



BIOM

Revue scientifique pour la biodiversité
du Massif central



Révision des pelouses xériques d'Auvergne et de la plaine du Forez

Roux & Brocard / BIOM 4 (2023) : 11-34

Révision des pelouses xériques d'Auvergne et de la plaine du Forez

Camille Roux¹ & Léa Brocard¹¹Université Clermont Auvergne, UniVegE, F-63000 Clermont-Ferrand - camille.roux@uca.fr¹Université Clermont Auvergne, UniVegE, F-63000 Clermont-Ferrand - lea.brocard@uca.fr

Soumis le 9 mars 2023

Accepté le 30 avril 2023

Publié le 25 mai 2023

Résumé

Le programme IHMAGES a pour objectif d'effectuer des analyses diachroniques en comparant d'anciens relevés de végétation de pelouses xériques, à des nouveaux effectués dans les mêmes sites. Afin de caractériser correctement les habitats concernés nous avons effectué une analyse à partir de 282 relevés appartenant à la classe des *Festuco-Brometea* Braun-Blanq. & Tüxen ex Klika & Hadač 1944, issus de la bibliographie et de nos prospections. Les résultats de cette analyse nous ont conduites à effectuer une révision de ces pelouses car leur typologie n'était pas simple à appréhender, beaucoup d'associations étant proches floristiquement et synécologiquement. C'était le cas notamment du *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis* Billy ex J.-M.Royer & Ferrez 2020 avec le *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* Billy ex Thébaud et al. 2014 ; ainsi que de l'*Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucinae* Dejou & Loiseau ex J.-M.Royer & Ferrez 2020, du *Saxifraga granulatae-Helianthemum nummularii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 avec le *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010. Les résultats de cette révision conduisent à la caractérisation de 6 associations végétales dont une nouvelle, 11 sous-unités dont 2 nouvelles et 5 changements de statut. La hiérarchisation des variables écologiques discriminantes pour ces végétations, obtenue par DCA et CCA, la description de leur synécologie, leur synchorologie et leur caractérisation dynamique sont détaillées. Les facteurs écologiques les plus discriminants sont le gradient altitudinal et la nature géologique du substrat. L'étude diachronique a permis de constater l'importance de la profondeur du sol dans la dynamique de ces végétations, les pelouses sur sols squelettiques ou très peu profonds étant difficilement envahies par les fourrés, contrairement aux pelouses sur sol plus profond qui ont une dynamique beaucoup plus rapide. Il est donc primordial de bien identifier ces pelouses pour pouvoir établir un diagnostic adapté à la gestion de ces habitats d'intérêt Européen (6210).

Abstract

The objective of the IHMAGES program is to carry out diachronic analyses by comparing old xeric grassland vegetation relevés with new ones carried out on the same sites. In order to correctly characterize the habitats concerned, we carried out an analysis of 282 relevés belonging to the class *Festuco-Brometea* Braun-Blanq. & Tüxen ex Klika & Hadač 1944, from the bibliography and from our surveys. The results of this analysis led us to carry out a revision of these lawns because their typology was not easy to understand, many associations being close floristically and synecologically. This was notably the case of *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis* Billy ex J.-M. Royer & Ferrez 2020 with *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* Billy ex Thébaud et al. 2014; as well as of *Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucinae* Dejou & Loiseau ex J.-M. Royer & Ferrez 2020, the *Saxifraga granulatae-Helianthemum nummularii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 with the *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010. The results of this revision lead to the characterisation of 6 vegetation associations, of which one is new, 11 sub-units, of which 2 are new, and 5 changes in status. The hierarchy of the discriminating ecological variables for these vegetations, obtained by DCA and CCA, the description of their synecology, their synchorology and their dynamic characterisation are detailed. The most discriminating ecological factors are the altitudinal gradient and the geological nature of the soil. The diachronic study showed the importance of soil depth in the dynamics of these vegetations, as grasslands on skeletal or very shallow soils are difficult to invade by thickets, contrary to grasslands on deeper soils, which have much faster dynamic. It is therefore essential to identify these grasslands in order to establish a diagnosis adapted to the management of these habitats of European interest (6210).

Mots-clés

Diachronique

Habitat 6210

*Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae**Koelerio-Phleion phleoidis**Bromion erecti*

Keywords

Diachronic

Habitat 6210

*Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae**Koelerio-Phleion phleoidis**Bromion erecti*

Introduction

Le service UniVegE, de l'Université Clermont Auvergne, a lancé un programme d'informatisation des herbiers historiques du Massif central pour l'analyse globale de l'évolution des écosystèmes (IHMAGES 2020-2022). Le projet est cofinancé par l'Union européenne et le Fonds National de l'Aménagement et du Développement du Territoire. Il a pour objectifs principaux d'informatiser 100 000 parts d'herbiers du Massif central, de suivre des espèces végétales bio-indicatrices en comparant des données de la première moitié du XIX^{ème} siècle avec des données actuelles et de suivre des relevés de végétation « historiques » pour les comparer à ceux réalisés dans les mêmes sites.

Dans beaucoup de régions du Massif central les types de pratiques agropastorales traditionnelles ont perduré jusqu'au milieu du siècle dernier. Après la deuxième guerre mondiale, nous avons assisté à une accélération de l'abandon et à la mutation de ces territoires de moyenne montagne. La végétation actuelle est donc le résultat d'un processus historique de transformation ayant cours au moins depuis plus de 70/80 ans. Parallèlement on assiste à des changements climatiques qui s'accroissent depuis la révolution industrielle et dont l'un des effets principaux est le réchauffement, tangible dans le Massif central où on a mesuré une augmentation d'environ 1°C depuis un siècle. L'étude des changements de végétation entre le début du XXI^{ème} et le début du XX^{ème} siècle est donc pertinente puisqu'elle correspond à une période-clé où ont eu lieu des changements fondamentaux.

Nous sommes donc allées visiter en 2020 et 2021 des secteurs de plusieurs régions du Massif central où ont été réalisés des relevés phytosociologiques anciens, en tentant de retrouver, si ce n'est leurs emplacements exacts, au moins les localités visitées anciennement. Le but étant de s'en rapprocher le plus grâce aux indications stationnelles, altitude, pente, exposition, description textuelle. Parmi les secteurs prospectés dans ce programme nous sommes retournées sur les pelouses xériques d'Auvergne que Luquet avait suivies en 1937. En tout nous avons réalisé 11 relevés situés dans des localités prospectées par Luquet (Fig. 1) que nous avons comparés à ceux de l'auteur mais également à d'autres effectués dans le cadre d'un référentiel régional totalisant 271 relevés, afin de caractériser les habitats correctement. C'est lors de cette phase que nous nous sommes rendu compte que la typologie des pelouses xériques d'Auvergne n'était pas simple à appréhender car beaucoup d'associations sont proches floristiquement et synécologiquement et qu'il était donc difficile de bien déterminer dans quelles unités se situaient nos relevés. Plusieurs auteurs ont d'ailleurs mentionné cette proximité (Billy 2000 ; Royer & Ferrez 2020 ; Meinard et al. 2022). Les problèmes d'identification concernaient le *Campanulo glomeratae-Phleotum phleoidis* Billy ex J.-M. Royer & Ferrez 2020 et le *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* Billy ex Thébaud et al. 2014 ; ainsi que l'*Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucinae* Dejoux & Loiseau ex J.-M. Royer & Ferrez 2020, le *Saxifraga granulatae-Helianthemum nummularii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 et le *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010. C'est pourquoi cette étude nous a finalement amenées à effectuer une révision des pelouses xériques d'Auvergne et de la Loire.

Matériel et méthodes

Syntaxonomie et nomenclature

L'analyse des communautés végétales étudiées est basée sur des relevés phytosociologiques intégrant seulement les plantes vasculaires, effectués selon la méthode « sigmatiste » de Braun-Blanquet (1932) et suivant les mises au point et descriptions ultérieures de Guinochet (1973), Géhu & Rivas-Martinez (1981), de Foucault (1984 et 1986) et Géhu (2006).

Le référentiel taxonomique utilisé pour les noms des espèces végétales est Taxref v16 (MPNHN-INPN).

La caractérisation phytosociologique des communautés est faite selon la nomenclature du Prodrome des Végétations de France version 2 (PVF2, Royer & Ferrez 2020).

En vue du traitement numérique, pour éviter les biais dus à des niveaux d'identification différents selon les auteurs, nous avons dû procéder à des regroupements de taxons dans les genres *Festuca* (gp *ovina* : *F. ovina*, *F. costei* (St.-Yves) Markgr.-Dann., *F. lemanii* et *F. arvernensis* ; gp *rubra* : *F. rubra* et *nigrescens*), *Thymus* (gp *serpyllum* : *T. polytrichus* et *praecox*), *Alchemilla*, *Hieracium*, *Koeleria* (gp *pyramidata* : *K. pyramidata* et *K. macrantha*) et *Taraxacum*.

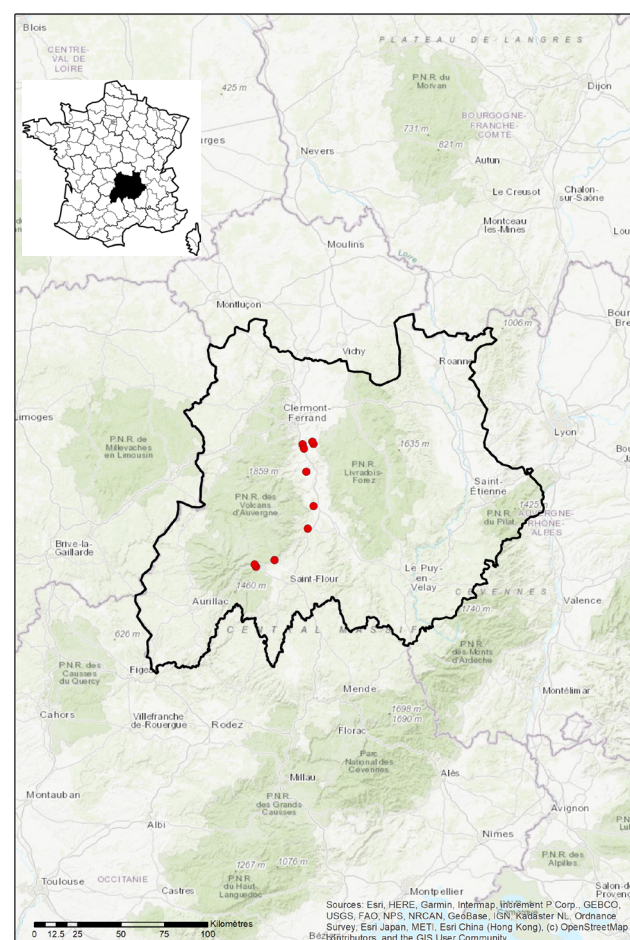


Figure 1 – Localisation des sites où Luquet a fait des relevés et sur lesquels nous sommes retournées pour cette étude.

Jeu de données et bancarisation

Nous sommes allées prospecter en 2020 et 2021 des secteurs de plusieurs départements d'Auvergne où ont été réalisés des relevés phytosociologiques anciens. Le but était de s'en rapprocher le plus possible grâce aux indications stationnelles, altitude, pente, exposition, description textuelle. Sur les 11 relevés effectués par UniVegE en 2020 et 2021 (Fig. 1), 10 sont situés dans des localités prospectées par Luquet (1937) dans 3 départements de l'Auvergne : le Puy-de-Dôme (les puys de Marmant et Corent et la montagne de Perrier), la Haute-Loire (Chambezon et Espalem) et le Cantal (Murat et Neussargues). Le dernier relevé se situe également dans le Puy-de-Dôme au ravin de Jally (Mirefleurs).

Ces 11 relevés ainsi que de nombreux relevés inédits de pelouses effectués antérieurement (Billy manuscrits, UniVegE) et ceux issus de la bibliographie, ont été stockés dans la base de données Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001), sous une

version adaptée aux standards français et à notre méthodologie.

Référentiels et analyses des données

Afin de caractériser les 11 relevés dits « anonymes » effectués en 2020 et 2021, dans un premier temps nous avons mis en place un référentiel composé de 16 associations (qui correspond à 26 groupements en comptant les sous-unités) qui sont proches d'un point de vue floristique et topostationnel, d'après le guide d'identification des végétations du nord du Massif central (Thébaud et al. 2014). À l'issue de cette première analyse numérique de classification ascendante, non publiée ici, nous avons retenu dans notre référentiel les communautés qui correspondent à 9 associations avec leurs sous-unités et 2 groupements, afin d'affiner la caractérisation de nos relevés (Tab. 1). Ce référentiel concerne 4 alliances phytosociologiques : le *Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae*, le *Koelerio-Phleion phleoidis*, le *Bromion erecti* et le *Thesio humifusi-Koelerion pyramidatae*.

Tableau 1 – Associations et groupements retenus pour cette étude.

Alliance	Association	Sous-association
<i>Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae</i> J.-M.Royer & Ferrez 2020	<i>Koelerio vallesianae-Helianthemetum apenninum</i> Luquet ex Thébaud et al. 2014	<i>typicum</i> (variante sur calcaire et variante sur basalte)
	<i>Chamaespartio sagittalis-Helianthemetum apennini</i> Billy ex Thébaud et al. 2014	<i>astragaletosum monspeliaca</i> Billy ex Thébaud et al. 2014
	Groupement à <i>Festuca ovina</i> de Salanon (1960)	
<i>Koelerio-Phleion phleoidis</i> Korneck 1974	<i>Allio sphaerocephali-Festucetum arvernensis</i> Culat in Le Hénaff et al. 2021	
	<i>Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucinae</i> Dejoux & Loiseau ex J.-M.Royer & Ferrez 2020	
	<i>Saxifraga granulatae-Helianthemetum nummularii</i> Billy ex Loiseau & Felzines 2010	
	<i>Phleo phleoidis-Festucetum lemanii</i> Billy in Loiseau & Felzines 2010	
	Groupement des pelouses sèches à <i>Festuca ovina</i> de Luquet (1937)	
<i>Thesio humifusi-Koelerion pyramidatae</i> J.-M.Royer & Ferrez 2020	<i>Teucro chamaedryos-Brometum erecti</i> Billy ex Thébaud et al. 2014	
<i>Bromion erecti</i> W.Koch 1926	<i>Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis</i> Billy ex J.-M. Royer & Ferrez 2020	<i>typicum</i>
	<i>Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati</i> Billy ex Thébaud et al. 2014	<i>gentianetosum cruciatae</i> (Billy ex Thébaud et al. 2014) J.-M.Royer & Ferrez 2020

Les 271 relevés du référentiel proviennent de Luquet (1937), Salanon (plaine du Forez, 1960), Billy (Basse-Auvergne, 2000 et relevés manuscrits), du conservatoire botanique national du Massif central (Le Hénaff et al. 2021), de Meinard et al. (Devès, 2022) et ceux d'UniVegE stockés dans la base de données Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001). Ces relevés et ceux réalisés en 2020 et 2021 ont été exportés dans le logiciel Juice (Tichý 2002) pour être traités sous forme de tableaux et par analyses numériques. Ils ont fait l'objet d'une première analyse numérique de classification ascendante de type MTC (Modified

Twinspan Classification, Roleček et al. 2009), en présence absence, en utilisant l'inertie totale comme indice de similarité. Nos relevés « anonymes » se positionnent au milieu de ceux de la bibliographie, dans des clusters, ou groupes de relevés, correspondant à des noms de syntaxons connus. Un calcul des distances, au moyen de différents indices (Euclidian distance ou Bray-Curtis) est également réalisé sur nos relevés afin d'affiner leur affectation à un groupe et d'avoir ainsi une identification plus fiable de leur nom d'association.

Ces analyses ont été complétées au moyen du logiciel MVSP (Kovach 2010, version 3.22 2014) par des analyses d'ordination, de type analyse factorielle détendancée (DCA, Hill & Gauch 1980) et analyse canonique (CCA, Ter Braak 1986) qui ont permis d'améliorer le positionnement de certains relevés et de mettre en évidence les relations et correspondances entre variables écologiques, taxons et associations végétales. La DCA permet d'estimer la végétation indépendamment des variables écologiques (Bouxin 2016). La CCA, quant à elle, a été réalisée en utilisant comme valeurs quantitatives celles des indices des taxons bio-indicateurs (Ellenberg et al. 1992 ou à défaut Julve 2022). Cette méthode a l'avantage de bien visualiser la correspondance sous forme de flèches vectorisées entre variables écologiques et relevés en amplifiant les différences mais présente toutefois l'inconvénient de créer une redondance car les valeurs d'Ellenberg sont dépendantes des espèces.

À l'issue des analyses de classification un tableau de relevés ordonnés et diagonalisés a été produit, avec en lignes les espèces, regroupés selon des « groupes d'espèces différentielles » (GTD) et en colonnes les relevés regroupés selon les résultats de la MTC et correspondant aux syntaxons individualisés dans la zone d'étude. Les GTD correspondent aux « groupes socio-écologiques » (Duvigneaud 1946 ; Vanden Berghen 1973).

Les relevés anciens de Luquet, effectués à une époque de forte pression pastorale ovine (cf partie discussion) sont enrichis en nombreuses annuelles. Ce groupe de thérophytes a fait l'objet d'une disposition particulière, regroupé au même niveau dans le tableau de relevés (Tab. 2) et nous n'en avons pas tenu compte, sauf si ces taxons étaient également présents dans les relevés plus récents.

Les espèces diagnostiques et constantes pour chaque association ont été obtenues par le calcul du coefficient Phi dans le logiciel Juice (Chytrý et al. 2002). Ce coefficient permet de mesurer le degré de liaison entre deux variables. La valeur seuil de fidélité pour les espèces caractéristiques choisie se situe entre 35-40. Celle de la fréquence seuil pour les espèces constantes est de 60.

Résultats

Les différentes étapes d'analyses nous ont conduites à distinguer 13 syntaxons, dont 6 au rang d'associations et 7 sous-associations, présentées en détail dans l'ordre de 1 à 6 dans le paragraphe suivant et regroupés dans quatre alliances phytosociologiques.

Résultats de l'analyse de classification

Les relevés ont été importés dans Juice, obtenant ainsi un tableau contenant 282 relevés et 634 espèces. Une analyse MTC en présence/absence a été effectuée (en supprimant les espèces présentes moins de trois fois). La figure 2 représente le dendrogramme de cette analyse et le tableau 2 le tableau phytosociologique.

Le dendrogramme issu de l'analyse présente 2 subdivisions elles-mêmes divisées en 2. L'ensemble A regroupe des pelouses xérophiles à mésoxérophiles sur marno-calcaire ou basalte, dystrophiles à oligotrophiles de l'étage collinéen. En A1 les pelouses sont calciphiles et de basse altitude, le cluster 1 représente l'alliance du *Bromion erecti*, mésoxérophile ; les clusters 2 à 5 appartiennent à l'alliance du *Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae*, plus xérique. En A2 les pelouses sont xérophiles et neutroclinophiles (clusters 6 et 7) à acidoclinophiles (cluster 8) et appartiennent également à l'alliance du *Centaureo-Koelerion*. L'ensemble B regroupe les pelouses acidoclinophiles, oligotrophiles à mésotrophiles de l'étage collinéen à submontagnard. Il se divise en deux ensembles : B1 est composé de pelouses mésoxérophiles à mésophiles, oligomésotrophiles, acidoclinophiles, avec un sol plus profond induisant la présence d'espèces prairiales (clusters 9 à 11) ; nous sommes dans l'alliance du *Bromion erecti*. B2 est composé de pelouses xérophiles à mésoxérophiles, dystrophiles à oligotrophiles, acidoclinophiles avec un sol squelettique à peu profond (cluster 12 à 16) ; ce cluster représente les associations de l'alliance du *Koelerio-Phleion*. Les relevés effectués en 2020 et 2021 se situent dans les groupes A1, A2 et B2.

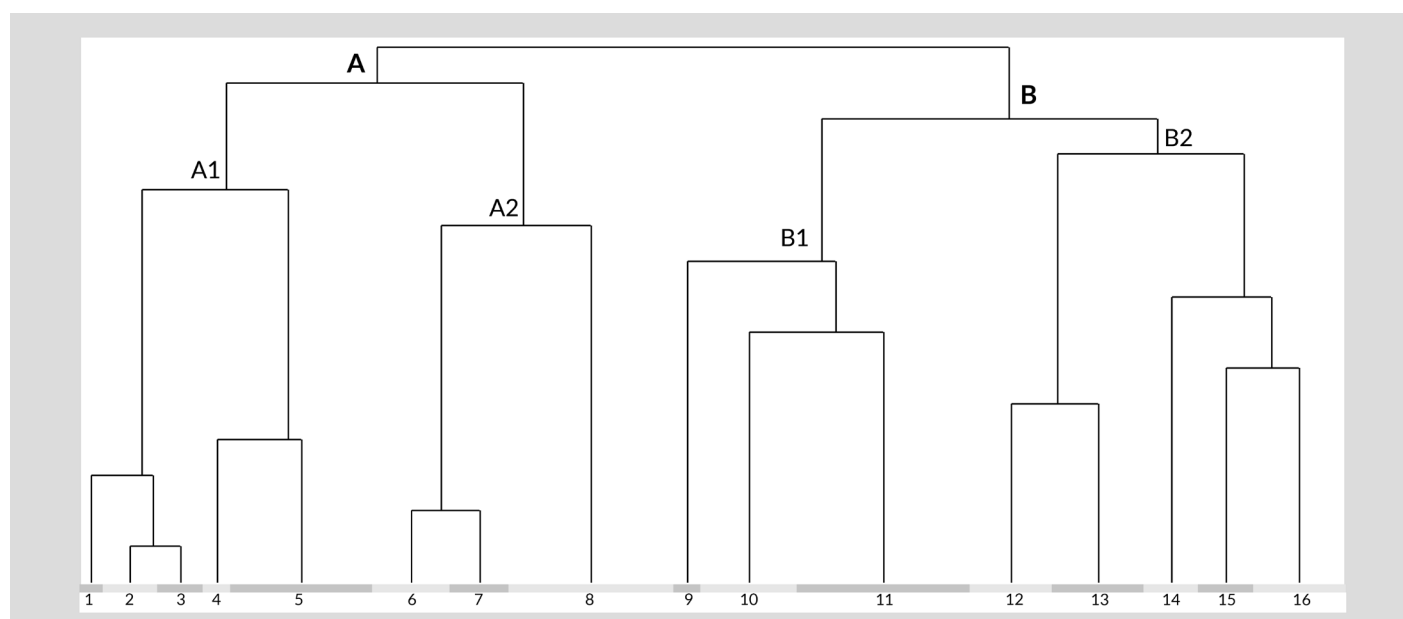


Figure 2 – Dendrogramme obtenu à partir de la MTC effectuée sur 282 relevés phytosociologiques et 634 espèces (analyse en présence/absence, en total inertie, 16 clusters recherchés, suppression des taxons présents moins de trois fois).

Groupe de taxons différentiels

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 sous forme de syntaxons et les espèces réunies en groupes de taxons différentiels. Ces GTD mettent en évidence un gradient écologique qui permet d'affiner le diagnostic écologique des différents syntaxons représentés dans le tableau ; la figure 3 permet de visualiser le gradient écologique et le tableau 2 donne la liste des taxons de chaque relevé ainsi que les GTD.

GTD I : calcicoles, mésoxérophiles à mésophiles, dystrophiles à oligotrophiles et thermophiles. Composé seulement d'Orchidées.

GTD II : calcicoles ;

Ila : xérophiles à mésoxérophiles, dystrophiles à oligotrophiles et thermophiles. Caractéristique du *Koelerio-Helianthemetum*.

Ilb : mésoxérophiles, oligotrophiles et thermophiles. Composé d'espèces méridionales.

GTD III : calcicoles, xérophiles à mésoxérophiles, dystrophiles à oligotrophiles et thermophiles. Composé d'espèces pionnières, saxicoles et d'annuelles.

GTD IV : acidiphiles à acidoclinophiles, mésoxérophiles, dystrophiles à oligotrophiles et mésotrophiles à thermophiles. Composé d'espèces pionnières, saxicoles et d'annuelles.

GTD V : acidoclinophiles à neutroclinophiles, mésoxérophiles à mésophiles, oligotrophiles à oligomésotrophiles et mésotrophiles. Taxons plus prairiaux des pelouses fermées.

GTD VI : Taxons neutrophiles prairiaux, indicateurs du pâturage des pelouses ;

Vla : mésoxérophiles, oligotrophiles à oligomésotrophiles et mésotrophiles.

Vlb : mésophiles, mésotrophiles à mésoeutrophiles et mésotrophiles à thermophiles.

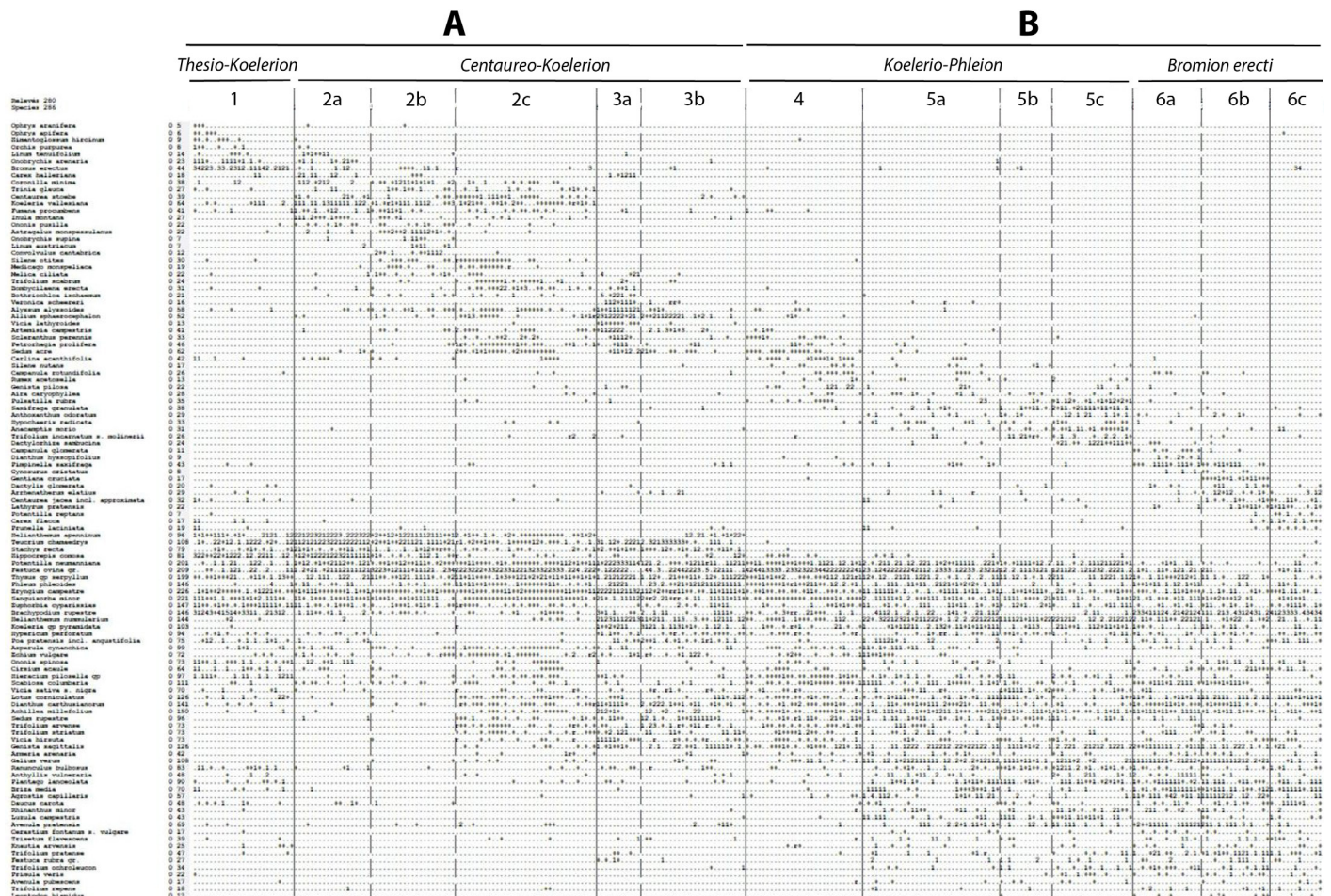


Figure 3 – Extrait du tableau phytosociologique différentiel diagonalisé dans Juice, ordonné suivant la MTC. Les taxons ne sont pas lisibles, mais ce format permet de visualiser le gradient écologique et les différences entre associations et sous-associations regroupées par alliances phytosociologiques et représentées par leurs numéros du tableau 2. **1** : *Teucrio-Brometum* ; **2** : *Koelerio-Helianthemetum*, **a** : *typicum*, **b** : *astragaletosum*, **c** : *artemisetosum* ; **3** : *Genisto-Helianthemetum*, **a** : *botriocloetosum*, **b** : *typicum* ; **4** : *Carlino-Phleetosum* ; **5** : *Saxifrago-Helianthemetum*, **a** : *phleetosum*, **b** : *typicum*, **c** : *pulsatilletosum* ; **6** : *Campanulo-Phleetosum*, **a** : *typicum*, **b** : *gentianetosum*, **c** : *centaureetosum*. A et B représentent les 2 clusters principaux du dendrogramme.

Présentation et caractérisation des communautés

Les 6 associations décrites ci-dessous sont présentées selon l'ordre du tableau phytosociologique différentiel global, ordonné suivant les résultats de la MTC dans lequel les relevés sont regroupés sous forme de syntaxons (Fig. 3 et Tab. 2). Pour chaque association les espèces caractéristiques/différentielles et constantes, de notre tableau de relevés, sont données ainsi que la physionomie, la synécologie, la synchorologie et la dynamique possible de ces pelouses.

Communautés appartenant au *Bromion erecti* et au *Centaureo-Koelerion*

1 *Teucrio chamaedrys-Brometum erecti* Billy ex Thébaud et al. 2014 (photo 1)

Cet ensemble de 25 relevés de Billy (2000) et d'UniVegE est différencié par les GTD I et IIa.

Espèces caractéristiques et différentielles : *Bromopsis erecta* (64,4), *Onobrychis arenaria* (54,9), *Orchis purpurea* (43,1) et des taxons d'ourlet comme *Inula bifrons* (42), *Himantoglossum hircinum* (45,1).

Espèces constantes : *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*, *Brachypodium rupestre*, *Poterium verrucosum*, *Teucrium chamaedrys* et *Thymus drucei*.

Physionomie : pelouse dense, dominée par le Brachypode ou le Brome dressé.

Synécologie : syntaxon basiphile, calcicole, xérophile à mésoxérophile, oligotrophe ; sol peu profond, sur substrat marno-calcaire à l'étage planitiaire à collinéen, entre 340 et 720 m d'altitude (moyenne 507 m) ; aux expositions chaudes.

Synchorologie : coteaux de Limagne.

Dynamique : série climatophile de la chênaie pubescente à Trèfle rougeâtre et Garance voyageuse (Roux 2017). Cette pelouse évoluera vers un fourré à Baguenaudier et Chèvrefeuille d'Étrurie (*Coluteo-Loniceretum* Billy ex B.Foucault & J.-M.Royer 2015) puis vers la tête de série (*Trifolio rubentis-Quercetum pubescentis* Billy ex Renaux et al. 2019 *rubetosum peregrinae* Billy ex Renaux et al. 2019).



Photo 1 - Pelouse sèche du *Teucrio-Brometum* sur le puy de Saint Romain (Saint-Maurice 63).

Au sein du sous-ordre plus mésophile des *Bromenalia erecti* Terzi et al. 2016, cette communauté se situe dans le pôle le plus xérophile (sous-alliance du *Teucrio montani-Bromenion erecti* J.-M.Royer in J.-M.Royer et al. 2006), proche floristiquement des associations suivantes et de l'alliance du *Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae* J.-M.Royer & Ferrez 2020. De plus le *Teucrio-Brometum* se trouve dans les mêmes sites que le *Koelerio vallesianae-Helianthemum apennini* ; ils appartiennent également à la même série de végétation développée sur un substrat argilo-calcaire et des pentes bien exposées et partagent donc une dynamique commune. Cela entraîne souvent des erreurs d'identification de ces syntaxons (Mazeau et al. 2017 ; Le Corguillé 2018), ainsi nous avons intégré ce syntaxon dans cette étude afin de mieux voir les différences qui existaient entre les deux.

2 *Koelerio vallesianae-Helianthemum apennini* Luquet 1937 ex Thébaud et al. 2014

Cet ensemble de 75 relevés de Luquet (1937), Billy (2000) et d'UniVegE est différencié par les GTD IIa et b, III et IV. Le GTD IIa représente les caractéristiques de cette association.

Espèces caractéristiques et différentielles : *Koeleria vallesiana* (70,2), *Coronilla minima* (56,4), *Teucrium chamaedrys* (55,3), *Centaurea stoebe* (54,3), *Helianthemum apenninum* (55,3), *Inula montana* (49,6), *Ononis pusilla* (45,8), *Medicago monspeliaca* (47,5), *Trinia glauca* (40,1).

Espèces constantes : *Eryngium campestre*, *Festuca lemanii*, *Potentilla verna*, *Poterium verrucosum* et *Thymus drucei*.

Physionomie : pelouse ouverte rase dominée par *Festuca lemanii*, *Helianthemum apenninum* et *Teucrium chamaedrys*.

Synécologie : syntaxon xérophile à mésoxérophile, dystrophile à oligotrophile ; sol peu profond voire squelettique ; substrat marno-calcaire, pépéritique ou basaltique. Étage planitiaire à collinéen, aux expositions chaudes.

Synchorologie : coteaux des Limagnes et du bas Alagnon.

Dynamique : cette pelouse appartient également à la série climatophile de la chênaie pubescente à Trèfle rougeâtre et Garance voyageuse (Roux 2017), en ce qui concerne les sous-associations sur sol marno-calcaire (2a et 2b). Sa dynamique sera très lente du fait de la faible profondeur du sol, mais elle évoluera vers un fourré à Baguenaudier et Chèvrefeuille d'Étrurie (*Coluteo-Loniceretum*) puis vers la tête de série à Chêne pubescent (*Trifolio Quercetum rubetosum*). La sous-association sur basalte (2c), évoluera plutôt vers un fourré à Genévrier et Amélanchier (*Junipero communis-Amelanchieretum ovalis* Billy ex B.Foucault & J.-M.Royer 2015). La dynamique sera peut-être bloquée à ce stade, sinon elle conduira aussi vers une chênaie pubescente, mais la dynamique sera très lente en raison des fortes contraintes écologiques du milieu.

Cette association a été initialement décrite par Luquet (1937) puis reprise par Billy (2000) qui en a fait 2 sous-associations ; nous en rajoutons une 3^{ème}, qui correspond à la variante sur basalte de Billy.

2a *typicum*

Type nomenclatural : rel. 9, Tab. 1 in Luquet (1937, *Les colonies xérothermiques de l'Auvergne* : 185), désigné par Thébaud et al.

(2014, *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central* : 205).

19 relevés composent cette sous-association. Elle est différenciée par le GTD IIa.

Espèces différentielles : *Carex halleriana*, *Linum tenuifolium* et *Onobrychis arenaria*.

Commentaires descriptifs : syntaxon neutrophile à basiphile, sur substrat marno-calcaire et pépélite de l'étage planitiaire à collinéen, entre 350 et 720 m d'altitude (moyenne 530 m). Sur sol très peu profond des coteaux de la rive droite et gauche de l'Allier jusqu'au Brivadois.

2b *astragaletosum monspessulani* Billy ex Thébaud et al. 2014

Type nomenclatural : rel. G 239, Tab. 19 in Billy (2000, *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, n° sp. 20 : 246), désigné par Thébaud et al. (2014, *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central* : 205).

21 relevés composent cette sous-association dont 2 réalisés en 2020 et 2021 au puy de Marmant et au ravin de Jally (63). Elle est différenciée par les GTD IIa, IIb et III.

Espèces différentielles : *Astragalus monspessulanus*, *Convolvulus cantabrica*, *Onobrychis supina* et *Linum austriacum*.

Commentaires descriptifs : syntaxon neutrophile à basiphile, également sur substrat marno-calcaire et pépélite de l'étage planitiaire à collinéen, entre 350 à 680 m d'altitude (moyenne 475 m). Sur sol peu profond, pentes de 20° en moyenne, c'est la sous-association la plus xérique. Elle est enrichie en taxons méridionaux. Sa répartition se concentre dans les coteaux autour de Clermont-Ferrand sur la rive gauche de l'Allier (photo 2).



Photo 2 - Pelouse sèche du *Koelerio-Helianthemum astragaletosum* sur le puy de Tobize en rive gauche de l'Allier (Les Martres-de-Veyre 63).

2c *artemisietosum campestris* subass. nov hoc loco

Type nomenclatural : *holotypus hoc loco* rel. 100 (650CR), Tab. 2.

Noms correspondants : variante sur basalte de la sous-association *typicum* de Billy (2000) ; variante des coteaux constitués de roches volcaniques Royer & Ferrez 2020.

35 relevés composent cette sous-association dont 6 réalisés en 2021 au plateau de Corent, au ravin de Jally, aux chaux de Perrier, à la Bastide de Chambez et à Espalem. Elle est différenciée par les GTD IIa, III et IV.

Espèces différentielles : *Petrorhagia prolifera*, *Artemisia*

campestris, *Sedum acre*, *Scleranthus perennis* et *Trifolium scabrum*.

Commentaires descriptifs : syntaxon acidiphile à neutrophile, sur substrat basaltique de l'étage collinéen, entre 400 et 800 m d'altitude (moyenne 622 m). Sur sol squelettique avec des rochers affleurants basaltiques (photo 3). Elle est différenciée par un cortège d'espèces saxicoles. Cette pelouse est située sur les coteaux de Limagne et sur les rebords des chaux du bas Alagnon.

Billy (2000) a décrit une variante sur basalte de la sous-association *typicum*, variante reprise par Royer & Ferrez (2020). Comme ces auteurs nous pensons qu'elle doit être élevée au rang de sous-association car elle se différencie nettement du *typicum* par un lot d'espèces saxicoles pionnières. Cette pelouse ouverte, ponctuée d'affleurements basaltiques, possède également un groupe d'espèces acidiphiles. Nous avons retenu *Artemisia campestris* comme caractéristique de sous-association car elle est beaucoup moins présente dans les deux autres sous-associations et elle se trouve dans des pelouses où les basaltes ont été fissurés ou altérés créant ainsi des particules détritiques.



Photo 3 - Pelouse sèche du *Koelerio-Helianthemum artemisietosum* sur le plateau d'Espalem (Espalem 43).

3 *Genisto sagittalis-Helianthemum apennini* Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E. Bernard & Delcoigne 2014 nom. mut. nov. hoc loco (art. 45)

Billy (2000) cite « *Chamaespartium sagittale* (L.) P.E.Gibbs. » (p.162) comme caractéristique élective de l'association. Ce taxon est synonyme de *Genista sagittalis* L. (taxon accepté dans *Flora Gallica*, Taxref v.16, WFO, POWO). Le nom de *Genisto sagittalis-Helianthemum apennini* nom. corr. donné par Le Hénaff in Le Hénaff et al. 2021, est une correction invalide : ce n'est pas un nom. corr. (art. 44) mais un nom. mut. (art. 45).

Synonyme : *Chamaespartium sagittalis-Helianthemum apennini* Billy ex Thébaud et al. 2014.

Cet ensemble de 37 relevés de Luquet (1937), Salanon (1960), Billy (2000), UniVegE et Le Hénaff et al. (2021) est différencié par les GTD III et IV.

Espèces caractéristiques et différentielles : *Allium sphaerocephalon* (59,3), *Stachys recta* (47,7), *Veronica repens* (46,7) ; enrichi en annuelles comme *Vicia lathyroides* (52,6), *Alyssum alyssoides*.

Espèces constantes : *Genista sagittalis*, *Eryngium campestre*,

Potentilla verna, *Poterium verrucosum*, *Festuca* gp *ovina*, *Helianthemum nummularium*, *Phleum phleoides* et *Dianthus carthusianorum*.

Physionomie : pelouse rase dominée par *Festuca lemanii* et *F. arvernensis*, *Helianthemum nummularium* et *Potentilla verna*.

Synécologie : syntaxon acidocline à neutrocline, xérophile à mésoxérophile, dystrophe à oligotrophe, sur sol peu profond, aux expositions chaudes. Sur substrat basaltique de l'étage collinéen à submontagnard.

Synchorologie : hautes gorges de la Loire et de l'Allier, bassin de Langeac, pays des Couzes et buttes basaltiques de la plaine du Forez.

Dynamique : série climatophile de la chênaie pubescente à Trèfle rougeâtre (Roux 2017). Cette pelouse évoluera vers une fruticée à Rosier, Ronce et Prunellier (*Roso micranthae-Prunetum spinosae* B.Foucault 1989 *rubetosum ulmifolii* (Billy 1997) Thébaud et al. 2014) puis vers la chênaie pubescente à Trèfle rougeâtre qui correspond à la tête de série.

L'analyse numérique de classification ascendante a séparé l'alliance du *Centaureo stoebe-Koelerion vallesianae* en deux groupes distincts, un en A1 sur substrat marno-calcaire (*Koelerio-Helianthemum typicum* et *astragaletosum*) et un en A2 sur substrat basaltique. C'est dans cette dernière subdivision que se trouvent ces 37 relevés (clusters 6 et 7, Fig. 2) différenciés du cluster 8 correspondant au *Koelerio-Helianthemum artemisietosum*.

Ce groupe ressort comme un syntaxon intermédiaire entre le *Centaureo-Koelerion* et le *Koelerio-Phleion*. Il lui manque les caractéristiques du premier (GTD II) et il possède un groupe de taxons calcicoles (GTD III) que l'on ne retrouve pas dans le *Koelerio-Phleion*. Les 10 relevés de Billy, étant trop peu nombreux, se répartissaient d'ailleurs entre le *Koelerio-Helianthemum artemisietosum* et le *Phleo-Festucetum*, mais avec les 13 relevés de Salanon et les 11 de Le Hénaff et al. 2021 nous avons pu individualiser un groupe bien plus clairement qui correspond au *Genisto sagittalis-Helianthemum apennini* de Billy. Nous avons séparé ce groupe en 2 sous-associations en fonction des conditions topostationnelles et de la région géographique.

3a *botriochloetosum ischaemi* (Salanon 1960) *subass. nov. hoc loco*

Type nomenclatural : *holotypus hoc loco* rel. 8, Tab 4 in Salanon (1960, *Recherches phytosociologiques et écologiques sur les buttes basaltiques des environs de Montbrison (Loire)*. Diplôme d'études supérieures, Université de Clermont-Ferrand-Faculté des sciences : 77) ; rel n°108, Tab. 2.

Nom correspondant : « pelouses sèches à *Festuca ovina* » Salanon 1960.

11 relevés composent cette sous-association comprenant le groupement à Fétuque ovine de Salanon. Elle est différenciée par les GTD III et IV.

Espèces différentielles : *Bothriochloa ischaemum* et *Veronica saturejifolia*.

Commentaires descriptifs : syntaxon de l'étage collinéen, entre 455 et 555 m d'altitude (moyenne 515 m). Pentas de 26° en moyenne, sur les puys de la plaine du Forez, dans la région de Montbrison.

Il se différencie du *Koelerio-Helianthemum artemisietosum*, lui aussi sur basalte et dans des conditions topostationnelles similaires,

par l'absence de taxons calcicoles. Ceci s'explique par le fait qu'en Limagne il y a beaucoup de coteaux marno-calcaires et nous avons donc une dissémination des taxons calcicoles sur les pelouses basaltiques, ce qui n'est pas le cas dans la plaine du Forez.

3b *typicum* Billy ex Thébaud et al. 2014

Type nomenclatural : rel. G480, Tab. 19 in Billy (2000, *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* NS n° sp. 20 : 246), désigné par Thébaud et al. (2014, *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central* : 176).

Synonyme : *Allio sphaerocephali-Festucetum arvernensis* Culat 2021.

26 relevés composent cette sous-association. Elle est différenciée par les GTD III et IV.

Espèces différentielles : appauvrie par rapport à la précédente.

Commentaires descriptifs : syntaxon de l'étage collinéen à submontagnard, entre 400 et 930 m d'altitude (moyenne 637 m). Localisée sur les promontoires rocheux au-dessus des hautes gorges de la Loire et de l'Allier, le bassin de Langeac, le pays des Couzes et sur les puys volcaniques de la forêt de la Comté (63).

Discussion syntaxonomique : nous considérons comme synonyme syntaxonomique de ce syntaxon l'*Allio-Festucetum* de Culat in Le Hénaff et al. 2021 car il n'a aucune individualité floristique à part l'absence de l'*Helianthemum apenninum*. Les conditions stationnelles sont les mêmes et un des arguments de cet auteur pour les différencier est que le *Genisto-Helianthemum* décrit par Billy se développe sur marnes et basaltes. Or ce dernier écrit au contraire dans son paragraphe de description (2000 : 162) « ces pelouses ne se voient plus sur marnes mais seulement sur basaltes et argiles sannoisiennes et même sur le gneiss ». À notre avis il n'y a donc pas lieu de créer une nouvelle association, argument confirmé par l'analyse statistique ; Culat fait également des relevés de Salanon (1960), une variante de son association.

Billy (2000) classe le *Genisto-Helianthemum* dans le *Xerobromion* (Braun-Blanq. & Moor 1938) Moravec in Holub et al. 1967. En 2020 Royer & Ferrez ont créé une alliance plus spécifique à la Limagne et à la plaine du Forez, le *Centaureo stoebe-Koelerion vallesianae* sur une argumentation basée sur l'éloignement des régions calcaires et donc l'absence d'un lot d'espèces calcicoles des pelouses du *Xerobromion*. L'observation de leur tableau et notre étude montre qu'un autre caractère va dans le sens de cette différenciation, non souligné par Royer & Ferrez, le caractère climatique semicontinental sec de ces deux plaines qui les rapproche de celui des communautés des *Festucetalia valesiacae* Braun-Blanq. & Tüxen ex Braun-Blanq. 1950. D'ailleurs plusieurs espèces subcontinentales de cette alliance se retrouvent dans le *Centaureo-Koelerion* : *Centaurea stoebe*, *Koeleria vallesiana*, *Linum austriacum*, *Onobrychis arenaria*, *Veronica prostrata* et *Elytrigia intermedia*. Ces secteurs géographiques sont caractérisés par de fortes amplitudes annuelles et de faibles précipitations : 16,3°C d'amplitude et 563,4 mm à Aulnat (63) et 16,5°C et 629,5 mm à Boën-sur-Lignon (42) pour la période 1991-2020 (Météociel). On constate aussi un régime de précipitations très contrasté avec une sécheresse hivernale et des pluies estivales abondantes typique d'un climat marqué par la continentalité.

Le *Genisto-Helianthemum* se situe nettement dans l'alliance du *Centaureo-Koelerion*, comme le confirme l'analyse en MTC

(Fig. 2) alors que Culat (in Le Hénaff et al. 2021) avait rangé à tort l'*Allio-Festucetum* dans le *Koelerio-Phleion*.

La figure 4 est le résultat de la DCA des relevés associés aux groupements précédents (1 jusqu'à 3b). L'axe 1 représente un gradient acido-basique allant des relevés basiphiles à neutroclines

avec le groupement 1 (*Teucrio-Brometum*) plus basiphile, hébergeant un cortège d'espèces calcicoles. L'axe 2 représente un gradient de xéricité et de profondeur du sol avec le groupement 2b (*Koelerio-Helianthemum astragaletosum*) plus xérique et sur sol squelettique.

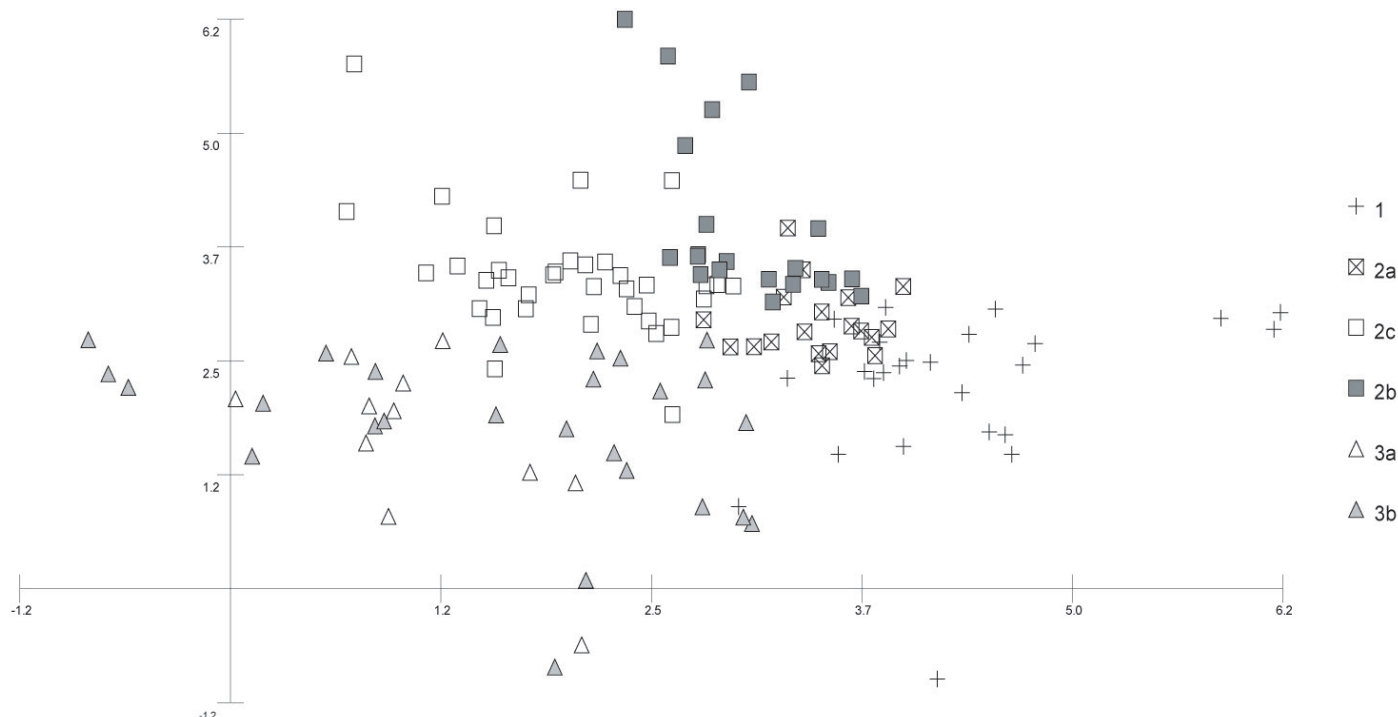


Figure 4 - Analyse DCA de 194 relevés basée sur 137 taxons. Les symboles représentent les associations et les numéros sont ceux des groupes du tableau 2. La valeur propre de l'axe 1 est de 0,384 et de 0,210 pour l'axe 2. Données transformées en racine carrée et le rôle des taxons rares a été diminué. Les symboles représentent les associations et les numéros sont ceux des groupes du tableau 2 : **1** : *Teucrio-Brometum* ; **2** : *Koelerio-Helianthemum*, **a** : *typicum*, **b** : *astragaletosum*, **c** : *artemisietosum* ; **3** : *Genisto-Helianthemum*, **a** : *botriocloetosum*, **b** : *typicum*.

Communautés appartenant au *Koelerio-Phleion* et au *Thesio-Koelerion*

L'analyse numérique de classification ascendante (Fig. 2) a regroupé en B2 les 3 associations initialement décrites du *Koelerio-Phleion* figurant dans le tableau 1 : le *Saxifraga granulatae-Helianthemum nummularii*, l'*Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucinae* et le *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii*. Les clusters 14 à 16 correspondent aux relevés de la « pelouse à Fétuque ovine » de Luquet et à une partie des relevés du *Phleo-Festucetum* (gp14), au *Phleo-Festucetum* var. à *Linum tryginum* (gp15) et l'autre partie des relevés du *Phleo-Festucetum* (gp16). Les relevés qui composent ce groupe B2 sont très proches floristiquement les uns des autres. La diagonalisation du tableau de relevés (Fig. 3 et Tab. 2) a permis de confirmer la ressemblance entre le *Saxifraga-Helianthemum* et l'*Anemone-Dactylorhizetum*, mais également avec une partie du *Phleo-Festucetum*. En approfondissant l'étude de cette association il ressort qu'elle peut se scinder en deux groupes distincts : un plus mésophile correspondant au type de l'association et un autre plus xérophile et un peu plus acidiphile. Lorsque les relevés sont regroupés suivant ces critères on constate que le groupe plus mésophile se rapproche du *Saxifraga-Helianthemum* tandis que l'autre s'en distingue plus.

4 *Carlina acanthifoliae-Phleetum phleoidis* ass nov hoc loco

Type nomenclatural : *holotypus hoc loco* rel. 150, Tab. 2 (rel. 671CR).

Synonyme et noms correspondants : groupement de pelouses sèches à *Festuca ovina* Luquet 1937 ; *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 variante à *Carlina acanthifolia* Billy 2000.

Cet ensemble regroupe 29 relevés de Luquet (1937), Billy (2000) et d'UniVegE dont 3 réalisés en 2021 au rocher de Laval et à la chapelle Saint Antoine (15). Il est différencié par le GTD IV.

Espèces caractéristiques et différentielles : *Carlina acanthifolia* (51,9), *Saxifraga tridactylites* (56,8), *Arabidopsis thaliana* (47,4), *Jasione montana* (43,2).

Espèces constantes : *Festuca lemanii*, *F. arvernensis*, *Poterium verrucosum*, *Phleum phleoides*, *Potentilla verna*, *Pilosella officinarum*, *Achillea millefolium*, *Scabiosa columbaria*, *Genista sagittalis* et *Eryngium campestre*.

Physionomie : pelouse ouverte dominée par *Festuca lemanii* et *F. arvernensis*, *Helianthemum nummularium* et *Potentilla verna*.

Synécologie : syntaxon acidiphile à acidoclinophile, xérophile à mésoxérophile, dystrophile à oligotrophile, sur des sols minces à peu épais avec des rochers affleurants, aux expositions chaudes. Sur substrat basaltique ; d'optimum submontagnard, entre 600 et 1132 m d'altitude (940 m de moyenne).

Synchorologie : Alagnon moyen et pays des Couzes.

Dynamique : cette pelouse évoluera très lentement vers un fourré à *Juniperus communis*, *Prunus spinosa* et *Rosa sp.* (*Junipero-Amelanchieretum* ?), la forêt arrivera-t-elle à s'implanter avec ces fortes contraintes écologiques? Rien n'est moins sûr.

Ce syntaxon a été décrit pour la première fois par Luquet sous le nom de « pelouses sèches à *Festuca ovina* » dans l'Alagnon moyen (tab IV, 1937 : 218) ; Billy n'a pas intégré les relevés de Luquet dans son tableau du *Phleo-Festucetum* (tableau manuscrit inédit de 55 relevés). Ils se rapprochent de sa variante à *Carlina acanthifolia*, plus xérique et à une altitude moyenne plus élevée que le type et qui correspond bien synécologiquement à la pelouse à *Festuca ovina* de Luquet, que l'on retrouve jusqu'à Murat (15) à 1125 m d'altitude (photo 4).

Ce syntaxon correspond au pôle le plus xérophile de l'ancien *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii*, le pôle le plus mésoxérophile ayant été intégré dans l'association suivante.



Photo 4 - Pelouse sèche du *Carlino-Phleetum* à la Chapelle Saint-Antoine (Murat 15).

5 *Saxifraga granulatae-Helianthemum nummularii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010

Cet ensemble regroupe 66 relevés de Luquet (1937), Billy (2000) et d'UniVegE. Il est différencié par les GTD IV et V.

Espèces caractéristiques et différentielles : *Luzula campestris* (51), *Saxifraga granulata* (48,5), *Anacamptis morio* (44,1), *Hypochaeris radicata* (41,3).

Espèces constantes : *Helianthemum nummularium*, *Festuca lemanii*, *Achillea millefolium*, *Potentilla verna*, *Poterium verrucosa*, *Galium verum*, *Eryngium campestre*, *Genista sagittalis*.

Physionomie : pelouse fermée pâturée, dominée par *Festuca lemanii*, *Genista sagittalis* et *Galium verum*.

Synécologie : syntaxon acidoclinophile à neutroclinophile, mésoxérophile, dystrophile à oligomésotrophile ; sur des sols plus ou moins profonds, de type brunisol, sur substrat basaltique ou cristallin de l'étage collinéen à submontagnard, aux expositions chaudes et qui comporte, en plus des espèces des *Festuco-Brometea*, un groupe d'espèces prairiales.

Synchorologie : côtes bordières de la Limagne, pays des Couzes, plateau de la chaîne des Puys, jusqu'au Haut-Allier en amont de

Langeac et Devès.

Dynamique : pour la sous-association collinéenne (5b) : série climatophile de la chênaie pubescente à Trèfle rougeâtre (Roux 2017). Cette pelouse évoluera vers un fourré hélioxérophile et thermophile à Baguenaudier, Chèvrefeuille d'Étrurie et Genêt à balai (*Coluteo-Loniceretum cytisetosum*) puis vers la tête de série à Chêne pubescent (*Trifolio rubentis-Quercetum pubescentis* Billy ex Renaux et al. 2019). Pour les 2 sous-associations submontagnardes (5a et 5c) : évolution vers un fourré à Rosiers, Ronces et Prunellier (*Roso micranta-Prunetum spinosae* B.Foucault 1989 *rubetosum gilottii* (Billy 1997) Thébaud et al. 2014) puis vers une chênaie-hêtraie.

Le *Saxifraga-Helianthemetum*, l'*Anemone-Dactylorhizetum* et le *Phleo-Festucetum* (pôle mésoxérophile) n'étaient pas très bien différenciés floristiquement (Billy 2000 ; Royer & Ferrez 2020). Nous avons décidé de regrouper ces 3 syntaxons anciennement décrits sous une seule association et de créer plutôt 3 sous unités :

5a *phleetosum phleoidis* stat nov hoc loco

[sub. : *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 *typicum* : Les groupements du *Koelerio-Phleion* des alluvions de l'Allier et de la Loire (Auvergne, Bourgogne, Centre-France) Apports synsystématiques. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, NS, Tome 40 : 288 ; *holotypus* relevé inédit de Billy (F861), publié par Loiseau & Felzines : 289].

34 relevés composent cette sous-association dont 6 réalisés en 2019 dans le Devès. Elle est différenciée par les GTD IV et V.

Synonyme : *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 *typicum* ; *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 variante à *Carlina acanthifolia* Billy 2000 p.p. et variante à *Linum trigynum* (Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, NS, n° sp. 20: 90) ; *Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucina veronicetosum scheereri* Meinard, Thébaud & C.Roux 2022 *prov.* (BIOM 3 : 90).

Espèces différentielles : *Phleum phleoides*, certaines basiphiles ou neutroclines un peu plus fréquentes comme *Brachypodium pinnatum* et *Asperula cynanchica* et quelques mésophiles comme *Briza media* et *Agrostis capillaris*.

Commentaires descriptifs : syntaxon dystrophile à oligotrophile, sur substrat basaltique, de l'étage submontagnard, entre 600 et 1164 m d'altitude (938 m de moyenne). Sol peu profond dans le pays des Couzes, le plateau de la chaîne des Puys et le Devès (photo 5).



Photo 5 - Pelouse du *Saxifraga-Helianthemum phleetosum* au bois de Traimont-Pastour (Barges 43).

Les 4 relevés de la variante à *Linum trigynum* dans le Brivadois, entre 520 et 560 m d'altitude et sur granite, rentrent dans ce groupe ; avec plus de relevés cette variante pourrait sûrement être différenciée car la synécologie est différente.

5b *typicum* Billy ex Loiseau & Felzines 2010

Type nomenclatural : rel. D336 col. 3, Tab. IX in Billy (2000, *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, n° sp. 20 : 228), désigné par Loiseau & Felzines (2010, *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, 40 : 288).

12 relevés composent cette sous-association. Elle est différenciée par le GTD IV.

Espèces différentielles : sous-association appauvrie qui possède peu de différentielles par rapport aux deux autres.

Commentaires descriptifs : syntaxon oligotrophile à oligomésotrophile, sur substrats cristallins et basaltiques, de l'étage collinéen, entre 490 et 800 m d'altitude (606 m de moyenne). C'est la sous-association la plus mésophile. Sol peu profond des côtes bordières de la Limagne et de la vallée de la Sioule.

5c *pulsatilletosum rubrae* stat nov hoc loco

[sub. : *Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucinae* Dejou & Loiseau ex J.-M.Royer & Ferrez 2020 : Contribution au prodrome des végétations de France : les *Festuco-Brometea* Braun-Blanquet & Tüxen ex Klika & Hadač 1944. *Doc. phytosoc.*, série 3, 13 : *holotypus* rel. 22, Tab. 5 hors texte in Dejou & Loiseau (1983, *Rev. Sci. Nat. Auvergne* 49)].

Synonyme : *Anemone rubrae-Dactylorhizetum sambucinae* Dejou & Loiseau ex J.-M.Royer & Ferrez 2020 (*Doc. phytosoc.*, série 3, 13) ; *Pulsatilla rubrae-Dactylorhizetum sambucinae* Dejou & Loiseau 1983 *nom. inval.* (art. 30).



Photo 6 - Pelouse du *Saxifrago-Helianthemetum pulsatilletosum* à Saint-Illpize dans le Haut-Allier (43).

20 relevés composent cette sous-association (photo 6). Elle est différenciée par les GTD IV et V.

Espèces différentielles : *Dactylorhiza sambucina*, *Pulsatilla rubra*, enrichies en acidophilophiles comme *Conopodium majus*, *Teesdalia nudicaulis* et *Polygala vulgaris*.

Commentaires descriptifs : syntaxon oligomésotrophile, sur

substrat cristallin de l'étage collinéen à submontagnard, entre 480 et 1200 m d'altitude (822 m de moyenne), il s'agit de la sous-association la plus acidiphile. Sur sol peu profond, des côtes et plateaux occidentaux bordant la Limagne et s'étend jusqu'au Haut-Allier en amont de Langeac, en climat d'abri.

Discussion syntaxonomique : Loiseau & Felzines ont validé le *Saxifrago-Helianthemetum* en 2010 (*Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, 40 : 288) et l'*Anemone-Dactylorhizetum* a été validé par Royer & Ferrez en 2020 (*Doc. Phyt.*, série 3, 13 : 222) ; le premier nom a donc l'antériorité et a ainsi été retenu pour l'association tandis que l'*Anemone-Dactylorhizetum* a été réduit au rang de sous-association.

6 *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis* Billy ex Thébaud, C.Roux, C.E.Bernard & Delcoigne 2014 stat nov hoc loco

[sub. : *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* (Lemée 1959) Billy in Loiseau & Felzines 2010 *campanuletosum glomeratae* (Billy 2000) Thébaud et al. 2014. *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central* : 215].

Cet ensemble de 50 relevés de Billy (2000) et d'UniVegE est différencié par les GTD V et VIa.

Espèces caractéristiques et différentielles : *Briza media* (60,7), *Trifolium pratense* (52,1), *Lathyrus pratensis* (49), *Agrostis capillaris* (48,1), *Campanula glomerata* (45,1), *Pimpinella saxifraga* (43,7), *Leontodon hispidus* (43,2).

Espèces constantes : *Brachypodium pinnatum*, *Achillea millefolium*, *Galium verum*, *Lotus corniculatus*, *Dianthus carthusianorum*, *Poterium verrucosa*, *Plantago lanceolata*, *Eryngium campestre*, *Helianthemum nummularium*, *Genista sagittalis*.

Physionomie : pelouse dense et riche en espèces prairiales, dominée par *Brachypodium rupestre*.

Synécologie : syntaxon acidocline à neutrocline, mésoxérophile à mésophile, oligotrophile à oligomésotrophile, sur des sols moyennement profonds, aux expositions chaudes. Sur substrat basaltique ; de l'étage collinéen à submontagnard, avec un cortège de prairiales.

Synchorologie : coteaux des Limagnes, monts Dore, Cézallier, chaîne des Puys, pays des Couzes et vallée et gorges du Haut-Allier.

Dynamique : l'abandon du pâturage entraînera l'invasion de cette pelouse par une fruticée (*Rosa micrantha-Prunetum rubetosum gilottii*) ; des pins sylvestres pourront également s'implanter. La tête de série sera probablement une chênaie-hêtraie pour les 2 sous-associations submontagnardes (6a et 6b) et une chênaie pubescente pour la sous-association collinéenne (6c).

Cette association représente le regroupement de trois syntaxons très proches floristiquement : *Gentianetum cruciatae* Billy ex Thébaud et al. 2014, *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* Billy ex Thébaud et al. 2014 et *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii campanuletosum glomeratae* Thébaud et al. 2014. Royer & Ferrez (2020) avaient déjà souligné la proximité des deux derniers syntaxons (p.103 voir fiche 29) et ils avaient rétrogradé le premier à l'état de sous-association (p.104 fiche 30) pour la ranger dans le troisième, élevé au rang d'association (le *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis*). Ces auteurs avaient en effet contesté le rang de la sous-association *campanuletosum glomeratae* attribuée par Thébaud et al. (2014). Mais ayant choisi comme relevé type de leur

association (K826) celui de la sous-association *campanuletosum glomeratae*, validement publiée par Thébaud et al. 2014, le nom de *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis* Billy ex Royer & Ferrez 2020 est invalide car il n'est pas en accord avec les règles du changement de rang (art. 3m ; art. 27d) et car il est expressément cité comme synonyme d'un nom valide antérieur (art. 3a). De ce fait la sous-association *gentianetosum cruciatae* (Billy ex Thébaud et al. 2014) J.-M. Royer & Ferrez 2020, n'est pas non plus valide, car elle a été intégrée dans une association non valide.

Nous validons ici le nom de *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis* en élevant au statut d'association la sous-association *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii campanuletosum glomeratae* Thébaud et al. 2014, et choisissons ce nom pour l'association révisée car il correspond mieux que le *Gentianetum cruciatae* et le *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* à la synécologie du syntaxon. Et nous avons opté pour un abaissement du rang du *Centaureo approximatae-Brachypodietum* qui devient la sous-association *centaureetosum timbalii* du *Campanulo-Phleetum*, suivant en cela l'avis de Royer & Ferrez (2020).

6a typicum

Type nomenclatural : rel. K826, Tab. IX in Billy (2000, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, NS, n° sp. 20 : 228), désigné par Thébaud et al. (2014, Guide d'identification des végétations du nord du Massif central : 215).

20 relevés composent cette sous-association. Elle est différenciée par les GTD V et VIa.

Espèces différentielles : *Campanula glomerata*, *Dianthus hyssopifolius*, optimum pour *Phleum-Phleoides*, *Festuca lemanii* et *Thymus pulegioides*.

Commentaires descriptifs : syntaxon mésoxérophile, oligotrophile, surtout sur substrat volcanique de l'étage submontagnard, entre 700 et 1190 m d'altitude (985 m de moyenne). C'est la sous-association la plus xérophile et la plus oligotrophile. Cette pelouse fermée se développe sur sol moyennement profond, sur terrain pentu, sur les versants est des monts Dore et du Cézallier, sur la chaîne des Puys (photo 7) et la petite chaîne de la Sioule.

6b gentianetosum cruciatae stat nov hoc loco

[sub : *Gentianetum cruciatae* Billy ex Thébaud et al. 2014. Guide d'identification des végétations du nord du Massif central : 192].

Type nomenclatural : rel. M753, Tab. IX in Billy (2000, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, NS, n° sp. 20 : 228), désigné in Thébaud et al. (2014, Guide d'identification des végétations du nord du Massif central : 192).

Synonyme : *Gentianetum cruciatae* Billy ex Thébaud et al. 2014
17 relevés composent cette sous-association. Elle est différenciée par les GTD V et VIa.

Espèces différentielles : *Gentiana cruciata*, *Arrhenatherum elatius* (optimum).

Commentaires descriptifs : syntaxon, mésoxérophile, oligotrophile à oligomésotrophile, de l'étage submontagnard, entre 720 et 1140 m d'altitude (932 m de moyenne). Cette pelouse dense se développe sur sol plus profond, dans le pays des Couzes.



Photo 7 - Pelouse du *Campanulo-Phleetum typicum* sur le versant sud du puy de Vichatel (Aydat 63).

6c centaureetosum timbalii stat nov. et nom. mut. nov. hoc loco

[sub : *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* Billy ex Thébaud et al. 2014. Guide d'identification des végétations du nord du Massif central : 174].

Type nomenclatural : rel. F961, ab. VIII in Billy (2000, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, NS, n° sp. 20 : 225), désigné par Thébaud et al. (2014, Guide d'identification des végétations du nord du Massif central : 174).

Billy (2000) cite « *Centaurea vinyalsii* Sennen subsp. *approximata* (Rouy) Dostál. » (Tab. 8 p.225) comme caractéristique élective de l'association. Ce taxon est synonyme de *Centaurea jacea* subsp. *timbalii* (Martrin-Donos) Braun-Blanq. (taxon accepté dans Taxref v.16 et POWO).

Le nom de *Centaureo timbalii-Brachypodietum rupestris* nom. corr. et nom. mut. Le Hénaff in Le Hénaff et al. 2021, est une correction invalide et il induit le doute sans choisir entre l'article 44 (com. corr.) et l'article 45 (nom. mut.) concernant les changements opérés pour le nom de ce syntaxon. De plus *Centaurea vinyalsii* subsp. *approximata* n'est pas un nom illégitime car il est reconnu dans deux flores.

Synonyme : *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E. Bernard & Delcoigne 2014.

13 relevés composent cette sous-association. Elle est

différenciée par le GTD VIb.

Espèces différentielles : *Carex flacca*, *Prunella laciniata*, *Centaurea jacea* subsp. *timbalii*, *Potentilla reptans*, *Agrimonia eupatoria*.

Commentaires descriptifs : syntaxon mésoxérophile à mésophile, oligomésotrophile, sur substrat basaltique, argileux ou serpentineux de l'étage collinéen entre 350 et 860 m d'altitude (630 m de moyenne). C'est la sous-association la plus neutrophile. Cette pelouse se développe sur sol plus profond en bordure et coteaux des Limagnes, le pays des Couzes et dans la vallée et gorges du Haut-Allier.

Discussion syntaxonomique : le *Centaureo approximatae-Brachypodietum pinnati* Billy 2000 prov., qui à l'origine avait été rangé dans la sous-alliance du *Mesobromenion erecti* Blanq. & Moor 1938, a été déplacé dans celle du *Chamaespartio-Agrostienion capillaris* Vigo ex J.-M. Royer & Ferrez 2020 par Royer & Ferrez (2020). Cette association est floristiquement proche du *Campanulo-Phleetum*, si ce n'est qu'il lui manque des taxons plus oligotrophes et xériques (*Genista sagittalis*, *Thymus pulegioides*, *Koeleria pyramidata*, *Scabiosa columbaria*, *Helictochloa pratensis*...) et qu'elle se situe à plus basse altitude, les analyses statistiques confortent ce rapprochement.

La figure 5 est le résultat de la DCA des relevés associés aux groupements précédents (4 jusqu'à 6c). L'axe 1 représente un gradient de profondeur du sol traduisant une double écologie,

les nutriments et l'humidité, à gauche de l'axe les relevés oligomésotrophes et mésoxérophiles à mésophiles et à droite les relevés oligotrophes et plus xérophiles, avec le groupement 4 (*Carlino-Phleetum*) dystrophile à oligotrophile et mésoxérophile. L'axe 2 n'est pas très discriminant, aucun gradient écologique simple ne ressort. Les relevés du *Saxifraga-Helianthemetosum pulsatilletosum rubrae*, sur roche cristalline, se retrouve en haut de l'axe 2, mais au vu des espèces discriminées aucun gradient acido-basique clair n'est visible.

Correspondance entre les communautés et les variables écologiques

Une analyse canonique a été réalisée dans le but de mettre en évidence les variables prépondérantes pour les ensembles de relevés distingués par la MTC ainsi que les relations entre ces ensembles et les groupes de taxons (Fig. 6). Nous avons utilisé les valeurs des indices d'Ellenberg *et al.* (1992) et Julve (2022), pondérées par les classes de fréquences des taxons. Le plan factoriel de la figure 6 montre clairement le long de l'axe 1 une opposition entre groupements xérophiles et dystrophiles à oligotrophes à droite et les autres groupements sur sol plus profond ; l'axe 2 discrimine les groupements submontagnards et plus acidiphiles en haut et les plus collinéens et basiphiles en bas.

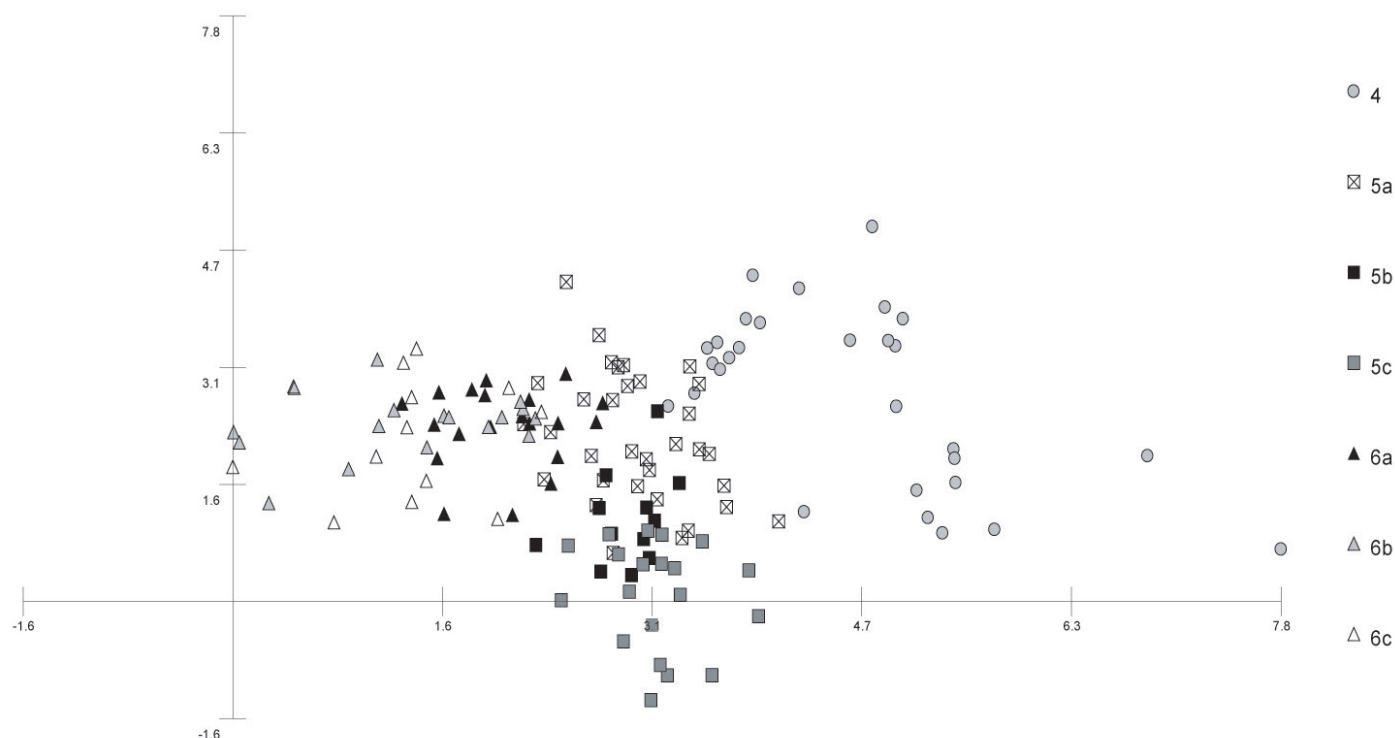


Figure 5 - Analyse DCA de 145 relevés et 167 taxons. La valeur propre de l'axe 1 est de 0,332 et de 0,186 pour l'axe 2. Données transformées en racine carrée et le rôle des taxons rares a été diminué. Les symboles représentent les associations et les numéros sont ceux des groupes du tableau 2 : 4 : *Carlino-Phleetosum* ; 5 : *Saxifraga-Helianthemetosum*, a : *phleetosum*, b : *typicum*, c : *pulsatilletosum* ; 6 : *Campanulo-Phleetum*, a : *typicum*, b : *gentianetosum*, c : *centaureetosum*.

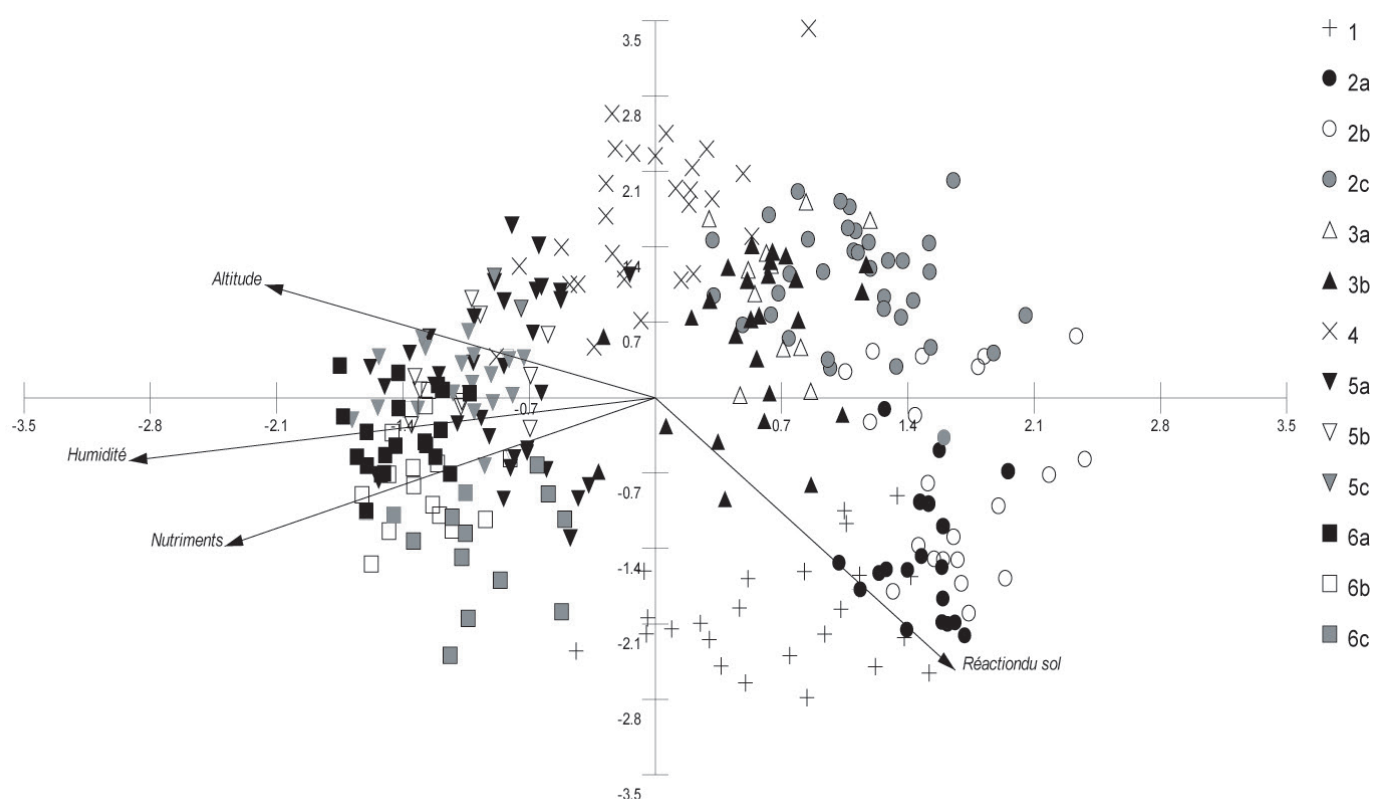


Figure 6 – Résultat de l'analyse CCA effectuée sur 282 relevés, 264 taxons et 4 variables écologiques. La valeur propre de l'axe 1 est de 0,217 et de 0,109 pour l'axe 2. Données transformées en racine carrée et le rôle des taxons rares a été diminué. Mise à l'échelle du vecteur : 3,14. Les symboles représentent les associations et les numéros sont ceux des groupes du tableau 2 : **1** : *Teucrio-Brometum* ; **2** : *Koelerio-Helianthemum*, **a** : *typicum*, **b** : *astragaletosum*, **c** : *artemisietosum* ; **3** : *Genisto-Helianthemum*, **a** : *botriocloetosum*, **b** : *typicum* ; **4** : *Carlino-Phleetum* ; **5** : *Saxifrago-Helianthemum*, **a** : *phleetosum*, **b** : *typicum*, **c** : *pulsatilletosum* ; **6** : *Campanulo-Phleetum*, **a** : *typicum*, **b** : *gentianetosum*, **c** : *centaureetosum*.

La figure 7 nous permet d'avoir une vision globale comparée de la synécologie inter et intra associations car toutes ces pelouses sont globalement assez proches d'un point de vue écologique.

Altitude : nous constatons que les pelouses les plus hautes en altitude sont le *Saxifrago granulata-Helianthemum nummularii phleetosum* et le *Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis typicum* et *gentianetosum*. Parallèlement le *Teucrio chamaedryos-Brometum erecti* et le *Koelerio vallesianae-Helianthemum apennini typicum* et *astragaletosum* sont collinéens.

Réaction du sol : l'association la plus acidiphile est le *Carlino acanthifolia-Phleetum phleoidis*, les plus basiphiles sont le *Teucrio-Brometum* et le *Koelerio-Helianthemum typicum* et *astragaletosum*. Les autres sont acidiclins à neutroclins.

Nutriments : les syntaxons les plus oligomésotrophes sont le *Saxifrago-Helianthemum typicum* et *pulsatilletosum* et le *Campanulo-Phleetum typicum*, *gentianetosum* et *centaureetosum*. Les plus dystrophes sont le *Koelerio-Helianthemum typicum*, *astragaletosum* et *artemisietosum*.

Humidité : l'ordre de nos groupements met bien en évidence le gradient d'humidité, et donc de la profondeur du sol, avec les associations les plus xériques au début de notre tableau (Fig. 3 et Tab. 2) et les plus mésophiles à la fin.

Discussion et conclusion

Analyse diachronique

Toutes les communautés décrites par Luquet ont été revues dans les sites visités (Fig. 1), avec toutefois quelques changements et transformations. Avec une exception pour le site du rocher de Bonnevie (Murat 15) où le milieu ayant subi de fortes transformations suite à des perturbations anthropiques, nous n'avons donc pas retrouvé la même communauté.

À l'époque de Luquet le pâturage ovin était très fréquent sur ce type de milieu aux sols très peu profonds et fragiles où la culture était impossible. Luquet a d'ailleurs écrit un paragraphe sur l'action néfaste du mouton sur ces pelouses (1937 : 186) « l'action du mouton est encore plus nuisible (que les chèvres, ndr). Il ne se borne pas à tondre au ras du sol l'herbe maigre, tous les jours plus rare ; mais à l'aide de ses lèvres mobiles et de ses robustes incisives il va même parfois jusqu'à l'extirper avec ses racines. (...) Il affouille le sol. Ses durs sabots étroits et coupants écorchent la pelouse. Cette action destructrice, quotidiennement répétée par des centaines de bêtes se suivant sur ces pentes, ouvre de longues brèches qu'élargira l'action érosive des eaux ». Sur ce sol mis à nu de nombreuses espèces annuelles se développaient ; avec l'abandon du pâturage ces secteurs de terre nue ont été recolonisés par des espèces vivaces des pelouses, entraînant une diminution de la richesse et de la diversité spécifique (Fig. 8) car ce cortège de thérophytes a disparu aujourd'hui, comme nous

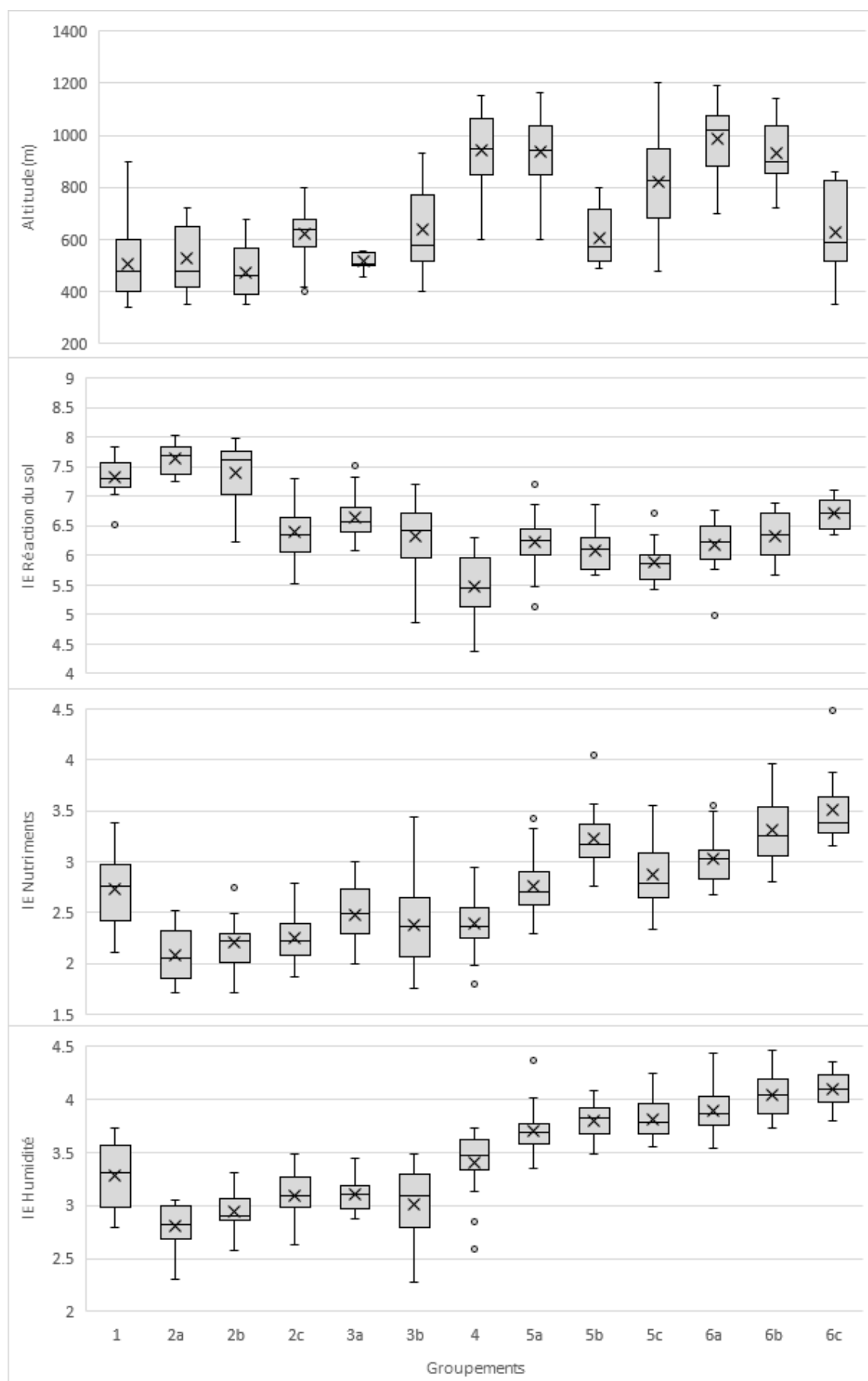


Figure 7 – Boîtes à moustaches représentant l'altitude et les indices écologiques (IE) pour la réaction du sol, les nutriments et l'humidité pour chaque groupement (les légendes des IE correspondent à celles d'Ellenberg 1992). Le calcul effectué prend en compte tous les relevés des groupements de cette étude. **1** : *Teucrio-Brometum* ; **2** : *Koelerio-Helianthemetum*, **a** : *typicum*, **b** : *astragaletosum*, **c** : *artemisietosum* ; **3** : *Genisto-Helianthemetum*, **a** : *botriocloetosum*, **b** : *typicum* ; **4** : *Carlino-Phleetosum* ; **5** : *Saxifrago-Helianthemetum*, **a** : *phleetosum*, **b** : *typicum*, **c** : *pulsatilletosum* ; **6** : *Campanulo-Phleetum*, **a** : *typicum*, **b** : *gentianetosum*, **c** : *centaureetosum*.

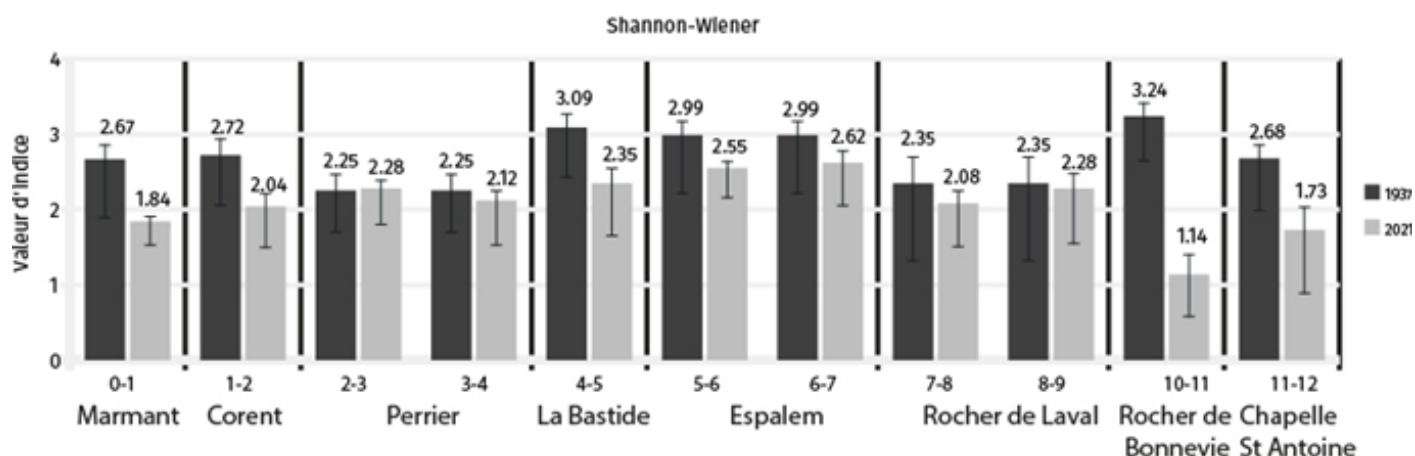


Figure 8 - Indice de Shannon, calculés pour les relevés de végétation de différentes localités de pelouses xériques d'Auvergne, entre 1937 (en noir, Luquet) et 2021 (en gris). Les localités sont numérotées par intervalles de 0-1 à 10-11 ; 0-1 : *Koelerio-Helianthemum astragalosum* ; 1-2 à 6-7 : *Koelerio-Helianthemum artemisietosum* et 8-9 à 10-11 : *Carlino-Phleetum*. Illustration issue du logiciel SurVegE.

avons pu le constater lorsque nous avons effectué des relevés sur les mêmes sites et dans les mêmes conditions stationnelles que les relevés de Luquet. D'ailleurs l'analyse diachronique réalisée dans le cadre du programme IHMAGES (non publiée ici) confirme ce phénomène qui s'explique par les changements de pratiques agropastorales.

Nous constatons également une diminution des espèces caractéristiques des pelouses xériques : la Fétuque ovine est encore bien présente mais des espèces comme *Coronilla minima*, *Fumana procumbens*, *Ononis pusilla* et *Centaurea stoebe* ont régressé ou disparu ; nous sommes encore dans les mêmes associations qu'à l'époque de Luquet, mais nous avons un appauvrissement de la flore typique, ce qui est une deuxième cause de la baisse de la richesse.

Un deuxième point qui ressort très nettement de cette analyse concerne la dynamique de ces pelouses. Ces secteurs sont abandonnés depuis plusieurs dizaines d'années, nous pouvions donc nous attendre à trouver des fourrés à l'emplacement des pelouses de Luquet, ce qui n'a pas été le cas. Cela peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Le premier est l'épaisseur du sol. Nous sommes sur des sols squelettiques, très pauvres en nutriments et très secs et avec une mauvaise rétention d'eau. Les conditions sont donc défavorables pour le développement des arbustes, leur

croissance est très lente (Roux *et al.* 2022). Les autres facteurs sont plus liés aux changements climatiques actuels. Premièrement l'intensité de l'insolation : pendant les étés les plus chauds, les plantules et les jeunes arbustes sont « brûlés » par le soleil ; certains d'entre eux meurent et ceux qui sont plus résistants voient leur croissance extrêmement ralentie. Deuxièmement la chaleur et l'insolation jouent également un rôle indirect sur l'assèchement du sol et sur l'augmentation de l'évapotranspiration au niveau des organes foliaires pour les plantes non sclérophiles, ce qui ralentie la croissance des arbustes.

En ce qui concerne les variations d'indices écologiques, elles sont minimales ou peu significatives, ou contrastées entre les différents sites. Ces pelouses sont toujours aussi chaudes (mésotermophiles à thermophiles) et sèches (xérophiles à mésoxérophiles), la réaction du sol est variable selon les sites, nous avons des groupements acidoclinophiles à neutroclinophiles. Ces végétations restent héliophiles. C'est l'indice des nutriments qui a le plus évolué, avec une légère augmentation (Fig. 9). Ces pelouses sont toujours pauvres en nutriments (oligotrophiles) mais cette légère augmentation nous montre que le sol et la végétation sont en train de se reconstituer suite à l'appauvrissement qu'elles avaient subi lors du pâturage ovin intensif. Mais il faudra encore plusieurs dizaines d'années pour que l'impact de ce pâturage ne soit plus visible.

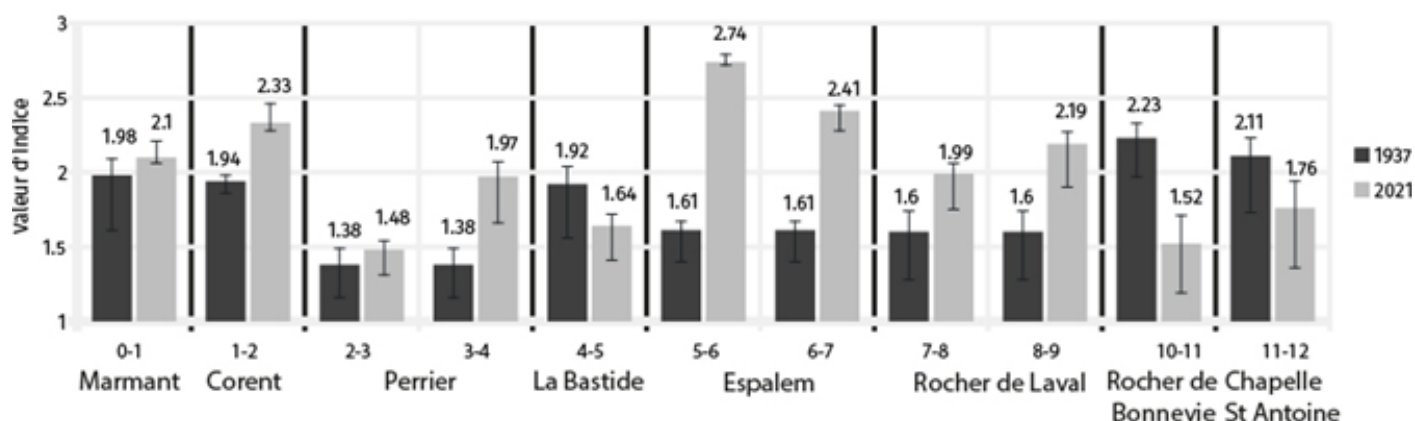


Figure 9 - Variation des moyennes des valeurs des indices d'Ellenberg/Juvel pour les nutriments, calculées pour les relevés de végétation de différentes localités de pelouses xériques d'Auvergne, entre 1937 (en noir, Luquet) et 2021 (en gris). Les localités sont numérotées par intervalles de 0-1 à 10-11 ; 0-1 : *Koelerio-Helianthemum astragalosum* ; 1-2 à 6-7 : *Koelerio-Helianthemum artemisietosum* et 8-9 à 10-11 : *Carlino-Phleetum*. Illustration issue du logiciel SurVegE.

Analyse syntaxonomique

Nous n'avons pas conservé le *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* car il s'agissait d'une association floristiquement hétérogène et difficile à caractériser écologiquement. Lemée, premier descripteur de ce syntaxon n'avait même pas fourni de relevés (*nom. nud.*) ; Billy a créé deux variantes, une mésoxérophile et une xérophile ; Loiseau & Felzines (2010) ont choisi comme relevé type un relevé mésoxérophile. De plus le nom retenu par Lemée n'est pas très pertinent car les deux caractéristiques sont très communes dans les pelouses sèches ; c'est d'ailleurs sûrement pour cela que pour les phytosociologues la pelouse à Fétuque ovine de Luquet (1937) correspondait à cette association, alors que Billy (2000) et Loiseau & Felzines (2010) ne l'ont jamais mise en tant que synonyme.

Nos résultats d'analyse des correspondances ont eux aussi conduit à la séparation du *Phleo-Festucetum* dans deux clusters différents. Royer & Ferrez (2020) ont également précisé que la synécologie de cette association était très insuffisante. Nous pensons qu'il était logique et nécessaire de scinder cette association en deux, en respectant les règles de nomenclature (art. 24 à 27) pour pouvoir mieux définir l'écologie de ces deux unités. La plus mésoxérophile (*Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010 *typicum*) a rejoint le *Saxifrago granulatae-Helianthemum nummularii* Billy ex Loiseau & Felzines 2010, duquel il est floristiquement très proche, sous forme de la sous-association *phleetosum phleoidis* ; la sous-unité xérophile, fortement individualisée par rapport à la précédente, méritait d'être élevée au rang d'association, le *Carlino acanthifoliae-Phleetum phleoidis*. Ainsi nous espérons avoir mis fin au « *Fléau-Festucetum* », une galère pour les phytosociologues.

Le Hénaff in Le Hénaff et al. (2021) a décrit une nouvelle sous-association du *Phleo-Festucetum* : *festucetosum arvernensis* Le Hénaff 2021 sur la base de seulement 4 relevés dominés par la Fétuque éponyme. Nous les avons intégrés dans une analyse des correspondances (non publiée ici) qui les a répartis dans 3 clusters différents en créant même pour 2 relevés une branche isolée du dendrogramme, ce qui démontre l'inconsistance statistique de cette sous-association. L'étude du tableau publié (Le Hénaff et al. 2021 : 431) montre également une différence non négligeable entre la liste des taxons du *Phleo phleoidis-Festucetum lemanii* et la sous-association *festucetosum arvernensis*, contredisant son rattachement à cette association. C'est pourquoi nous avons décidé de ne pas la prendre en compte. Le choix du taxon retenu pour nommer la sous-association nous semble également peu pertinent, car dans ces pelouses les fétuques sont souvent regroupées sous le nom de *Festuca ovina* ou mal identifiées ; d'ailleurs Royer & Ferrez (2020) dans la description physiologique de la fiche du *Phleo-Festucetum* précisent bien que ces pelouses sont dominées par *Festuca lemanii* et *F. arvernensis* et que la détermination des fétuques reste incertaine.

Le *Genisto sagittalis-Helianthemum apennini typicum*, s'il appartient bien au *Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae*, fait le lien avec l'alliance du *Koelerio-Phleion phleoidis*, c'est pourquoi cette sous-association est plus pauvre en espèces que les autres pelouses et a peu de caractéristiques car il lui manque un lot d'espèces des deux alliances.

Même si cela n'était pas initialement prévu dans le programme IHMAGES, nous avons décidé d'effectuer ce travail de révision dans l'espoir de pouvoir éclaircir et simplifier la typologie de ces pelouses, en espérant y être parvenu.

Afin d'aider à l'identification de ces pelouses, nous avons mis à jour la clé d'identification concernée dans le Guide des végétations du nord du Massif central de Thébaud et al. en 2014 ([lien de téléchargement](#)).

Classification synsystématique des communautés étudiées

Brometalia erecti W.Koch 1926

Bromenalia erecti Terzi, Di Pietro & Theurillat 2016

Bromion erecti W.Koch 1926

Chamaespargio sagittalis-Agrostienion capillaris Vigo ex J.-M.Royer & Ferrez 2020

Campanulo glomeratae-Phleetum phleoidis Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard & Delcoigne 2014 *stat nov hoc loco*

typicum

gentianetosum cruciatae *stat nov hoc loco*

centaureetosum timballi *ss ass. nov.*

Thesio humifusi-Koelerion pyramidatae J.-M.Royer & Ferrez 2020

Teucrio montani-Bromenion erecti J.-M.Royer in J.-M.Royer et al. 2006

Teucrio chamaedryos-Brometum erecti Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard & Delcoigne 2014

Artemisio albae-Bromenalia erecti Biondi, Ballelli, Allegrezza & Zuccarello 1995

Centaureo stoebes-Koelerion vallesianae J.-M.Royer & Ferrez 2020

Koelerio vallesianae-Helianthemum apennini Luquet 1937 ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard & Delcoigne 2014

typicum

astragaletosum monspeliaca Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard & Delcoigne 2014

artemisietosum campestris *ss ass. nov*

Genisto sagittalis-Helianthemum apennini Billy ex Thébaud, C.Roux, C.-E.Bernard & Delcoigne 2014

typicum

botriochloetosum *ss ass. nov*

Koelerio-Phleonia phleoidis Korneck ex J.-M.Royer 1991

Koelerio-Phleion phleoidis Korneck 1974

Festucenion longifolio-lemanii Loiseau & Felzines 2010

Carlino acanthifoliae-Phleetum phleoidis *ass. nov*

Saxifrago granulatae-Helianthemum nummularii Billy ex Loiseau & Felzines 2010

typicum

phleetosum phleoidis *ss ass. nov*

pulsatilletosum rubrae *ss ass. nov*

Remerciements

Le projet IHMAGES est cofinancé par l'Union européenne et le Fonds National de l'Aménagement et du Développement du Territoire. L'Europe s'engage dans le Massif central avec le fonds européen de développement régional.

Références

- Billy F., 2000. Prairies et pâturages en Basse Auvergne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, NS, **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*. Transl. G.D. Fuller & H.S. Conard. McGraw-Hill, New York, 476 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>
- Dejou J. & Loiseau J.-E., 1983. Observations sur les sols et la composition floristique des pelouses établies sur granites au sud-ouest de Clermont-Ferrand. *Revue de la Société Naturelle d'Auvergne*, **49** : 31-54 + 7 tab. h.t.
- Duvigneaud P., 1946. La variabilité des associations végétales. *Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique*, **78** : 107-134.
- 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, 1984. *Systématique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse de Doctorat, Université de Rouen, Tome 1, 409 p.
- Foucault B. de, 1986. *La phytosociologie sigmatiste : une morpho-physique*. Mémoire Université de Lille (rapport), 147 p.
- Géhu J.-M., 2006. *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*. Édition J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 899 p.
- Géhu J.-M. & Rivas-Martinez S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. *Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde. Syntaxonomie*, J. Cramer, Berlin : 5-33.
- Guinochet M., 1973. *Phytosociologie*. Paris, Masson, 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>
- 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 Ph., 2022. Baseflor, <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>
- Kovach W.L., 2010. MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.2. Kovach Computing Services, Pentraeth, UK, 112 p.
- Le Corguillé L. (Eds.), 2018. *Plan de gestion de l'espace naturel sensible du site des côtes de Clermont-Ferrand, Ville de Clermont-Ferrand*. CEN Auvergne, Riom, 77 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.
- Loiseau J.-E. & Felzines J.-C., 2010. Les groupements du *Koelerio-Phleion* des alluvions de l'Allier et de la Loire (Auvergne, Bourgogne, Centre-France) Apports synsystématiques. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, Nouvelle Série, Tome **40** : 281-350.
- Luquet A., 1937. *Recherches sur la géographie botanique du Massif central - Les colonies xérothermiques de l'Auvergne*. Imprimerie Moderne, Aurillac, 328 p.
- Mazeau B., 2017. ENS du Puy d'Aubière. 2^{ème} Plan de gestion 2018-2022. LPO Auvergne, 140 p.
- Meinard Y., Thébaud G. & Roux C., 2022. Végétations et successions végétales dans les monts du Devès (Haute-Loire, France) : esquisse phytosociologique et symphytosociologique d'un secteur volcanique méconnu. *BIOM*, **3** : 82-102. <https://doi.org/10.52497/biom.v3i1.318>
- Meteociel, https://www.meteociel.fr/obs/clim/cartes_normales_records.php
- 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., 2017. *De la Limagne à la chaîne des Puys - Approche analytique intégrative pour l'étude des végétations actuelles et potentielles en moyenne montagne tempérée*. Thèse d'université, université Clermont auvergne, Éditions Revoir, 339 p. + Annexes.
- Roux C., Thébaud G., Brocard L. & Godot A., 2022. *Évolution de la flore et des habitats naturels du puy de Var ; Étude comparative 2013-2022. Profil socio-écologique temporel (Clermont-Ferrand, 63)*. Université Clermont Auvergne, Rapport d'étude, 31 p.
- Royer J.-M. & Ferrez Y., 2020. Contribution au prodrome des végétations de France : Les *Festuco-Brometea* Braun-Blanq. & Tüxen ex Klika & Hadac 1944. *Documents Phytosociologiques*, **13** : 3-305.
- Salanon R., 1960. *Recherches phytosociologiques et écologiques sur les buttes basaltiques des environs de Montbrison (Loire)*. Diplôme d'études supérieures, Université de Clermont-Ferrand-Faculté des sciences, 130 p.
- 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., 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.
- 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>
- Vanden Berghen C., 1973. *Initiation à l'étude de la végétation*. 2^{ème} édition, Les Naturalistes Belges, Bruxelles, 236 p.

Tableau 2 – Tableau de relevés Localisation des relevés et liste des espèces présentes moins de 3 fois dans le [supplément 1](#).

Alliance		Thesio humifusi-Koelerion pyramidatae																									Centaureo stoebeo-Koelerion vallesianae																																																												Genisto sagittalis-Helianthemum apennini																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Association		Teucrio chamaedryos-Brometum erecti																									Koelerio vallesianae-Helianthemum apenninum																																																												Genisto sagittalis-Helianthemum apennini																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Sous association																											typicum															astragaletosum monepaliaca															artemisietosum campestris										batriochloetosu										typicum																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Groupe		1																									2a															2b															2c										3a										3b																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
N° ordinal		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
N° relevé		M345	M346	M347	M348	M349	M350	M351	M352	M353	M354	M355	M356	M357	M358	M359	M360	M361	M362	M363	M364	M365	M366	M367	M368	M369	M370	M371	M372	M373	M374	M375	M376	M377	M378	M379	M380	M381	M382	M383	M384	M385	M386	M387	M388	M389	M390	M391	M392	M393	M394	M395	M396	M397	M398	M399	M400	M401	M402	M403	M404	M405	M406	M407	M408	M409	M410	M411	M412	M413	M414	M415	M416	M417	M418	M419	M420	M421	M422	M423	M424	M425	M426	M427	M428	M429	M430	M431	M432	M433	M434	M435	M436	M437	M438	M439	M440	M441	M442	M443	M444	M445	M446	M447	M448	M449	M450	M451	M452	M453	M454	M455	M456	M457	M458	M459	M460	M461	M462	M463	M464	M465	M466	M467	M468	M469	M470	M471	M472	M473	M474	M475	M476	M477	M478	M479	M480	M481	M482	M483	M484	M485	M486	M487	M488	M489	M490	M491	M492	M493	M494	M495	M496	M497	M498	M499	M500	M501	M502	M503	M504	M505	M506	M507	M508	M509	M510	M511	M512	M513	M514	M515	M516	M517	M518	M519	M520	M521	M522	M523	M524	M525	M526	M527	M528	M529	M530	M531	M532	M533	M534	M535	M536	M537	M538	M539	M540	M541	M542	M543	M544	M545	M546	M547	M548	M549	M550	M551	M552	M553	M554	M555	M556	M557	M558	M559	M560	M561	M562	M563	M564	M565	M566	M567	M568	M569	M570	M571	M572	M573	M574	M575	M576	M577	M578	M579	M580	M581	M582	M583	M584	M585	M586	M587	M588	M589	M590	M591	M592	M593	M594	M595	M596	M597	M598	M599	M600	M601	M602	M603	M604	M605	M606	M607	M608	M609	M610	M611	M612	M613	M614	M615	M616	M617	M618	M619	M620	M621	M622	M623	M624	M625	M626	M627	M628	M629	M630	M631	M632	M633	M634	M635	M636	M637	M638	M639	M640	M641	M642	M643	M644	M645	M646	M647	M648	M649	M650	M651	M652	M653	M654	M655	M656	M657	M658	M659	M660	M661	M662	M663	M664	M665	M666	M667	M668	M669	M670	M671	M672	M673	M674	M675	M676	M677	M678	M679	M680	M681	M682	M683	M684	M685	M686	M687	M688	M689	M690	M691	M692	M693	M694	M695	M696	M697	M698	M699	M700	M701	M702	M703	M704	M705	M706	M707	M708	M709	M710	M711	M712	M713	M714	M715	M716	M717	M718	M719	M720	M721	M722	M723	M724	M725	M726	M727	M728	M729	M730	M731	M732	M733	M734	M735	M736	M737	M738	M739	M740	M741	M742	M743	M744	M745	M746	M747	M748	M749	M750	M751	M752	M753	M754	M755	M756	M757	M758	M759	M760	M761	M762	M763	M764	M765	M766	M767	M768	M769	M770	M771	M772	M773	M774	M775	M776	M777	M778	M779	M780	M781	M782	M783	M784	M785	M786	M787	M788	M789	M790	M791	M792	M793	M794	M795	M796	M797	M798	M799	M800	M801	M802	M803	M804	M805	M806	M807	M808	M809	M810	M811	M812	M813	M814	M815	M816	M817	M818	M819	M820	M821	M822	M823	M824	M825	M826	M827	M828	M829	M830	M831	M832	M833	M834	M835	M836	M837	M838	M839	M840	M841	M842	M843	M844	M845	M846	M847	M848	M849	M850	M851	M852	M853	M854	M855	M856	M857	M858	M859	M860	M861	M862	M863	M864	M865	M866	M867	M868	M869	M870	M871	M872	M873	M874	M875	M876	M877	M878	M879	M880	M881	M882	M883	M884	M885	M886	M887	M888	M889	M890	M891	M892	M893	M894	M895	M896	M897	M898	M899	M900	M901	M902	M903	M904	M905	M906	M907	M908	M909	M910	M911	M912	M913	M914	M915	M916	M917	M918	M919	M920	M921	M922	M923	M924	M925	M926	M927	M928	M929	M930	M931	M932	M933	M934	M935	M936	M937	M938	M939	M940	M941	M942	M943	M944	M945	M946	M947	M948	M949	M950	M951	M952	M953	M954	M955	M956	M957	M958	M959	M960	M961	M962	M963	M964	M965	M966	M967	M968	M969	M970	M971	M972	M973	M974	M975	M976	M977	M978	M979	M980	M981	M982	M983	M984	M985	M986	M987	M988	M989	M990	M991	M992	M993	M994	M995	M996	M997	M998	M999	M1000
N° relevé		M345	M346	M347	M348	M349	M350	M351	M352	M353	M354	M355	M356	M357	M358	M359	M360	M361	M362	M363	M364	M365	M366	M367	M368	M369	M370	M371	M372	M373	M374	M375	M376	M377	M378	M379	M380	M381	M382	M383	M384	M385	M386	M387	M388	M389	M390	M391	M392	M393	M394	M395	M396	M397	M398	M399	M400	M401	M402	M403	M404	M405	M406	M407	M408	M409	M410	M411	M412	M413	M414	M415	M416	M417	M418	M419	M420	M421	M422	M423	M424	M425	M426	M427	M428	M429	M430	M431	M432	M433	M434	M435	M436	M437	M438	M439	M440	M441	M442	M443	M444	M445	M446	M447	M448	M449	M450	M451	M452	M453	M454	M455	M456	M457	M458	M459	M460	M461	M462	M463	M464	M465	M466	M467	M468	M469	M470	M471	M472	M473	M474	M475	M476	M477	M478	M479	M480	M481	M482	M483	M484	M485	M486	M487	M488	M489	M490	M491	M492	M493	M494	M495	M496	M497	M498	M499	M500	M501	M502	M503	M504	M505	M506	M507	M508	M509	M510	M511	M512	M513	M514	M515	M516	M517	M518	M519	M520	M521	M522	M523	M524	M525	M526	M527	M528	M529	M530	M531	M532	M533	M534	M535	M536	M537	M538	M539	M540	M541	M542	M543	M544	M545	M546	M547	M548	M549	M550	M551	M552	M553	M554	M555	M556	M557	M558	M559	M560	M561	M562	M563	M564	M565	M566	M567	M568	M569	M570	M571	M572	M573	M574	M575	M576	M577	M578	M579	M580	M581	M582	M583	M584	M585	M586	M587	M588	M589	M590	M591	M592	M593	M594	M595	M596	M597	M598	M599	M600	M601	M602	M603	M604	M605	M606	M607	M608	M609	M610	M611	M612	M613	M614	M615	M616	M617	M618	M619	M620	M621	M622	M623	M624	M625	M626	M627	M628	M629	M630	M631	M632	M633	M634	M635	M636	M637	M638	M639	M640	M641	M642	M643	M644	M645	M646	M647	M648	M649	M650	M651	M652	M653	M654	M655	M656	M657	M658	M659	M660	M661	M662	M663	M664	M665	M666	M667	M668	M669	M670	M671	M672	M673	M674	M675	M676	M677	M678	M679	M680	M681	M682	M683	M684	M685	M686	M687	M688	M689	M690	M691	M692	M693	M694	M695	M696	M697	M698	M699	M700	M701	M702	M703	M704	M705	M706	M707	M708	M709	M710	M711	M712	M713	M714	M715	M716	M717	M718	M719	M720	M721	M722	M723	M724	M725	M726	M727	M728	M729	M730	M731	M732	M733	M734	M735	M736	M737	M738	M739	M740	M741	M742	M743	M744	M745	M746	M747	M748	M749	M750	M751	M752	M753	M754	M755	M756	M757	M758	M759	M760	M761	M762	M763	M764	M765	M766	M767	M768	M769	M770	M771	M772	M773	M774	M775	M776	M777	M778	M779	M780	M781	M782	M783	M784	M785	M786	M787	M788	M789	M790	M791	M792	M793	M794	M795	M796	M797	M798	M799	M800	M801	M802	M803	M804	M805	M806	M807	M808	M809	M810	M811	M812	M813	M814	M815	M816	M817	M818	M819	M820	M821	M822	M823	M824	M825	M826	M827	M828	M829	M830	M831	M832	M833	M834	M835	M836	M837	M838	M839	M840	M841	M842	M843	M844	M845	M846	M847	M848	M849	M850	M851	M852	M853	M854	M855	M856	M857	M858	M859	M860	M861	M862	M863	M864	M865	M866	M867	M868	M869	M870	M871	M872	M873	M874	M875	M876	M877	M878	M879	M880	M881	M882	M883	M884	M885	M886	M887	M888	M889	M890	M891	M892	M893	M894	M895	M896	M897	M898	M899	M900	M901	M902	M903	M904	M905	M906	M907	M908	M909	M910	M911	M912	M913	M914	M915	M916	M917	M918	M919	M920	M921	M922	M923	M924	M925	M926	M927	M928	M929	M930	M931	M932	M933	M934	M935	M936	M937	M938	M939	M940	M941	M942	M943	M944	M945	M946	M947	M948	M949	M950	M951	M952	M953	M954	M955	M956	M957	M958	M959	M960	M961	M962	M963	M964	M965	M966	M967	M968	M969	M970	M971	M972	M973	M974	M975	M976	M977	M978	M979	M980	M981	M982	M983	M984	M985	M986	M987	M988	M989	M990	M991	M992	M993	M994	M995	M996	M997	M998	M999	M1000
Holotypus																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Ophrys aranifera	GTD I	++	+																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

[illegible]

[illegible]

32

[illegible]

N° ordinal	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	1	2a	2b	2c	3a	3b	4	5a	5b	5c	6a	6b	6c																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<i>Myosotis discolor</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														