> (Linnaeus, 1758) dans le département de la Loire, région Auvergne Rhône-Alpes.....	39
Coupeau M., Gibout J.-B., Hugonnot V. & Pépin F. - Ecology, demography and biology of four populations of <i>Mannia fragrans</i> (Balb.) Frye & L.Clark in the upper Allier Valley (Haute-Loire, France) – Conservation implications.....	43

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, hygromiscophile, 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.

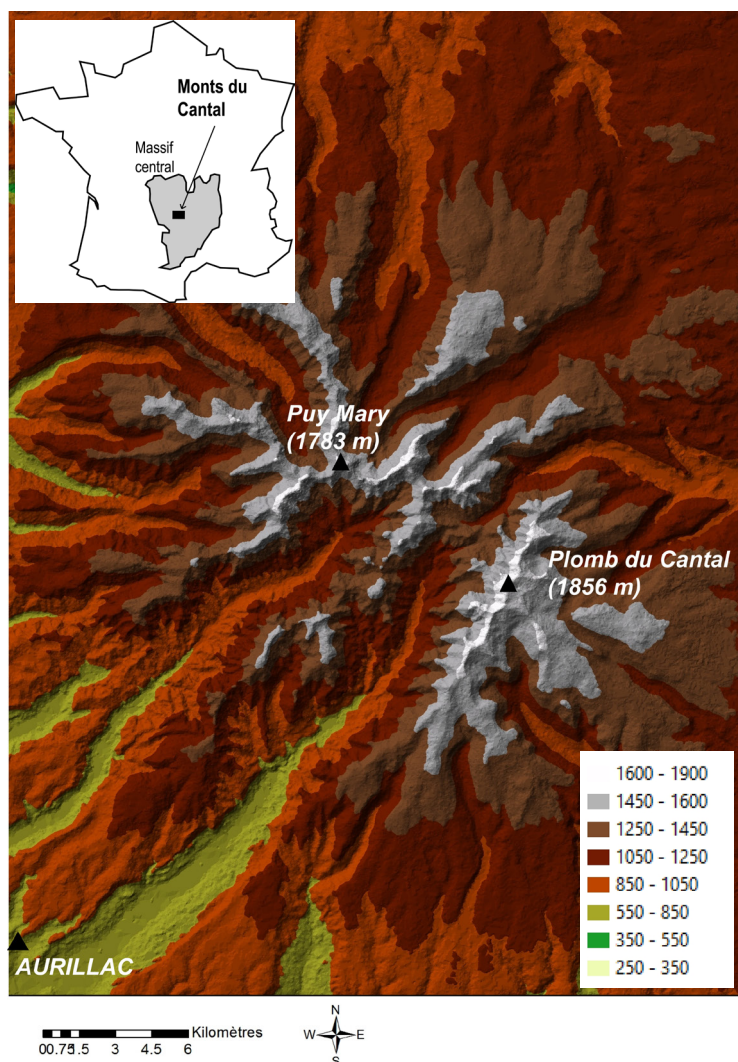


Figure 1 - Localisation et relief des monts du Cantal.

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 turfcloles réalisés par UniVegE (Fig. 2), principalement de 2014 à 2017, auxquels ont été rajoutés 7 relevés de paroi humide du *Micranthetum hieracifoliae* 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 Chaudfour et un relevé non géoréférencé. En bleu : relevés du *Sagino procumbentis-Pedicularietum verticillatae* ; en jaune : relevés du *Bartsio 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 paupérisées. 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 tableau 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 *Bartsio 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 oligotrophe.

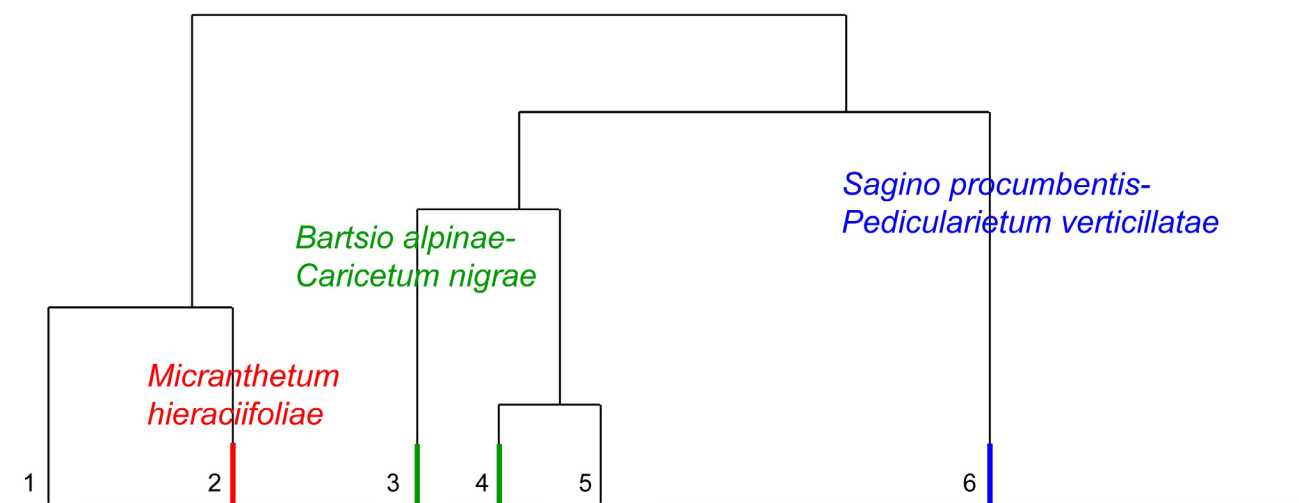


Figure 3 - Dendrogramme résultant de la MTC concernant les 32 relevés et 80 espèces ; analyse en présence/absence ; indice de dissimilarité : Sorensen Median, espèces présentes moins de 2 fois retirées de l'analyse.

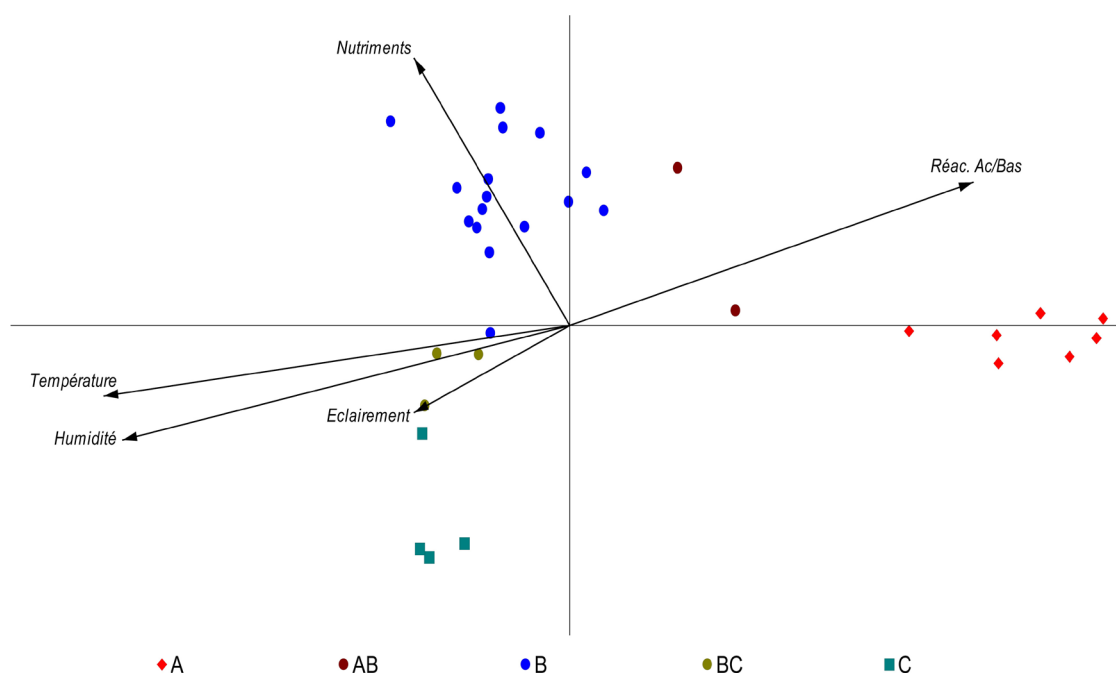


Figure 4 - Carte factorielle correspondant à la projection des points-relevés sur les deux premiers axes, résultant d'une analyse de type CCA réalisée sur 32 relevés et 80 espèces. Valeurs propres : Axe 1 : 0,433 ; Axe 2 : 0,242. A : *Micranthetum hieraciifoliae* ; B : *Sagino procumbentis-Pedicularietum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

[illegible]

Cl. : classe ; Ass. association. En italique, espèces caractéristiques de sous-unités des trois classes concernées. Espèces présentes une fois :

Polytrichum lonchitis (7) : + ; *Hieracium piliferum* (7) : + ; *Salix hastata* (8) : 1 ; *Galium album* (8) : + ; *Ligularia sibirica* (8) : + ; *Dryas octopetala* (8) : 1 ; *Betula pubescens* (8) : + ; *Helictotrichum sedenense* (8) : + ; *Alchemilla amphisericea* (8) : + ; *Carex demissa* (10) : 2 ; *Epilobium species* (11) : + ; *Pedicularis sylvatica* (12) : 1 ; *Biscutella arvensis* (14) : + ; *Cardamine flexuosa* (16) : + ; *Poa species* (16) : + ; *Angelica sylvestris* (16) : + ; *Alchemilla saxatilis* (17) : + ; *Sedum alpestre* (18) : 1 ; *Phyteuma hemisphaericum* (19) : 1 ; *Anthoxanthum odoratum* (19) : + ; *Chaerophyllum hirsutum* (22) : + ; *Saxifraga fragosoi* (23) : + ; *Rubus saxatilis* (24) : 1 ; *Epilobium nutans* (25) : 1 ; *Cerastium fontanum* (25) : + ; *Vicia species* (25) : + ; *Euphrasia alpina* (27) : 1 ; *Trifolium spadiceum* (27) : 1 ; *Cardamine species* (26) : + ; *Leontodon hispidus* subsp. *hyoseroides* (26) : + ; *Luzula multiflora* (29) : 1 ; *Eriophorum species* (29) : 1 ; *Salix lapponum* (29) : 1 ; *Gentiana pneumonanthe* (30) : + ; *Eriophorum latifolium* (30) : + ; *Mutellina adonidifolia* (30) : + ; *Equisetum palustre* (30) : + ; *Juncus bulbosus* (31) : 1 ; *Carex canescens* (32) : + ; *Lotus corniculatus* (33) : + ; *Exsertotheca crispa* (8) : 2 ; *Blepharostoma trichophyllum* (8) : 1 ; *Ctenidium molluscum* (8) : 1 ; *Distichium capillaceum* (8) : 1 ; *Flexitrichum gracile* (8) : 1 ; *Meesia uliginosa* (8) : 1 ; *Philonotis caespitosa* (8) : 1 ; *Flexitrichum flexicaule* (8) : + ; *Scapania calcicola* (9) : 2 ; *Isopterygiella pulchella* (9) : 2 ; *Aneura pinguis* (9) : + ; *Solenostoma gracillimum* (12) : + ; *Aulacomnium palustre* (1920) : 1 ; *Ptychostomum pallens* (1921) : 2 ; *Imbriobryum alpinum* (18) : 3 ; *Plagiochila porelloides* (19) : 2 ; *Mnium thomsonii* (19) : 1 ; *Rhynchostegium riparioides* (22) : 3 ; *Rhizomnium magnifolium* (22) : 1 ; *Pohlia wahlenbergii* (22) : + ; *Trilophozia quinqueidentata* (23) : + ; *Dicranum scoparium* (23) : + ; *Scapania irrigua* (23) : + ; *Sphagnum contortum* (27) : 2 ; *Riccardia multifida* (27) : + ; *Sphagnum auriculatum* (30) : 1 ; *Trematodon ambiguus* (30) : + ; *Hylocomiastrum pyrenaicum* 31 : 2 ; *Shagnum subsecundum* (32) : 3 ; *Sphagnum teres* (32) : + ; *Sarmentypnum exannulatum* (32) : 1 ; *Polytrichum commune* (32) : + ; *Calypogeia suecica* (32) : + ; *Cephalozia bicuspidata* (32) : + .

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 alpicola*, *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 *Viola biflorae*-*Cystopteridion alpinae* Fern. Casas 1970 comme *Dichodonthium 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*.

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 1400 m et 1640 m d'altitude (moyenne 1540 m), 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 superficiellement 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 Chaudesfour), 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>Sagina 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>Bellidistram michelii</i>			III						
<i>Arabis soyeri</i> *subcoriaceae 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 ponaë</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	II	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.							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		IV	I	r
<i>Cirsium palustre</i>			I	+		r		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		r	
<i>Poa trivialis</i> *t.					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>				+				II	
<i>Imperatoria ostruthium</i>	II	I							
<i>Gentiana verna</i>	I	I							
<i>Campanula rotundifolia</i>	I	I							
<i>Agrostis capillaris</i>			r						
<i>Agrostis rupestris</i>			r						
<i>Scabiosa columbaria</i>			r						
<i>Rhizomnium punctatum</i>			r						
<i>Alchemilla alpigena</i>		III				r			
<i>Viola palustris</i>					+	II			
<i>Primula integrifolia</i>						II	I		
<i>Mentha longifolia</i> *l.							II		
<i>Tofieldia calyculata</i>			+					I	
<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-Arabetum subcoriaceae* (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-*
Arabetum 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-Elynion*
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-Arabetum*
subcoriaceae (W.Koch 1928) B.Foucault 2018 (incl. *Cratoneuro*
falcati-Arabetum 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 grès. 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-Arabetum 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	b	a	b	a
Numéro de syntaxon (Thébaud et al. 2012)	7	7	7	7	8	8	8
nombre de relevés	3	4	5	6	7	8	9
Car. et dif. Associations	V	IV					
<i>Carex pulicaris</i>	III	II					
<i>Galium uliginosum</i>	III	III					
<i>Prunella vulgaris</i>	IV	I					
<i>Hieracium lactucella</i>	IV	I					
<i>Calliergonella cuspidata</i>	III	III					
<i>Valeriana dioica</i>							
<i>Sanguisorba officinalis</i>	x	II	II	II	I		
<i>Aneura pinguis</i>	I	III	II	I			
<i>Climacium dendroideum</i>	x	I					
<i>Alchemilla vulgaris</i> coll.	x	II	III	I			
<i>Dactylorhiza trausteneri</i>	x	II	IV	II	IV		
<i>Luzula multiflora</i>	III	III	I	I	II		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	III	II	III	I	II		
<i>Campylium stellatum</i>	III	I	x	I	III	V	I
<i>Carex panicea</i>	IV	V					
<i>Bartsia alpina</i>	x	IV	V	V	V	IV	V
<i>Crepis paludosa</i>	II	x	IV	II	I	II	
<i>Sphagnum subsecundum</i>	IV	V	V	I	IV	I	
<i>Philonotis seriat</i>		V	III	I	II		
<i>Swertia perennis</i>			III	III	II	V	
<i>Selaginella selaginoides</i>			II	IV	III	III	
<i>Scorpidium revolvens</i>	I			IV	III	III	
<i>Sphagnum platyphyllum</i>				IV	III		
<i>Sarmentypnum sarmentosum</i>				II	IV	II	
<i>Carex pauciflora</i>	II	II		I	II		
<i>Sphagnum inundatum</i>			III				
<i>Sphagnum auriculatum</i>	III		I				
<i>Pinguicula grandiflora</i>							
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	III		IV				
<i>Soldanella alpina</i>							
<i>Primula farinosa</i>							
<i>Primula integrifolia</i>							
<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 rostratoscapata</i>							
<i>Thalictrum alpinum</i>							
Unités supérieures et compagnes	V	IV	III	x	V	IV	II
<i>Eriophorum angustifolium</i>	V	IV	V	V	V	V	V
<i>Carex echinata</i>	V	IV	V	V	V	V	V
<i>Carex nigra</i>	V	IV	V	V	V	V	V
<i>Potentilla erecta</i>	V	IV	V	V	V	V	V
<i>Pinguicula vulgaris</i>	IV	III	V	V	V	V	V
<i>Parnassia palustris</i>	V	IV	V	V	V	V	V
<i>Nardus stricta</i>	IV	IV	V	V	V	V	V
<i>Viola palustris</i>	V	IV	V	V	V	V	V
<i>Carex flava</i> coll.	V	IV	II	I	III	V	I
<i>Trichophorum cespitosum</i> s. cesp.	x		I	II	V	IV	V
<i>Molinia caerulea</i>	II	II	III	II	I	II	V
<i>Drosera rotundifolia</i>	III	II	II	I			
<i>Juncus squarrosus</i>	II	x	II	II	I	II	
<i>Dactylorhiza maculata</i>		II	II	I	II	III	
<i>Caltha palustris</i>	I	II	IV	III	II		
<i>Succisa pratensis</i>	III	III	III	II	I		
<i>Juncus filiformis</i>	I	IV	II	III	I	II	
<i>Agrostis canina</i>	I	III	IV	IV	II	III	
<i>Calluna vulgaris</i>	I	x	I	I	I	IV	
<i>Sarmentypnum exannulatum</i>		V	III	I	IV	III	
<i>Carex rostrata</i>		I	II	II	II	II	
<i>Aulacomnium palustre</i>	V	IV	I	I	V		
<i>Festuca rubra</i> coll.	III	II	IV	IV	II	x	
<i>Sphagnum recurvum</i> coll.		I	IV	IV	II	x	
<i>Eriophorum vaginatum</i>		V	V	IV			
<i>Selinum pyrenaicum</i>		II	II	I			
<i>Polytrichum commune</i>		II	II	I			
<i>Cirsium palustre</i>	III	II					
<i>Scapania undulata</i>		IV	I	II			
<i>Micranthes stellaris</i>		II	III	I			

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 *Drepanocladus revolutus*- *Trichophoretum cespitosi* (Nordh. 1928) Dierssen 1982 ; 4 : *Sphagno auriculati*-*Trichophoretum cespitosi* Thébaud et al. 2012, a eriophoretosum 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., Sokołowski 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). *Arvernia* 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., Jakushenko 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., Bouillet V., Brocard L. & Choynet 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., Choynet 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 Chaude-four.
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, trachy-basalte 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.

Note sur la présence de *Corydalis intermedia* (L.) Mérat dans le massif du Mézenc (département de l'Ardèche)

Sébastien Antoine

65 rue de la Fontaine 54230 Chaligny - s.antoinebota@gmail.com

Soumis le 21 septembre 2025

Accepté le 26 novembre 2025

Publié le 18 décembre 2025

Mots-clés

Corydalis intermedia (L.) Mérat
Massif central
Mézenc

Résumé

Corydalis intermedia (L.) Mérat est signalée sur le territoire du département de l'Ardèche (07), dans le massif du Mézenc. Des informations succinctes d'ordre chorologiques, historiques et écologiques sont fournies à propos de sa présence dans le Massif central.

Keywords

Corydalis intermedia (L.) Mérat
Massif central
Mézenc

Abstract

Corydalis intermedia (L.) Mérat is reported in the Ardèche department (07), in the Mézenc massif. Brief information of a chorological, historical, and ecological nature is provided regarding its presence in the Massif central.

Introduction

Au cours d'un court séjour printanier dans le massif du Mézenc (8 au 12 mai 2024), nous avons profité d'une météo favorable pour observer la flore vernale. Le genre *Corydalis* DC. a particulièrement retenu notre attention. Rapidement, plusieurs populations de *Corydalis solida* (L.) Clairv. subsp. *solida* en pleine floraison se font remarquer non loin de notre lieu de séjour, dans le cirque glaciaire de Médille sur le territoire de la commune de La Rochette (07). Côté *C. solida*, plusieurs spécimens de *C. intermedia* (L.) MÉRAT en phase de fructification sont identifiés. Prospectant plus avant ce secteur, se sont plus d'une centaine d'individus de *C. intermedia* qui sont découverts le 08 mai 2024. Par la suite et au gré de plusieurs excursions et randonnées qui n'avaient pas particulièrement objectifs de prospections, nous avons localisé trois autres stations de *C. intermedia* dans le massif du Mézenc. La bibliographie ancienne et contemporaine consultée n'apporte aucune information suggérant la présence de *C. intermedia* dans ce secteur du Massif central. Ces découvertes semblent donc inédites. Après une courte présentation de *C. intermedia*, nous donnons quelques informations historiques et chorologiques sur sa présence dans le Massif central (nous excluons ici les données anciennes signalant *C. intermedia* dans la vallée du Rhône et les monts du Beaujolais, qui feront l'objet

d'un travail spécifique ultérieur). La liste des stations découvertes est détaillée et la localisation des stations rencontrées explicitée.

Présentation

Rattachée à la famille des *Papaveraceae* Juss., *C. intermedia* (Fig. 1) est l'une des quatre espèces indigènes du genre *Corydalis* présentes en France (Tison & de Foucault 2014).

Endémique centre-européenne, *C. intermedia* se retrouve en France dans les Pré-alpes du nord, les Alpes calcaires, le sud du Massif jurassien, le Massif central (Cévennes, Lozère) (MNHN & OFB [Ed. 2003-2025]) et les Vosges (Antoine 2018). Il s'agit d'une plante phanérogame vivace, géophyte et discrète qui passe souvent inaperçue. Son cycle biologique relativement court et précoce dans la saison limite aussi la période propice pour rechercher ce taxon. Son tubercule est muni à la base de fibres radicales. Une écaille (rarement deux) enserre les tiges qui émergent du tubercule. Ces tiges peuvent atteindre 5 à 20 (30) cm de haut (Fig. 1), les tiges florales s'affaissent rapidement au moment de la fructification ce qui les dissimule à la vue (Fig. 2). Le limbe des feuilles caulinaires est long de 15-50 mm, à 3-4 segments palmatifides, découpés en lobes profonds. Les bractées sont entières à faiblement incisées à l'apex. Les fleurs à



Figure 1 - *C. intermedia*, plante fleurie.



Figure 2 - Tiges florales de *C. intermedia* dissimulées sous les feuilles.

styles droits possèdent un pédoncule court (6-8 mm) courbé dès l'anthesis. Nous avons peine à croire que ces populations n'aient pas été observées par le passé par des collègues botanistes vu le nombre d'individus observés et la localisation des stations situées en bord de chemins de randonnée. Une confusion avec *C. solida* semble probable.

Nous donnons à la suite quelques critères morphologiques qui permettent de discriminer relativement facilement *C. solida* de *C. intermedia*. Chez *C. solida*, certains spécimens (juvéniles ou à écologie contraignante) ont une taille réduite (5-15 cm de haut) rappelant *C. intermedia*, mais l'observation détaillée d'une population révèle bien souvent la présence d'individus adultes au port demeurant dressé au fur et à mesure de l'anthesis et ce jusqu'à la fructification complète de l'inflorescence. Les fleurs de *C. intermedia* possèdent un style droit tandis que celles de *C. solida* possèdent un style courbé à l'apex. Enfin, la longueur du pédicelle

de *C. intermedia* atteint 4-6 mm de long (Fig. 3) tandis que chez *C. solida* subsp. *solida* il atteint 6 à 8 mm. Les photos présentées (Fig. 3 & Fig. 4) sont sans échelles mais donnent une idée de ce critère qui est utilisable de la floraison à la fructification.

Il convient d'observer que *C. intermedia* possède des bractées entières, parfois faiblement incisées à l'apex et *C. solida* des bractées de formes variables : découpées, incisées, presque entières, entières et souvent de formes différentes sur la même inflorescence (Fig. 5). Dans le massif du Mézenc, nous avons rencontré toute la variabilité des morphotypes cités ci-dessus. Enfin il semble exister un décalage phénologique entre les deux taxons, *C. intermedia* fleurissant une à deux semaines plus tôt que *C. solida* (Fig. 6). Cette dernière observation est cependant à relativiser, la phénologie variant en fonction des conditions stationnelles.



Figure 3 - Pédicelles de *C. intermedia*.



Figure 4 - Pédicelles de *C. solida*.



Figure 5 - Variabilité des bractées chez *C. solida*.



Figure 6 - Phénologie de *C. solida* (gauche) et de *C. intermedia* (droite).

L'observation d'individus atypiques apparemment stériles et à morphologie intermédiaire entre *C. solida* et *C. intermedia* dans la station de Médille pourrait suggérer la présence de l'hybride *Corydalis* × *hausmannii* Klebelsberg. Seule une analyse de la conformité du pollen et le contrôle du nombre chromosomique pourrait confirmer ou infirmer la présence ici de cet hybride, connu jusqu'ici en France que du massif des Vosges (Issler 1911). *C. intermedia* à l'instar de *C. solida* est un taxon diploïde avec un nombre chromosomique de $2n=16$ (Gregor & Paule 2022).

Chorologie historique et contemporaine de *C. intermedia* dans le Massif central

Nous détaillerons ici les mentions historiques et contemporaines de *C. intermedia* dans le Massif central afin de dresser le contexte phytogéographique local de nos découvertes. Nous intégrons les informations publiées par la base de données Openobs du Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN & OFB [Ed]. 2003-2025). Les stations les plus proches et relevées dans la littérature se trouvent (par ordre chronologique de leurs découvertes) dans les Cévennes : au mont Aigoual, départements du Gard (30) et de la Lozère (48), en Margeride : département de la Lozère (48), et enfin dans le massif du Mézenc : département de l'Ardèche (07).

Cévennes

C'est au botaniste Bernardin Martin (1813-1897) que nous devons la première mention de *C. intermedia* dans les Cévennes et plus largement dans le Massif central (Martin 1877). Vers 1852, il récolte un spécimen de corydale à bractées entières dans « les bois de l'Aigoual » qu'il rattache à *Corydalis solida* Smith. var. *integrata* Godr. (nom. superfl. de *Corydalis solida* (L.) Clairv. var. *integra* F.W. Schultz). À la suite d'une révision de son herbier vers 1875/1876, il corrige sa détermination en *C. intermedia* (sub : *Corydalis fabacea* Pers.) et en publie l'annonce en 1877 (Martin 1877). En 1891, Gustave Cabanès (1864-1944) publie une localisation nouvelle découverte par B. Martin dans le secteur de l'Aigoual : Bois de Séreyrède (Cabanès 1891). En 1915, Josias Braun-Blanquet (sub : Braun) (1884-1980) signale dans sa thèse : *Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Étude phyto-géographique* une station nouvelle pour le département de la Lozère : « Forêt des Fons au NW du Mont Aigoual 1450 m. » (Braun 1915). En 1933, il détaille les localisations découvertes « Bois de l'Aigoual, au-dessus de l'Eremitage vers l'Hort-de-Dieu 1400 m., près du Col de Prat Peyrot » (Braun-Blanquet 1933). Il faudra attendre la fin du 20ème et le début du 21ème siècle pour constater une recrudescence des observations de *C. intermedia* dans le secteur du Mont Aigoual (MNHN & OFB [Ed]. 2003-2025). Pour détailler succinctement la chronologie de ces récentes découvertes dans le secteur du mont Aigoual par M. Kleszczewski (comm. pers. 2025), on retiendra que dès 1997 les stations historiques à l'Hort-de-Dieu et aux Fons sont retrouvées. En 2006, sa présence est relevée en bord de chemins entre Plo du Four et Serre Ploumat, à peu de distance au nord-est des stations découvertes par J. Braun-Blanquet. On notera aussi qu'en 2012 sa présence est relevée au sud-est du mont Aigoual, dans le secteur du Roc du Salidou.

Margeride

Une station a été découverte le 23 avril 2021 par Jean-Claude Saint-Léger (Association Barmy Botanists) sur le territoire de la commune d'Arzenc-de-Randon (48), dans le cadre de l'Inventaire général de la flore vasculaire et de la fonge sur le TAG du CBNMed (MNHN & OFB [Ed]. 2003-2025). La donnée a été validée par James Molina (MNHN & OFB [Ed]. 2003-2025). Cette découverte d'importance ne semble pas avoir été publiée en clair.

Mézenc

La consultation de sources bibliographiques n'indique pas d'informations sur la présence de *C. intermedia* dans le massif du Mézenc. Revol (1909, 1922, 1924), Chassagne (1956-1957), Breistroffer (1954, 1957, 1960), Blache (1984) et plus récemment Antonetti et al. (2006) et Kessler & Bianchin (2010) n'en font pas état. Comme annoncé ci-dessus, c'est au cours d'un court séjour printanier dans le massif du Mézenc (8 au 12 mai 2024), que nous avons observé plusieurs stations de *C. intermedia*. Nous fournissons la commune, ainsi que le numéro du département correspondant, le lieu-dit, la date de l'observation. Les coordonnées géographiques sont données en degrés décimaux, latitude et longitude (la localisation géographique est donnée à titre indicatif et ne présume pas de la surface de la station), la date de la découverte ainsi qu'une estimation approximative du nombre d'individus présents sur la station (nous donnons une estimation du nombre de plantes fructifiées en ne prenant pas en compte les plantules et individus juvéniles non fructifiés). Une brève description du cortège floristique (non exhaustif) est fournie.

La Rochette (07), Médille : 08/05/2024
44.921395° 4.209466°, 1354 m.

Station d'une centaine d'individus (individus fleuris) présente à la base d'un cirque glaciaire en exposition sud-ouest (Fig. 7) à l'interface d'une hêtraie d'altitude et de plusieurs milieux perturbés (Fig. 8 & 9) : bord de chemins à flore rudérale, zone pâturée nitrophile.



Figure 7 - Cirque de Médille (Borée, 07).



Figure 8 - Interface d'une hêtraie d'altitude et de plusieurs milieux perturbés.

Le cortège floristique général regroupe *Adoxa moschatellina* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Astrantia major* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Corydalis solida* subsp. *solida*, *Crocus vernus* (L.) Hill, *Gagea lutea*, (L.) Ker Gawl., *Galium aparine* L., *Geranium robertianum* L., *Glechoma hederacea* L., *Heracleum* cf. *sibiricum* L., *Lamium galeobdolon* (L.) L. subsp. *montanum* (Pers.) Hayek, *Phyteuma spicatum* L., *Potentilla micrantha* Ramond ex DC., *Ranunculus acris* L., *Ranunculus auricomus* agg., *Ranunculus bulbosus* L., *Silene dioica* (L.) Clairv., *Stellaria media* L., *Taraxacum* sp. et *Urtica dioica* L., sous le couvert de *Fagus sylvatica* L., *Rubus idaeus* L., et *Rubus* spp.. *C. intermedia* ne pénètre dans la hêtraie d'altitude qu'au bénéfice d'un vaste éboulis granitique à gros blocs, profitant des interstices des roches comblés en substrat et mêlé de granules. La population principale se cantonne en lisière de la hêtraie, profitant des milieux perturbés pour prospérer. Des individus croissent au milieu du chemin et sont piétinés par les randonneurs. *C. intermedia* ne semble pas profiter des milieux ouverts et pâtures adjacentes, sa présence se limitant à quelques plantes présentes sous le couvert de buissons au bord d'un chemin, au contraire de *Corydalis solida* qui tend à la remplacer dans ces milieux.

Borée (07), La Rochette (07) ; Couratier : 09/05/2024
44.908282° 4.20564°, 1 335 m.

Station d'une cinquantaine de plantes située sur un accotement



Figure 10 - Station de *C. intermedia*, bas-côté au bord de la route départementale 410.



Figure 9 - Interface d'une hêtraie d'altitude et de plusieurs milieux perturbés.

de la route départementale 410, sur sols frais à proximité d'une des sources du ruisseau d'Antrayge (Fig. 10). *C. intermedia* évolue ici au sein d'un milieu hygrophile et nitrophile fauché régulièrement avec : *Anemone ranunculoides*, *C. solida* subsp. *solida*, *Ficaria verna* Huds., *Heracleum* cf. *sibiricum* L., *Poa annua* L., *Primula elatior* (L.) Hill, *Saxifraga granulata* L.

Borée (07), Gandoulet : 09/05/2024
44.905012° 4.201174°, 1 375 m.

Station de plusieurs centaines de plantes réparties sur plusieurs centaines de m² entre une hêtraie d'altitude (Fig. 11) avec *C. solida* subsp. *solida*, *Fagus sylvatica*, *Poa pratensis* L., *Ranunculus acris*, *Rubus idaeus*, *Rumex* spp., *Urtica dioica*, *Stellaria media*, *Veronica chamaedrys* L. et des groupements de bord de chemins et prairies montagnardes méso-nitrophiles. *C. intermedia* semble avoir profité de conditions favorables liées à la présence d'une ancienne ferme d'altitude aujourd'hui ruinée pour se trouver en grand nombre dans cette station. Il est à noter que Descoings (1986) signale *C. solida* dans une station de *Gagea lutea* découverte en 1984 à Borée (07), il conviendrait de vérifier si *C. intermedia* n'est pas présente aussi.

Le Béage (07), Pré des bœufs : 10/05/2024
44.873063° 4.176859°, 1365 m.

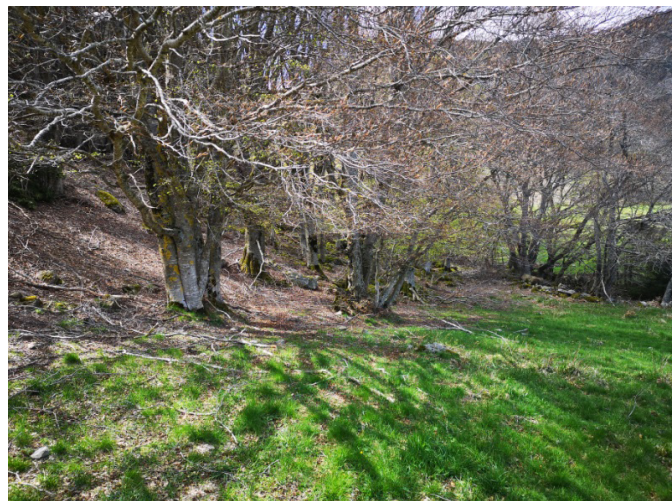


Figure 11 - Station de *C. intermedia* à l'interface d'une hêtraie d'altitude.

Station située en contrebas d'un parking au bord de la route départementale 378a et comptant une cinquantaine de plantes évoluant sur un talus rocaillieux et boisé rappelant une érablaie de recolonisation sur matériaux mobiles.

Commentaires écologiques

L'écologie des stations de *C. intermedia* dans le massif du Mézenc présente par son hétérogénéité (interface entre hêtraie d'altitude et milieux ouverts, lieux rudéralisés plus ou moins perturbés : talus, zone pâturée, bord de chemins et même au milieu de chemins) une analogie certaine avec les populations observées dans les massifs alpin et vosgien. Il n'existe que peu de travaux phytosociologiques incluant *C. intermedia* dans le Massif central. Braun-Blanquet (1915 [sub Braun], 1933) en faisait un taxon caractéristique de premier ordre de l'association du Hêtre tout en la qualifiant d'« espèce subalpine de l'Europe moyenne ». Debussche & Debussche-Rimbault (2024) la rangent parmi les plantes associées à la hêtraie-sapinière sur sol peu acide. Son positionnement au sein d'un groupement phytosociologique défini reste encore précaire au vu de son habitat hétérogène. Nos observations semblent pour l'instant lier *C. intermedia* aux *Galio aparines-Urticetea dioicae* Passarge ex Kopecký 1969 montagnards voire à des groupements de lisières nitrophiles liés aux hêtraies et érablaies montagnardes.

Perspectives

Les découvertes récentes de *C. intermedia* dans le massif du Mézenc (2024) apportent une meilleure compréhension chorologique de ce taxon pour le Massif central. Sa floraison précoce et sa ressemblance avec *C. solida* semblent avoir participé à sa détection tardive sur ce massif. La perspective d'augmenter le nombre de stations connues est envisageable au vu de la fréquence des biotopes favorables à *C. intermedia* dans le Massif central. De nouvelles prospections seraient à entreprendre pour rechercher d'éventuelles stations relais entre les foyers présents dans l'Aigoual, en Margeride et le Mézenc. Dans une étude fort documentée sur l'étage subalpin du mont Aigoual, Kleszczewski *et al.* (2020) évoquent *C. intermedia* en tant qu'anarophyte, donc significativement liée à l'étage subalpin de ce massif. Une étude liée à l'altitude des stations située dans le massif du Mézenc serait judicieuse et permettrait de modéliser et cartographier les secteurs possiblement favorables à l'espèce de ce point de vue et qui seraient par conséquent à prospector de façon prioritaire (Kleszczewski, comm. pers., 2025).

Remerciements

Nous remercions Mathias Voirin pour la relecture du texte et les remarques ainsi que Mario Kleszczewski pour la relecture du texte, les remarques et échanges ainsi que les compléments bibliographiques.

Références

- Antoine S., 2018. Contribution à la connaissance de *Corydalis intermedia* (L.) Mérat dans le massif vosgien. *Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne et du Nord-Est de la France* 2017, **15** : 45- 59.
- Antonetti P., Brugel E. & Kessler F., sous la coordination de J.-P. Barbe & M. Tort, 2006. *Atlas de la flore d'Auvergne*, Éd. Conservatoire botanique national du Massif central, 981 p.
- Blache R., 1984. *Flore de l'Ardèche et de ses confins avec la Haute-Loire, la Lozère et le Gard*. Ed. Candide, Aubenas, 174 p.
- Braun J., 1915. *Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Étude phyto-géographique*. Thèse doct. Univ. Montpellier, Soc. Génér. Impr., Genève, 207 p.
- Braun-Blanquet J., 1933. Catalogue de la Flore du Massif de l'Aigoual et des contrées limitrophes. Comm. S.I.G.M.A. 20, *Mémoires de la Société d'études des sciences naturelles de Nîmes*, **4** : 1-352.
- Breistroffer M., 1954. Supplément au Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche (2^{ème} partie). *Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon*, **23** (3) : 60-64. <https://doi.org/10.3406/linly.1954.7630>
- Breistroffer M., 1957. Supplément au Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche (3^{ème} partie). *Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon*, **26** (10) : 281-293. <https://doi.org/10.3406/linly.1957.7938>
- Breistroffer M., 1960. Supplément au Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche (4^{ème} partie). *Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon*, **29** (3) : 73-86. <https://doi.org/10.3406/linly.1960.6859>
- Cabanès G., 1891. Matériaux pour le prodrome d'histoire naturelle du département du Gard – Partie botanique – Catalogue des plantes non mentionnées dans l'ouvrage de De Pouzolx et nouvelles pour la flore du département du Gard. *Bulletin de la Société d'Étude des Sciences Naturelles de Nîmes*, **19** : 8-81.
- Chassagne M., 1956-1957. *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Paul Lechevallier, Paris, tome 1, 458 p. et tome 2, 542 p.
- Debussche M. & Debussche-Rimbault G., 2024. *Les changements de la biodiversité. L'exemple de la haute vallée de la Jonte au Mont Aigoual. Flore vasculaire, Vertébrés, Coléoptères*. Parc national des Cévennes, 474 p.
- Descoings B.-M., 1986. Quelques plantes nouvelles pour le département de l'Ardèche. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, **55** (10) : 351-357. <https://doi.org/10.3406/linly.1986.10782>
- Gregor T. & Paule J., 2022. Chromosomenzahlen von Farn- und Samenpflanzen aus Deutschland 15. *Kochia* **15** : 211-218. <https://doi.org/10.21248/kochia.v15.137>
- Issler E., 1911. *Corydalis Kirschlegeri* nov. hybr. (*C. fabacea* x *solida*). *Mittheilungen der Philomathischen Gesellschaft in Elsass-Lothringen*, **4** (3) 1910 : 429-432.
- Kessler F. & Bianchin N., 2010. Plantes nouvelles ou intéressantes pour le département de l'Ardèche. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France*, **49** : 13-31.
- Kleszczewski M., Pouget L., Lecoq M., Oudot M., Bossaert M. & Kelian G., 2020. Contribution à la connaissance de l'étage subalpin dans le massif du mont Aigoual (Gard, Lozère) : synthèse bibliographique, délimitation, caractérisation floristique et comparaison à l'échelle du Massif central. *BIOM*, **1** : 49-68. <https://doi.org/10.18145/biom.v1i1.251>
- Martin B., 1877. Indication du *Corydalis fabacea* Pers. comme espèce nouvelle pour la flore du Gard. *Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes*, **5** : 84-86.

- MNHN & OFB [Ed]. 2003-2025. Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), Openobs. Site web : <https://inpn.mnhn.fr>, <https://openobs.mnhn.fr/> (consulté le 6 janvier 2025)
- Revol J., 1909. Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche. Introduction par M. le Professeur Flahault. *Annales de la Société Botanique de Lyon*, **34** : 29-316.
- Revol J., 1922. Supplément au Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche. *Annales de la Société Botanique de Lyon*, **42** : 51-103. <https://doi.org/10.3406/linly.1922.15632>
- Revol J., 1924. Supplément au Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche. *Annales de la Société Botanique de Lyon*, **43** : 75. <https://doi.org/10.3406/linly.1924.15648>
- Tison J.-M. & de Foucault B., 2014. *Flora Gallica*. Flore de France. Mèze, Biotopie Éditions, 1195 p.

Les prairies et pâturages du massif du Mézenc : caractérisation phytosociologique et diagnostic des variables agroécologiques

Léa Brocard¹ & Camille Roux¹

¹Université Clermont Auvergne, UniVegE-Herbiers CLF, 2 chemin des Bas Cézeaux, 63170 Aubière - lea.brocard@uca.fr ; camille.roux@uca.fr

Soumis le 9 septembre 2025

Accepté le 10 novembre 2025

Publié le 18 décembre 2025

Résumé

Le massif du Mézenc, situé dans le Massif central, est connu pour sa production de viande « Fin gras », qui est valorisée par une Appellation d'Origine Protégée (AOP). Les prairies permanentes fauchées et pâturées de l'AOP, habitats d'intérêt européen (6520 et 6230*), sont encore méconnues car peu prospectées sur ce territoire. Dans le cadre de cette étude, ces végétations ont été caractérisées par des analyses de classification (MTC) dans deux référentiels de 376 et de 225 relevés du Massif central. Les 79 relevés du Mézenc ont aussi été analysés par classification puis par ordination (DCA et CCA) pour déterminer les variations présentes. En complément, les groupes mis en évidence ont été comparés par ANOVA à partir des indices écologiques d'Ellenberg *et al.*, des valeurs pastorales, de diversité et de richesse spécifique. Les pâtures ont montré qu'elles étaient plus riches floristiquement, avec une diversité et des valeurs pastorales similaires aux prairies de fauche ; elles contribuent donc à la qualité de la viande produite sur l'air de l'AOP. Ces pâtures correspondent à l'association du *Diantho pseudocollini-Meetum athamantici* (Luquet 1926) B.Foucault 1986 *mut.* Le Hénaff *et al.* 2021 mais plus haut en altitude que dans les monts Dore. Elles nous amènent à différencier une nouvelle sous-association spécifique du Mézenc appelée *bellardiochloetosum variegatae*, traduisant son caractère plus montagnard. Quatre variantes ont été mises en évidence : une sur granite, une plus thermoxérophile et deux autres montrant une différence du chargement du bétail plus ou moins extensif. En ce qui concerne les prairies de fauche du Mézenc, on souligne leur originalité floristique et biogéographique en nommant une nouvelle association végétale du *Trisetum flavescentis-Polygonion bistortae* Braun-Blanq. & Tüxen ex Marschall 1947 : le *Campanulo scheuchzeri-Trisetum flavescentis*. Cette dernière est située sur des plateaux sommitaux basaltiques, plus hauts en altitude et plus orientaux par rapport aux montagnes volcanique d'Auvergne.

Mots-clés

Nardetea strictae
Arrhenatheretea
Habitat 6520 et 6230*

Abstract

The Mézenc massif, located in the Massif central, is known for its production of «Fin gras» meat, which is promoted by a Protected Designation of Origin (PDO). The permanent mown and grazed meadows of the PDO, habitats of European interest (6520 and 6230*), are still little known because little prospected in this territory. As part of this study, these vegetations were characterized by classification analyses (MTC) in two reference systems of 376 and 225 surveys of the Massif central. The 79 surveys of Mézenc were also analyzed by classification then by ordination (DCA and CCA) to determine the variations present. In addition, the groups highlighted were compared by ANOVA based on the ecological indices of Ellenberg *et al.*, pastoral values, diversity and specific richness. The pastures have shown that they are floristically richer, with a diversity and pastoral values similar to the hay meadows; they therefore contribute to the quality of the meat produced on the AOP air. These pastures correspond to the association of *Diantho pseudocollini-Meetum athamantici* (Luquet 1926) B.Foucault 1986 *mut.* Le Hénaff *et al.* 2021 but higher in altitude than in the monts Dore. They lead us to differentiate a new sub-association specific to Mézenc named *bellardiochloetosum variegatae*, reflecting its more mountainous character. Four variants have been highlighted: one on granite, one more thermoxerophilic and two others showing a difference in the more or less extensive livestock loading. As for the Mézenc mowings, their floristic and biogeographical originality is highlighted by naming a new plant association of *Trisetum flavescentis-Polygonion bistortae* Braun-Blanq. & Tüxen ex Marschall 1947: *Campanulo scheuchzeri-Trisetum flavescentis*. The latter is located on basaltic summit plateaus, higher in altitude and more eastern of the volcanic mountains of Auvergne.

Keywords

Nardetea strictae
Arrhenatheretea
Habitat 6520 et 6230*

Introduction

Le massif du Mézenc est un plateau volcanique situé dans le Massif central, à la limite entre la Haute-Loire et l'Ardèche (région Auvergne-Rhône-Alpes, France) (Fig. 1). Ses reliefs dépassent 1100m d'altitude avec en point culminant le mont Mézenc à 1753m. Il est encadré à l'ouest par le plateau du Velay, au sud-est par les Cévennes ardéchoises et au nord-est par la région des Boutières. Le massif se situe partiellement dans le Parc Naturel Régional (PNR) des Monts d'Ardèche et contient des zones d'habitat Natura 2000 n°FR8301076 « Mézenc ».

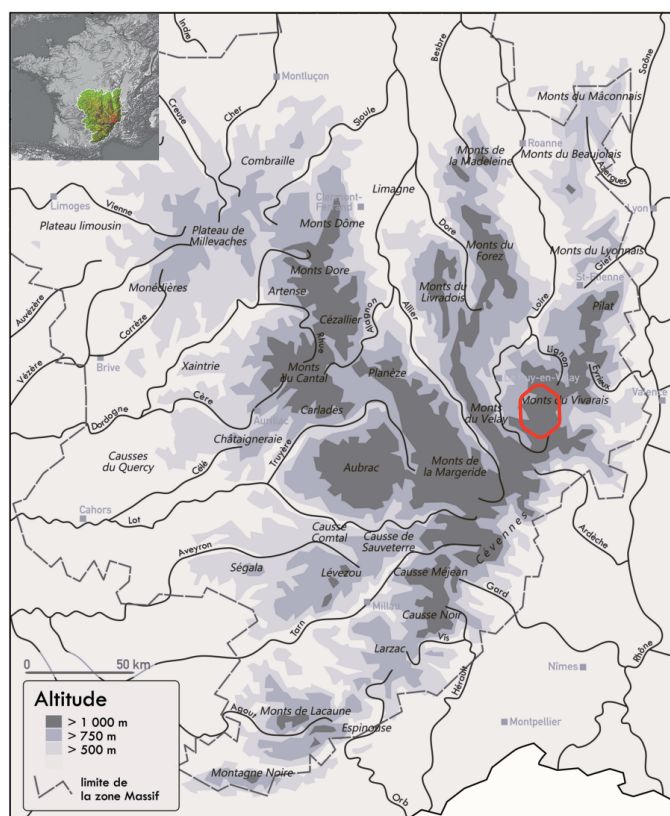


Figure 1 – Localisation du massif du Mézenc.

L'étude de cette zone géographique porte sur les prairies permanentes fauchées et pâturées qui correspondent respectivement aux habitats d'intérêt communautaire DH6520 s'intitulant : « prairies de fauche montagnardes », et de l'habitat prioritaire DH6230* : « formations herbeuses à *Nardus*, riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes et des zones submontagnardes de l'Europe continentale » (Bensettiti et al. 2005).

Les pratiques agropastorales des prairies du Mézenc ont peu changé depuis le VII^{ème} siècle après que les ovins aient laissé place aux bovins. Le foin est fauché, presque jusqu'au sommet (jusqu'à 1500m), puis séché et conservé dans des granges pour engraisser les animaux lors de l'hiver. Cette méthode permet d'obtenir une viande grasse « Fin Gras du Mézenc ». Les abattages ont lieu entre le 1^{er} février et le 31 mai lors de la première ou deuxième année de vie de l'animal permettant ainsi la vente de la viande à l'occasion de la fête chrétienne de Pâques. Ce produit est valorisé depuis 2013 par l'Appellation d'Origine Protégée (AOP)

qui prend en compte 85 communes en Ardèche (07), en Haute-Loire (43) et une en Lozère (48) où se déroulent la naissance, l'élevage et l'engraissement des animaux.

Le territoire est connu pour ses prairies ayant une forte diversité et richesse floristiques qui doivent être favorisées dans le cadre de l'AOP. Afin de respecter le cahier des charges (CDC 2012) et d'obtenir une viande de qualité, les animaux doivent pâturer extensivement sur les parcelles au minimum du 21 juin au 21 septembre et sont à l'étable au minimum du 30 novembre au 30 mars, où leur apport de nourriture est composé de foin fauché sur l'aire de l'AOP.

Le Mézenc est une zone peu accessible car mal desservie par les transports. Elle a donc été très peu étudiée. L'objectif est de caractériser les végétations prairiales présentes lors d'une comparaison inter-massif à l'échelle du Massif central et de combler le manque de connaissance de ce secteur en réalisant une étude locale. Le deuxième objectif est de diagnostiquer la diversité et la richesse floristique de ces prairies en lien avec les variables écologiques et agropastorales.

Contexte biogéographique

Géologie

La géologie du Mézenc est présentée sur les trois cartes du BRGM et les notices associées de Bambier et al. (1985) ; Feybesse et al. (1998) et de Defive et al. (2011). Le massif est essentiellement recouvert de magma effusif avec du basalte alcalin et des roches trachy-andésitiques datant de 11 à 7,5 Ma. Des pointements de phonolite sont présents sur les sommets datant de 8 à 6Ma. Cette roche est plus riche en silice et donc plus acide. Aux marges du massif il est possible de rencontrer du granite affleurant.

Pédologie

La zone d'étude est composée d'alocrisols sur les roches cristallines et de brunisols sur basalte. Les prairies du Mézenc sont principalement situées sur basalte et sont donc composées d'un sol brun moyennement épais à épais de plus de 35cm d'épaisseur. Ce sol peu évolué présente des variations avec sur les zones les plus hautes en altitude (environ 1300m), un sol plus foncé témoignant d'un début d'andosolisation. L'andosol est présent en altitude dans toutes les montagnes occidentales du Massif central, il se forme sous un climat arrosé et sur un substrat volcanique. Au niveau du massif du Mézenc, le climat est plus sec et semi-continental ne permettant pas à un andosol de se développer et induit un caractère intermédiaire entre le sol brun et l'andosol en altitude (Hétier 1973 ; Baize et al. 2008 ; Messant et al. 2019).

Dans la zone étudiée, trois variations sont observées selon les stations : des sols sablo-argileux, profonds de 50-60cm, sur des pentes faibles, ces derniers sont peu humifères et peu acides. Des sols de limons sablo-argileux, bruns foncés, humifères en surface et pierreux en profondeur. Enfin, on trouve des sols sablo-limoneux ou sablo-argilo limoneux plus profonds que les précédents avec un humus de type mor ou moder.

Climat

Les diagrammes ombrothermiques de la figure 2 indiquent les précipitations et les températures moyennes mensuelles aux stations météorologiques des Estables (43) et de Mazet-Volamont (Mazet-Saint-Voy, 43) entre 1991 et 2020 avec respectivement 1227mm/an et 6,9°C/an puis 975mm/an et 7,8°C/an ([Météociel](#)). Les diagrammes ont une même tendance avec des précipitations et des températures moyennes faibles en hiver traduisant un climat semi-continental ([Gimilio 1972](#)). Les températures basses en hiver sont accentuées par les vents violents venant du nord (la burle). Le climat est contrasté par une influence méditerranéenne qui s'exprime par des températures

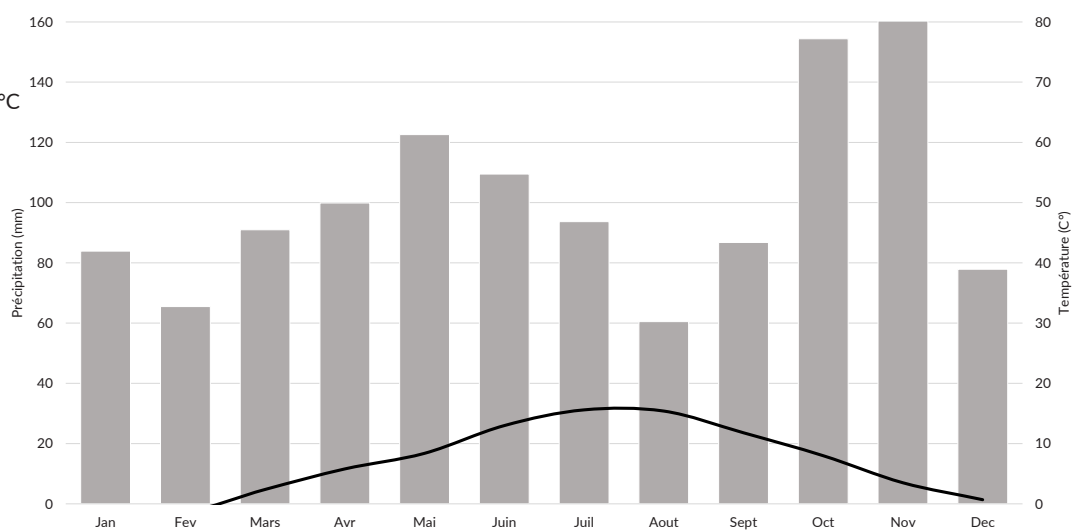
moyennes plus importantes et une moyenne de précipitation plus faible en période estivale (moyennes de 88mm et 14,7°C aux Estables puis de 78mm et 15,7°C à Mazet-Saint-Voy entre juin et août). Les épisodes de pluies les plus importants sont aux alentours de mai et en automne.

Les valeurs moyennes des températures sont différentes entre les deux communes. Ce phénomène est dû aux différences altitudinales entre les communes. Pour 100m d'altitude en plus, une augmentation de 0,6°C est observée en moyenne. La commune des Estables est à 1350m d'altitude contrairement à Mazet-Saint-Voy qui se situe à 1130m. Le site des Estables est de ce fait plus froid d'un degré.

Les Estables (43)

Σ PPT = 1226,7 mm

Moyenne temp. = 6,8°C

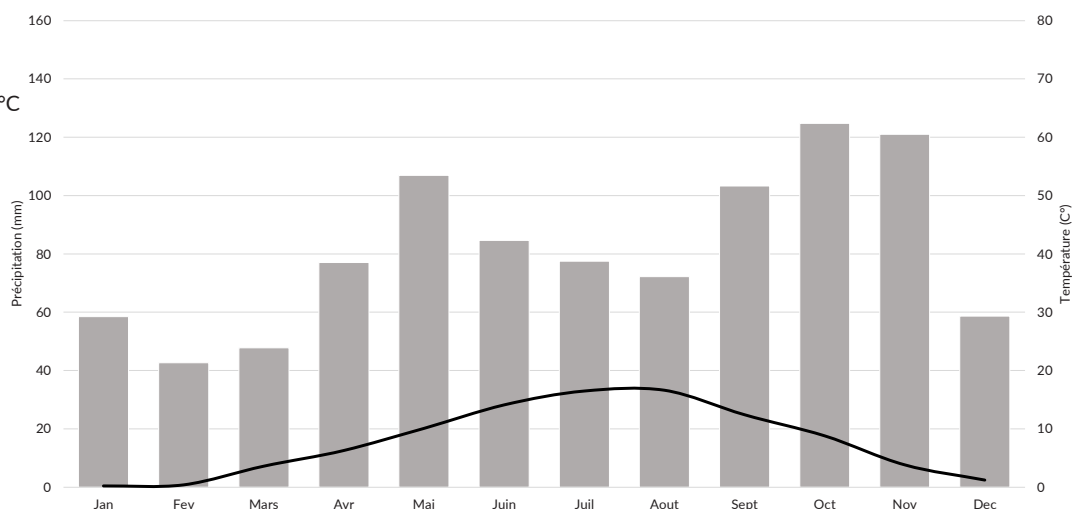


	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Précipitation (mm)	83,9	65,5	91	99,9	122,6	109,5	93,7	60,5	86,8	154,4	181	77,9
Température (C°)	-0,9	-1,3	2,4	5,8	8,4	13	15,6	15,4	11,8	8	3,5	0,7

Mazet-Volamont (43)

Σ PPT = 975 mm

Moyenne temp. = 7,8°C



	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Précipitation (mm)	58,5	42,7	47,8	77	106,9	84,6	77,5	72,2	103,3	124,8	121	58,7
Température (C°)	0,2	0,4	3,6	6,3	10,1	14,1	16,5	16,6	12,4	8,8	3,8	1,2

Figure 2 - Diagrammes ombrothermiques des moyennes mensuelles entre les années 1991 et 2020, aux Estables et à Mazet-Volamont (43) (d'après [Météociel](#)).

Matériel et méthodes

Echantillonnage

L'équipe d'UniVegE s'est rendue dans le massif du Mézenc du 13 au 17 juin 2022 et du 19 au 30 juin 2023. Sur 13 agriculteurs rencontrés, 84 parcelles (33 fauchées et 51 pâturées) ont été prospectées sur les communes de Sainte-Eulalie (07), Le Béage (07), Usclades-et-Rieutord (07), Sagnes et Goudoulet (07), Les Estables (43), Chaudeyrolles (43), Saint-Front (43), Les Vastres (43), Freycenet-la-Tour (43) et Mazet-Saint-Voy (43) (Fig. 3). Les milieux humides et notamment les nardaies tourbeuses (alliance du *Nardo-Juncion squarrosi*) n'ont pas été étudiées ici.

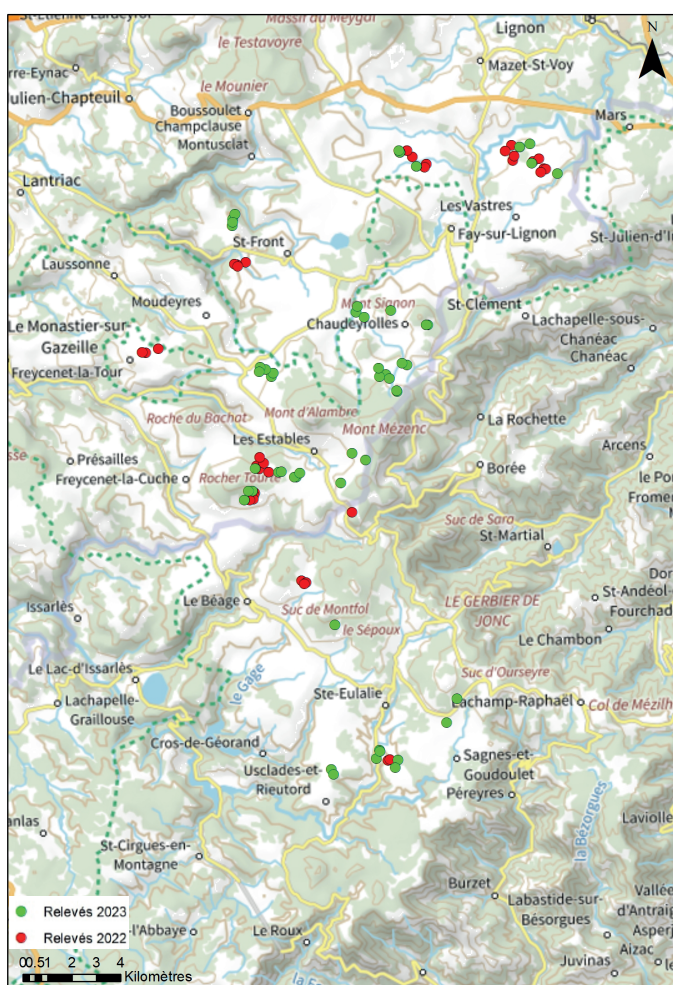


Figure 3 – Localisation des relevés réalisés dans le Mézenc en 2022 et 2023.

Des relevés phytosociologiques d'une surface de 25m², intégrant seulement les plantes vasculaires, ont été réalisés selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932, 1964), complétée et améliorée par Guinochet (1973), Chytrý et al. (2002) et Géhu (2006). Les coefficients d'abondance utilisés correspondent à « Braun-Blanquet extended » dans Roux & Thébaud (2021). Le sol a été sondé au moyen d'une canne pédologique au centre des relevés pour prendre connaissance de la profondeur du sol, de sa couleur et de sa texture, mais les normes identifiées par le référentiel pédologique n'ont pas été suivies (Baize et al. 2008).

Les échantillons collectés sur le terrain ont été déposés dans les collections des herbiers universitaires de Clermont-Ferrand (CLF) où ils peuvent être consultés et vérifiés. Les relevés ont été saisis dans Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001). Le référentiel taxonomique utilisé pour les noms des espèces végétales est TaxRef v16 (INPN).

Analyse comparative phytosociologique régionale au sein de référentiels

Les relevés du Mézenc ont été intégrés dans JUICE (Tichý 2002) et analysés avec Modified Twinspan classification (MTC, Roleček et al. 2009) dans deux référentiels régionaux distincts (non publiés ici) de respectivement 376 et 225 relevés issus de la bibliographie et de la base de données d'UniVegE. Ils permettent de comparer les relevés du Mézenc avec les syntaxons décrits dans les autres secteurs du Massif central.

La classification phytosociologique retenue suit celle de l'EuroVegChecklist (Mucina et al. 2016) et la deuxième version du prodrome des végétations de France (PVF2, Roux et al. 2024), en particulier Foucault (2012 et 2016), ainsi que Le Hénaff et al. (2021). Le code international (ICPN Theurillat et al. 2020) a été respecté.

Le premier référentiel concernant la classe des *Nardetea strictae* Rivas Goday in Rivas Goday et Rivas Mart. 1963, est composé des 10 associations végétales suivantes :

- *Diantho pseudocollini*-*Meetum athamantici* (Luquet 1926) B.Foucault 1986 mut. Le Hénaff, Galliot, Le Gloanec et Ragache 2021
- *Diantho pseudocollini*-*Scorzonoidetum pyrenaici* Billy ex Thébaud et al. 2014 mut. Le Hénaff, Galliot, Le Gloanec et Ragache 2021
- *Brizo mediae*-*Agrostietum capillaris* Thébaud 2006
- *Diantho deltoidis*-*Patzkeetum paniculatae* Le Hénaff, Galliot, Le Gloanec et Ragache 2021
- *Trifolio alpini*-*Nardetum strictae* Thébaud 2008
- *Luzulo multiflorae*-*Festucetum nigrescentis* Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard et Delcoigne 2014
- *Alchemillo saxatilis*-*Antennarietum dioicae* Le Hénaff, Galliot, Le Gloanec et Ragache 2021
- *Carici piluliferae*-*Nardetum strictae* R.Michalet & T.Philippe ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard et Delcoigne 2014
- *Festuco rubrae*-*Genistetum sagittalis* Issler 1927 emend. Oberd. 1957
- *Gentiano luteae*-*Centauretum nigrae* Billy 2000 prov.
- *Diantho pseudocollini*-*Festucetum nigrescentis* Le Hénaff, Galliot, Le Gloanec et Ragache 2021
- *Avenelletum flexuosae* Braun 1915
- *Luzulo spicatae*-*Nardetum strictae* (Braun) Choynet in Thébaud, C.Roux, Brocard et Hopkins 2025

Ce référentiel a aussi été utilisé par Thébaud et al. (2025) et est donc composé des relevés réalisés par UniVegE au mont Lozère.

Le deuxième référentiel concerne la classe des *Arrhenatheretea elatioris* Braun-Blanq. ex Braun-Blanq., Roussine et Nègre 1952, il est composé des 5 associations végétales suivantes :

- *Orchido morionis*-*Saxifragetum granulatae* Gaume ex B.Foucault 1989

- *Agrostio capillaris-Saxifragetum granulatae* Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard et Delcoigne 2014
- *Centaureo nigrae-Poetum chaixii* Thébaud 2008
- *Violo luteae-Trisetetum flavescens* Luquet ex B.Foucault 1986
- *Knautio arvernensis-Trisetetum flavescens* Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard et Delcoigne 2014

Analyse phytosociologique locale

Dans un deuxième temps, 79 relevés ont été sélectionnés et analysés sur la zone d'étude, afin de mettre en évidence les syntaxons présents et leurs différences écologiques. Une première analyse de classification de type MTC a été réalisée sur le logiciel JUICE. Elle a été complétée par des analyses d'ordination, de type analyse factorielle détendancée (DCA, Hill & Gauch 1980) et une analyse canonique des correspondances (CCA, Ter Braak 1986), réalisées sur le logiciel MVSP (Kovach version 3.22 2014 2010). Une DCA permet d'estimer la végétation indépendamment des variables écologiques (Bouxin 2016). La CCA prend en compte l'abondance et les indices écologiques d'Ellenberg *et al.* (1992) [complétés par ceux de Julve (2022)] de chaque relevé pour observer les relations entre ces facteurs (Glèlè Kakraï *et al.* 2016). Cette méthode permet de visualiser la correspondance sous forme de flèches vectorisées entre variables écologiques et relevés en amplifiant les différences. Elle présente toutefois l'inconvénient d'être circulaire car les valeurs d'Ellenberg sont dépendantes des espèces.

Les différents groupements présents dans le massif du Mézenc ont été comparés sur la base des moyennes des valeurs de leurs indices écologiques (Ellenberg *et al.* 1992 ; Julve 2022) et analysés par ANOVA sur le logiciel R (R Development Core Team version 4.4.2). Les résultats sont présentés sous forme de boîtes de dispersions.

Analyses agroécologiques des végétations

La richesse et l'indice de Shannon sont calculés pour chacun des groupements les mieux exprimés avec le logiciel SurVegE

(Roux & Thébaud 2021). L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité spécifique d'un peuplement en combinant richesse taxonomique et régularité.

La valeur pastorale (VP') a été calculée pour chaque groupement (SurVegE). Elle tient compte de la composition floristique, de la structure de la végétation et de l'abondance des espèces. Elle est rapportée au pourcentage de la strate herbacée, à partir des valeurs d'un indice spécifique de qualité fourragère (IS) attribuées à chaque taxon et de la fréquence spécifique de ceux-ci (FS). L'indice spécifique de qualité fourragère varie de 0 à 5, avec 0 : espèce non fourragère (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) et 5 : très bonne fourragère (*Dactylis glomerata* L.) (Daget & Poissonet 1972, 2010).

Les résultats sont analysés par ANOVA sur le logiciel R (R Development Core Team version 4.4.2) et présentés sous forme de boîtes de dispersions.

Résultats

Végétations étudiées au sein des référentiels régionaux

Les prairies pâturées

376 relevés et 243 espèces ont été analysés en MTC (Fig. 4). Le dendrogramme issu de l'analyse présente deux subdivisions. L'ensemble A regroupe les relevés de pelouses montagnardes acidiphiles, relevant principalement du *Galio saxatilis-Potentillion aureae* B.Foucault 1994 (cluster 1 à 7) et l'ensemble B correspond à l'alliance acidiline du *Violion caninae* Schwickerath 1944 (cluster 8 à 15). Les relevés du Mézenc se situent dans ce dernier au niveau des clusters 9 et 11. Ils semblent s'approcher du *Diantho pseudocollini-Meetum athamantici*, présent dans les clusters 8 à 11, mais s'individualisent dans deux clusters distincts : le 9 regroupe seulement les relevés du Mézenc et le 11 les relevés sur granite au Mézenc et en Lozère. Le *Diantho-Meetum* est répandu dans toute la montagne volcanique occidentale d'Aubrac, des monts Dore, des monts du Cantal et du Cézallier.

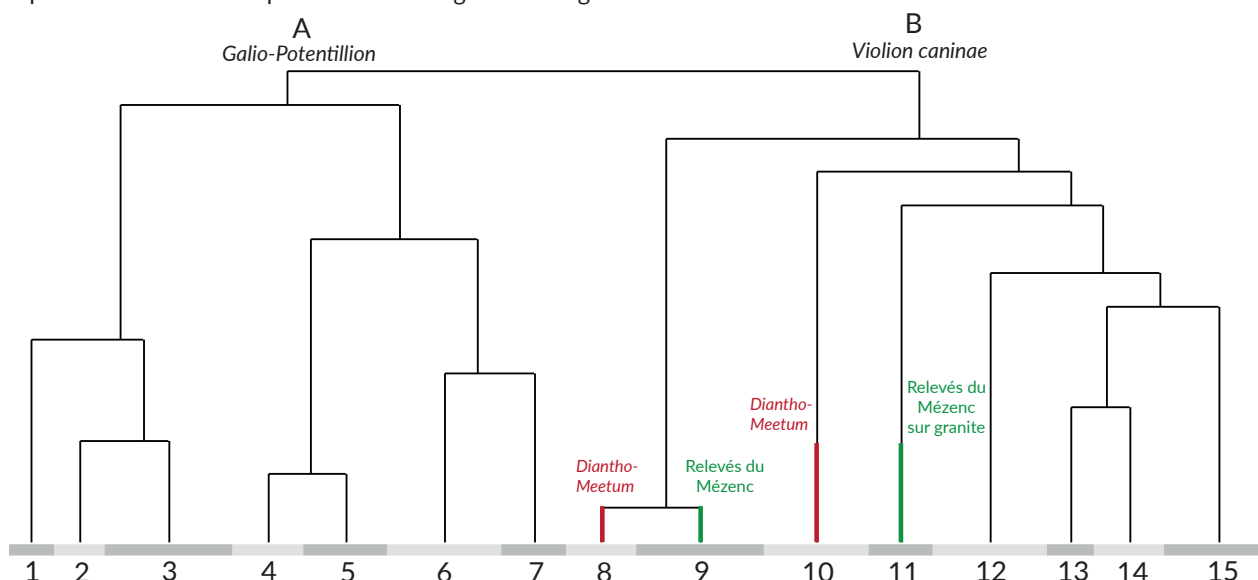


Figure 4 – Dendrogramme du référentiel des prairies pâturées obtenu à partir de la MTC effectuée sur 376 relevés et 243 espèces. Analyse réalisée en présence/absence, en totale inertie, 15 clusters sont recherchés et les taxons présents moins de trois fois sont supprimés.

Les prairies de fauche

225 relevés et 183 espèces ont été analysés en MTC (Fig. 5). Le dendrogramme issu de l'analyse présente deux subdivisions. L'ensemble A regroupe les relevés de l'association acidiphile, alticole du Forez : le *Centaureo nigrae*-*Poetum chaixii* mésophile appartenant à l'alliance montagnarde du *Trisetum flavescens*-*Polygonum bistorta* Braun-Blanq. & Tüxen ex Marshall 1947 (clusters 1 et 2). L'ensemble B est subdivisé en deux : B1, correspond à deux associations de plus basses altitudes et plus mésophiles l'*Orchido morionis*-*Saxifragetum granulatae* et l'*Agrostio capillaris*-*Saxifragetum granulatae* (*Brachypodio rupestris*-*Gaudinienion fragilis* B.Foucault 2016 et *Trifolium montani*-*Arrhenatherenion elatioris* Rivas Goday et Rivas Mart. 1963) (cluster 3 et 4). B2 correspond à différentes autres associations montagnardes acidiphiles du *Trisetum*-*Polygonum* prenant surtout place sur substrat volcanique : *Viola lutea*-*Trisetum flavescens*, *Knautia arvensis*-*Trisetum flavescens* et *Agrostio capillaris*-*Festucetum rubrae* (cluster 5 à 8). Les relevés du Mézenc se regroupent dans ce dernier ensemble

et forment un seul groupe individualisé des autres au niveau du cluster 5. Ils ne semblent correspondre à aucune association présente en Auvergne ou au Livradois-Forez.

Différenciation des prairies du Mézenc et variables écologiques

Analyse de classification

Les résultats de la MTC, réalisée en présence/absence sur 79 relevés et 144 espèces, sont présentés dans le dendrogramme de la figure 6. Ce dernier présente deux subdivisions. L'ensemble A (clusters 1 à 4) regroupe les nardaies (classe des *Nardetea strictae*) oligotrophes à oligomésotrophes et acidiphiles à acidiphiles. L'ensemble B correspond aux prairies mésotrophes de la classe des *Arrhenatheretea elatioris*. Il est subdivisé en deux : B1 (clusters 5 et 6) qui correspond aux prairies de fauche de l'ordre du *Trisetum*-*Polygonum* et B2 (cluster 7) qui est composé des relevés de prairies pâturées de l'ordre du *Cynosurion cristati* Tüxen 1947.

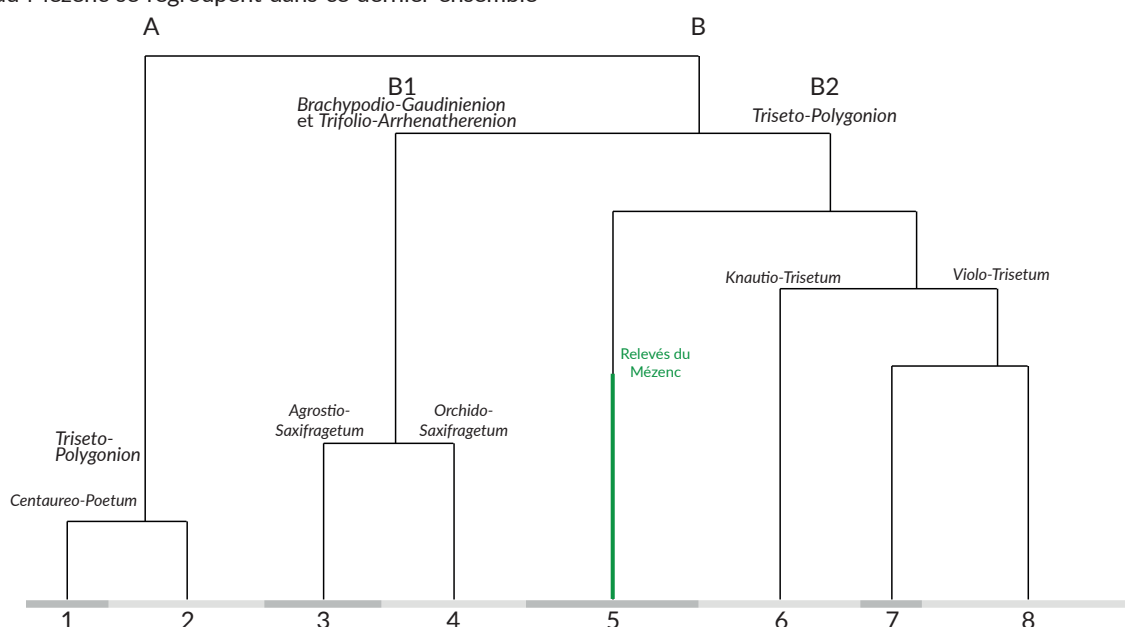


Figure 5 - Dendrogramme du référentiel des prairies de fauches obtenu à partir de la MTC effectuée sur 225 relevés et 183 espèces. Analyse réalisée en présence/absence, en totale inertie, 8 clusters sont recherchés et les taxons présents moins de trois fois sont supprimés.

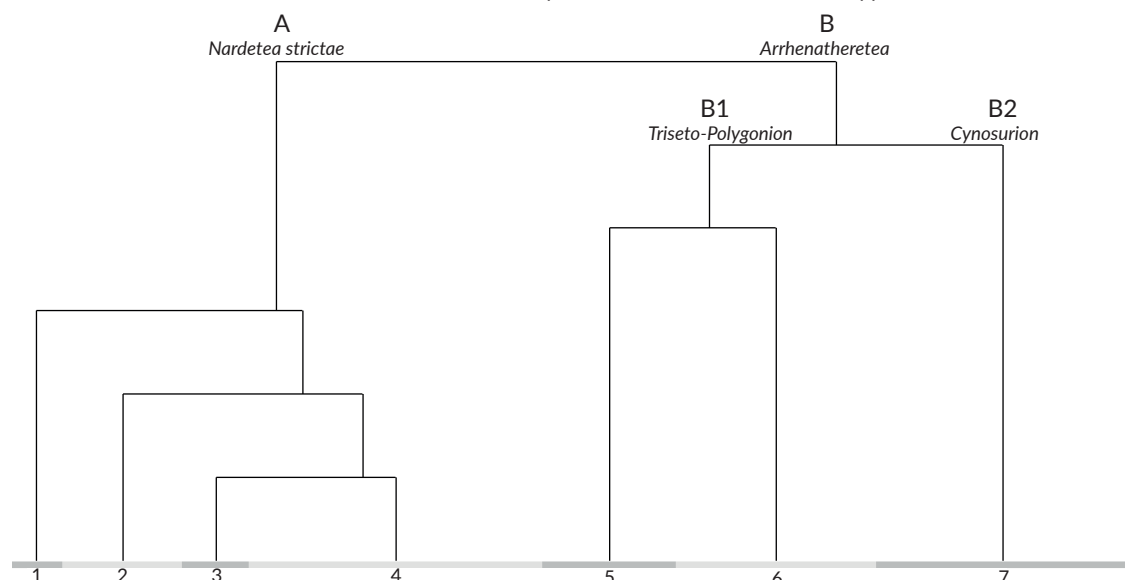


Figure 6 - Dendrogramme des relevés du Mézenc réalisés en 2022 et 2023 obtenu à partir de la MTC effectuée sur 79 relevés et 144 espèces. Analyse réalisée en présence/absence, en totale inertie, 8 clusters sont recherchés et les taxons présents moins de trois fois sont supprimés.

Groupe de taxons différentiels (GTD)

Les résultats sont présentés sous forme d'un tableau phytosociologique différentiel global ordonné suivant les résultats de la MTC dans lequel les relevés sont regroupés par communautés végétales et les espèces réunies en groupe de taxons différentiels (Tableau 1).

GTD 1 : taxons de l'étage montagnard, mésophiles, acidiphiles et dystrophiles à oligotrophiles. Composé d'espèces de landes.

GTD 2 : taxons de l'étage submontagnard, mésophiles, acidiphiles et dystrophiles à oligotrophiles. Composé d'espèces de pelouse.

GTD 3 : taxons de l'étage collinéen à submontagnard, mésoxérophiles, neutrophiles et oligotrophiles. Composé de taxons des pelouses sèches.

GTD 4 : taxons de l'étage submontagnard, mésophiles à mésohygrophiles, neutrophiles et eutrophiles. Composé d'espèces prairiales.

GTD 5 : taxons de l'étage montagnard, mésophile à mésohygrophiles, acidiline à neutrocline et mésotrophes à eutrophiles. Composé d'espèces prairiales.

La figure 7 est le résultat de la CCA effectuée à partir des GTD et de 5 variables écologiques : humidité, réaction du sol, température, altitude et nutriments. L'axe 1 représente un gradient de nutriment avec les GTD 4 (noir) et 5 (vert) plus riches, situés sur les prairies de fauches. Cet axe est corrélé positivement aux variables d'humidité et de réaction du sol avec les GTD 1

(bleu) et 2 (orange) des prairies pâturées moins humides et plus acides. L'axe 2 représente un gradient de température corrélé négativement au gradient d'altitude avec le GTD 3 (rouge) situé sur des prairies plus chaudes et moins hautes en altitude.

Caractérisation phytosociologique des prairies du Mézenc

Les différents syntaxons présents au Mézenc sont décrits ci-dessous.

Nardetea strictae Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas-Mart. 1963

Violion caninae Schwickerath 1944

Diantho pseudocollini-Meetum athamantici (Luquet 1926)

B.Foucault 1986 mut. Le Hénaff et al. 2021 **bellardiochloetosum variegatae** subass. nov. *hoc loco* Holotypus *hoc loco* : relevé 5LB du tableau 1) (cluster 1 du tableau 1 ; 43 relevés ; GTD 1, 2 et 3)

Cette communauté correspond à une sous-association nouvelle du *Diantho pseudocollini-Meetum athamantici*.

La physionomie de cette sous-association est celle d'une pelouse fermée pâturée, riche en espèces avec une moyenne de 42 taxons par relevés. Elle est dominée par *Festuca rubra* gr. (*F. nigrescens* ; *F. microphylla*), *Nardus stricta* et *Agrostis capillaris*.

Elle se différencie par des taxons acidiphiles comme *Bellardiochloa variegata*, *Lathyrus linifolius*, *Avenella flexuosa* ainsi que par *Veronica officinalis*, *Nardus stricta* et *Thymus pulegioides*.

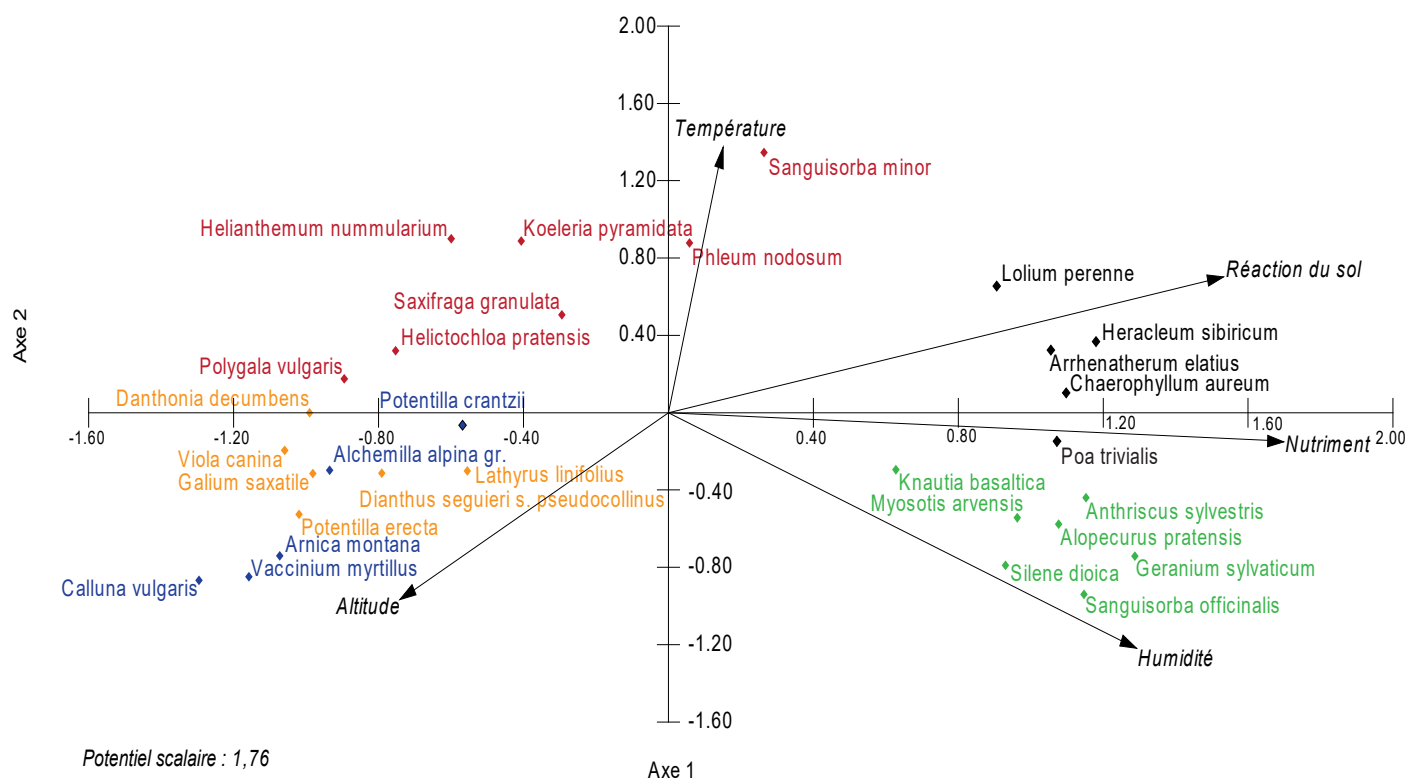


Figure 7 – Résultat de la CCA effectuée sur 79 relevés, 30 espèces et 5 variables écologiques indiquées par des vecteurs. Analyse réalisée en présence/absence. La valeur propre de l'axe 1 est de 0,785 et de 0,348 pour l'axe 2. Bleu : GTD1, Jaune : GTD2, Rouge : GTD3, Noir : GTD4, Vert : GTD5.

Les espèces constantes sont *Festuca rubra* gr., *Agrostis capillaris*, *Plantago lanceolata*, *Luzula campestris*, *Veronica chamaedrys*, *Trifolium pratense*, *Galium verum* et *Achillea millefolium*.

Ce groupement est situé surtout sur basalte et sur des sols moyennement profonds, aux alentours de 16,5 cm, de brun clair à brun-rouge, au niveau de l'étage submontagnard à montagnard supérieur, entre 1190 m et 1490 m d'altitude (moyenne de 1314 m). Il est mésophile, oligomésotrophile, acidiphile à acidocline. Les pratiques pastorales sont extensives et les pelouses ne sont pas amendées. Les relevés s'étendent de Chaudeyrolles, au nord, jusqu'à l'Ardèche aux alentours de Sainte-Eulalie au sud.

D'après la description de Billy (2000), l'association du *Diantho pseudocollini-Meetum* s'échelonne entre 900 et 1380 m dans les monts Dore. Nos relevés dans le Mézenc sont plus hauts et se rapprocheraient donc plus du *Diantho pseudocollini-Scorzoneroideum pyrenaici* décrit entre 1240 et 1450 m dans les monts Dore et le Cézallier. L'analyse sépare pourtant bien ces groupes de relevés et montre qu'il manque au Mézenc tout un cortège d'espèces constantes du *Diantho-Leontodondetum* comme *Potentilla aurea*, *Scorzoneroïdes pyrenaica*, *Galium saxatile*, et des chaméphytes comme *Vaccinium myrtillus* ou *Calluna vulgaris*. Cette différence d'étagement est probablement due à un facteur climatique : le climat semi-continental du Mézenc est caractérisé par une pluviométrie bien moindre qu'aux monts Dore (1227 mm/an aux Estables et 1783 mm/an au Mont-Dore, [Météociel](#)), on constate donc une remontée des végétations en altitude probablement pour capter les conditions plus humides et plus froides qui leurs correspondent. Pour autant, on conserve tout un groupement d'espèces montagnardes et/ou plus acidiphiles absentes de l'association du *Diantho-Meetum* comme *Bellardiochloa variegata*, *Crepis mollis*, *Trisetum flavescens*, *Ranunculus serpens* ou *Rumex acetosella*. Ces différences floristiques et chorologiques nous amènent à différencier une sous-association originale spécifique du Mézenc. Elle est différenciée par *Bellardiochloa variegata*, une orophyte prairiale, plus fréquente que dans les relevés du *Diantho-Meetum typicum*, traduisant le caractère plus montagnard des pâturages du Mézenc.

Quatre variantes peuvent être différenciées au sein de cette nouvelle sous-association du Mézenc :

1a variante submontagnarde sur granite (4 relevés ; GTD 1 et 2) (Photo 1)

Cette variante se différencie par *Thymus drucei* et des taxons acidiphiles comme *Danthonia decumbens*, *Galium saxatile*, *Viola canina* ou *Calluna vulgaris*. Les 4 relevés sont plus oligotrophes que les autres variantes. Ils sont tous situés dans la commune de Sainte-Eulalie (07) à plus basse altitude (moyenne 1202 m contre 1377 et 1360 m respectivement pour les deux variantes suivantes). Avec plus de relevés, cette variante pourrait sûrement être différenciée. D'après la comparaison dans le référentiel, ils semblent s'approcher du *Diantho-Patzkeetum* et des relevés du *Diantho-Meetum* mésomontagnard sur granite du mont Lozère décrit par Thébaud et al. (2025) (tendance à confirmer).



Photo 1 - *Diantho pseudocollini-Meetum athamantici bellardiochloetosum variegatae* variante sur granite (1a) (La Mascharade, Sainte-Eulalie, Ardèche, rel. 16LB).

1b variante type montagnarde acidiphile à acidocline (12 relevés ; GTD 1, 2 et 3) (Photo 2)

Ce groupe de relevés est le type de la sous-association. Il est acidiphile à acidocline et différencié par *Dianthus seguieri* subsp. *pseudocollinus*, *Alchemilla alpina* gr. et *Poa chaixii*. Comparé à la variante suivante, cette dernière est composée d'un lot d'espèces montagnardes des landes (GTD 1), témoignant d'un pâturage plus extensif. Les relevés sont situés sur les communes des Estables (43), de Chaudeyrolles (43), d'Usclades-et-Rieutord (07), de Sagnes-et-Goudoulet (07) et de Sainte-Eulalie (07).



Photo 2 - Relevé type du *Diantho pseudocollini-Meetum athamantici bellardiochloetosum variegatae* subass. nov. (Les Imberts, Chaudeyrolles, Haute-Loire, rel. 5LB).

1c variante montagnarde acidiline (21 relevés ; GTD 2 et 3) (Photo 3)

Ce groupe se différencie du précédent par l'absence des espèces des landes acidiphiles et plus montagnardes du GTD 1. Cela est probablement dû au pâturage un peu plus intensif qui ralentit la dynamique et donc empêche ces espèces de s'implanter. Les 21 relevés sont situés sur les communes des Estables (43), de Chaudeyrolles (43), d'Usclades-et-Rieutord (07) et du Cros-de-Gérand (07).



Photo 3 - *Diantho pseudocollini*-*Meetum athamantici bellardiochloetosum variegatae* variante montagnarde acidiline (1c) (Parsou, Les Estables, Haute-Loire, rel. 21LB).

1d variante thermoxérophile (6 relevés ; GTD 3) (Photo 4)

Elle se situe aux expositions chaudes (sud et ouest), avec des relevés sur des pentes plus inclinées (entre 3 et 25°) et des altitudes inférieures (moyenne 1142m). Les relevés sont concentrés au nord de la zone d'étude. Les espèces différentielles sont typiques des pelouses sèches et thermoxérophiles : *Helianthemum nummularium*, *Koeleria pyramidata*, *Sanguisorba minor*, *Trifolium dubium*, *Myosotis stricta*, *Scabiosa columbaria*, *Saxifraga granulata*. Ces critères nous amènent à approcher ces relevés du *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis* (Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E. Bernard & Delcoigne 2014) Roux et Brocard 2023 *gentianetosum cruciatae* Roux et Brocard 2023 et du *Saxifraga granulatae-Helianthemum nummularii* Billy ex Loiseau et Felzines 2010, deux associations sur roche volcanique des *Festuco-Brometea* Braun-Blanq. et Tüxen ex Klika et Hadač 1944. Cette variante a été intégrée au référentiel donné par Roux & Brocard (2023) et a montré de trop grandes différences floristiques par l'absence au Mézenc de nombreuses espèces caractéristiques des *Festuco-Brometea* comme *Eryngium campestre*, *Euphorbia cyparissias*, *Stachys officinalis* et *Brachypodium rupestre*. D'après Billy (2000) et de Foucault (1986), le *Diantho-Meetum* est composée d'un cortège d'espèces prairiales, d'espèces acidiphiles, puis d'un cortège d'espèces des *Festuco-Brometea*. De Foucault a hésité pour assigner cette association à une classe mais a finalement décidé de la retenir dans celle des *Nardetea* malgré ses similitudes avec les pelouses sèches. Ces relevés sont peut-être en transition du fait de leur caractère xérique plus important mais nous décidons

de les conserver au sein de la sous-association *bellardiochloetosum* en raison d'un lot d'espèces communes avec les nardaies comme *Veronica chamaedrys*, *Cynosurus cristatus*, *Taraxacum officinale* ou *Cirsium eriophorum*.



Photo 4 - *Diantho pseudocollini*-*Meetum athamantici bellardiochloetosum variegatae* variante thermoxérophile (1d) (Le Suchas, Les Vastres, Haute-Loire, rel. 7LB).

Arrhenatheretea elatioris Braun-Blanq. ex Braun-Blanq. Roussine & Nègre 1952

Trifolio repentis-Phleetalia pratensis H.Passarge 1969

Cynosurion cristati Tüxen 1947

Alchemillo xanthochlorae-Cynosurenion cristati Passarge 1969

Festuco commutatae-Cynosuretum cristati Tüxen in Bükler 1942 (cluster 2 du tableau 1 ; 7 relevés ; GTD 3 et 4)

Ce syntaxon a déjà été décrit en Auvergne mais n'avait pas encore été observé au Mézenc jusqu'ici.

La physionomie de cette association correspond à des prairies pâturées, riches en espèces (moyenne de 37 taxons), dominée par des *Poaceae* tel que *Festuca rubra* gr., *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Cynosurus cristatus*, *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis capillaris* et *Taraxacum officinale* gr.

Les espèces caractéristiques et différentielles sont des *Poaceae* plutôt exigeantes en nutriments avec *Holcus lanatus*, *Lolium perenne* et *Dactylis glomerata*.

Les espèces constantes sont *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Tragopogon pratensis*, *Rumex acetosa*, *Plantago lanceolata*, *Festuca rubra* gr. et *Agrostis capillaris*.

Ces pâtures situées sur basalte, sont mésophiles, mésotrophes, acidiclinales à neutroclinales, dans l'étage submontagnard, entre 1100 et 1180 m d'altitude (moyenne 1140m) et sur des pentes entre 0 et 10°. Les pratiques pastorales sont plus intensives que sur la communauté précédente, d'où l'enrichissement en nutriments du sol. D'après Billy (2000), ces végétations sont d'anciennes nardaies transformées en pacage par fumure régulière. Ce groupement est très peu présent dans la zone de l'AOP, nous n'avons réalisé que 7 relevés sur les 84 effectués. Ce syntaxon est décrit dans les montagnes d'Allemagne et des pays

voisins ainsi qu'en Auvergne dans les monts Dore et Dômes mais pas encore au Mézenc où les relevés sont concentrés au nord de la zone d'étude, sur les communes de Saint-Front (43), Mazet-Saint-Voy (43) et Les Vastres (43) (Thébaud *et al.* 2014 ; Foucault 2016) (Photo 5).



Photo 5 - *Festuco commutatae-Cynosuretum cristati* (La Liberté, Mazet-Saint-Voy, Haute-Loire, rel. 1LB).

Trisetum flavescens-Polygonion bistortae Braun-Blanq. & Tüxen ex Marschall 1947

Campanulo scheuchzeri-Trisetetum flavescens ass. nov. *hoc loco*. *Holotypus hoc loco* : relevé 719CR du tableau 1 (cluster 3 du tableau 1 ; 29 relevés ; GTD 4 et 5)

Cette communauté décrite ici, correspond à une association nouvelle des prairies de fauche retrouvées au Mézenc.

Ce groupement est sous forme de prairies fauchées riches en espèces avec une moyenne de 37 taxons par relevés. Il est dominé par des graminées : *Festuca rubra* gr., *Anthoxanthum odoratum* et *Trisetum flavescens*. Sa combinaison d'espèce est la suivante :

Ce groupe est caractérisé et différencié par *Anthriscus sylvestris*, *Poa trivialis*, *Phyteuma spicatum* et *Campanula scheuchzeri* subsp. *lanceolata*.

Les espèces constantes de cette association sont *Festuca rubra* gr. (*F. nigrescens* ; *F. microphylla*), *Anthoxanthum odoratum*, *Rumex acetosa*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*, *Trifolium pratense*, *Tragopogon pratensis* et *Rhinanthus minor*.

Ce groupement est situé principalement sur basalte mais aussi sur roche cristalline ; il est mésophile, mésotrophile, acidocline, depuis l'étage submontagnard à montagnard moyen, entre 1070 et 1400m d'altitude (moyenne 1247,5m) et sur des pentes faibles (5 à 15°). Le sol est assez profond, allant de 15 à 76cm (moyenne de 32,9cm), de brun-rougeâtre à rouge clair. Ces prairies sont régulièrement amendées par un apport, au moins tous les trois ans, d'un maximum de 30 unités d'azote/ha/an. Sa répartition s'étend sur toute la zone d'étude, de Saint-Front (43) jusqu'à l'Ardèche (07).

On souligne la grande originalité des prairies de fauche du

Mézenc par rapport à celles du Forez et des monts Dore. Les végétations du Forez sont plutôt acidiphiles et alticoles sur granite contrairement au Mézenc essentiellement sur basalte. Dans les monts Dore, elles sont bien sur un substrat volcanique mais se cantonnent dans le fond des vallées d'origine glaciaire contrairement au Mézenc où les prairies s'étendent sur un plateau sommital à haute altitude. Des différences floristiques ont aussi été mises en évidence : l'absence des espèces acidiphiles et oligotrophes comme *Gentiana lutea*, *Diantus seguieri* subsp. *pseudocollinus*, *Nardus stricta*, et *Stellaria graminea* éloigne nos relevés de ceux du *Centaureo nigrae-Poetum chaixii* présent dans le Forez et du *Violo luteae-Trisetetum flavescens*, acidocline, présent au niveau de climats plus atlantiques des monts Dore et du Forez (Thébaud *et al.* 2014). Les relevés du Mézenc se rapprochent du *Knautio arvernensis-Trisetetum flavescens*, présent dans les monts Dore et dans le Céallier, par la présence d'un cortège commun d'espèces eutrophes (*Alopecurus pratensis* et *Chaerophyllum aureum*) et hygrophiles (*Scorzonera humilis* et *Colchicum autumnale*). Malgré ces ressemblances, le groupement du Mézenc s'originalise par la raréfaction d'espèces thermoclines ou xéroclines constantes dans tous les autres syntaxons comme *Leontodon hispidus*, *Hypochaeris radicata*, *Saxifraga granulata*, *Lotus corniculatus* et *Sanguisorba minor*. En revanche, les prairies du Mézenc présentent des espèces caractéristiques qui leurs sont propres comme *Poa trivialis*, *Heracleum sibiricum*, *Knautia basaltica*, *Anthriscus sylvestris* ou *Cerastium arvense*. Pour toutes ces raisons nous concluons que les prairies de fauche du Mézenc correspondent à une association végétale originale que nous nommons *Campanulo scheuchzeri-Trisetetum flavescens*. En effet, *Campanula scheuchzeri* Vill., espèce quasi constante dans ce groupement, présente un optimum par rapport aux autres prairies de fauche régionales de notre référentiel. Précisons qu'il s'agit de *C. scheuchzeri* subsp. *lanceolata* (Lapeyr.) J.-M.Tison au sens de Flora gallica (2014), présent dans le Massif central et les Pyrénées, taxon non accepté par WFO (2025) qui le met en synonymie avec *C. rotundifolia*. Cette orophyte du sud de l'Europe traduit le caractère plus montagnard de ce syntaxon ainsi que son caractère relativement méridional par rapport aux autres prairies de fauche de l'ouest de l'Europe. *Trisetum flavescens*, espèce complétant le nom, est abondante ici et est une espèce typique du *Trisetum-Polygonion*.

Une variante peut être différenciée au Mézenc suite à l'analyse MTC :

3a variante mésoeutrophe (11 relevés ; GTD 4) (Photo 6)

Cette variante est différenciée par des taxons prairiaux comme *Heracleum sibiricum*, *Chaerophyllum aureum*, *Arrhenatherum elatius* ou *Lolium perenne* et par l'absence des espèces montagnardes du GTD 5. On la trouve sur basalte, en majorité sur la partie nord de la zone d'étude depuis Les Estables (43) puis sur les communes de Saint-Front (43), Mazet-Saint-Voy (43) et Les Vastres (43).



Photo 6 – *Campanulo scheuchzeri-Trisetum flavescentis* ass. nov. variante mésotrophe (3a) (La Liberté, Mazet-Saint-Voy, Haute-Loire, rel. 710CR).



Photo 7 – Relevé type du *Campanulo scheuchzeri-Trisetum flavescentis* ass. nov. (Besseyrou, Les Estables, Haute-Loire, rel. 719CR).

3b variante type (18 relevés ; GTD 5) (Photo 7)

Plus acidophile, elle est différenciée par *Myosotis arvensis*, *Anthriscus sylvestris*, *Knautia basaltica* et par des espèces montagnardes du GTD 5. On trouve aussi des taxons prairiaux et mésophiles à mésohygrophiles comme *Persicaria bistorta*, *Sanguisorba officinalis*, *Geranium sylvaticum*, *Narcissus pseudonarcissus*, *Silene dioica*. Elle est située sur basalte et roche cristalline. Les relevés s'étalent sur l'ensemble de la zone prospectée.

La figure 8 est le résultat de la DCA des relevés associés aux groupements. L'axe 1 représente un gradient de nutriment et de réactions du sol, avec à gauche, les relevés plutôt oligotrophes et acidiphiles à acidiphiles des *Nardetea* et à droite les relevés mésotrophes et acidiphiles à neutroclines des *Arrhenatheretea*. L'axe 2 représente un gradient d'altitude et de température, avec en haut, les relevés plus thermophiles de l'étage submontagnard avec le groupement 1d (variante plus thermophile du *Diantho-Meetum*), et en bas, les relevés moins thermophiles de l'étage montagnard avec les groupements 1b et 3b.

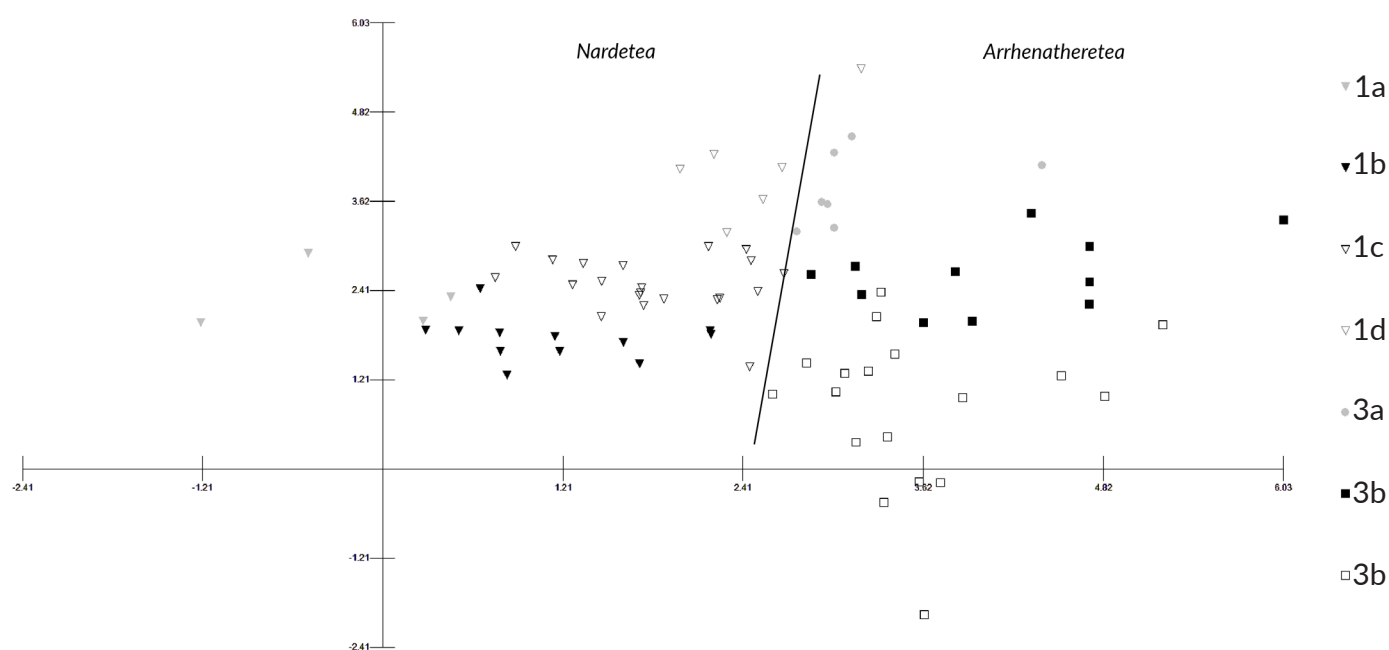


Figure 8 – Résultat de la DCA effectuée sur 79 relevés et 144 espèces. Les espèces présentes moins de trois fois sont supprimées. La valeur propre de l'axe 1 est de 0,345 et de 0,185 pour l'axe 2. Les symboles représentent les associations et les numéros sont ceux des groupes du tableau 1 : 1 : *Diantho-Meetum bellardiocloetosum*, a : submontagnarde sur granite, b : type montagnarde acidiphile à acidophile, c : montagnarde acidophile, d : thermoxérophile, 2 : *Festuco-Cynosuretum*, 3 : *Campanulo-Trisetum*, a : mesoeutrophe, b : type.

Indicateurs agroécologiques des végétations

Comparaison des variances écologiques

Les différents groupements présents au Mézenc ont été comparés pour l'altitude et sur la base des moyennes des valeurs des indices écologiques (Ellenberg *et al.* 1992 ; Julve 2022) de chaque espèce, en prenant en compte leur abondance. Des analyses de comparaison de variances de type ANOVA ont été réalisées concernant les indices écologiques. La valeur seuil est de 0,05. Les résultats sont présentés sous forme de boîtes de dispersion (Fig. 9).

Température et altitude (Fig. 9a et b) : les prairies pâturées du cluster 1d (variante thermophile) et les prairies du cluster 2 du *Festuco-Cynosuretum* sont les plus chaudes par la présence

d'espèces plus thermophiles et des altitudes plus basses des relevés. Le groupe 1b et le 3b sont les plus froids du fait de leurs altitudes plus élevées et donc de la présence d'espèces montagnardes.

Humidité (Fig. 9c) : le groupement 1d, correspondant aux relevés du *Diantho-Meetum* plus thermophiles, est le plus xérique. Bien qu'il n'y ait aucune différence significative concernant les autres groupements, on observe une tendance des prairies de fauche du groupement 3b à être plus humides que les autres en raison d'un sol plus profond.

Réaction du sol (Fig. 9d) : un gradient est visible au niveau des prairies des *Nardetea* (1a, b, c et d). Nous avons les prairies sur granite (1a) et le groupe de relevés type de la sous-association (1b) les plus acides. La variante pâturée plus extensivement (1c) est acidocline. La plus thermophile (1d) et les prairies des

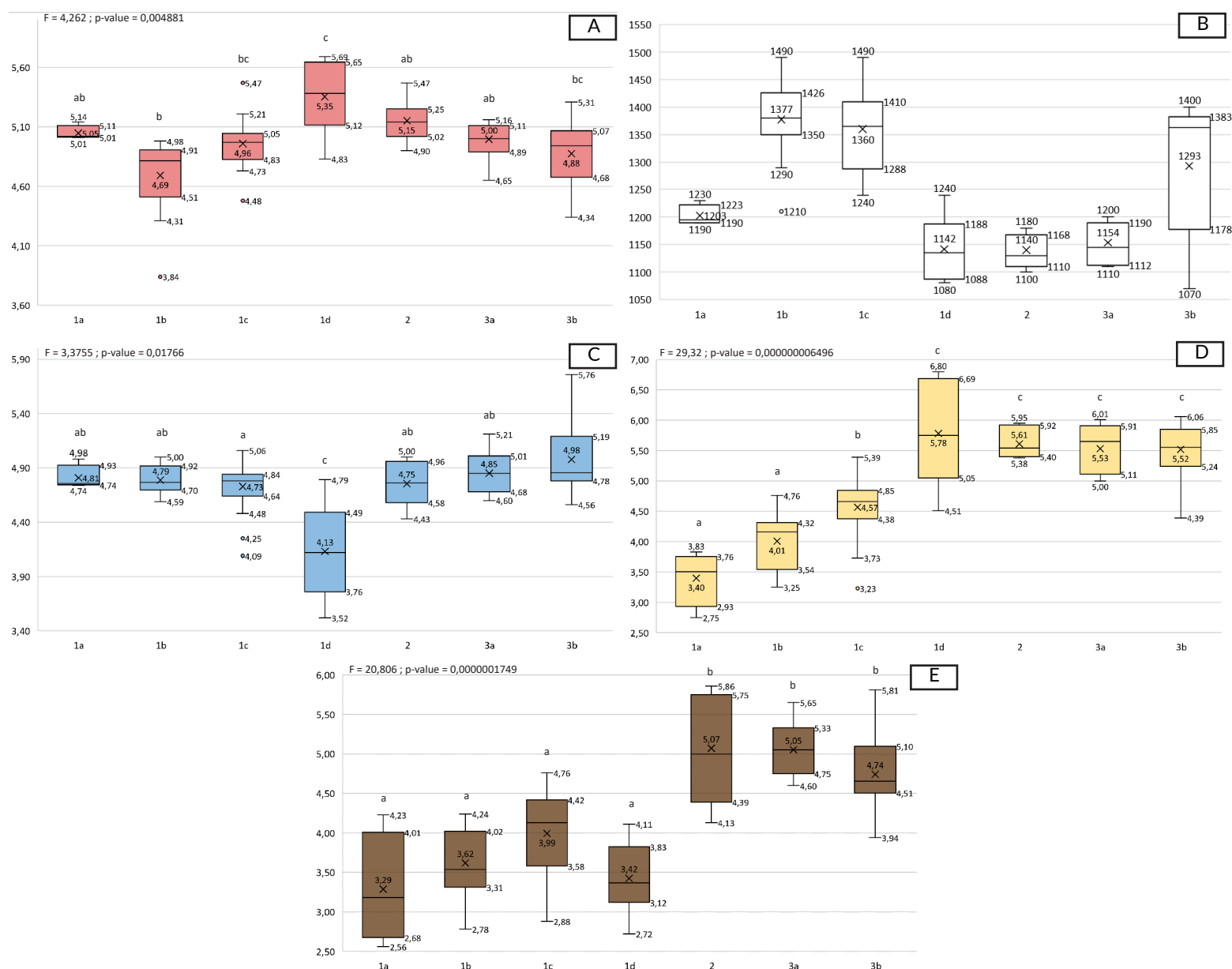


Figure 9 – Boîtes de dispersion représentant l'altitude (B) et les indices écologiques (Ellenberg *et al.* 1992 ; Julve 2022) pour la température (A), l'humidité (C) la réaction du sol (D) et les nutriments (E) pour chaque groupement. 1 : *Diantho-Meetum bellardioclitosum*, a : submontagnarde sur granite, b : type montagnarde acidophile à acidocline, c : montagnarde acidocline, d : thermoxérophile, 2 : *Festuco-Cynosuretum*, 3 : *Campanulo-Trisetum*, a : mesoeutrophe, b : type. Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les groupements.

Arrhenatheretea (2 et 3) sont acidiclinales à neutroclinales et ne montrent pas de différence significative concernant cet indice écologique.

Nutriments (Fig. 9e) : un gradient est aussi visible avec les groupements les plus oligotrophes des *Nardetea* (1) différents significativement des groupements des *Arrhenatheretea* (en 2 et 3) plutôt mésotrophes. Ces valeurs basses de l'indice montrent bien que les prairies pâturées sont amendées seulement par la fumure du troupeau qui pâture extensivement sur les parcelles. Au niveau des prairies de fauche, l'apport est plus important mais reste peu chargé en nutriments, témoignant d'un respect des doses préconisées par la charte.

Richesse et diversité spécifique

Dans le cadre de ces calculs, nous prenons en compte les groupements bien exprimés. Nous avons choisi d'enlever les variantes du *Diantho-Meetum* sur granite (1a) et thermoxérophile (1d) car trop peu de relevés constituent ces groupes qui sont mal exprimés. L'analyse a donc été réalisée sur les prairies pâturées du *Diantho-Meetum bellardiichloetosum*, avec la variante type (1b) et la montagnarde acidiclinaire du (1c), les relevés de la prairie pâturée plus intensivement du *Festuco-Cynosuretum* (2) puis les prairies fauchées du *Campanulo-Trisetetum* (3a et 3b). Des analyses de comparaison de variances de type ANOVA dont la valeur seuil est de 0,05 ont été réalisées. Les résultats sont présentés sous forme de boîtes de dispersion (Fig. 10).

La richesse spécifique est plus importante au niveau des prairies pâturées (1b et 1c) avec un maximum de 60 espèces différentes sur un seul relevé (1b : rel. 4LB) et une moyenne de 47 espèces pour le groupe 1b et de 40 pour le 1c (Fig. 10a). Les pâtures du groupe 1b, avec les pratiques les plus extensives, montrent une différence significative avec les autres groupes où le pâturage est plus intensif. Le groupe du *Festuco-Cynosuretum* (2) et ceux des fauches (3) ont des moyennes plus basses respectivement de 37 ; 36 et 39 espèces par relevé. Cette analyse met en évidence que les pelouses pâturées (nardaies), non amendées, sont les plus riches floristiquement.

Les indices de Shannon sont compris entre 2,5 et 2,8 ce qui traduit un bon équilibre de la diversité floristique des parcelles du Mézenc (Fig. 10b). Il n'y a pas de différence significative concernant cet indice entre les groupes, sauf entre le groupe de pâtures 1c et de fauche 3b en raison des valeurs de diversité plus faibles pour le groupe pâturé (moyenne de 2,5) et les valeurs les plus élevées pour les fauches (moyenne de 2,8). La diversité spécifique des prairies du Mézenc ne montre pas de différence entre les pâtures et les fauches sauf au niveau des prairies pâturées moins intensivement.

Les nardaies pâturées extensivement apportent donc une contribution majeure à la richesse et à la diversité des herbages du territoire du fin gras du Mézenc. Cela était, jusqu'ici, peu souligné dans les différentes présentations de l'AOP, l'accent étant surtout mis sur les prairies de fauche.

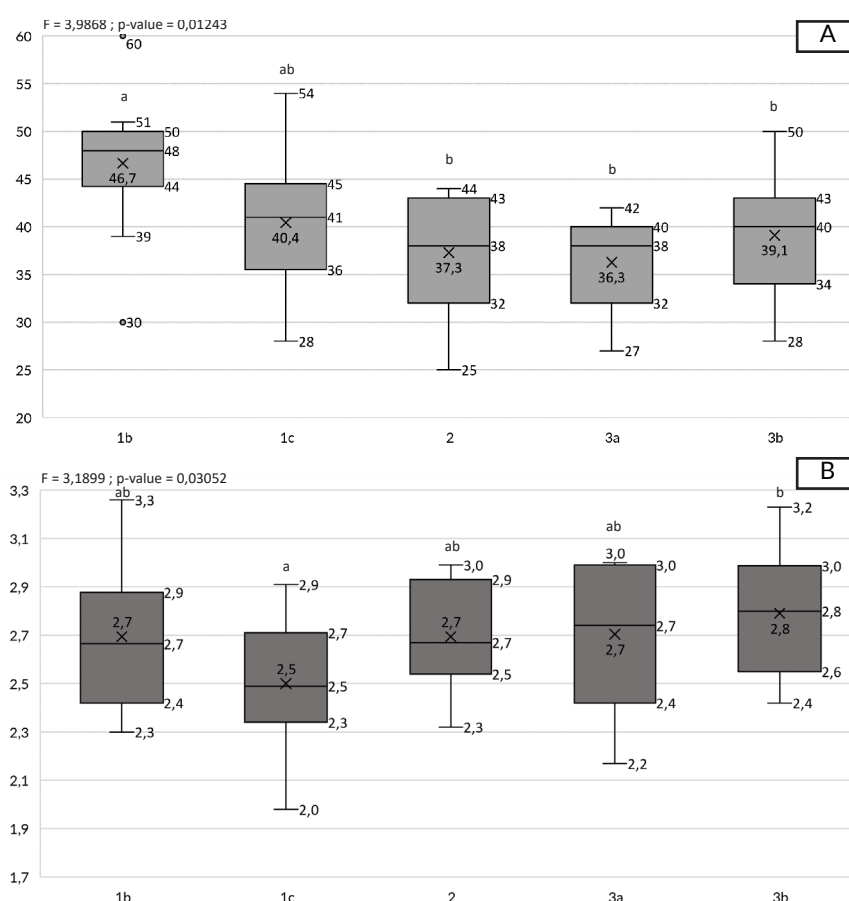


Figure 10 – Boîtes de dispersion représentant la richesse spécifique (A) et la diversité donnée par l'indice de Shannon (B) pour chaque groupement bien exprimé. 1 : *Diantho-Meetum bellardiichloetosum*, b : type montagnarde acidiphile à acidiclinaire, c : montagnarde acidiclinaire, 2 : *Festuco-Cynosuretum*, 3 : *Campanulo-Trisetetum*, a : mesoeutrophe, b : type. Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les groupements.

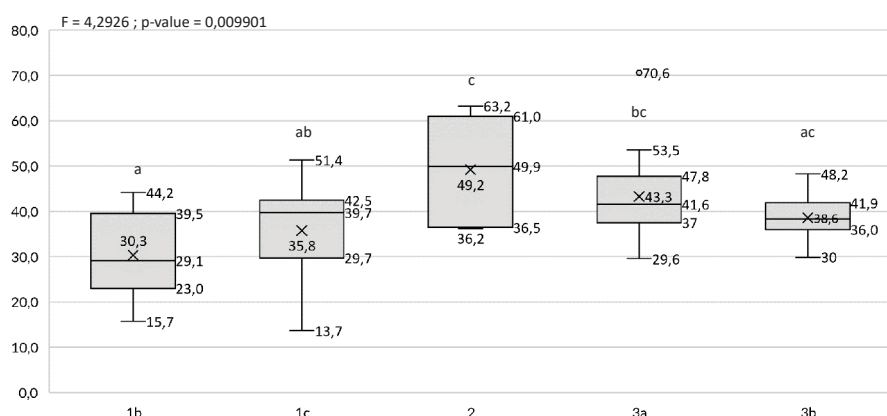


Figure 11 - Boîtes de dispersion représentant la valeur pastorale (VP') pour chaque groupement bien exprimé. 1 : *Diantho-Meetum bellardiochloetosum*, b : type montagnarde acidiphile à acidocline, c : montagnarde acidocline, 2 : *Festuco-Cynosuretum*, 3 : *Campanulo-Trisetum*, a : mesoeutrophe, b : type. Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les groupements.

Valeur pastorale et qualité fourragère

Les valeurs pastorales (VP') permettent de calculer la charge de bétail par hectare car il correspond à la valeur alimentaire de la végétation. La comparaison des VP' des prairies de fauche et pâturées nous permet donc de voir si une des deux pratiques favorise la qualité alimentaire des végétations. Comme pour la partie précédente, les calculs ont été réalisés à partir des groupements bien exprimés (1b, 1c, 2, 3a et 3b) et sont présentés sous forme de boîtes de dispersion (Fig. 11).

Les parcelles montrent des valeurs pastorales (VP') variables entre 13,7 et 70,6/100. Les prairies du *Diantho-Meetum* (1b et 1c) sont différentes significativement des prairies pâturées les plus eutrophes du *Festuco-Cynosuretum* qui présentent les valeurs de VP' les plus élevées (moyenne de 49). Il y a peu de différences entre les prairies pâturées des *Nardetea* et fauchées, les moyennes sont proches avec des valeurs moyennes entre 30 et 43/100 pour ces groupements, indiquant des valeurs pastorales moyennes mais riches en diversité, ce qui est recherché par l'AOP.

Les pâtures du Mézenc ont des valeurs pastorales similaires à celles des prairies de fauche. Notre étude montre que ces végétations ont sensiblement la même importance concernant la qualité fourragère apportée aux animaux, ce qui est encore peu présenté dans la charte de l'AOP.

Conclusion

Les types de pratiques agricoles jouent un grand rôle sur la différenciation des principales unités de la classification de la végétation. Les pâtures et les fauches abordent la première séparation systématique avec les fauches dans la classe des *Arrhenatheretea*. Certaines pâtures plus eutrophes appartiennent aussi à cette classe mais à une alliance qui leur est spécifique : le *Cynosurion*. Le reste des pâtures, plus oligotrophes, correspond à la classe des *Nardetea*.

Les prairies pâturées des *Nardetea* du Mézenc, appartiennent à l'association du *Diantho-Meetum* présente dans les monts Dore à une altitude plus élevée en raison d'un facteur climatique. La pluviométrie du Mézenc étant moins importante que dans ces

derniers massifs, les végétations remontent en altitude pour capter les conditions plus humides et plus froides qui leurs correspondent. Elles sont composées d'espèces montagnardes et acidiphiles absentes du *Diantho-Meetum* nous amenant à différencier une sous-association spécifique du Mézenc : *Diantho-Meetum bellardiochloetosum variegatae*.

Les prairies de fauche du Mézenc des *Arrhenatheretea*, constituent une nouvelle association végétale nommée *Campanulo scheuchzeri-Trisetum flavescens*. Elles occupent une situation biogéographique originale sur des plateaux sommitaux basaltiques, plus hauts en altitude et plus orientaux par rapport aux montagnes volcaniques auvergnates où l'essentiel des prairies de fauche se trouve dans les fonds des vallées d'origine glaciaire.

Dans la charte, il est indiqué que les animaux doivent rester à l'étable au minimum six mois par an et y être engrainés avec le foin fauché sur l'air de l'AOP afin de produire une viande persillée spécifique du Fin Gras (CDC 2012). Le bétail pâture au minimum quatre mois selon la charte, mais chez les agriculteurs rencontrés, les pâturages perdurent jusqu'à six mois en fonction des conditions climatiques. Les nardaies sont considérées comme moins importantes d'un point de vue nutritionnel en raison d'un nombre limité d'espèces fourragères. Or, lors de cette étude, les valeurs pastorales (VP') calculées n'ont pas montré de différences significatives entre les prairies pâturées et de fauche, elles semblent donc apporter une qualité alimentaire similaire aux animaux. Les pâtures sont plus riches floristiquement et ont une diversité et des valeurs pastorales similaires aux prairies de fauche donc la contribution et le rôle des pâtures est un élément important, insuffisamment mis en avant dans la charte.

À l'heure actuelle, les nardaies sont pâturées extensivement, ce qui convient tout à fait à ces végétations. Suite à notre analyse, la variante ayant un chargement un peu plus important, montre qu'il y peut y avoir une dérive de ses végétations vers des groupements moins riches floristiquement. Dans la charte, il est conseillé de ne pas dépasser 1,4 UGB de chargement, les éleveurs que nous avons rencontrés sont plutôt autour de 0,6-0,9 UGB. Nos analyses ont montré que ce chargement était plus adapté au bon état de conservation de ces végétations, il nous semble donc important de continuer ce mode de gestion.

Nos résultats montrent que les Nardaies, dans le contexte d'un élevage bovin extensif, contribuent fortement à la richesse et à la diversité du Mézenc ainsi qu'à la bonne qualité de la viande de l'AOP. Maintenir à long terme le type de gestion actuel permettra d'assurer la conservation de cet habitat d'intérêt européen prioritaire (6230*) et ainsi de répondre aux objectifs de la directive 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels et de la faune et de la flore sauvages. Il serait intéressant de faire appel à ce levier administratif et financier pour conforter les efforts faits dans le cadre du label AOP. La conservation du deuxième habitat d'intérêt communautaire, correspondant aux prairies de fauche (6520), va également dans le même sens et est à prendre en compte du point de vue de leur originalité et de leurs spécificités déjà connues pour l'AOP.

Remerciements

Nous tenons à remercier les agriculteurs de l'AOP du Mézenc de nous avoir accueillis deux années de suite sur leurs parcelles ainsi que Gilles Thébaud pour son aide sur le terrain. Merci également aux deux évaluateurs qui ont contribué à enrichir cet article.

Références :

- Baize D., Girard M.-C., Jabiol B., Rossignol J.-P., Eimberck M. & Beaudou A., 2008. *Référentiel pédologique. Association française pour l'étude des sols (AFES)*. Éditions Quae, 435p.
- Bambier A., Berger E.-T., Mergoïl J., Valadas B., Veyret Y. & Weisbrod A., 1985. *Notice explicative, Carte géologique de France (1/50 000), feuille Burzet (840)*. BRGM, Orléans, 47p.
- Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2005. *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 : Habitats agropastoraux*. MATE/MAP/MNHN. Édition La Documentation française, Paris, 487 p.
- Billy F., 2000. Prairies et pâturages en Basse-Auvergne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S., **20**, 259 p.
- Bouxin G., 2016. *Analyse statistique des tableaux de relevés de végétation. Recherche d'adéquation entre les données de végétation et les techniques statistiques, au moyen d'exemples*. Éditions Universitaires Européennes, 440 p.
- Braun-Blanquet J., 1932. *Plant sociology, the study of plant communities*. McGraw-Hill, New York, 476 p.
- Braun-Blanquet J., 1964. *Pflanzensoziologie Gründzuge der Vegetationskunde*. Springer 3rd Edition Vienna, 865p.
- Cahier des charges (CDC) de l'appellation d'origine « Fin gras » ou « Fin gras du Mézenc », 2012. Bulletin officiel du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire, 24 p.
- Chytrý M., Tichý L., Holt J. & Botta-Dukat Z., 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, **13** : 79-90. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02025.x>
- Daget P. & Poissonet J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Fourrage*, **49** : 31-39.
- Daget P. & Poissonet J., 2010. *Prairies et pâturages, méthodes d'étude de terrain et interprétations*. CNRS/Cirad, 955 p.
- Defive E., Meinard Y., Courrioux G., Ledru P., Poiraud A., Prognon C. & Bertin C., 2011. *Notice explicative, Carte géologique de France (1/50 000), feuille Le Monastier-sur-Gazeille (816)*. BRGM, Orléans, 196 p.
- Ellenberg H., Dull R., Wirth V., Werner W. & Paulissen D., 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, **18** : 1-248.
- Feybesse J.-L., Turland M., Nehlig P., Alsac C., Mercier-Batard F., Périchaud J.-J., Vialaron C. & De Bayle des Hermens R., 1998. *Notice explicative, Carte géologique de France (1/50 000), feuille Yssingeaux (792)*. BRGM, Orléans, 145 p.
- Foucault B. (de), 1986. Contribution à une étude systématique des prairies de l'Aubrac (Massif Central français). *Documents Phytosociologiques*, **1** : 255-305.
- Foucault B. (de), 2012. Contribution au prodrome des végétations de France : les *Nardetea strictae* Rivas Goday in Rivas Goday et Rivas-Mart. 1963. *Journal de la Société Botanique de France*, **59** : 241-344.
- Foucault B. (de), 2016. Contribution au prodrome des végétations de France : les *Arrhenatheretea elatioris* Braun-Blanq. ex Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952. *Documents Phytosociologiques*, **3** : 4-217.
- Géhu J.-M., 2006. *Dictionnaire de phytosociologie et synécologie végétale*. J.Cramer Berlin, Stuttgart, 889 p.
- Gimilio R., 1972. Application des notions de continentalité au Velay-Vivarais : Étude sur la continentalité pluviale moyenne. *Bulletin de la Société d'écologie*, **3** : 341-353.
- Glèlè Kakaï R., Salako V.-K., Padonou E.-A., Lykke A.-M., 2016. Méthodes statistiques multivariées utilisées et écologie. *Annales des sciences Agronomiques*, **20** : 139-157.
- Guinochet M., 1973. *La phytosociologie*. 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>
- Hétier J.-M., 1973. Caractères et répartition des sols volcaniques du Massif central. IIème partie, Comparaison Cantal-Chaîne des Puys. *Association Française pour l'Étude du Sol*, **2** : 97-114.
- Hill M.O. & Gauch H.G., 1980. Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique. *Vegetation*, **42** : 47-58. <https://doi.org/10.1007/BF00048870>
- Julve P., 2022. Baseflor, <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>
- Kovach, W.L., 2010. *MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, version 3.2*. Kovach Computing Services. Pentraeth, UK, 112 p.
- Le Hénaff P.-M., Galliot J.-N., Le Gloanec V. & Ragache Q., 2021. *Végétations agropastorales du Massif central, catalogue phytosociologique*. Conservatoire botanique national du Massif Central, 531 p.
- Leray O., Doligez P., Jost J., Pottier E. & Delaby L., 2017. Présentation des différentes techniques de pâturage selon les espèces herbivores utilisatrices. *Fourrages*, **229** : 11-16.
- Messant A., Chafchafi A., Ducommun C., Jalabert S., Lagacherie P., Lehmann S., Lemerrier B., Moulin J., Mure J.-P., Noraz A., Laroche B. & Sauter J., 2019. *Les sols dominants en France métropolitaine, description des grandes familles des sols*. Groupement d'intérêt scientifique sol, Sols et Territoires, 45 p.
- Météociel, https://www.meteociel.fr/obs/clim/cartes_normales_records.php
- Muséum National d'Histoire Naturelle - Inventaire National du Patrimoine Naturel, <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>
- 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>
- Roleček J., Tichý L., Zelený D. & Chytrý M., 2009. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, **120** : 596-602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- 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., 2024. Prodrome des végétations de France 2 - Tome 1 2009-2024. UniVegE et Société Française de Phytosociologie. *BIOM*, N.S., **5**(1) : 1-324. <https://doi.org/10.52497/biom.v5i1.347>
- Roux C. & Thébaud G., 2021. SurVegE - logiciel pour le suivi de la végétation en parcelles permanentes. *BIOM*, **2** : 51-61. <https://doi.org/10.52497/biom.v2i1.288>
- Ter Braak C.J.F., 1986. Canonical correspondence analysis : a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, **67** : 1167-1179. <https://doi.org/10.2307/1938672>
- Tison J.M. & Foucault B. (de), 2014. *Flora Gallica - Flore de France*. Édition Biotope, Mèze, 1196p.
- Thébaud G., Roux C., Bernard C.-E. & Delcoigne A., 2014. *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central*. Presses universitaires Blaise Pascal, 274 p.
- Thébaud G., Roux C., Brocard L. & Hopkins F., 2025. Les nardaies du mont Lozère (Massif central, France) Caractérisation phytosociologique et dynamique de l'habitat agropastoral d'intérêt européen prioritaire 6230*. *Le Journal Botanique de la Société Botanique de France*, **118** : 2-29.
- Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L. & Weber H., 2020. 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. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- World Flora Online (WFO), 2025. <https://www.worldfloraonline.org/>

Tableau 1 – Relevés phytosociologiques réalisés au Mézenc en 2022 et 2023, rangés selon les résultats de la MTC. Localisations et liste des espèces présentes moins de trois fois dans le [supplément 1](#).

[illegible]

38

Première mention de *Lamia textor* (Linnaeus, 1758) dans le département de la Loire, région Auvergne Rhône-Alpes

Maxime Esnault¹ & Gatien Esnault¹

¹ArachnoLook, 10 allée des peupliers 42580 L'Etrat - maxeno.arachno@gmail.com

Soumis le 13 septembre 2025

Accepté le 25 octobre 2025

Publié le 18 décembre 2025

Mots-clés

Lamia textor
Coléoptère saproxylique
Zone humide
Loire
Auvergne Rhône-Alpes

Keywords

Lamia textor
Saproxylic beetle
Wetland
Loire
Auvergne Rhône-Alpes

Résumé

Un spécimen mort de *Lamia textor* (Linnaeus, 1758) a été découvert en mai 2025 sur la commune de Saint-Marcellin-Forez dans le département de la Loire. Il s'agit de la première mention de l'espèce dans ce département. Le contexte de l'observation est donné au regard de l'écologie connue de l'espèce et de son intérêt patrimonial en région Auvergne Rhône-Alpes.

Abstract

A dead specimen of *Lamia textor* (Linnaeus, 1758) was discovered in May 2025 in the commune of Saint-Marcellin-Forez in the department of Loire. This is the first record of the species in this department. The context of the observation is given with regard to the known ecology of the species and its interest in the Auvergne Rhône-Alpes region.

Circonstances de la découverte

Le 8 mai 2025, un spécimen adulte mort de *Lamia textor* (Linnaeus, 1758) a été découvert en bordure de chemin sur la commune de Saint-Marcellin-en-Forez dans le département de la Loire (Latitude : 45.477448°; Longitude : 4.149611°; Altitude : 550m) en région Auvergne Rhône-Alpes.

Description du spécimen

Le spécimen observé (Fig. 1) correspond bien à l'espèce *Lamia textor* avec son pronotum muni de tubercules pointus latéralement et avec ses élytres granuleux à épaules marquées plus larges que la base du pronotum (Berger 2012 ; Picard 1929 ; Villiers 1978). En plus des critères précédents, il est différenciable de *Morimus asper* (Sulzer, 1776) par ses antennes qui ne dépassent pas l'apex des élytres et avec leur troisième article qui est aussi long que le premier (Mériguet & Speckens 2023 ; Villiers 1978).



Figure 1 - Photographie du spécimen de *Lamia textor* découvert à Saint-Marcellin-en-Forez, 8 mai 2025.

Description de l'habitat

Lamia textor est un coléoptère saproxylique hygrophile (Bouget et al. 2019), inféodé aux zones humides comme les forêts alluviales et ripisylves et les boisements marécageux (Monnerat et al. 2016 ; Villiers 1978). Les adultes sont généralement observés au sol, sur ou à proximité de saules et de peupliers (Bouget et al. 2019 ; Villiers 1978).

L'habitat dans lequel a été réalisée l'observation est toutefois quelque peu différent. En effet, le spécimen a été découvert en bordure d'un chemin agricole au sein de la bande herbacée mésophile au pied d'une haie discontinue (Fig. 2). Mais du fait de ses faibles capacités de déplacement (Monnerat et al. 2016 ; Touroult et al. 2019), nous pensons qu'il s'agit bien de l'habitat utilisé par l'espèce localement car la haie où a été découvert *Lamia textor* est constituée des essences suivantes : *Populus nigra*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Salix cinerea*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus petraea*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudacacia*. La présence de saules et de peupliers, arbres dans lesquels les larves se développent (Bouget et al. 2019 ; Picard 1929) pourrait en effet permettre d'accueillir l'espèce sur tout son cycle biologique.

Toutefois, les conditions écologiques du site de découverte ne sont pas optimales car, en dehors d'un fossé, les terrains alentour ne peuvent être caractérisés de zone humide. Les boisements humides les plus proches sont situés au niveau du vallon de la Bressette à 750m au sud. En outre, la haie ne présente pas de bois mort alors que l'espèce est généralement associée à de gros volumes de bois mort (Bouget et al. 2019 ; Sanchez et al. 2016). Il est donc probable que la population de *Lamia textor* soit plutôt à rechercher au niveau du vallon de la Bressette, voire au niveau du vallon du Bonson où les forêts anciennes sont plus importantes, le site de découverte ne constituant a priori qu'un habitat annexe ou de dispersion (Fig. 3).



Figure 2 - Photographie de la station de *Lamia textor* en juin 2025.

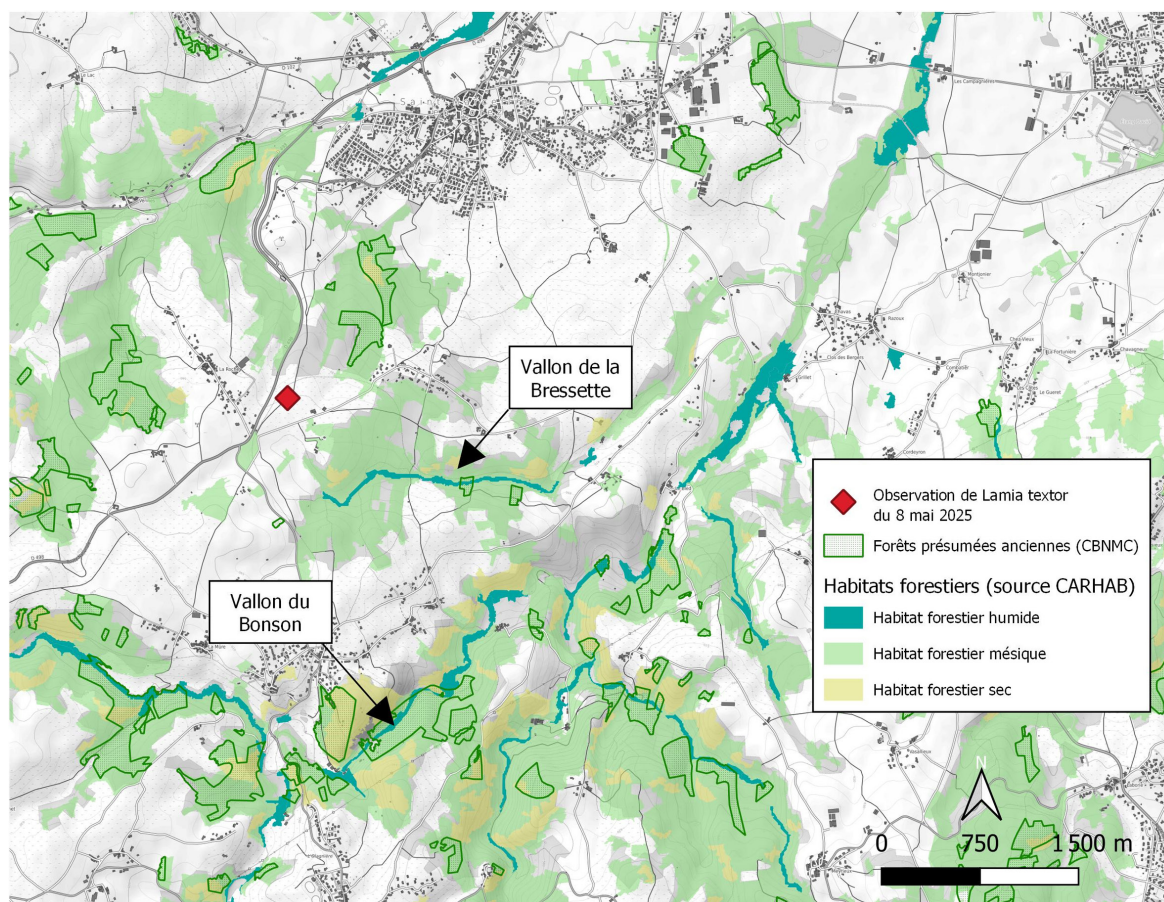


Figure 3 - Carte des habitats potentiellement favorables à *Lamia textor* (sources CARHAB et CBNMC consultées le 20/07/2025).

Répartition de *Lamia textor* en France et en Auvergne Rhône-Alpes

L'espèce est répandue dans la zone paléarctique. En France, elle est présente sur tout le territoire sauf en Corse (Touroult *et al.* 2019). Cependant, selon l'indice de patrimonialité proposé par Brustel (Brustel 2004 in Bouget *et al.* 2019), *Lamia textor* est considérée comme ayant un Indice Patrimonial (IP) de 3, soit une « espèce rare et sporadique, localisée et jamais abondante ».

L'espèce semble rare en Auvergne Rhône-Alpes. En effet, depuis 2000, l'espèce n'a fait l'objet que de 37 observations sur seulement 27 mailles décakilométriques (moins de 4% des mailles de la région AURA) réparties sur 10 des 12 départements de la région (MNHN & OFB 2025). Selon l'Observatoire de la biodiversité AURA (2025), l'atlas Biodiv'AURA recense 102 observations entre 2003 et 2025 dans la région, dont une mention de l'espèce en 2023 sur la commune d'Arcon dans le département de la Loire. Cependant, cette observation n'a pas encore été validée et aucune information sur le contexte de cette observation (stade de vie, milieu, etc.) ne permet de la confirmer alors que l'espèce n'était pas encore connue dans le département et qu'il n'existe aucune observation proche dans les départements limitrophes. L'observation réalisée à Saint-Marcellin-en-Forez constitue donc la première mention confirmée de l'espèce dans le département de la Loire et étend ainsi la répartition régionale de l'espèce (Fig 4).

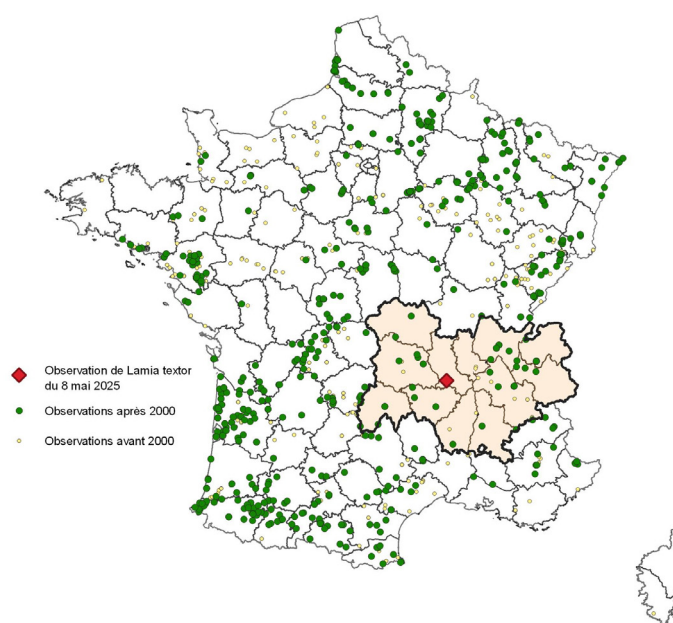


Figure 4 - Carte de répartition de *Lamia textor* en France métropolitaine (source OpenObs consulté le 20/07/2025).

Intérêt patrimonial

A l'échelle européenne, l'espèce est rare et même éteinte dans plusieurs pays (Hoskovec *et al.* 2025). L'espèce est classée en danger en Suisse (Monnerat *et al.* 2016).

Noté autrefois comme assez commun dans toute la France par Picard (1929), la régression de *Lamia textor* est suspectée dans plusieurs régions françaises (Touroult *et al.* 2019 ; Cotte 2017), en lien avec la disparition des zones humides (Touroult *et al.* 2019). L'espèce est signalée rare en région Île-de-France (Mériguet & Speckens 2023) où elle est protégée et elle est classée comme espèce déterminante stricte pour la désignation des ZNIEFF de Bourgogne Franche Comté.

En Auvergne Rhône-Alpes, l'espèce est considérée menacée car classée vulnérable sur la liste rouge régionale des coléoptères saproxyliques (Dodelin & Calmont 2021). Elle est aussi une espèce déterminante pour la désignation des ZNIEFF.

Conclusion

Lamia textor (Linnaeus, 1758), coléoptère saproxylique menacé en Auvergne Rhône-Alpes, a été découvert dans le département de la Loire dans un milieu qui ne semble pas optimum pour l'espèce. Cette espèce patrimoniale mériterait donc un inventaire plus approfondi des milieux favorables à proximité.

Remerciements

Nous tenons à remercier Patrick Subit, coléoptériste de la Société de Sciences Naturelles Loire Forez pour la confirmation de l'identification de l'espèce.

Références

- Aussel A., Bellenfant S., Catteau E., Causse G., Connord C., Gaudillat V., Laporte O., Maisonneuve B., Sacca C., Villejoubert G., 2023. Notice CarHab - Programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels. MTECT, OFB, MNHN, IGN, réseau des CBN, EVS UMR. 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne, PatriNat (OFB - MNHN - CNRS - IRD), 36 p. <https://geoservices.ign.fr/habitats-carhab> (consulté le 20/07/2025)
- Berger P., 2012. Coléoptères cerambycidae de la faune de France continentale et de Corse. Actualisation de l'ouvrage d'André Villiers, 1978. Supplément à R.A.R.E., tome XXI. Association Roussillonaise d'Entomologie, Perpignan, 663 p.
- Bouget C., Brustel H., Noblecourt T. & Zagatti P., 2019. Les coléoptères saproxyliques de France. Catalogue écologique illustré. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 744 p. (Patrimoines naturels ; 79)
- Conservatoire Botanique National du Massif-Central, 2024. Cartographier les forêts anciennes du Massif central : un enjeu de préservation de la biodiversité forestière. <https://projets.cbnmc.fr/forets/actions/cartographie-forets-massif-central> (consulté le 20/07/2025)
- Cotte B., 2017. Les longicornes de Franche-Comté (Coleoptera, Cerambycidae). Liste des espèces et aide à l'identification. OPIE Franche-Comté, 18 p.
- Dodelin B. & Calmont B., 2021. Liste Rouge des coléoptères saproxyliques de la région Auvergne-Rhône-Alpes. DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, Lyon, 79 p.
- Hoskovec M., Navrátil D., Jelinek P. & Rejzek M. Cerambycidae - Longhorn beetle (Cerambycidae, Coleoptera) of the West Palaearctic region, neighboring territories and countries of the former Soviet Union. Union, 12 septembre 2025. www.cerambyx.uochb.cz (consulté le 12 septembre 2025)
- Mériguet B. & Speckens V., 2023. Longicornes d'Île-de-France - Aide à l'identification. V1.3, Opie, 60 p.
- MNHN & OFB [Ed]. 2003-2025. Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). <https://inpn.mnhn.fr> (consulté le 20 juillet 2025).
- Monnerat C., Barbalat S., Lachat T. & Gonseth Y., 2016. Liste rouge des Coléoptères Buprestidés, Cérambycidés, Cétoniidés et Lucanidés. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne, Info Fauna - CSCF, Neuchâtel ; Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf. L'environnement pratique n°1622, 118 p.
- Observatoire de la biodiversité en Auvergne Rhône-Alpes [Ed], 2025. *Lamia textor* sur Biodiv'AURA atlas - SINP AURA 2019 - 2025. DREAL AURA, Région AURA, & OFB. <https://atlas.biodiversite-auvergne-rhone-alpes.fr/espece/11777> (consulté le 9 octobre 2025)
- Picard F., 1929. Coléoptères cerambycidae. Faune de France. Office central de faunistique, Paul Chevalier, Paris, 20, 167p.
- Sanchez A., Yannick Chittaro Y., Monnerat C. & Gonseth Y., 2016. Les coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse, indicateurs de la qualité de nos forêts et milieux boisés. Bulletin de la Société Entomologique Suisse, 89 : 261-280.
- Touroult J., Cima V., Bouyon H., Hanot C., Horellou A. & Brustel H., 2019. Longicornes de France - Atlas préliminaire (Coleoptera: Cerambycidae & Vesperidae). Supplément au bulletin d'ACOREP-France, Paris, 176 p.
- Villiers A., 1978. Faune des Coléoptères de France I. Cerambycidae. Encyclopédie Entomologique, XLII. Éditions Lechevalier, Paris, 611 p.

Ecology, demography and biology of four populations of *Mannia fragrans* (Balb.) Frye & L. Clark in the upper Allier Valley (Haute-Loire, France) – Conservation implications

Tom Coupeau¹, Jean-Baptiste Gibout², Vincent Hugonnot³ & Florine Pépin³

¹32 bis avenue Colbert, 58000 Nevers, France - tomcoupeau58@gmail.com

²54 boulevard Pommery, 51100 Reims, France - gibout.jeanbaptiste@gmail.com

³25 impasse des Oponces, 43380 Blassac, France - vincent.hugonnot@wanadoo.fr; florepin@gmail.com

Soumis le 30 juillet 2025

Accepté le 24 novembre 2025

Publié le 18 décembre 2025

Abstract

The populations of *Mannia fragrans* (Balb.) Frye & L. Clark in Haute-Loire, particularly at Blassac and Saint-Privat-d'Allier, are among the most demographically robust in Western Europe, with large population sizes and surface cover. This contrasts with marginal populations elsewhere, such as in Spain or Belgium. Unlike most European populations found on calcareous substrates, these occur on siliceous volcanic rocks. *M. fragrans* occupies transitional habitats between rocky outcrops and dry grasslands, where competition is limited and soil depth is sufficient. Dense bryophyte mats (e.g., *Tortella squarrosa* (Brid.) Limpr., *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb.) and vascular competitors (e.g., *Centaurea stoebe* L.) restrict its development, particularly at Chilnac. The species thrives under harsh ecological conditions - steep slopes, shallow soils, and high rock cover - which limit plant competition. Its reproductive strategy is adapted to environmental variability, with spores released in spring and germination occurring in late summer, typically in microsites created by disturbances. Sporophyte abortion and rare germination events suggest constraints on sexual reproduction, though vegetative propagation is probably effective. Spatial distribution is patchy, consistent with microtopographic factors and diaspores' downslope movement via gravity and water runoff. These mechanisms promote local recolonization and delay succession. Conservation-wise, the Blassac population remains stable despite land abandonment, thanks to natural abiotic filters. Conversely, Chilnac shows signs of succession and competition, indicating a potential need for restored grazing. The spread of invasive *Opuntia* species, though limited for now, represents a latent threat. Continued monitoring and context-specific management may be required to preserve these rare liverwort habitats.

Keywords

Mannia fragrans
Xeric habitats
Vegetative reproduction
Bryophyte conservation
Habitat disturbance

Résumé

Les populations de *Mannia fragrans* (Balb.) Frye & L. Clark en Haute-Loire, notamment à Blassac et à Saint-Privat-d'Allier, comptent parmi les plus importantes de l'Europe de l'Ouest sur le plan démographique, avec des effectifs élevés et de grandes surfaces occupées. Cela contraste avec des populations marginales observées ailleurs, comme en Espagne ou en Belgique. Contrairement à la plupart des populations européennes situées sur substrats calcaires, celles-ci se trouvent sur des roches volcaniques siliceuses. *M. fragrans* occupe des habitats de transition entre affleurements rocheux et pelouses sèches, où la compétition reste limitée et l'épaisseur du sol suffisante. Des tapis bryophytiques denses (par ex. *Tortella squarrosa* (Brid.) Limpr., *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb.) ainsi que des compétiteurs vasculaires (par ex. *Centaurea stoebe* L.) restreignent toutefois son développement, notamment à Chilnac. L'espèce prospère sous des conditions écologiques sévères - fortes pentes, sols peu profonds, couverture rocheuse élevée - qui limitent la concurrence. Sa stratégie reproductive est adaptée à la variabilité environnementale : les spores sont libérées au printemps et la germination se produit en fin d'été, généralement dans des microsites créés par des perturbations. L'avortement des sporophytes et la rareté des germinations indiquent des contraintes sur la reproduction sexuée, tandis que la propagation végétative semble efficace. La distribution spatiale est discontinue, probablement déterminée par des facteurs microtopographiques et par le déplacement des diaspores vers l'aval sous l'effet de la gravité et du ruissellement. Ces processus favorisent la recolonisation locale et retardent la succession. Sur le plan de la conservation, la population de Blassac demeure stable malgré l'abandon des pratiques agricoles, grâce aux filtres abiotiques naturels. À l'inverse, Chilnac montre des signes de succession et de compétition, suggérant un éventuel besoin de rétablir un pâturage. La progression d'*Opuntia*, encore limitée, constitue une menace latente. Un suivi continu et une gestion ciblée pourraient être nécessaires pour préserver ces habitats rares d'hépatiques.

Mots-clés

Mannia fragrans
Habitats xériques
Reproduction végétative
Conservation des bryophytes
Perturbation des habitats

Introduction

Mannia fragrans (Balb.) Frye & L. Clark is a well-known robust thalloid liverwort typically restricted to warm, open habitats on calcareous or basic substrates (Müller 1954; Schuster 1992; Damsholt 2002). Its global distribution is Holarctic, with occurrences across temperate regions of Europe, Asia, North America, and Greenland (Hodgetts et al. 2020; Schuster 1992; Choi et al. 2020). In Europe, the species is mainly concentrated in central and eastern regions, with outposts in Scandinavia and the Alps. Western records are scarce and scattered, often involving small, threatened populations (Clesse & Sotiaux 2015; Jover 2021) (Fig. 1).



Figure 1 - *Mannia fragrans* (Balb.) Frye & L. Clark.

Hock et al. (2009) investigated the impact of the polyoicous reproductive system on the genetic structure of *Mannia fragrans* populations. Despite frequent sexual reproduction, genetic diversity was low, likely due to predominant clonal propagation and mating among genetically identical individuals. Rare bisexual and asexual plants showed traits favouring colonization, suggesting selection for reproductive assurance. Occasional recombination and mutation occurred but are limited by large spore size and small, isolated populations. Overall, asexual reproduction appears to play a dominant role in shaping population genetics.

In France, *M. fragrans* is considered as a rare and threatened species, known from a handful of localities in Alsace, the Alps, and the southern Massif central (Frahm & Bick 2013; OpenObs platform [OpenObs is the national portal providing access to public biodiversity observation data in France]). The populations discovered in the Haute-Loire, in the upper Allier valley, are remarkable in several respects. They lie at the westernmost limit of the species' European range, occupy steep basaltic slopes, and comprise several thousand fertile thalli that have been consistently observed for over two decades. This makes them model sites for investigating the species' ecology, reproduction, and long-term viability.

Despite its persistence in the Haute-Loire populations, little is known about the demographic dynamics or microhabitat specificity that sustain such populations. Their isolation, high fertility, and occupation of a structurally extreme environment raise important questions regarding habitat suitability, recruitment processes, and conservation needs. The present study aims to

(1) describe the microhabitat and ecological constraints of the upper Allier valley populations, (2) quantify the demography and reproductive effort, and (3) discuss its conservation relevance in light of the species' overall distribution, biology and habitat specificity.

Material and methods

Study sites

The study was carried out in the Haute-Loire department (south-central France) across four basalt-based sites located along the upper Allier River: Blassac, Chilhac, Le Blot, and Saint-Privat-d'Allier. All populations occur on basaltic outcrops forming a common geological substrate. The local climate, however, differs markedly from the standard regional classification. Although broadly situated within the French Massif central, the upper Allier valley is characterised by a sheltered microclimate shaped by strong foehn effects and marked thermal contrasts. This results in a distinctly semi-continental regime, with relatively dry summers, a clear winter precipitation minimum, and warm, sometimes Mediterranean-like episodes during the growing season (Fig. 2). In parallel, elevation gradients introduce a montane influence, especially on exposed upper slopes where annual mean temperatures decrease rapidly with altitude. Together, these factors create a hybrid climatic setting that departs from oceanic expectations and instead shows affinities with the subcontinental to continental climates typical of central and eastern Europe (Antonetti 2006). Such conditions likely play an important ecological role in shaping the microhabitats and bryophyte communities found on these basaltic cliffs and slopes.

The four sites also share a historical context of agropastoral use, with several sectors still subjected to grazing or local agricultural pressure (notably near Chilhac). In contrast, the Falaises du Blot benefit from a protected status (ZNIEFF Type I, Natura 2000).

The sites of Blassac, Chilhac, and Saint-Privat-d'Allier were identified via the OpenObs platform, based on previous observations by V. Hugonnot. The site of the Falaises du Blot was discovered during a field survey targeting *Gagea bohemica* on January 1st, 2025. Within the different populations (Blassac, Chilhac, and Saint-Privat-d'Allier), a classical sigmatist phytosociological survey was carried out to better characterize the vegetation of *Mannia fragrans* sites as well as ecological setting.

Demographic assessment method

Conducting this study required 245 hours of fieldwork. We systematically collected and identified all the bryophytes encountered in the habitat of *Mannia fragrans*. We then ranked the species from most to least abundant based on our observations.

The aim of the general protocol for demographic data collection was to complement the IUCN individual count with a demographic analysis of *Mannia fragrans* (Fig. 3):

- Quantifying areas occupied by *M. fragrans*: to this end, we surveyed pre-identified areas using a mapping system,

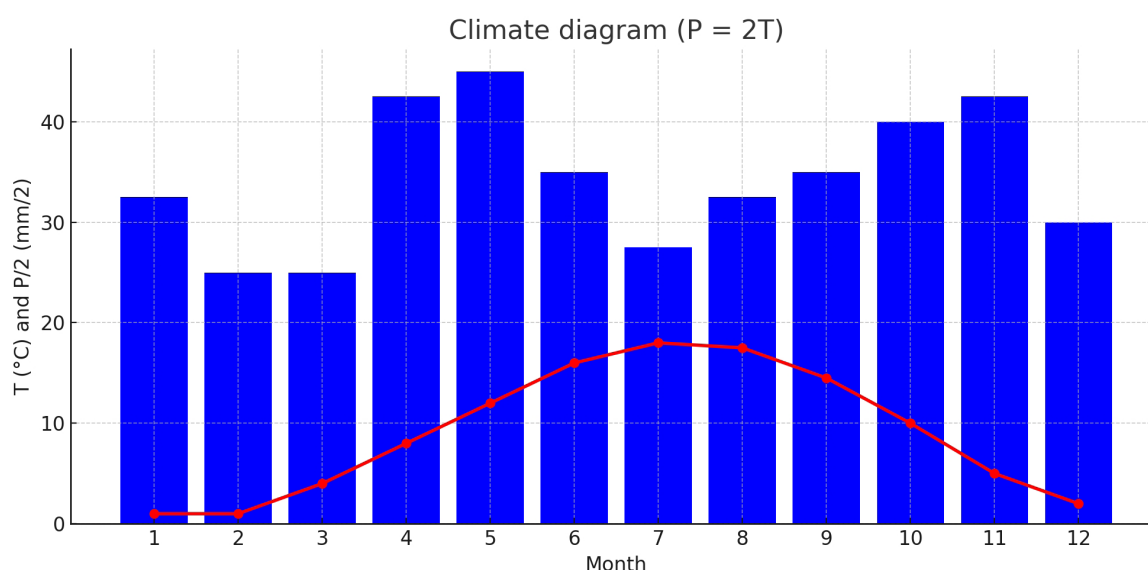


Figure 2 - Ombrothermic diagram of Lavoûte-Chilhac municipality (data from 1991 to 2021).

attempting to delineate the probable extent of occupancy. Starting at the lower part of the zone, we placed a measuring tape (decameter) perpendicular to the slope. The quadrat was then moved along each square meter intersected by the transects wherever *M. fragrans* was observed;

- Quantifying *M. fragrans* cover within occupied quadrats: cover estimation was carried out using our fists as a standard unit, each representing approximately 100 cm², i.e., 1% of a square meter. This method allowed us to calculate the total surface area covered by *M. fragrans*. It also enabled us to determine the number of IUCN individuals, defined as any occurrence of the species within a standardized 1 m² area. These data are exhaustive for the surveyed areas; every thallus of *M. fragrans* was counted, and the survey area was extended whenever new occurrences were found beyond the initially defined limits. Figure 4 illustrates the white markers which were placed to indicate individual IUCN units;

- Quantifying rock surface per square meter of *M. fragrans* presence: concurrently with the abundance survey, while the quadrat was in place, we estimated the percentage of rock cover using the same fist-based method (each fist representing ~100 cm² or 1% of the quadrat). When rock was dominant, we estimated the proportion of soil and subtracted it from 100% to calculate rock cover.

- Comparison of mean densities per altitude range: to improve the reliability of these estimates, outlying or marginal individuals were removed, restricting the analysis to the core population. Accordingly, the dataset includes 741 individuals from Blassac, 171 from Chilhac, and 405 from Saint-Privat. The Falaises du Blot population was omitted due to insufficient sampling and because its altitude does not differ meaningfully from the other sites.

Method for describing ecological and mesological parameters

General protocol for ecological data collection: using a GPS device containing the occurrence area of *Mannia fragrans*, which

had been delineated in QGIS following the demographic survey, we classified each sampling point (1 m²) as either a presence point (if located within the mapped occurrence zone) or an absence point (if located outside this zone). A total of 100 sampling points were recorded, including 50 located within the distribution area of *Mannia fragrans* and 50 outside of it on Blassac's, Chilhac's and Saint-Privat d'Allier's population. Each point systematically included the following parameters (Fig. 3):

- Slope and exposure: to obtain accurate and consistent topographic data, we used LIDAR point clouds available from the French National Geographic Institute (IGN) platform. These data were processed into a Digital Terrain Model (DTM), from which slope and aspect were extracted for both demographic and ecological sampling points using spatial analysis tools. This approach ensured a high-resolution and harmonized dataset describing the topographic conditions across all study sites;

- Substrate depth: at each sampling point along the transects, a ruler was vertically inserted into the soil until resistance was encountered. The depth (in cm) was recorded at the point of contact with the mineral substrate, excluding the superficial organic layer;

- Evaluation of the surface covered by bryophytes indicating vegetation closure: only a restricted set of taxa were considered as indicators of hem formation: *Tortella squarrosa* (Brid.) Limpr., *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr, and all pleurocarpous mosses (e.g., *Hypnum cupressiforme* Hedw, *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb, etc.). For each sampling point, the surface area covered by these taxa was estimated using the same fist-based method employed for assessing the cover of *Mannia fragrans*, with each fist corresponding to approximately 100 cm²;

- Measurement of vegetation strata: the technique is the same as that used for estimating the surface area of bryophytes indicative of vegetation closure and is applied here to the moss and herbaceous strata.

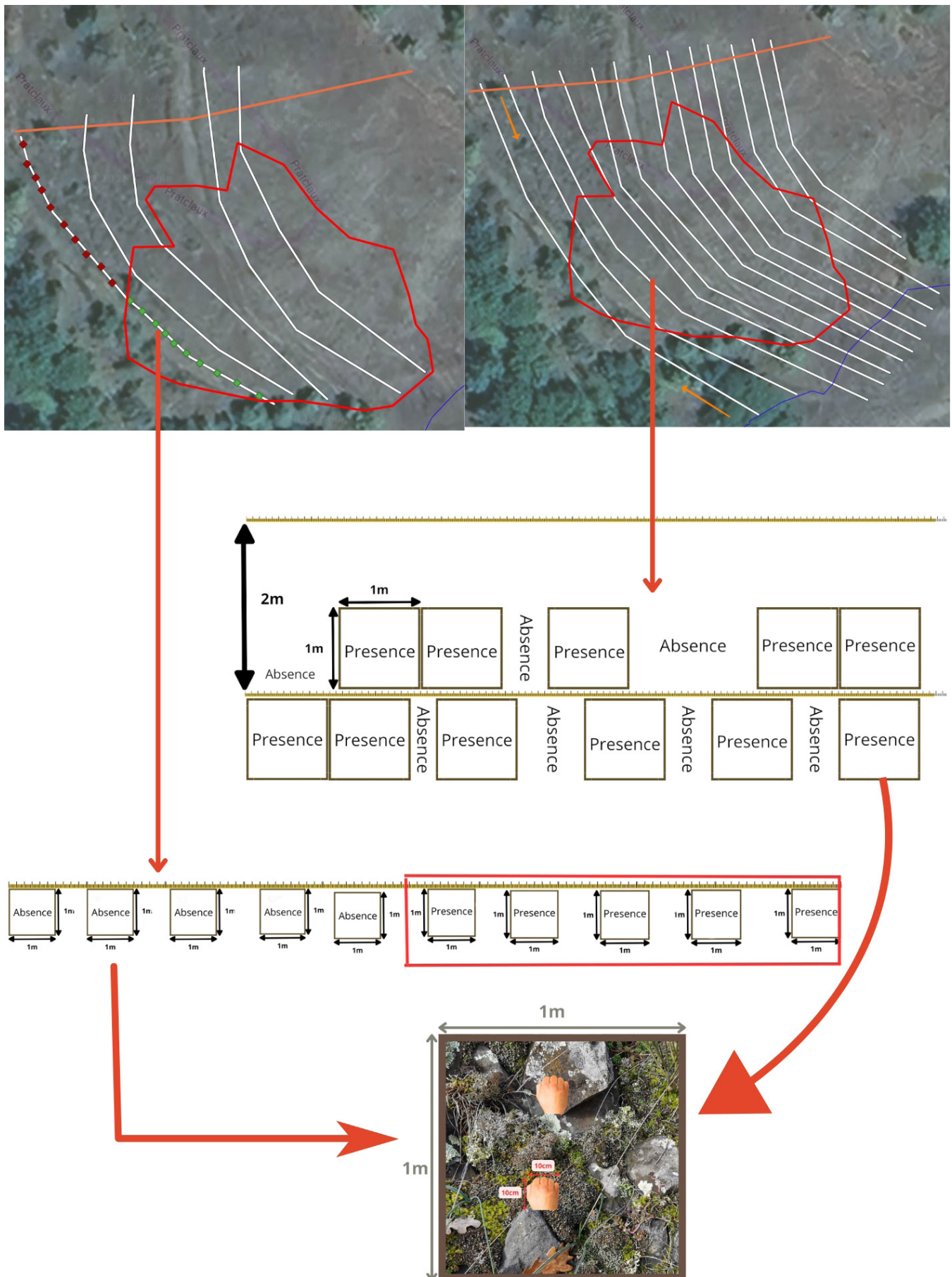


Figure 3 - Method used to collect data on the demography (right) and ecology (left) (ecological sampling locations were positioned at equal distances along the transect to ensure uniform spatial coverage) of *Mannia fragrans*, using the Saint-Privat-d'Allier population as an example.

Counting fertile individuals - Laboratory protocol

Fourteen samples were collected from the central parts of colonies at the Blassac site, which harbours the largest known population. The sampled surfaces ranged from 9 to 25 cm². Each sample was examined under a stereomicroscope. The precise surface area was measured using a ruler, and all apices bearing carpophores were counted. Carpophores were identified by the presence of numerous distinctive hyaline scales. To avoid double counting, each fertile apex was marked with red ink during the observation process. The carpophore density was then calculated as the number of carpophores per cm². Results are expressed as a range, representing the minimum and maximum densities observed across the different samples. We extrapolated the data from Blassac to apply them to the other populations.

Results

We found the same assemblage of bryophytes at all populations, ranked in decreasing order of abundance: *Tortella squarrosa*, *Hedwigia emodica* (Mitt.) H.A. Crum, *Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid, *Grimmia laevigata* (Brid.) Brid, *Imbriobryum alpinum* (Huds. ex With.) J.R. Spence, *Targionia hypophylla* L., *Reboulia hemisphaerica* (L.) Raddi, *Riccia sorocarpa* Bisch., *Weissia controversa* Hedw., *Syntrichia ruralis*, *Rhytidium rugosum*, *Hypnum cupressiforme*, *Riccia ciliifera* Hoffm. The recurrent vascular species (*Sedum album* L., *Prospero autumnale* (L.) Speta, *Festuca arvernensis* Auquier, Kerguelen & Markgr.-Dann, *Logfia minima* (Sm.) Dumort, *Sedum reflexum* L.) in the 3 phytosociological relevés (Table 1) reflect xeric conditions and a rather acidic soil.

The four surveyed sites-Blassac, Saint-Privat-d'Allier, Chillac, and the Falaises du Blot-exhibit marked variation in surface area, topography, and edaphic conditions (Table 2). *M. fragrans* populations are associated with a wide range of microhabitats, from extreme xeric rocky slopes to more mesic, moderately inclined terrains, south-facing exposure though highest abundance is found in sites combining steep slopes, shallow soils, and high rock cover (Table 2, Fig. 4 & 5).

Blassac presents the largest study area (3,780m²) and is characterized by a steep mean slope (37.4°) and moderate east-southeast exposure (129°). The site also exhibits high rock cover (mean of 57.8% per m²) and a shallow soil depth (2.15 cm), typical of xeric rocky habitats. Chillac features a gentler slope (24.9°) and south-facing exposure (197°), with considerably lower rock cover (22.9%) and slightly deeper soils (2.37 cm), potentially indicating a transitional zone between rocky outcrops and more developed grasslands.

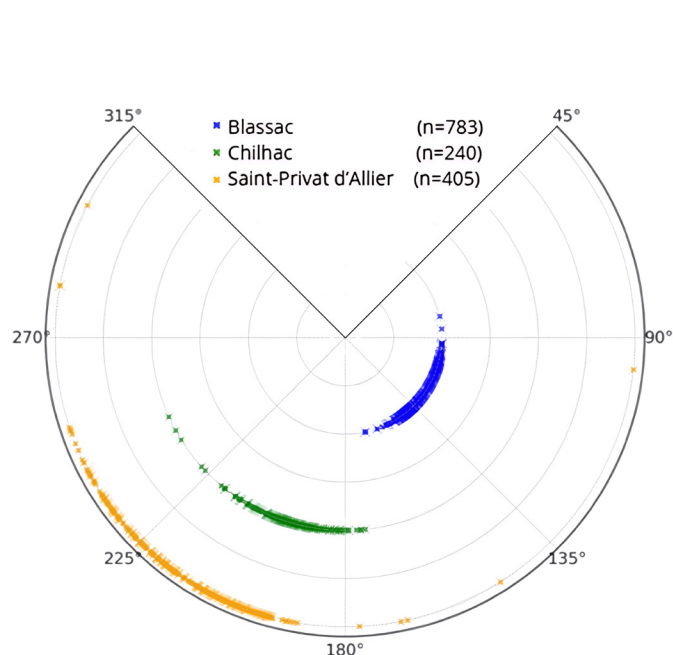
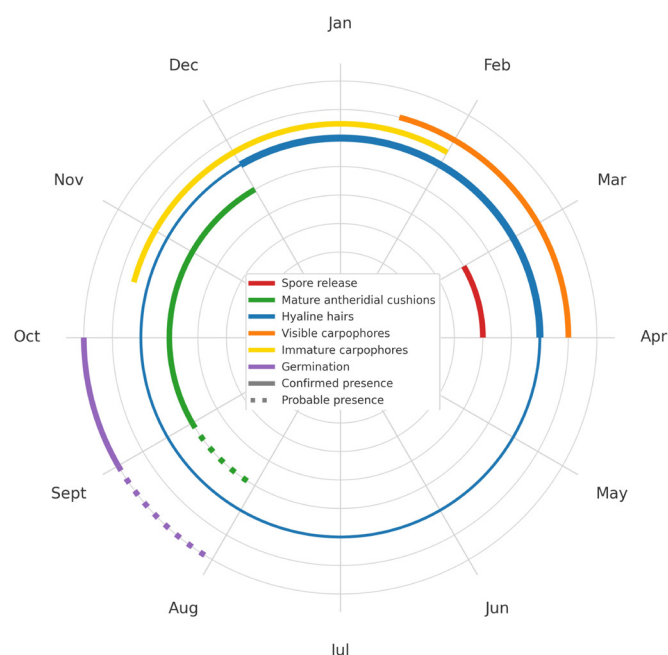
The phenology of *Mannia fragrans* shows a predominantly cold-season life cycle (Fig. 6). Germination begins in August, followed by vegetative development - including hyaline scales and mature antheridial cushions - from September to April. Carpophores develop from December, reaching maturity between February and March, with spore release occurring mainly in March.

Table 1 - Phytosociological surveys of the three sites (* = recorded outside the relevé).

Sites	Chilhac	Blassac	S-Privat d'Allier
Coordonnées	45.156913 3.428188	45.163903 3.411318	44.977784 3.6435278
Date	04/08/2025	04/09/2025	04/10/2025
Altitude(m)	508	530	690
Slope(°)	24,9	37	37
Exposition	S-SW	S-SE	S-SW
Area(m ²)	50	50	50
Total vegetation cover (%)	77	43	43
Number of taxa	29	26	18
Xeric rocky outcrop			
<i>Anarrhinum bellidifolium</i> L.		r	1
<i>Asplenium ceterach</i> L.	r	r	
<i>Asplenium septentrionale</i> (L.) Hoffm.		2a	
<i>Diantus graniticus</i> Jord.			1
<i>Helianthemum apenninum</i> (L.) Mill.	2		
<i>Saxifraga fragaroides</i> Font Quer		+	3
<i>Saxifraga granulata</i> L.	*		
<i>Sedum album</i> L.	2	2b	2a
<i>Sedum reflexum</i> L.	1	+	+
Xeric grasslands			
<i>Andryala integrifolia</i> L.	2		
<i>Centaurea stoebe</i> L.	1	1	
<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm.	r		
<i>Crucianella angustifolia</i> L.	*		
<i>Dichanthium ischaemum</i> (L.) Roberty	3		
<i>Festuca arvernensis</i> Auquier, Kerguelen & Markgr.-Dannenb.		2	2b
<i>Genista sagittalis</i> L.		i	
<i>Hypochaeris radicata</i> L.		r	
<i>Logfia minima</i> (Sm.) Dumort.	1	+	r
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.		2b	
<i>Poa bulbosa</i> L.			+
<i>Potentilla neumanniana</i> Rchb.	2	*	+
<i>Poterium sanguisorba</i> L.	3	+	
<i>Prospero autumnale</i> (L.) Speta	2	2	+
<i>Stachys recta</i> L.	1		
<i>Veronica triphyllos</i> L.			r
Others			
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski	+		
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	r		
<i>Centaurium</i> sp.			1
<i>Diantus</i> sp.		r	
<i>Geranium</i> sp.			+
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.	r	i	r
<i>Jacobaea sylvatica</i> (Willd.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.		r	
<i>Lamium purpureum</i> L.	r		
<i>Medicago</i> sp.	2		+
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	+	r	
<i>Myosotis stricta</i> Link ex Roem. & Schult.			r
<i>Rumex acetosella</i> L.			1
<i>Spergularia</i> sp.		i	
<i>Thymus</i> sp.	r	+	1
<i>Trifolium</i> sp.	+		
<i>Veronica persica</i> Poir.	+		
<i>Vicia</i> sp.	r		
<i>Lotus corniculatus</i> L.		*	
Bryophytes			
<i>Tortella squarrosa</i> (Brid.) Limpr.	3	3	+
<i>Mannia fragrans</i> (Balb.) Frye & L. Clark	+	1	r
<i>Imbriobryum alpinum</i> (Huds. ex With.) J.R.Spence	+	r	
<i>Grimmia laevigata</i> (Huds. ex With.) J.R.Spence		r	

Table 2 - Habitat characteristic of the different populations.

Site	Surface of study area (m ²)	Mean altitude	Mean exposure (°)	Mean slope (°)	Altitudinal range (m)	Mean rock cover (% per m ²)	Mean soil depth (cm)
Blassac	3780	530	129,14	37,36	36,35	57,8	2,154
Saint-Privat-d'Allier	2180	702	214	37	23,53	57	3,23
Chilhac	2792	516	197,15	24,89	12,76	22,88	2,37
Falaises du Blot	122	543	222,75	23,02	3,24	16,25	3


Figure 4 - Field protocol procedure for *Mannia fragrans* on the Blassac population (white dots correspond to IUCN-recorded individuals).

Figure 5 - Exposure of IUCN-assessed *Mannia fragrans* individuals across the 3 study sites.

Figure 6 - Phenological calendar of *Mannia fragrans*.

Mannia fragrans exhibits considerable variability in demographic, reproductive, and vegetation cover across the four studied populations (Table 3 and Fig. 7). Blassac shows the highest number of IUCN individuals (784m² of occupied area) and the most extensive occurrence area (1,101m²). It also shows the greatest total cover of the species (35.15m²), the highest mean cover per m² (4.36%), and the maximum local density (21% cover per m²). Reproductively, Blassac supports an estimated 2.7 to

5.1 million potentially fertile individuals, capable of producing between 2.38×10¹⁰ and 4.46×10¹⁰ spores-values far exceeding those of other sites.

The results indicate a general trend of decreasing density with increasing altitude across the studied sites. The mean density of *Mannia fragrans* is highest at lower margin of the slope (Fig. 8).

Table 3 - Demographical, ecological and biological results.

Site	Blassac	Chilhac	St Privat d'Allier	Blot
IUCN individuals (m ²)	784	240	405	20
Area of occupancy (m ²)	1101	379	867	39
Total cover of <i>M. fragrans</i> (m ²)	35,153	5	9,572	0,589
Mean cover of <i>M. fragrans</i> per m ² (%)	4,356	2,087	2,36	2,94
Maximum cover of <i>M. fragrans</i> per m ² (%)	21	9,5	15	9,5
Estimated number of potentially fertile individuals (n)	2,72E+6 - 5,10E+6	4.00E+5 - 7.50E+5	7.66E+5 - 1.44E+6	4,71E+4 - 8,80E+4
Estimated number of potential spores (n)	2,38E+10 - 4,46E+10	3,50E+9 - 6,56E+9	6,70E+9 - 1,26E+10	4,12E+8 - 7,73E+8
Cover of ecotonal bryophytes per 100 m ² (P/A)	19,46	47,62	14,37	-
Herbaceous layer cover per 100 m ² (P/A)	29,54	28,97	15,02	-
Bryophyte layer cover per 100 m ² (P/A)	42,33	78,86	49,71	-

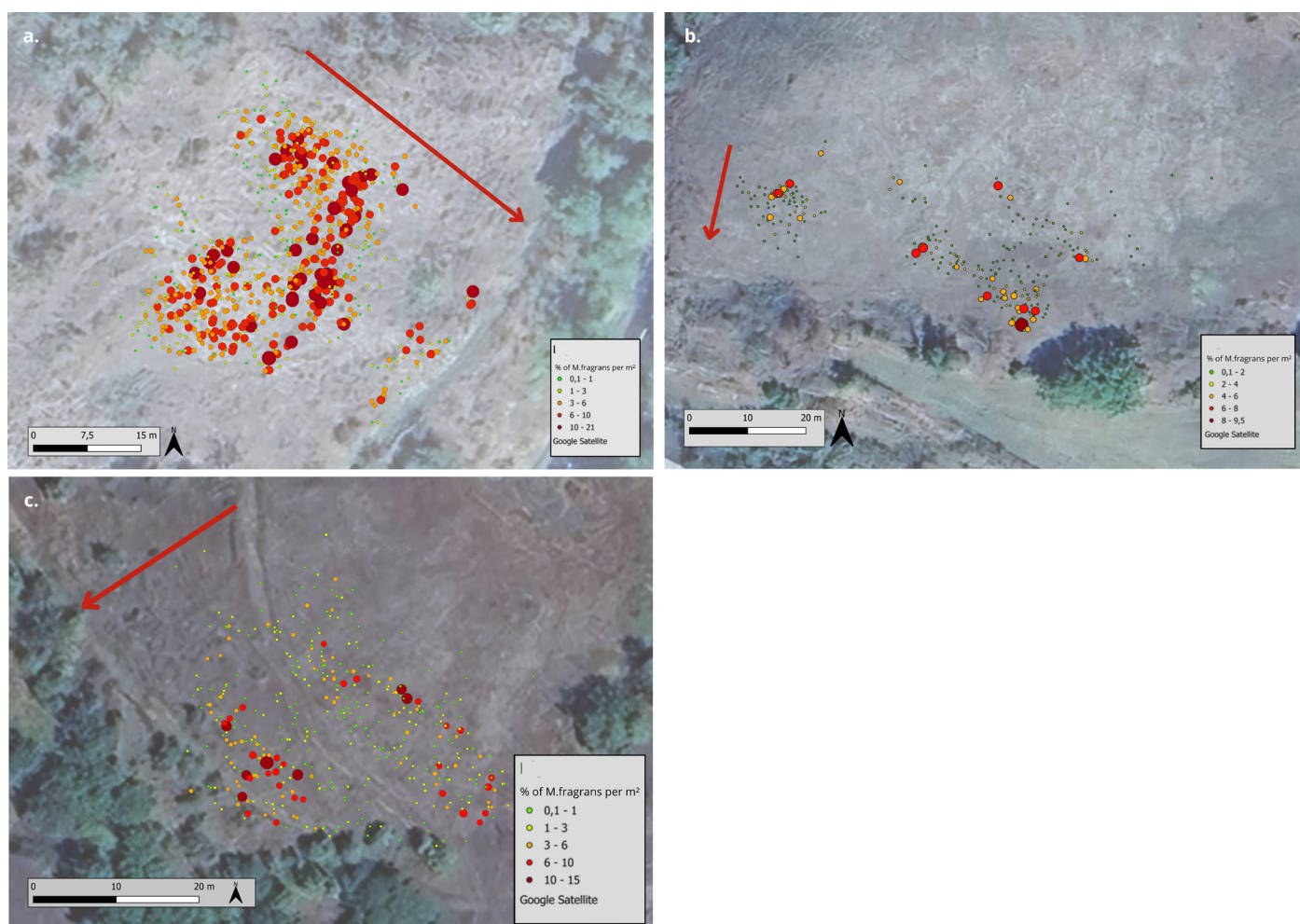


Figure 7 - Populations of *Mannia fragrans* in Blassac, Chilhac, and Saint-Privat-d'Allier, a, b, and c, respectively. Red arrows indicate the direction of the slope (from high to low elevation).

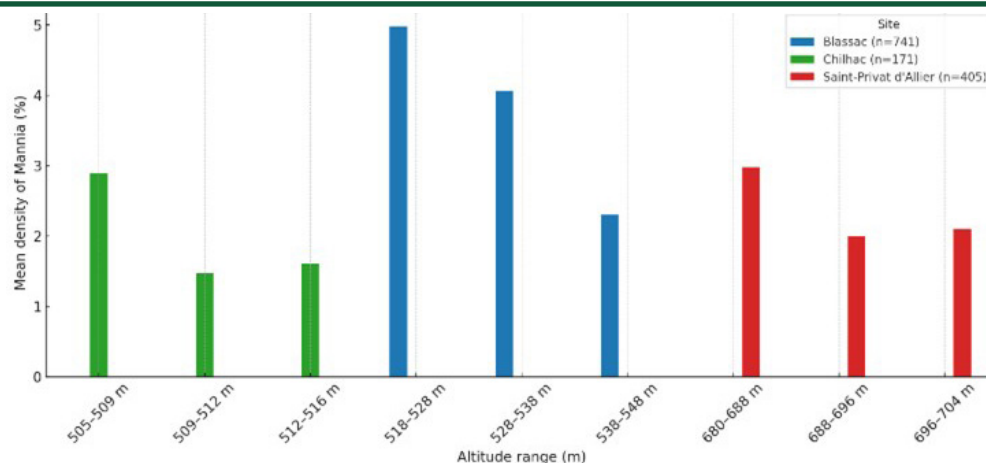


Figure 8 - Comparison of mean densities of *Mannia fragrans* by altitude (n equals the sample size, see methods).

Discussion

Demographic patterns and regional comparisons

Among the studied sites, the *Mannia fragrans* population at Blassac clearly stands out due to its demographic robustness—marked by the highest number of individuals, occupied surface area, and cover. These results contrast with the more moderate values observed at Saint-Privat-d'Allier and Chilhac, and the marginal status of the Falaises du Blot population. Demographic data for *M. fragrans* remain scarce in Europe. In Switzerland, the species is described as locally abundant yet geographically isolated (Meylan 1924). In southern Germany, approximately 60 populations have been reported, all of small to very small size (Meinunger & Schröder 2007). Within the unique Belgium population, 48 micro-populations have been found (Clesses & Sotiaux 2015), while the single population reported in Spain consists of only 10 IUCN individuals and 903 cm² of total cover (Jover 2021). In this context, the Haute-Loire populations—particularly at Blassac and Saint-Privat-d'Allier—rank among the most extensive and demographically significant known in Europe, highlighting their potential importance for long-term conservation.

Ecological niche and competitive context

Most known populations in Western Europe occur on substrates derived from calcareous rocks (Belgium, Switzerland, southern Alps); here, the distinctive feature lies in their occurrence on siliceous volcanic rocks. The ecological position of *M. fragrans* is transitional between saxicolous plant communities and dry grasslands. Neither extreme fully favors its persistence: saxicolous habitats are probably too shallow and harsh, while grasslands generally present excessive competition due to denser vegetation cover. The transition zone offers a narrow but favorable window, combining sufficient soil depth for anchorage with limited competitive pressure. From a phytosociological perspective, the vegetation observed lies at the interface between the *Asplenietea trichomanis* class (chasmophytic species) and the *Koelerio-Corynephoretea canescentis* class (*Sedo albi-Veronicion dillenii* alliance), characteristic of xeric grassland habitats with terricolous species (Thébaud et al. 2014). At Chilhac, increased cover of competitive bryophyte species such as *Tortella*

squarrosa, *Rhytidium rugosum*, and *Syntrichia ruralis* likely restricts *M. fragrans* development. These species are tolerant and plastic, form dense social stands, and are generally robust or large in size (Hurtado et al. 2022). These species contribute to organic matter accumulation and soil formation, favoring successional closure. In addition, in North America, *Centaurea stoebe* L. is considered an invasive species and exhibits a remarkable dynamic behavior in a distinct biogeographical context. Its invasive success has been attributed to both aerial and subterranean expansion strategies (Wilson & Randall 2005; Callaway et al. 2011). Although this species is native in France the presence of this highly competitive hemicryptophyte at the study site further supports the hypothesis of competitive exclusion (Fig. 9). Our data suggest that *M. fragrans* thrives under highly selective conditions: steep slopes, shallow soils, high rock cover, and marked dryness. These parameters likely reduce vascular plant colonization and support this poikilohydric liverwort's survival and expansion. Its physiological tolerance to desiccation (Glime 2017; Nebel & Philippi 2005) allows persistence under intermittent water availability.



Figure 9 - Vegetation cover at Chilhac's site.

Reproductive ecology and germination constraints

The reproductive strategy of *M. fragrans* is tightly linked to environmental variability. As evidenced by our phenological observations, spore release occurs predominantly in March, while germination becomes visible from late August or September. This temporal gap likely reflects a dormancy period driven by unfavorable summer conditions.

Field observations show that germination events are rare and mostly restricted to bare soil patches, often created by thallus detachment or local rock movement. These disturbances expose microsites conducive to germination, yet such events remain sporadic given the near-complete vegetation cover observed at all sites. This rarity highlights the importance of canopy openings and bare substrate availability for regeneration.

We also observed numerous cases of sporophyte abortion, which may result from moisture stress or energetic trade-offs. The combination of high spore production, low dispersal efficiency, and patch detachment reinforces the hypothesis that *M. fragrans* primarily relies on short-distance vegetative propagation, while maintaining a limited but significant sexual reproductive potential. This is in line with the results of Hock et al. (2009).

Spatial structure and colonization dynamics

Population distribution within each site is heterogeneous, with *M. fragrans* generally restricted to specific zones of rocky outcrops. Two main, non-exclusive hypotheses can explain this asymmetry: 1. Ecological filtering: microtopographic features, such as slope base accumulation zones, cast shadows, and moisture retention pockets, may locally enhance establishment and growth. Gravitational soil and water movement may create more stable hydrological conditions conducive to persistence (Greco et al. 2023); 2. Diaspore dynamics: spores and thallus fragments may accumulate downslope through gravity and water runoff. Detached thallus patches can re-anchor further downslope, a mechanism we observed in the field. This process probably contributes to local recolonization and the maintenance of open microhabitats, delaying ecological succession.

Our observations contrast with those from Spain (Jover 2021), where fallen patches are reported to be lost due to limited habitat availability. In contrast, our sites remain large and heterogeneous enough to enable successful re-establishment.

Conservation implications

Mannia fragrans typically occurs in scalded grasslands or rocky outcrops over basaltic or calcareous substrates, habitats often considered secondary formations resulting from historical

anthropogenic disturbance. These open environments have long been maintained through extensive pastoral practices, particularly sheep grazing, which prevent ecological succession and maintain low competition habitats (Dutoit 1996; Poschlod et al. 2005).

Our study highlights a strong correlation between ecological harshness and population robustness. The Blassac site, among the most restrictive for vascular plants-owing to steep slopes, high rock density, and shallow soils-hosts the densest and most extensive *M. fragrans* population. Despite the abandonment of traditional land use several decades ago (cf. aerial photograph series, Géoportail), no significant vegetation closure has been observed to date, likely due to the extreme edaphic constraints. These findings suggest that in such environments, the absence of active management does not currently threaten *M. fragrans* and that natural abiotic filters suffice to maintain suitable conditions.

In contrast, the situation at Chilhac is more concerning. This site, although less topographically constrained, exhibits clear signs of ecological succession. Bryophyte cover-particularly *Tortella squarrosa*-exceeds 78%, more than twice the levels recorded at other sites. This expansion dramatically reduces the availability of colonizable microsites for *M. fragrans*. Our field observations suggest a potential link between the progressive dominance of *T. squarrosa* and the encroachment of vascular plants. While this correlation remains to be formally tested, it raises the possibility that *T. squarrosa* could serve as an early bioindicator of successional dynamics leading to habitat closure. If this hypothesis proves correct, pastoral management may become a necessary conservation tool. Reintroducing low-intensity grazing could help delay or reverse successional processes, maintaining open microsites favorable to *M. fragrans* and other pioneer bryophytes.

Additional threats to habitat integrity stem from the presence of alien species. At Chilhac, we confirmed the presence of *Opuntia humifusa* × *macrorhiza*, a hybrid cactus previously suspected at this location (Bulot 2007). *Opuntia* species were introduced to France during the Middle Ages and have since spread extensively in the upper Allier valley. In the Blassac's municipality, for example, *Opuntia* established during the 1970s (Fig. 10) and now dominates large areas, displacing native vegetation. Although not currently a threat at our main study site, the potential for further expansion warrants close monitoring.



Figure 10 - Example of *Opuntia*'s invasion on a slope near Blassac's municipality.

References

- Antonetti P., Brugel E. & Kessler F., 2006. *Atlas de la flore d'Auvergne*. Éd. Conservatoire botanique national du Massif central, 981 p.
- Bulot L.-G., 2007. Les espèces d'*Opuntia* (Cactaceae) naturalisées dans la haute-vallée de l'Allier (Haute-Loire). *Digitalis*, 6 : 50-53.
- Callaway R.M., Thelen G.C., Rodriguez A. & Holben W.E., 2011. Soil biota and exotic plant invasion. *Nature*, 427: 731-733. <https://doi.org/10.1038/nature02322>
- Choi S.-S., Bakalin V.A., Park S.J., Sim S.H. & Hyun C.-W., 2020. Unrecorded liverwort species from Korean flora III: New data on the distribution of *Mannia fragrans* (Balb.) Frye & L. Clark. *Korean Journal of Plant Taxonomy*, 50(2): 227-231. <https://doi.org/10.11110/kjpt.2020.50.2.227>
- Clesse B. & Sotiaux A., 2015. *Mannia fragrans* (Hepaticae), espèce nouvelle pour la bryoflore belge à Viroinval (province de Namur). Une remarquable extension de son aire de répartition. *Dumortiera* 107 : 31-34.
- Damsholt K., 2002. *Illustrated Flora of Nordic Liverworts and Hornworts*. Oikos Editorial Office, Lund University, Nordic Bryological Society, Lund, 837 p.
- Dutoit T., 1996. *Chapitre second. Mécanisme d'une succession végétale secondaire en pelouse calcicole : une approche historique*. Presses universitaires de Rouen et du Havre, 91-108 p. <https://doi.org/10.4000/BOOKS.PURH.8094>
- Frahm J.-P. & Bick F., 2013. *La bryoflore des Vosges et des zones limitrophes*. 3e éd. *Archiv für Bryologie*, 169 : 135.
- French National Geographic Institute (IGN). <https://geoservices.ign.fr/lidarhd>
- Géoportail. <https://www.geoportail.gouv.fr/>
- Glime J.M., 2017. *Bryophyte Ecology. Volume 1: Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. <https://digitalcommons.mtu.edu/oabooks/4>
- Greco R., Marino P. & Bogaard T.A., 2023. Recent advancements of landslide hydrology. *WIREs Water*, 10(6): e1675. <https://doi.org/10.1002/wat2.1675>
- Hock Z., Szövényi P., Schneller J.J., Urmi E. & Toth Z., 2008. Population genetic consequences of the reproductive system in the liverwort *Mannia fragrans*. *Plant Ecology*, 202: 123-134. <https://doi.org/10.1007/s11258-008-9541-8>
- Hodgetts N.G., Söderström L., Blockeel T.L., Caspari S., Ignatov M.S., Konstantinova N.A., Lockhart N., Papp B., Schröck C., Sim-Sim M., Bell D., Bell N.E., Blom H.H., Bruggeman-Nannenga M.A., Brugués M., Enroth J., Flatberg K.I., Garilleti R., Hedenäs L., Holyoak D.T., Hugonnot V., Kariyawasam I., Köckinger H., Kučera J., Lara F. & R. D. Porley, 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*, 42(1): 1-116. <https://doi.org/10.1080/03736687.2019.1694329>
- Hurtado F., Estébanez B., Aragón P., Hortal J., Molina-Bustamante M. & Medina N.G., 2022. Moss establishment success is determined by the interaction between propagule size and species identity. *Scientific Reports*, 12: 20777. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24354-8>
- Jover M., 2021. *Seguiment de l'hepàtica Mannia fragrans a la Reserva Natural del Volcà de la Garrinada 2021*. Generalitat de Catalunya, Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, 22 p.
- Meinunger L. & Schröder W., 2007. *Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands*. Band 1. Re-gensburgische Botanische Gesellschaft, 2045 p.
- Meylan C., 1924. *Les Hépatiques de la Suisse*. Band IV, Heft 1., Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, 318 p.
- Müller K., 1954. *Die Lebermoose Europas*. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig, 756 p.
- Nebel M. & Philippi G., 2005. *Die Moose Baden-Württembergs. Band 3: Spezieller Teil (Bryophyta, Sphagnopsida, Marchantiophyta, Anthocerotophyta)*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 512 p.
- OpenObs, Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN). <https://cat.opidor.fr/index.php/OpenObs>
- Poschlod P., Bakker J.P. & Kahmen S., 2005. Changing land use and its impact on biodiversity. *Basic and Applied Ecology*, 6: 93-98. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2004.12.001>
- Schuster R.M., 1992. *The Hepaticae and Anthocerotae of North America east of the hundredth meridian. Volume VI*. Field Museum of Natural History, Chicago, 937 p.
- 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, Clermont-Ferrand, 274 p.
- Wilson L.M. & Randall C.B., 2005. Biology and Biological Control of Knapweed. *USDA Forest Service / UNL Faculty Publications*, 113. <https://digitalcommons.unl.edu/usdafsacpub/113>