

1 - 2020



BIOM

Revue scientifique pour la biodiversité
du Massif central



**Contribution à la connaissance de l'étage subalpin dans le massif du
mont Aigoual (Gard, Lozère) : synthèse bibliographique, délimitation,
caractérisation floristique, et comparaison à l'échelle du Massif central**

Kluszczewski et al. / BIOM 1 (2020) : 49-68

Contribution à la connaissance de l'étage subalpin dans le massif du mont Aigoual (Gard, Lozère) : synthèse bibliographique, délimitation, caractérisation floristique, et comparaison à l'échelle du Massif central

Kluszczewski Mario¹, Pouget Léa², Lecoq Mathis², Oudot Maxime²,
Gautier Kélian² & Bossaert Mathieu¹

¹ Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, Immeuble Le Thèbes, 26, allée de Mycènes, 34000 Montpellier, France
- mario.kluszczewski@cenlr.org

² Institut pour la Gestion et la Protection de la Nature, 13, rue du Carré du Roi, 34000 Montpellier, France

Soumis le 21 janvier 2020
Accepté le 17 mars 2020
Publié le 17 juin 2020

Mots-clés
Mont Aigoual
Massif central
Cévennes
Étage subalpin
Hêtraies subalpines
Anorophytes

Keywords
Mont Aigoual
Massif central
Cévennes
Subalpine belt
Subalpine beech forests
Anorophytes

Résumé

Après une synthèse bibliographique globale sur l'étage subalpin, notre travail dresse un inventaire inédit de la flore et la végétation sommitale du massif du mont Aigoual (Gard, Lozère) : au cours de plusieurs années de prospections, un nombre important d'observations floristiques récentes ont été renseignées au sein d'une base de données. Ces données concernent l'ensemble des espèces végétales considérées comme typiques des habitats d'altitude du Massif central, notamment les hêtraies et les mosaïques de pelouses et landes sommitales. Les données ainsi produites nous ont permis, dans un premier temps, de délimiter de façon précise l'étage subalpin sur le massif de l'Aigoual. Nous avons également cartographié l'habitat d'intérêt communautaire « 9140 hêtraies subalpines ». Cet habitat à fort enjeu de conservation n'avait pas encore été inventorié sur ce massif, malgré sa situation en zone cœur du Parc national des Cévennes et en site Natura 2000.

Nous avons ensuite mis en évidence 27 espèces de flore vasculaire liées à l'étage subalpin du massif. Ce cortège d'anorophytes est comparé à ceux décrits sur les autres montagnes du Massif central.

Il est finalement démontré que le massif du mont Aigoual porte une forte responsabilité de conservation pour 7 espèces d'anorophytes à l'échelle du Massif central.

L'ensemble des données produites sont versées au SINP, et pourront servir comme base de référence pour le suivi de l'impact du changement climatique.

Abstract

After a global bibliographical review on the subalpine belt, our work draws up an unpublished synthesis on the flora and vegetation of the higher part of the mont Aigoual massif (Gard, Lozère): during several years of prospecting, a large number of recent floristic observations have been entered into a database. These data concern all plant species considered typical of the altitude habitats of the Massif central, notably beech woods and mosaics of lawns and heathlands at the top. The data thus produced enabled us, initially, to delimit precisely the subalpine belt on the Aigoual massif and to map the habitat of community interest «9140 subalpine beech forests». This habitat with a high conservation value had not yet been inventoried on this massif, despite its location in the heart of the Cévennes National Park and a Natura 2000 site.

We then highlighted 27 species of vascular flora linked to the subalpine belt of the massif. This cortège of anorophytes is compared to those described on the other mountains of the Massif central.

It is finally demonstrated that the mont Aigoual massif bears a strong conservation responsibility for 7 anorophytes at the scale of the Massif central.

All of the data produced are fed into the SINP, and can be used as a baseline for monitoring the impact of climate change.

Hommage

Une partie des résultats détaillés ci-dessous ont fait l'objet d'une présentation orale lors du Colloque international en hommage au Prof. Pierre Dupont intitulé « La cartographie de la flore, un outil au service des politiques publiques de la biodiversité » qui s'est tenu les 7 et 8 juin 2019 à l'Université de Nantes.

Introduction

Culminant à 1567 m, le mont Aigoual fait partie des onze montagnes les plus élevées du Massif central français (Fig. 1). Avec son sommet bien visible depuis Montpellier, et situé à seulement 50 km à vol d'oiseau au nord de cette ville, ce massif attire les médecins-botanistes héraultais depuis le XVI^e siècle (Braun-Blanquet 1933 : 5). Le mont Aigoual est internationalement connu depuis la thèse fondatrice de la phytosociologie soutenue en 1915 par Josias Braun. Plus tard, ce même auteur a publié un catalogue floristique du massif (Braun-Blanquet 1933). Cet inventaire très abouti synthétisait les résultats des connaissances acquises par de nombreux botanistes, parmi lesquels figurent bon nombre de noms illustres tels que Gaspard Bauhin, Joachim Burser, Pierre Magnol, Pierre De Pouzol, Henri Loret, Hippolyte Coste et Charles Flahault.

Depuis la création du Parc national des Cévennes, cet inventaire floristique a fait l'objet de mises à jour (Jestin & Rousselle 1997) et de compléments (e.g. Kluszczewski 2000, 2010). Toutefois, les zones sommitales du massif n'ont jusqu'alors fait l'objet d'aucune étude détaillée, malgré leur intérêt biogéographique avéré (Braun-Blanquet 1933 ; Lasmer & Kluszczewski 2012). Afin de combler cette lacune, et en vue d'acquiescer des données précises exploitables par rapport au changement climatique en cours, quatre stages de BTS Gestion et protection de la Nature ont été proposés. Ces stages ont été scientifiquement encadrés par le Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon (CEN L-R) et administrativement accueillis par l'Office national des Forêts (ONF), Direction territoriale de Méditerranée. Le présent travail résume les résultats de ces stages (Gautier 2018 ; Pouget 2018 ; Lecoq & Oudot 2019), et les connaissances acquises par le premier auteur depuis son travail de fin d'études réalisé sur l'ensemble du massif de l'Aigoual (Kluszczewski 1998).

La notion d'étage subalpin à travers les siècles

Préambule

« Les termes techniques sont des expressions ésotériques, celles-ci sont aussi bien pratiques qu'efficaces quand elles sont correctement utilisées. » D. Löve (1970 : 63)

Cette introduction à un article scientifique a de quoi interpeller. L'auteur y vise une synthèse de l'utilisation des termes « subarctique » et « subalpin », à l'échelle mondiale. Dès l'introduction, Löve déplore : « Il est triste de constater que règne une confusion considérable, et qu'il est presque nécessaire de connaître le lieu géographique et l'« école » qui mène la discussion pour rendre sensé le chaos et les malentendus ». La situation ainsi décrite par cet article rédigé en Amérique du Nord correspond

parfaitement aux discussions menées depuis plus d'un siècle au sujet de l'étage subalpin dans le Massif central français. Pour cette raison, et avant d'évoquer nos propres recherches sur le mont Aigoual, il nous paraît indispensable de dresser un aperçu historique des perceptions et interprétations des différents auteurs au sujet des sommets non boisés du Massif central. Cette analyse nous permettra de conclure la partie introductive par une définition actualisée du terme « subalpin ».

Les origines

En Europe, les références bibliographiques traitant des étages de végétation parmi lesquels l'étage subalpin sont pléthore. En revanche, pour une personne qui s'intéresse à l'origine historique de ce terme, la désillusion est sans appel : à notre connaissance, aucun des auteurs du XX^e siècle ne cite un article ou un ouvrage de référence comprenant la définition originelle de ce terme technique (voir aussi Dierschke 2009). C'est encore à Löve (1970 : 64) que nous devons cette connaissance : le terme *Montes subalpini* apparaît pour la première fois dans *Flora Lapponica*, œuvre magistrale du fameux botaniste suédois Georg Wahlenberg (1812 : XXXI). L'étage subalpin y est décrit de façon générale, non seulement à travers les arbres au port rabougré, mais aussi en citant des espèces végétales caractéristiques de cet étage, telles que *Juncus trifidus*, *Luzula spicata* et *Lycopodium alpinum*, entre autres.

Charles Flahault, botaniste passionné de reboisements

Löve (1970 : 65) met en lumière l'influence des pères et fils De Candolle sur les auteurs européens du XIX^e siècle : ces deux botanistes (franco-)suisse ont décrit l'étage subalpin comme l'espace compris entre les forêts de conifères d'altitude et les zones avec *krummholz* (arbres rabougrés et tortueux). À la fin du XIX^e siècle rentre en scène Charles Flahault, professeur de botanique à Montpellier, en décrétant sans citer de référence : « La zone subalpine n'est représentée autour du bassin méditerranéen que dans les Pyrénées et les Alpes-Maritimes, où elle s'étend entre 1800 et 2200 mètres environ » (Flahault 1893 : XXXVIII).

Quelques années plus tard, dans son article de 1901 sur « les limites supérieures de la végétation forestière et les prairies pseudoalpines en France », cet auteur déclare notamment que « la zone subalpine est caractérisée dans nos montagnes de France par les associations naturelles dont le Pin de montagne, l'Épicéa, le Mélèze et le Pin Cembro constituent les termes principaux » (p. 401) et que « la zone subalpine n'existe pas dans les Albères, dans les Corbières, la Montagne Noire, les Cévennes et les Vosges [...] » (p. 424), toujours sans citer de sources. Pour comprendre les raisons qui mènent Flahault à ces conclusions, il convient de citer le dernier paragraphe de son article, où il s'adresse directement aux forestiers (p. 438) : « Je devrais ne pas oublier tant de bons serviteurs, gardes et brigadiers, fidèles à leur poste de combat, luttant avec confiance contre la nature révoltée [...] ». Flahault considère l'ensemble des sommets du Massif central comme appartenant à l'étage du Hêtre, dénudés par l'homme et ses troupeaux et par conséquent à reboiser : « Les prairies supérieures de l'Aigoual ne sont donc alpines qu'en apparence, parce qu'elles tiennent la place d'une végétation forestière disparue. Ce sont des prairies pseudo-alpines sur lesquelles l'action du forestier ne rencontre pas de difficultés insurmontables » (p. 428). Flahault

Altitude (IGN BD Alti)

au-dessus de 1400 m (448 km²)

entre 500 et 1400 m (44023 km²)

Fonds Stamen "terrain" et OpenTopoMap

0 25 50 km

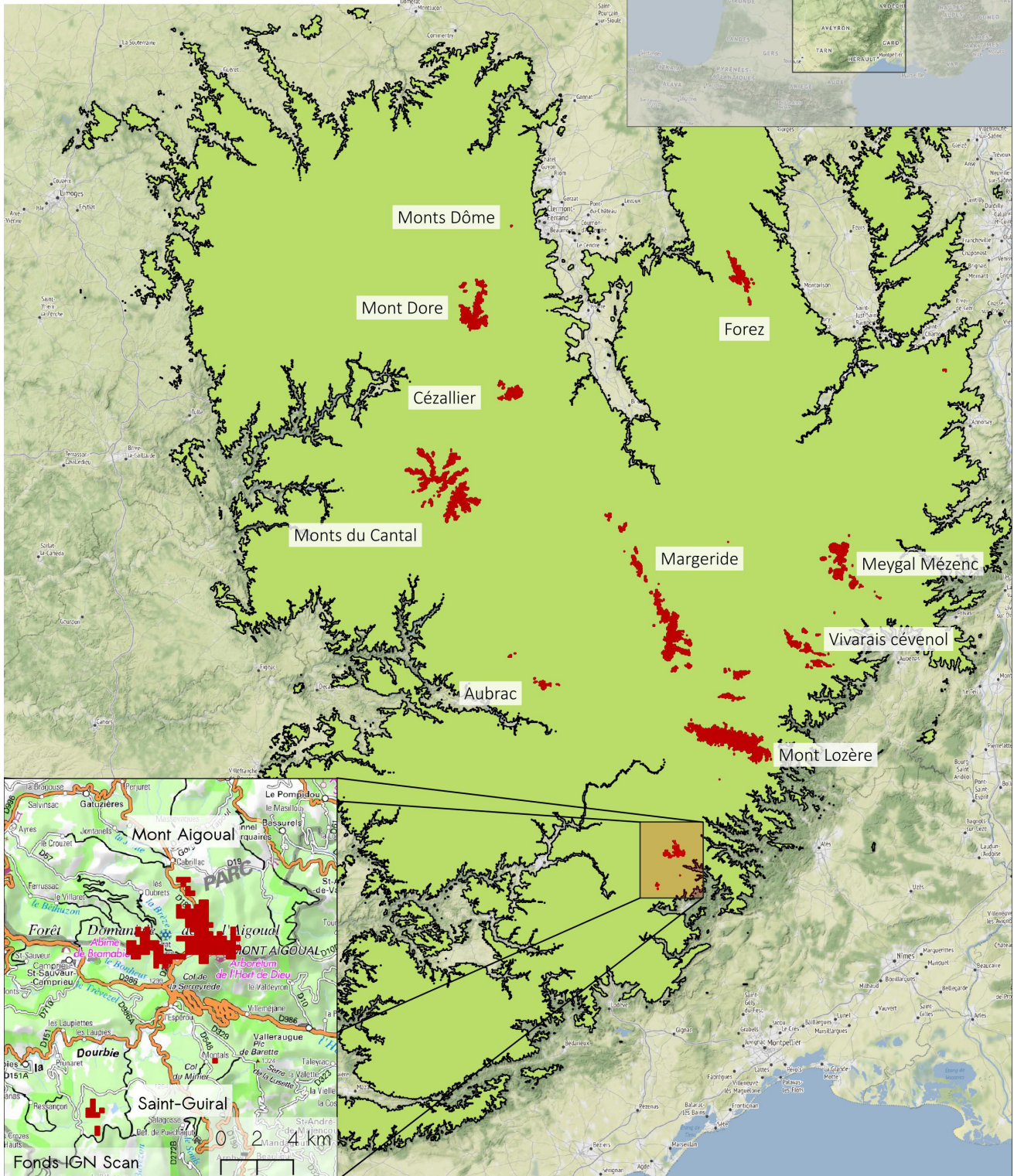
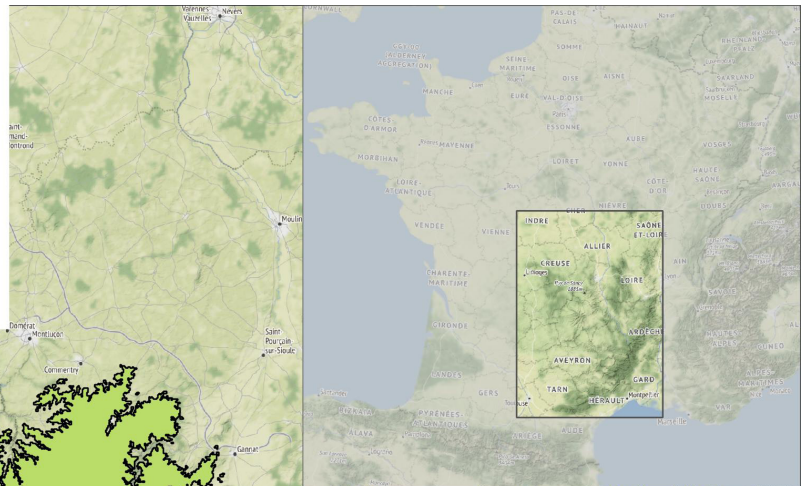
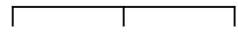


Figure 1 – Montagnes du Massif central français dépassant les 1400 m d'altitude (Données source : IGN, BD Alti, pixel de 250 m ; toponymie d'après Antonetti et al. 2006).

évoque par ailleurs « la découverte faite par les forestiers [...] de fortes souches de hêtres au voisinage du sommet » (p. 427). Cette « découverte » marquera les esprits à tel point qu'elle restera jusqu'à nos jours un argument récurrent des botanistes montpelliérains contre l'existence d'un étage subalpin sur l'Aigoual.

Josias Braun(-Blanquet) : le début des clivages

Dans ce contexte historiquement chargé, le point de vue du disciple le plus fameux du professeur Flahault devient particulièrement intéressant : dans sa célèbre thèse sur la végétation du mont Aigoual publiée en 1915, Josias Braun(-Blanquet) décrit l'étage sommital ainsi : « Sur les sommets les plus élevés la végétation arbustive fait complètement défaut et les plantations exécutées depuis 40 ans y donnent de piètres résultats » (Braun 1915 : 39). Concernant l'origine des milieux non boisés du sommet, il conclut (p. 102) : « Nous sommes d'ailleurs amenés à croire que la crête principale de l'Aigoual a constitué de tout temps un îlot dépourvu de végétation arborescente sous l'action des vents violents empêchant le développement des arbres » (voir aussi Braun-Blanquet 1933 : 40). Ainsi, l'interprétation de l'étage sommital de l'Aigoual par Braun-Blanquet diffère sensiblement de celle de son maître de thèse. Ce clivage montpelliérain traversera comme un fil rouge les descriptions de la végétation du Massif central du XX^e siècle.

C'est Braun-Blanquet lui-même qui, quelques années plus tard, introduit du flou dans les descriptions d'étages de végétation et leurs cortèges floristiques caractéristiques, puisqu'il utilise le terme étage *subalpin* comme équivalent à l'étage montagnard (Braun-Blanquet 1923 : 176). Contrairement à Flahault, il accepte l'existence dans le Massif central d'une limite naturelle supérieure de la forêt et situe celle-ci vers 1500 mètres, mais il désigne l'étage situé au-dessus de cette limite comme alpin (Braun-Blanquet 1926 : 29, 181).

Les auteurs auvergnats

À la même époque dans les monts Dore, Luquet (1926 : 557) suit les définitions de Flahault (1901) et Braun-Blanquet (1926) : il définit l'étage subalpin comme étage du Hêtre et l'étage supérieur comme alpin. Ce flou terminologique est enfin résolu par Rioux & Quézel (1950 : 5) dans un travail sur les monts du Cantal. Pour ces auteurs, « l'étage subalpin, d'où n'est pas à priori exclu le sapin, s'étend depuis 1500 m jusqu'aux sommets ». Dans la seconde partie de leur travail, ils décrivent des Pins à crochets comme des « vestiges de l'ancienne forêt où comme dans les Alpes il occupait l'horizon asylvatique supérieur » (Quézel & Rioux 1954 : 349). Ils précisent toutefois que « des prairies subalpines ont sans doute primitivement occupé la totalité de la zone asylvatique » (Quézel & Rioux 1954 : 372). Leurs indications oscillent selon les paragraphes entre 1500 et 1600 m pour l'« horizon subalpin ». Les auteurs plus récents abandonnent l'hypothèse de Flahault au sujet des sommets anciennement boisés par le Hêtre et décrivent l'étage subalpin des sommets auvergnats notamment à travers la structure et la composition floristique des associations végétales qui le caractérisent (e.g. Thébaud et al. 1992 ; Michalet & Philippe 1996 ; Thébaud 2004 ; Roux 2017). Ils en déduisent même une différenciation, pour les massifs les plus hauts, monts Dore et Cantal notamment : un sous-étage subalpin inférieur, pénétré de

taxons d'ourlets et de lisières et un sous-étage subalpin supérieur, où apparaît un lot important d'orophytes strictement asylvatiques (Thébaud 1988 ; Coquillard et al. 1994 ; Michalet & Philippe 1994, 1996 ; Thébaud & Roux 2018). L'Atlas de la Flore d'Auvergne propose la synthèse suivante : « Au-dessus de 1400 m, l'étage subalpin présente en Auvergne l'originalité de n'être pas arboré comme dans les Alpes (Épicéa, Mélèze) ou les Pyrénées (Pin à crochets). En lieu et place de la forêt de conifères subalpine, les hautes terres auvergnates, qui culminent entre 1500 et 1885 m, portent des formations rases, herbacées (pelouses à Nard) ou buissonnantes (landes à éricacées), où s'aventurent quelques arbres pionniers (sorbiers, pins, bouleaux) » (Antonetti et al. 2006 : 29).

Les sommets cévenols : un débat sans fin ?

La discussion sur le passé boisé ou non des sommets cévenols a pris source en ces lieux et y perdure toujours, et ce malgré des avancées considérables et indéniables en termes de connaissances notamment pédologiques. La référence la plus intéressante à ce titre est celle de Lemée (1950) qui analyse le profil singulier du substrat sommital du mont Aigoual. Lemée décrit le profil analysé ainsi : « Ce sol est très riche en débris végétaux parmi lesquels on reconnaît de nombreux pollens. Ces derniers étaient assez bien conservés pour nous permettre d'établir un diagramme pollinique qui a le double intérêt, phytogéographique et pédologique, de présenter un tableau de l'histoire forestière de l'Aigoual depuis le début de l'édification du sol et de dater les phases de cette édification. » Ses analyses pollinique et pédologique l'amènent à la conclusion suivante (p. 181) : « Cette régularité de l'édification est l'indice de la constance des conditions du milieu qui ont régné au sommet de l'Aigoual depuis 8000 ans : végétation herbacée primitive, absence constante d'arbres, température moyenne faible... ». Fort de ces constats, Lemée conclut : « Aux arguments floristiques et pédologiques, l'analyse pollinique ajoute des arguments en faveur de l'absence primitive de la forêt au sommet de l'Aigoual... ».

Par la suite, Carbiener (1963) propose pour ces sols typiques de l'étage subalpin le terme «ranker cryptopodzolique», aujourd'hui nommé «podzosol humique» dans le référentiel pédologique de l'Association française pour l'étude des sols (Baize & Girard 2008). Ce type pédologique est par ailleurs également cité par Thébaud (1988) dans les monts du Forez et Legros (2007) sur les sommets du Massif central.

Lossaint et al. (1974 : 226) dressent un schéma précis de la répartition altitudinale de ces rankers cryptopodzoliques dans le massif de l'Aigoual. Ce schéma indique leur présence à partir de 1350 m d'altitude sur versant nord, et à partir de 1450 m sur versant sud. Vu la pertinence de ces résultats, il est dommage de constater que l'article de Lemée n'ait fait l'objet d'aucune citation de la part de botanistes ou pédologues montpelliérains. La publication était pourtant connue, elle a par exemple fait l'objet d'une note bibliographique par Marres (1949).

Dès les années 1960, certaines publications détaillées et bien documentées font état de conditions stationnelles typiquement subalpines sur les sommets cévenols. Rol (1953 : 41) par exemple exprime son point de vue de forestier : « Le sommet du Grand

Aigoual, au-dessus de 1.450 ou 1.500 m, est occupé par une pelouse pseudo-alpine, certainement primitive et dont l'existence est liée à l'extrême violence des vents à cette altitude, empêchant le développement de tous végétaux ligneux ». En 1968, Bresoles publie une première cartographie détaillée de la végétation du mont Lozère. Il attribue l'ensemble de la crête du massif au-dessus de 1400 m environ à la « série subalpine du Génévrier nain ».

Rousvoal (1973) ajoute des arguments climatologiques à ces interprétations, en définissant 4 classes thermiques en Cévennes. Le sommet de l'Aigoual est classé en « climat microthermique à été frais très court, à hiver très froid », tout comme les parties élevées du massif du mont Lozère et celles du mont Mézenc (carte 2 Rousvoal 1973).

En dépit de ces publications récentes et précises, Ozenda (1975 : 9) revient dans un premier temps sur l'avis initial de Flahault : « Dans la bordure Sud du Massif central français, l'étagement est plus simple que dans les Pyrénées orientales, car l'altitude ne permet pas la présence des étages subalpin et alpin ». Dix ans plus tard, dans son œuvre magistrale sur la végétation de la chaîne alpine, il modifie toutefois son point de vue en proposant une définition ajustée de l'étage subalpin. Il est d'ailleurs à souligner que cette définition n'évoque pas les grands résineux (Sapin, Épicéa, Mélèze...) si souvent cités : « L'étage subalpin peut être défini [...] comme l'espace compris entre d'une part la limite supérieure du Hêtre (et en zone intra-alpine, où le Hêtre manque, celle du Pin sylvestre), d'autre part la limite supérieure potentielle de la végétation ligneuse considérée [...] comme base de l'étage alpin » (Ozenda 1985 : 197). En 1987, il conclut : « Dans le Massif central, la limite supérieure de l'étage montagnard, formée par la Hêtraie et plus localement par des sapinières, a été abaissée par des pâturages et se situe aux environs de 1400 m » (Ozenda & Lucas 1987 : 75 ; voir aussi Ozenda 2002 : 32).

Au vu de ces avancées notables, on aurait pu s'attendre à une cartographie sans ambiguïté des étages de végétation du Languedoc-Roussillon (Godron 1988), or ce n'est pas le cas. L'auteur décrit l'étage subalpin ainsi : « La limite inférieure de l'étage subalpin est comprise entre 1500 et 1800 mètres. C'est pourquoi il n'est bien développé, en Languedoc, que dans les Pyrénées-Orientales » Godron (1988 : 20). Il signale ensuite, comme « témoignage contradictoire du passé », la fameuse vieille souche déjà citée par Flahault (1901) trouvée « en creusant les fondations de l'observatoire de l'Aigoual ». La carte des étages alors produite affiche la crête du mont Lozère en « subalpin », et celle du mont Aigoual en « montagnard moyen et inférieur ». Après avoir discuté l'appartenance du sommet de l'Aigoual à l'étage subalpin, ce choix apparaît comme erroné.

Cette carte de Godron, y compris son arbitrage sur le subalpin à l'Aigoual, se retrouve dans les ouvrages les plus récents du Parc national des Cévennes (Crosnier et al. 2014 : 19). Pourtant, le parc assure dès la fin des années 90 la maîtrise d'ouvrage pour la réalisation d'une typologie forestière sur les parties élevées de ses massifs. Dans une pré-étude pour cette typologie, Thomas et al. (1999 : 36) suivent la terminologie de Godron au sujet des étages mais constatent : « Ce schéma [subalpin] est essentiellement développé sur le sommet du mont Lozère, mais certains de ces éléments se retrouvent sur les sommets du mont Aigoual, bien

que ceux-ci ne soient généralement pas considérés comme appartenant au subalpin ». Plus tard, l'auteur de la typologie validée poursuit cet argumentaire : « Dans les conditions les plus exposées au froid et au vent (crêtes), la forêt ne peut plus s'installer du fait de conditions climatiques trop défavorables. La végétation correspond alors à une lande que caractérise la série du Génévrier nain. [...] L'étage subalpin se limite aux croupes sommitales du mont Lozère et, localement, sur celles de l'Aigoual » (Boissier 2002, 2007).

Ces travaux locaux et récents ne sont pas cités par Mathez & Molina (2011 : 4) dans leur texte rédigé pour le compte du CSRPN-LR sur les étages de végétation dans les ZNIEFF du Languedoc-Roussillon. Ces auteurs reprennent la définition d'origine pyrénéenne et statuent : « l'étage subalpin s'étend de 1700 à 2200 m. [...] On le trouve également sur les parties sommitales du mont Lozère où il est représenté par des landes subalpines à Génévrier nain. À noter : on a souvent parlé d'un étage subalpin sur le sommet de l'Aigoual, tout au plus peut-on qualifier les landes et pelouses de la partie sommitale de l'Aigoual (c. 1600 m.) de « pseudoalpines », mais nullement de subalpines ». Cet avis a été récemment commenté par Mathez (2017) : « Je pense que l'école universitaire montpelliéraine (Emberger, Nozeran, Sauvage...) a conservé et transmis en les modernisant dans ses enseignements de terrain les conclusions de Flahault (1901 : en particulier 399-400) en considérant que l'étage subalpin est absent du sommet de l'Aigoual. Les raisons de cette interprétation méritaient d'être précisées, discutées, voire nuancées [...] ».

L'apport des données climatologiques

Il est intéressant de noter que plusieurs chercheurs en écologie des groupements, aussi bien végétaux que faunistiques, ont tenté de définir les étages de végétation à travers certaines données climatologiques (Rivas-Martínez 1981 ; Géhu et al. 1984 ; Defaut 1996 ; Julve 1999). Les variables retenues ne sont pas identiques selon les auteurs, une comparaison détaillée n'est donc pas possible dans le cadre du présent travail. Il est toutefois possible de comparer les résultats obtenus pour le sommet du mont Aigoual : notamment la variable « température moyenne annuelle » de 4,7°C indiquée par Météo France (1997) correspond au critère (boréo-)subalpin des quatre travaux cités.

Conclusion : l'étage subalpin sur le mont Aigoual

Avant de conclure, nous pouvons d'abord souligner l'exploit de Flahault qui, sans avoir publié d'étude détaillée de la flore ou de la végétation de la région, a réussi à transmettre à plusieurs générations de botanistes montpelliérains un avis qui reposait probablement sur son envie de participer au reboisement d'un massif fortement dénudé par l'action séculaire de l'homme et ses troupeaux.

Ensuite, il convient de retenir une définition sans ambiguïté de l'étage subalpin. Il nous paraît plus que logique de retenir la définition de Löve (1970 : 69) proposée pour une validité à l'échelle mondiale : « L'étage subalpin est l'étage naturel situé sous l'étage sans arbres, avec comme limite inférieure la forêt montagnarde dense et comme limite supérieure celle des arbres [treeline] ».

À noter que cette définition est parfaitement équivalente à celle donnée par Dupias (1985 : 141) pour la chaîne des Pyrénées : « L'étage subalpin des Pyrénées s'étend, selon H. Gaussen, entre la limite supérieure des forêts denses (essentiellement ici les hêtraies) et la limite supérieure des arbres ».

Il est finalement important de signaler un complément de définition apporté par Löve (1970 : 68) : « La limite inférieure du subalpin se situe là où les troncs et houppiers des arbres commencent à être bien développés, avec un recouvrement au sol de plus de 50 %, et avec un sous-bois constitué d'espèces herbacées et arbustives typiques de communautés forestières et une faune également typique de conditions forestières ». Parmi ces éléments, le développement des troncs et houppiers nous paraît le plus facile à observer sur le terrain.

Compte-tenu des arguments pédologiques, palynologiques et climatologiques étayés ci-dessus, et en appliquant la définition de Löve sur le massif de l'Aigoual, la présence d'un étage subalpin n'y fait aucun doute. Par la suite sont exposés les résultats de nos recherches visant la délimitation et la caractérisation floristique de cet étage.



Photo 1 – Hêtres en limite de l'étage subalpin impactés par le froid, potentiellement des gelées tardives (sommet de l'Aigoual, 01 juin 2018, photo M. Kluszczewski).

Étude de l'étage subalpin du mont Aigoual

Méthodes

Nous avons parcouru l'ensemble des zones du massif dépassant 1200 m d'altitude afin d'y récolter deux types de données :

- Type 1 : hêtres à port tortueux voire rabougré, et n'ayant pas développé de tronc unique et droit ;
- Type 2 : espèces de plantes vasculaires potentiellement liées aux parties sommitales du massif.

L'ensemble des données d'observation ont été pointées par GPS et sont versées au Système d'Informations du CEN L-R. Au total, plus de 5200 données ont été produites et analysées. Le CEN L-R étant adhérent au Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP), les données contenues dans ses bases sont régulièrement versées au SINP national. Nous avons

également intégré les données SINP déjà disponibles, mais assez peu nombreuses (SINP 2018).

Nous avons visé un inventaire proche de l'exhaustif, en réalisant des pointages tous les 10 mètres si besoin. Chaque point « espèce » est accompagné non seulement des données de référence habituelles (référentiel, date, observateur, etc.), mais aussi d'une valeur « effectif observé » (Tab. 1). Les données ainsi obtenues permettent une cartographie de chaque élément (taxons et habitats) sous forme de nuages de points. Ce type de représentation reflète la réalité terrain de manière très précise.

Tableau 1 – Codes terrain utilisées lors des pointages, et correspondances en termes d'effectifs et de superficies.

Code terrain	Effectif observé
A	< 10 pieds
B	11 à 100 pieds
C	101 à 1000 pieds
D	> 1000 pieds

Résultats

Délimitation de l'étage subalpin

Suivant la définition de Löve (1970) et notre choix d'éléments facilement observables à relever sur le terrain, l'étage subalpin peut être délimité en localisant les forêts d'altitude, aux troncs non droits et peu développés. Ce port caractéristique des arbres à l'étage subalpin est souvent signalé. Ozenda (1985 : 201) par exemple écrit : « Ces conditions de milieu déterminent des morphoses particulières (arbres « rabougrés », « Kümmerformen ») ». Braun (1915 : 101) décrit leur forme extrême observée à certains points sur l'Aigoual : « Sur les crêtes battues par le vent du nord-ouest le mode de croissance des hêtres ressemble beaucoup à celui du pin rampant des Alpes orientales. De vieux troncs tordus et nouveaux étalent leurs branches rampantes, s'entrelacent, formant un taillis inextricable. En quelques points très exposés leur hauteur dépasse à peine la taille de l'homme ».

La limite inférieure de l'étage subalpin a été dressée à partir des données de type 1. Les polygones ont été dessinés en reliant les points aux altitudes les plus faibles possibles. L'analyse de la position altitudinale des polygones a été réalisée via une extraction des valeurs pour chaque nœud sous système d'informations géographiques.

La figure 2 présente les résultats à l'échelle du massif de l'Aigoual. Quatre secteurs ont été identifiés, représentant au total 261 hectares d'étage subalpin :

- Grand Aigoual : 218 hectares
- Saint-Guiral/Les Trois Quilles : 14 hectares
- Col de Faubel : 19 hectares
- Montagne du Lingas : 10 hectares

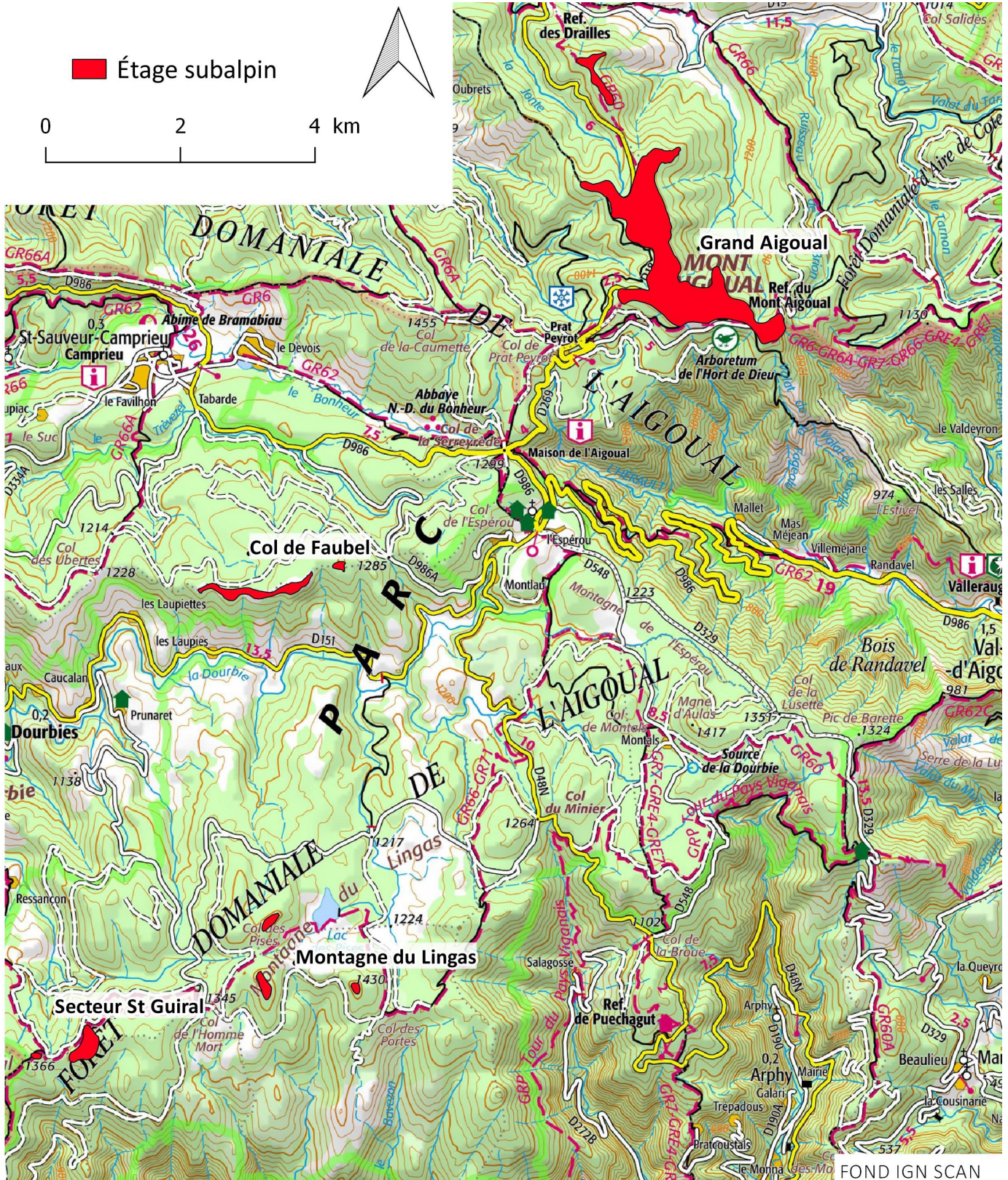


Figure 2 – Secteurs avec étage subalpin identifiés dans le massif de l'Aigoual (en rouge).

La figure 3 illustre les altitudes observées pour la limite inférieure de l'étage subalpin dans les quatre secteurs. À l'échelle du massif, les valeurs varient entre 1310 et 1540 m, avec une médiane à 1460 m.

Une fois cette valeur obtenue, il nous a paru pertinent de la comparer à l'ensemble des altitudes données en littérature à l'échelle du Massif central (Fig. 4). Les valeurs indiquées oscillent entre 1250 m (monts Dôme) et 1520 m (mont Aigoual), avec une médiane à 1455 m. Fait déjà connu, ces altitudes sont assez largement inférieures à celles indiquées pour les Pyrénées et les Alpes. Il est toutefois important de souligner que les limites inférieures de l'étage subalpin mentionnées par les auteurs ne découlent pas d'une méthodologie homogène, elles ne sont donc pas toujours comparables.

Contribution à la connaissance des hêtraies sommitales

Il est dans ce contexte pertinent de s'intéresser à l'habitat d'intérêt communautaire « 9140 - Hêtraies subalpines ». Le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (Commission européenne 1999) définit cet habitat d'intérêt communautaire de la manière suivante : « Bois à *Fagus sylvatica* généralement composés d'arbres bas, bas-branchus, avec beaucoup d'érables (*Acer pseudoplatanus*), formant la limite altitudinale des forêts dans les basses montagnes à climat océanique de l'Europe occidentale, du centre et du nord de l'Europe centrale. La strate herbacée est similaire à celle de 9130 ou, localement, de 9110, et inclut des éléments des pelouses ouvertes adjacentes. » Les seules espèces végétales indiquées comme caractéristiques de cet habitat sont *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus* et *Rumex arifolius*.

Les cahiers d'habitats Natura 2000 (Bensettiti et al. 2001) apportent de nombreuses précisions : « Il s'agit de "hêtraies" généralement en situation sommitale, sur les montagnes moyennement élevées, installées sur de nombreux types de sols (acides ou calcaires) à l'étage subalpin [...] Ce type d'habitat se rencontre sur les sommets des ballons des Vosges, sur la haute chaîne jurassienne, dans les Préalpes calcaires du nord des Alpes, sur les sommets du Massif central (et des Cévennes) et sur quelques massifs de la chaîne pyrénéenne. » La fiche 3 de l'habitat décline la variante géographique des « Hêtraies subalpines à Érable et Oseille à feuilles d'Arum du Massif central et des Pyrénées ».

Cette fiche décrit notamment les variations de l'habitat selon l'altitude, avec une forme du montagnard supérieur, sur ubac, en dépression froide avec des arbres de 18 à 20 m, ainsi qu'une forme du subalpin inférieur avec des arbres de plus en plus courts et une plus grande richesse en espèces de mégaphorbiaies. Il est

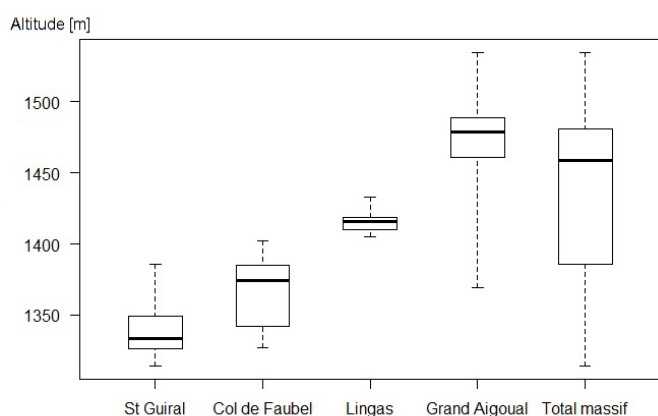


Figure 3 – Diagrammes en boîtes de la limite inférieure de l'étage subalpin observée dans les différents secteurs (valeurs minimales, maximales, quartiles et médianes).

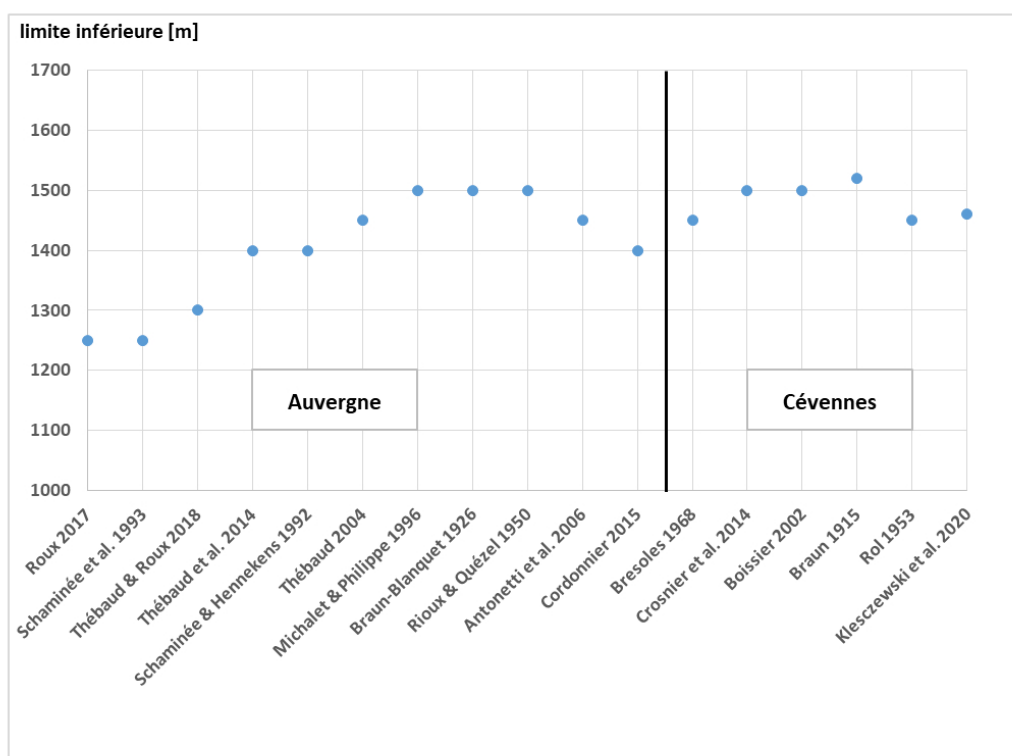


Figure 4 – Comparaison des valeurs de limite inférieure de l'étage subalpin indiquées dans le Massif central. Les références bibliographiques sont classées du nord au sud.

par conséquent à souligner que l'habitat d'intérêt communautaire « 9140 - Hêtraies subalpines » possède une variante sur ubac qui appartient à l'étage montagnard supérieur. Les cahiers d'habitats évoquent d'autres variantes selon le bilan hydrique lié à la position topographique, comme une variante de ravins, offrant une forte humidité atmosphérique permanente, et de ce fait très riche en hautes herbes (*Ail victorial*, *Adénostyle*...), ou encore une variante plus mésophile sur plateaux et pentes, en conditions moyennes dépourvue de ces espèces. Cet habitat forestier très particulier a fait l'objet d'une étude détaillée en Auvergne (Seytre 2008). L'auteur y adopte toutefois une position nettement plus restreinte que celle des Cahiers d'habitats : Il choisit « de prendre en compte uniquement les individus de hêtraies dont le tapis herbacé est suffisamment pourvu en espèces de mégaphorbiaies (*Cacalia* [= *Adenostyles*] *alliariae*, *Allium victorialis* notamment) ».

L'habitat d'intérêt communautaire 9140 a été signalé par Rameau (1996 : 37) sur les deux grands massifs du Parc national des Cévennes sous l'intitulé « Hêtraies, sapinières-hêtraies subalpines des sommets de l'Aigoual et du Lozère ». Il n'a toutefois pas fait l'objet d'inventaire ou de cartographie dans le cadre du site Natura 2000 de l'Aigoual-Lingas (Duguépéroux 1997) ou de l'activité du Parc national (comm. pers. F. Duguépéroux 2018).

Nos données nous amènent à considérer deux variantes de l'habitat 9140 sur le massif de l'Aigoual :

- Variante avec *Ail victorial* et espèces de mégaphorbiaies dont *Adénostyle* : secteurs du sommet et Saint-Guiral/Trois Quilles - superficie 63 ha (photo 2);
- Variante sans espèces de mégaphorbiaies : tous secteurs - superficie 45 ha.



Photo 2 - Variante à *Ail victorial* de l'habitat d'intérêt communautaire « 9140 hêtraies subalpines ». Hêtraie tortueuse typiquement subalpine, la hauteur des arbres est d'environ 2 mètres (réserve de Peyrebesse, secteur Saint-Guiral/Trois Quilles, 21 juillet 2017, photo M. Kleszczewski).

Ainsi, sur l'ensemble du massif de l'Aigoual, l'habitat 9140 est développé sur une totalité d'environ 108 hectares (Fig. 5). Avec son tapis d'espèces de mégaphorbiaies et parfois d'*Ail victorial*, la variante 1 est la plus rare du massif. Comme décrit dans les cahiers d'habitats (Bensettiti et al. 2001), cette variante existe dans le massif de l'Aigoual aussi bien sous futaies relativement bien développées de l'étage montagnard supérieur que sous hêtres rabougris d'à peine 2 m de hauteur typiquement

subalpines. Ce gradient est particulièrement bien réalisé dans la réserve biologique intégrale de Peyrebesse. Cette réserve créée en 1982 porte sur 15,7 hectares de ce type de hêtraies et de pelouses subalpines adjacentes dans le secteur du Saint-Guiral/ Les Trois Quilles (MNHN 2020b).

Sur le mont Aigoual, d'après nos données, 36 hectares (33%) de l'habitat 9140 sont situés à l'étage montagnard supérieur, et 72 hectares (67%) au sein de l'étage subalpin tel que défini plus haut.

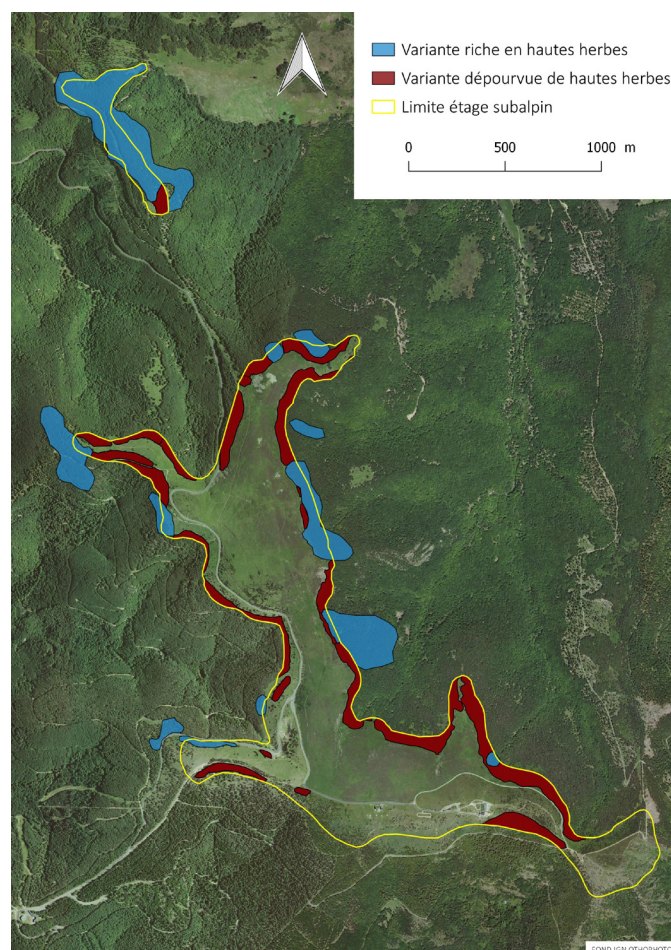


Figure 5 - Cartographie de l'habitat d'intérêt communautaire 9140 autour du sommet de l'Aigoual.

Inventaire de la flore des milieux subalpins non boisés

Méthodes

La prochaine analyse porte sur les espèces de flore vasculaire liées à l'étage subalpin du mont Aigoual. Après compilation des données connues (Braun-Blanquet 1915, 1926, 1933, 1953 ; Justin & Rousselle 1997 ; Kleszczewski 1998, 2010 ; Lasmer & Kleszczewski 2012 ; SINP 2018), nous avons recherché les espèces potentiellement caractéristiques de cet étage, d'après la méthodologie proche de l'exhaustivité détaillée plus haut. Dans ce contexte, les milieux ouverts situés entre 1300 et 1400 m d'altitude ont fait l'objet d'une attention particulière. De ce fait, il est relativement probable que nos données reflètent de façon précise les aires de présence des espèces visées et plus particulièrement leurs limites en termes d'altitudes inférieures.

Terminologie

Pour dresser la liste des espèces « caractéristiques locales » de l'étage subalpin du mont Aigoual, nous avons retenu celles dont une partie significative des effectifs sont situés au sein des polygones identifiés. Nous avons fixé le seuil significatif à 95 %. Cette analyse permet de mettre en évidence les espèces dont l'optimum écologique local est situé à l'étage subalpin. Schaminée & Meertens (1991 : 155) ont proposé le terme anorophytes pour les espèces dont l'optimum altitudinal se situe entre 1500 et 3000 m (du grec ancien -ana qui signifie « en haut de »). Comme exemples pour les monts du Forez, ces auteurs citent notamment *Alchemilla alpina*, *Allium victorialis*, *Scorzoneroides pyrenaica*, *Trifolium alpinum*. Par opposition à cette première catégorie, un autre terme est défini pour les espèces montagnardes avec optimum entre 700 et 1500 m d'altitude, ces taxons sont dénommés katorophytes (du grec ancien -kata : « vers le bas »).

Ce choix de limite d'altitude nous paraît très pertinent, de manière générale et plus particulièrement dans le cadre de la présente étude. Par la suite, nous utiliserons alors le terme anorophytes pour désigner les espèces avec optimum aux étages subalpin et alpin. Dans le massif de l'Aigoual seul l'étage subalpin existe, et la limite altitudinale moyenne se situe vers 1450 m. Cette définition précise est nécessaire dans la mesure où Schaminée & Meertens avaient attribué les altitudes entre 700 et 1500 m à l'étage montagnard et subalpin (« montane and subalpine zone »),

et celles au-delà à l'étage alpin (« alpine zone »). Cette confusion terminologique devait être corrigée selon les définitions données en introduction du présent article.

Résultats

Nous avons ainsi pu mettre en évidence 17 espèces à optimum subalpin dans le massif du mont Aigoual » (Tab. 2). La dernière colonne indique le nombre de secteurs du subalpin (sommet, Col de Faubel, Lingas, St. Guiral) avec présence du taxon. Sans surprise, c'est le secteur « sommet » qui accueille la majorité des espèces avec optimum subalpin pour le massif.

Plus de la moitié de ces taxons sont liés aux milieux herbacés ouverts de type pelouses et landes.

Plusieurs espèces du tableau 2 ne possèdent que très peu de stations et sont de ce fait les plus menacées de disparition du massif : *Agrostis rupestris*, *Alchemilla heteropoda*, *Epilobium alsinifolium*, *E. anagallidifolium*, *Luzula sudetica*, *Veronica fruticans*.

D'autres taxons ont fait l'objet de dizaines voire centaines de pointages : *Festuca airoides*, *Jasione laevis*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Trifolium alpinum*.

À travers les aires de répartition très confinées de *Juncus trifidus* et de *Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*, la figure 6 met probablement en évidence les secteurs les plus froids du

Tableau 2 – Espèces significativement liées à l'étage subalpin dans le massif de l'Aigoual. Source donnée *Agrostis rupestris* : Thébaud 2019 (comm. pers.).

Espèces	Habitats dans le massif de l'Aigoual				Nb de secteurs avec présence
	Hêtraies / lisières	Pelouses / landes	Milieux rocheux	Sources / mégaphorbiaies	
<i>Agrostis rupestris</i> All.		X			1
<i>Alchemilla heteropoda</i> Buser				X	1
<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. & Körte	X				1
<i>Corydalis intermedia</i> (L.) Mérat	X				2
<i>Epilobium alsinifolium</i> Vill.				X	1
<i>Epilobium anagallidifolium</i> Lam.				X	1
<i>Festuca airoides</i> Lam.		X			3
<i>Jasione laevis</i> Lam.		X	X		3
<i>Juncus trifidus</i> L.		X	X		1
<i>Juniperus communis</i> L. ssp. <i>nana</i> (Hook) Syme		X			2
<i>Luzula sudetica</i> (Huds.) Gaudin		X			1
<i>Paradisea liliastrum</i> (L.) Bertol.		X			1
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.		X	X		1 & Col de la Lusette
<i>Ranunculus plataniifolius</i> L.	X				1
<i>Trifolium alpinum</i> L.		X			1
<i>Vaccinium uliginosum</i> L. ssp. <i>microphyllum</i> (Lange) Tolm.		X	X		1
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.			X		1
Total : 17 espèces	3	10	5	3	

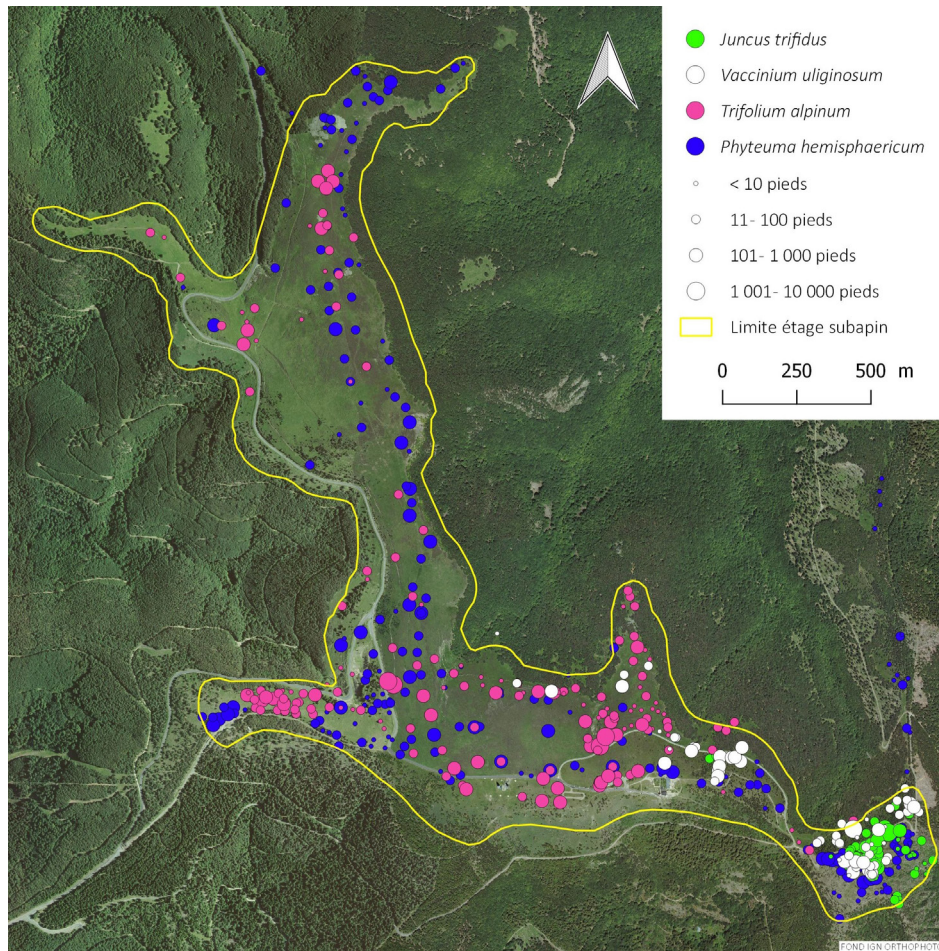


Figure 6 – Cartographie de quatre espèces liées à l'étage subalpin dans le massif de l'Aigoual, secteur du sommet. Il s'agit ici des seules stations de *Juncus trifidus*, *Trifolium alpinum* et *Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum* connues dans le massif.

massif. Il s'agit des versants nord du Grand Aigoual et du Pic de la Fageole (photo 3), zones déjà identifiées par Braun-Blanquet (1933). Signalons toutefois que nos pointages couvrent une zone légèrement plus vaste que celle attendue d'après les descriptions de cet auteur.

Nous avons dressé une seconde liste comprenant dix autres espèces d'affinité subalpine (Tab. 3). Les stations connues de ces espèces ne sont pas significativement concentrées au sein des polygones du subalpin identifiés, mais montrent une tendance nette pour les milieux sommitaux. Par exemple, dans le massif de l'Aigoual, la totalité des stations en milieux peu anthropisés d'*Alchemilla transiens* et de *Scorzoneroides pyrenaica* s'intègrent aux nardaies sommitales (Kleszczewski 1998). Toutefois, ces deux espèces arrivent également à s'installer le long de certaines pistes forestières et routes, entre 1300 et 1400 m d'altitude, mais en dehors des polygones du subalpin (Fig. 7).

Cinq autres espèces du tableau 3 sont liées à des milieux rocheux partiellement situés en dehors des secteurs subalpins délimités à travers le critère de structure forestière.

Quant à l'Ail victorialis qui possède aussi des stations en hêtraies et ripisylves montagnardes, ses stations en milieu sec et ouvert de type pelouses, landes et lisières connexes sont exclusivement situées au sein de l'étage subalpin.



Photo 3 – Pelouse subalpine à dominance de Jonc trifide (*Juncus trifidus*), Pic de la Fageole, 15 juillet 2019, photo M. Kleszczewski.

Tableau 3 – Espèces d'affinité subalpine dans le massif de l'Aigoual.

Espèces	Habitats dans le massif de l'Aigoual				Nb de secteurs avec présence
	Hêtraies / lisières	Pelouses / landes	Milieus rocheux	Sources / mégaphorbiaies	
<i>Alchemilla transiens</i> (Buser) Buser (incl. <i>A. alpina</i> L. & <i>A. lucida</i> Buser)		X			4
<i>Allium victorialis</i> L. (en milieux ouverts)		X			2
<i>Ceratocarpus claviculata</i> (L.) Lidén	X				1
<i>Cryptogramma crispa</i> (L.) R. Br.			X		1 & Col de la Lusette
<i>Helictotrichon sedenense</i> (Clarion ex DC.) Holub			X (calcaire)		1 (proche sommet)
<i>Lonicera alpigena</i> L.	X				1
<i>Minuartia laricifolia</i> (L.) Schinz & Thell.		X	X		1 & Col de la Lusette
<i>Pedicularis comosa</i> L.		X			2 (& L'Espérou)
<i>Rosa pendulina</i> L.			X		1 & Col de la Lusette
<i>Scorzoneroides pyrenaica</i> (Gouan) Holub		X			1
Total : 10 espèces	2	5	4	-	

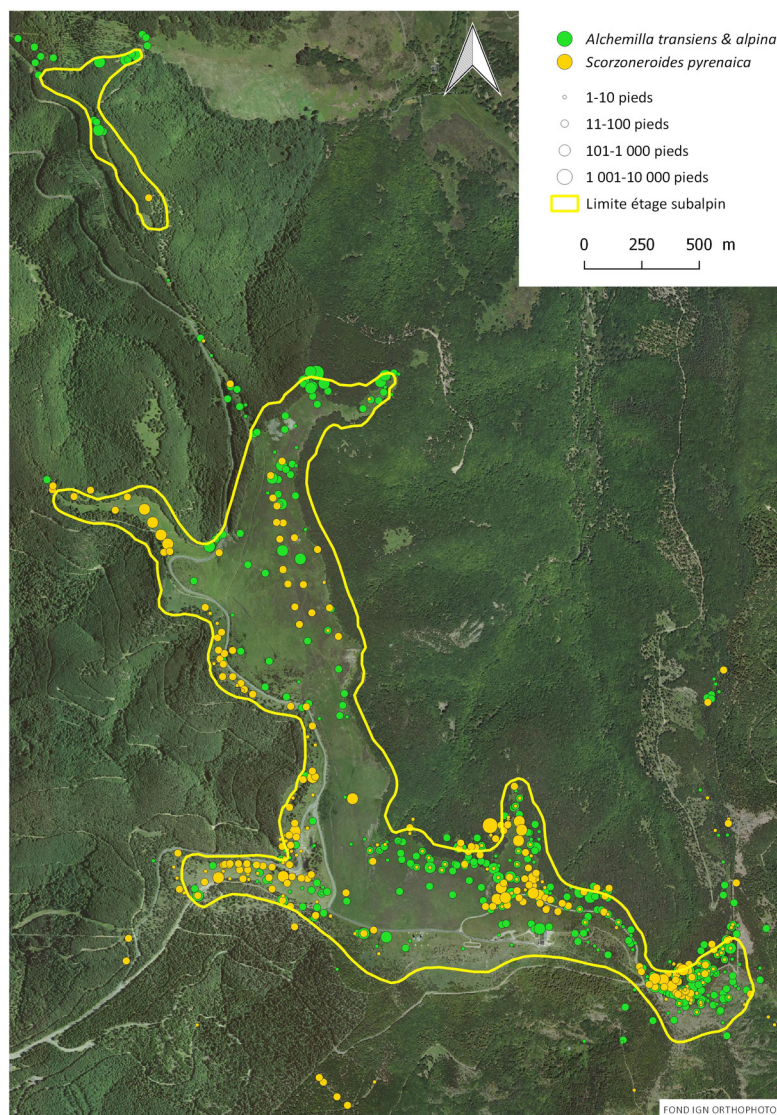


Figure 7 – Cartographie de deux taxons d'affinité subalpine dans le massif de l'Aigoual, secteur du sommet.

Réflexions pour l'élaboration d'une liste de référence des anorophytes du Massif central

Méthodes

Suite à ce premier inventaire des anorophytes du mont Aigoual, il paraissait intéressant de tenter une synthèse à l'échelle du Massif central, dans la continuité des travaux de Braun-Blanquet (1923 : 149, 169), de Luquet (1926 : 563) et de Lemée (1956 : 78). Une telle approche est rendue possible par la parution d'assez nombreux ouvrages traitant de la flore sommitale du Massif central. Pour l'Auvergne, le récent Atlas de la flore (Antonetti et al. 2006) fournit une excellente synthèse, et certains compléments ont été apportés à travers la consultation des publications suivantes : Braun-Blanquet (1953), Chassagne (1956-57), Galtier & Maret (1992), Thébaud et al. (1992), Thébaud (2004), INPN (MNHN 2020a), la base de données en ligne SILENE (2019) et FloreMed (Tison et al. 2014).

La compilation pour le mont Lozère a été réalisée à travers les listes publiées par Braun-Blanquet (1953 : 58), Bresoles (1968) et Jestin & Rousselle (1997). En revanche, les données de Chauvet & Broyer (1939) non confirmées par Tison et al. (2014) n'ont pas été retenues. La base de données du Parc national des Cévennes a également permis d'actualiser cette compilation (F. Hopkins, comm. pers.).

À l'échelle du Massif central, un seul massif dépassant les 1400 m d'altitude n'a pas pu être pris en compte pour manque de données : il s'agit du massif lozérien situé au nord de la source de

l'Allier, le Moure de la Gardille.

Nous avons tenté de déceler les espèces avec optimum évident à l'étage subalpin et à l'échelle de l'ensemble du Massif central. Ainsi, nous avons retenu les espèces dont les stations connues se situent exclusivement ou presque à l'étage subalpin. Par exemple, certains taxons liés à l'étage subalpin du mont Aigoual comme *Jasione laevis* montrent une gamme d'altitudes beaucoup plus large à travers le Massif central et ne se retrouvent donc pas dans cette synthèse. Un autre cas de figure concerne *Luzula spicata*. Cette espèce indiquée depuis Wahlenberg (1812) comme subalpine est depuis souvent citée comme typique de cet étage. Dans les Cévennes, elle est fréquente depuis 1000 m d'altitude, et n'a donc pas non plus été retenue comme anorophyte pour le Massif central.

Compte-tenu du manque de données dans certains secteurs, ces résultats ne constituent évidemment qu'une première approche pouvant servir de base pour des analyses ultérieures.

Résultats

Le tableau 4 confirme certains faits établis depuis longtemps par Braun-Blanquet (1923 : 194) : « Aux Monts d'Auvergne volcaniques, s'élevant à 1.886 mètres au Sancy (monts Dore), et à 1.858 au Plomb du Cantal, la flore alpine et subalpine du Plateau Central atteint son maximum de développement ». D'un point de vue purement cévenol, ce tableau permet aussi de souligner l'absence en Auvergne des deux corydalis (*Corydalis cava*, *C. intermedia*), de *Juncus trifidus* et de *Minuartia laricifolia*.

Tableau 4 – Synthèse par massif des données disponibles sur les anorophytes du Massif central.

Massif	Cantal	Mont Dore	Meygal/ Mézenc	Forez	Cézallier	Mont Lozère	Mont Aigoual	Monts Dôme	Marge-ride	Aubrac	Devès/ Vivarais
Altitude max.	1855	1885	1753	1634	1551	1699	1565	1465	1552	1469	1421
Espèces (117)											
<i>Agrostis rupestris</i> All.	x	x	x			x	x				
<i>Alchemilla alpigena</i> Buser	x	x	x								
<i>Alchemilla amphisericea</i> Buser	x										
<i>Alchemilla grenieri</i> J.Guillot	x	x			x			x			
<i>Alchemilla heteropoda</i> Buser							x				
<i>Alchemilla transiens</i> (Buser) Buser (incl. <i>A. lucida</i> Buser)	x	x	x		x	x	x	x	x		
<i>Allium victorialis</i> L. (en milieux ouverts)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Androsace halleri</i> L.	x	x	x								
<i>Anemone vernalis</i> L.	x		x			x					
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng. var. <i>crassifolius</i> Braun-Blanq.	x		x			x	x?				
<i>Astrantia minor</i> L.	x										
<i>Athyrium distentifolium</i> Tausch ex Opiz	x	x	x	x	x				x		
<i>Bartsia alpina</i> L.	x										
<i>Biscutella arvernensis</i> Jord.	x	x	x								
<i>Bistorta vivipara</i> (L.) Delarbre		x									
<i>Bupleurum ranunculoides</i> L.	x	x									

Massif	Cantal	Mont Dore	Meygal/ Mézenc	Forez	Cézallier	Mont Lozère	Mont Aigoual	Monts Dôme	Marge-ride	Aubrac	Devès/ Vivarais
<i>Calamagrostis phragmitoides</i> Hartm.	x	x									
<i>Carex atrata</i> L.	x										
<i>Carex curvula</i> All.		x									
<i>Carex vaginata</i> Tausch		x									
<i>Cerastium alpinum</i> L.	x	x									
<i>Chaerophyllum villarsii</i> W.D.J.Koch	x	x									
<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. & Körte							x				
<i>Corydalis intermedia</i> (L.) Mérat							x				
<i>Crepis conyzifolia</i> (Gouan) A.Kern.	x	x	x	x	x	x			x	x	
<i>Cryptogramma crispa</i> (L.) R.Br.	x	x	x	x	x	x	x				
<i>Dianthus gratianopolitanus</i> Vill.	x	x									
<i>Dryas octopetala</i> L.	x	x									
<i>Empetrum nigrum</i> L. ssp. <i>hermaphroditum</i> (Hagerup) Böcher	x	x	x								
<i>Epilobium alsinifolium</i> Vill.	x	x	x		x	x	x				
<i>Epilobium anagallidifolium</i> Lam.	x	x	x	x			x				
<i>Epilobium nutans</i> F.W.Schmidt	x	x		x							
<i>Erigeron alpinus</i> L.	x	x									
<i>Euphrasia alpina</i> Lam.		x									
<i>Euphrasia hirtella</i> Jord. ex Reut.	x	x									
<i>Euphrasia minima</i> Jacq. ex DC.	x	x	x		x			x			
<i>Festuca airoides</i> Lam.	x	x	x		x	x	x				
<i>Festuca billyi</i> Kerguélen & Plonka	x	x	x	x	x						
<i>Galium anisophyllum</i> Vill.	x	x						x			
<i>Genista tinctoria</i> L. ssp. <i>delarbrei</i> (Lecoq & Lamotte) Nyman	x	x	x?								
<i>Geum montanum</i> L.	x	x									
<i>Gymnadenia nigra</i> (L.) Rchb.f. ssp. <i>austriaca</i> (Teppner & E.Klein) Teppner & E.Klein	x		x		x						
<i>Helictochloa versicolor</i> (Vill.) Romero Zarco	x	x	x?	x?				x?			
<i>Helictotrichon sedenense</i> (Clarion ex DC.) Holub	x	x		x			x				
<i>Hieracium cantalicum</i> Arv.-Touv.	x	x									
<i>Hieracium piliferum</i> gr. (<i>H. piliferum</i> Hoppe & <i>H. glanduliferum</i> Hoppe)	x	x	x								
<i>Hieracium prenanthoides</i> Vill.	x	x	x	x	x			x			
<i>Hieracium vogesiacum</i> (Kirschl.) Moug. ex Fr.	x	x		x							
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.				x							
<i>Jacobaea leucophylla</i> (DC.) Pelsler			x								
<i>Jasione crispa</i> (Pourr.) Samp. ssp. <i>arvensis</i> Tutin		x									
<i>Juncus alpinoarticulatus</i> Chaix	x	x	x	x	x	x	x?		x		
<i>Juncus trifidus</i> L.		x?				x	x				
<i>Juniperus communis</i> L. ssp. <i>nana</i> (Hook.) Syme	x	x	x		x?	x	x				
<i>Knautia godetii</i> Reut.		x		x	x						
<i>Lactuca alpina</i> (L.) Benth. & Hook.f.	x	x		x	x						
<i>Luzula desvauxii</i> Kunth	x	x	x	x							
<i>Luzula sudetica</i> (Willd.) Schult.	x	x	x	x		x	x			x	
<i>Lycopodium alpinum</i> L.	x	x	x				x?				

Massif	Cantal	Mont Dore	Meygal/ Mézenc	Forez	Cézallier	Mont Lozère	Mont Aigoual	Monts Dôme	Marge-ride	Aubrac	Devès/ Vivarais
<i>Micranthes hieraciifolia</i> (Waldst. & Kit. ex Willd.) Haw.	x										
<i>Minuartia laricifolia</i> (L.) Schinz & Thell.						x	x				
<i>Minuartia recurva</i> (All.) Schinz & Thell. ssp. <i>condensata</i> (C.Presl) Greuter & Burdet	x										
<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern	x	x	x?	x?		x?					
<i>Murbeckiella pinnatifida</i> (Lam.) Rothm.	x	x			x						
<i>Mutellina adonidifolia</i> (J.Gay) Gutermann	x	x									
<i>Myosotis alpestris</i> F.W.Schmidt	x	x			x			x			x
<i>Omalotheca norvegica</i> (Gunnerus) Sch.Bip. & F.W.Schultz	x	x	x								x
<i>Omalotheca supina</i> (Gunnerus) Sch.Bip. & F.W.Schultz		x									
<i>Paradisea liliastrum</i> (L.) Bertol.	x		x				x				
<i>Pedicularis comosa</i> L.	x	x	x?			x	x				x?
<i>Pedicularis foliosa</i> L.	x	x			x			x			
<i>Pedicularis verticillata</i> L.	x							x?			
<i>Phleum alpinum</i> L. ssp. <i>alpinum</i>	x				x			x?		x	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.	x	x	x	x?		x	x	x?			x?
<i>Pilosella aurantiaca</i> (L.) F.W.Schultz & Sch.Bip. (stations naturelles)	x	x	x?	x?							
<i>Plantago alpina</i> L.	x	x									
<i>Poa alpina</i> L.	x	x	x		x	x?					
<i>Potentilla aurea</i> L.	x	x	x	x	x	x		x			x
<i>Potentilla crantzii</i> (Crantz) Beck ex Fritsch	x		x					x	x	x	x
<i>Pseudorchis albida</i> (L.) Á.Löve & D.Löve	x	x	x	x	x			x?			
<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.	x	x?		x				x?			
<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delarbre	x	x									
<i>Ranunculus plataniifolius</i> L.	x	x	x	x	x	x?	x			x	
<i>Rosa pendulina</i> L.	x	x	x	x	x	x	x	x?	x?	x	
<i>Rubus saxatilis</i> L.	x	x	x	x	x			x?		x	
<i>Rumex alpinus</i> L.	x	x	x	x	x						
<i>Rumex arifolius</i> All.	x	x	x	x	x	x	x		x?	x	x?
<i>Sagina saginoides</i> (L.) H.Karst.	x	x	x								
<i>Salix bicolor</i> Willd.	x	x		x	x			x	x		
<i>Salix hastata</i> L.	x										
<i>Salix herbacea</i> L.		x									
<i>Salix lapponum</i> L.	x	x			x	x			x		
<i>Saxifraga androsacea</i> L.	x										
<i>Saxifraga bryoides</i> L.	x	x									
<i>Saxifraga lamottei</i> Luizet	x	x									
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L.	x										
<i>Sedum alpestre</i> Vill.	x	x	x			x					x
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) P.Beauv. ex Schrank & Mart.								x?			
<i>Silene ciliata</i> Pourr.	x	x									
<i>Soldanella alpina</i> L.		x									
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>minuta</i> (L.) Arcang.	x	x	x	x	x						
<i>Sorbus chamaemespilus</i> (L.) Crantz	x	x	x	x							

Massif	Cantal	Mont Dore	Meygal/ Mézenc	Forez	Cézallier	Mont Lozère	Mont Aigoual	Monts Dôme	Margéride	Aubrac	Devès/ Vivarais
<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC.	x	x	x	x		x	x				
<i>Tozzia alpina</i> L.	x										
<i>Traunsteinera globosa</i> (L.) Rchb.		x	x								
<i>Trichophorum alpinum</i> (L.) Pers.	x	x									
<i>Trifolium alpinum</i> L.	x	x	x	x	x	x	x				
<i>Trifolium badium</i> Schreb.	x	x	x		x					x	x
<i>Trifolium pallescens</i> Schreb.	x	x									
<i>Vaccinium uliginosum</i> L. ssp. <i>microphyllum</i> (Lange) Tolm.						x	x				
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. (indigène)	x	x	x	x		x			x?	x	
<i>Veronica alpina</i> L.	x										
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.		x	x?				x				
<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	x										
<i>Viola biflora</i> L.		x									
<i>Woodsia alpina</i> (Bolton) Gray	x										
Total	98	91	56	37	36	31	31	23	14	14	12
%	81	75	45	29	28	24	24	17	9	9	8

Cette synthèse permet ensuite de mettre en évidence les anorophytes les plus fréquents du Massif central (présence dans au moins 6 massifs montagneux [Tab. 5]).

Tableau 5 – Anorophytes les plus fréquents du Massif central.

Espèces	Nombre de massifs avec présence
<i>Allium victorialis</i> (en milieu ouvert)	10
<i>Rosa pendulina</i>	10
<i>Rumex arifolius</i>	9
<i>Alchemilla transiens</i> (incl. <i>lucida</i>)	8
<i>Crepis conyzifolia</i>	8
<i>Juncus alpinoarticulatus</i>	8
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	8
<i>Potentilla aurea</i>	8
<i>Ranunculus platanifolius</i>	8
<i>Scorzoneroides pyrenaica</i>	8
<i>Cryptogramma crispa</i>	7
<i>Luzula sudetica</i>	7
<i>Rubus saxatilis</i>	7
<i>Trifolium alpinum</i>	7
<i>Trifolium badium</i>	7
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (indigène)	7
<i>Festuca airoides</i>	6
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>nana</i>	6
<i>Pedicularis comosa</i>	6
<i>Potentilla crantzii</i>	6
<i>Pseudorchis albida</i>	6
<i>Salix bicolor</i>	6
<i>Streptopus amplexifolius</i>	6

Comme constaté par Braun-Blanquet (1953 : 59), « le nombre de ces orophytes survivants est en rapport direct avec l'altitude des divers massifs et augmente donc du sud-ouest au nord-est ». Dans un objectif de meilleure lisibilité de ce rapport entre nombre d'anorophytes et altitude maximale des massifs, nous avons réalisé une représentation graphique (Fig. 8). Le résultat obtenu paraît assez cohérent et évoque une courbe de type exponentiel.

Malgré un étage subalpin restreint et de ce fait parfois considéré comme anecdotique, le massif du mont Aigoual abrite un nombre considérable d'anorophytes.

Au vu de cette première synthèse des anorophytes à l'échelle du Massif central, et dans le contexte actuel de changement climatique, il nous a paru intéressant de réaliser une dernière synthèse d'ordre patrimonial (Fig. 9). À cette fin, nous avons extrait du tableau 4 les espèces recensées dans maximum trois secteurs à l'échelle du Massif central et de ce fait considérées comme rares.

Avec respectivement plus de 60 % voire 70 % des espèces rares, les massifs des monts Dore et du Cantal portent une très forte responsabilité pour la conservation des anorophytes rares. Le taux atteint par les autres massifs ne dépasse pas les 15 %. Avec 7 taxons représentant 11 % des anorophytes rares connues dans le Massif central, le mont Aigoual occupe le quatrième rang. À noter finalement que trois de ces espèces possèdent ici leur seule localité connue à l'échelle du Massif central (*Alchemilla heteropoda*, *Corydalis cava*, *C. intermedia*). Ces éléments pourraient être pris en compte lors de la hiérarchisation des actions de gestion conservatoire mises en place par les services de l'État gestionnaires du territoire concerné que sont le Parc national des Cévennes et l'Office national des forêts.

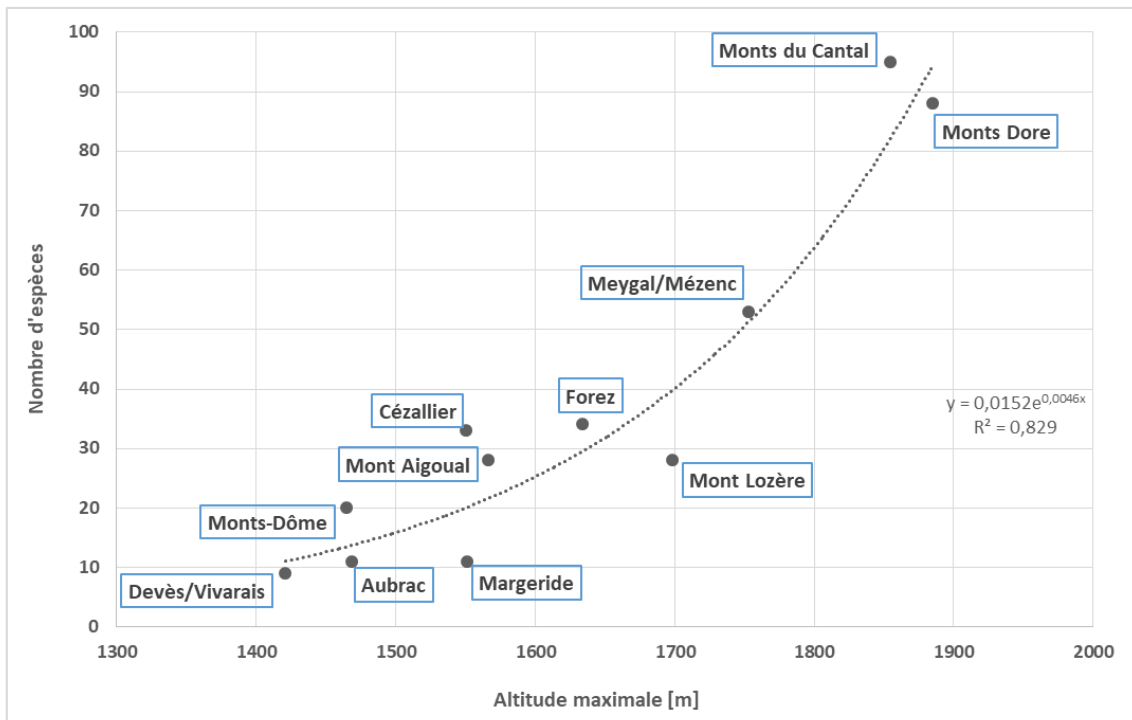


Figure 8 – Nombre d'anorophytes recensés en fonction de l'altitude maximale des différents ensembles montagneux du Massif central.

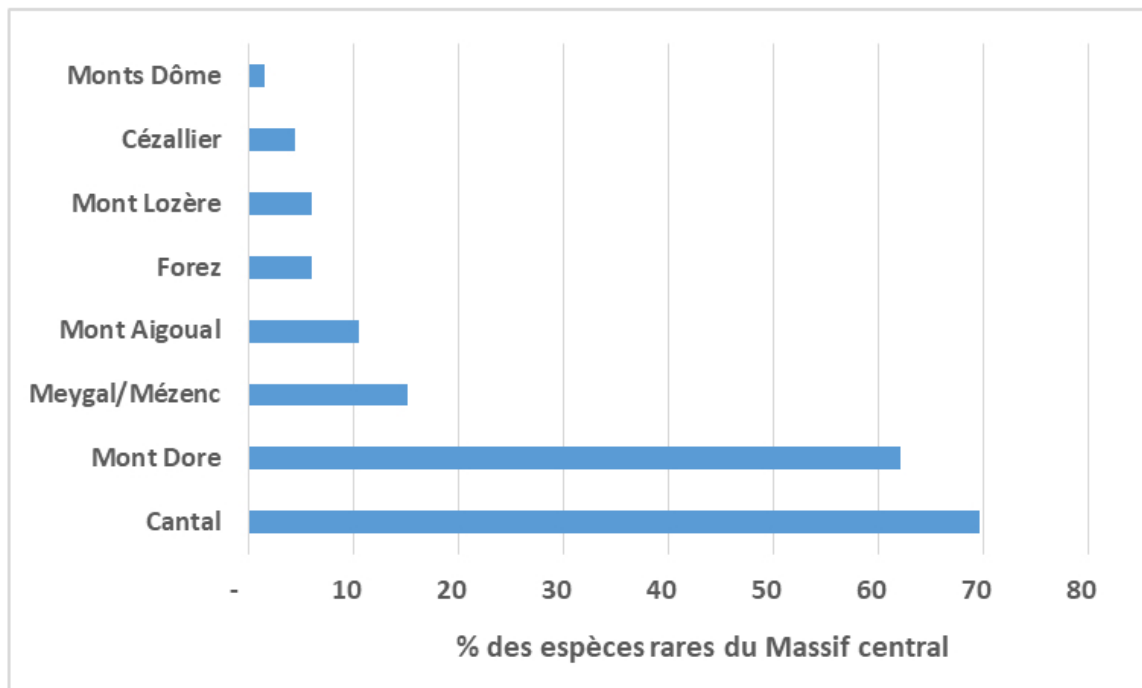


Figure 9 – Répartition des anorophytes rares dans les différents secteurs montagneux du Massif central.

Perspectives

Afin de compléter les connaissances de l'étage subalpin, il nous paraîtrait souhaitable que ce type d'étude détaillée soit déployé sur d'autres ensembles montagneux du Massif central. Il nous semble notamment que les massifs du mont Lozère et du Mézenc mériteraient de faire l'objet d'investigations approfondies. Idéalement, les analyses seraient à compléter avec des données aussi bien bryologiques que lichénologiques.

À signaler aussi que l'observatoire météorologique du sommet du mont Aigoual est en cours de transformation en « centre français d'interprétation aux changements climatiques ». Dans ce cadre, un suivi local et précis, par exemple sous forme de transects situés en limite d'aire de certaines espèces, pourrait être envisagé.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les relecteurs qui ont permis de significativement améliorer le manuscrit, l'Office national des Forêts pour l'accueil administratif et logistique des stagiaires, ainsi que Sonia Bertrand, directrice du Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon pour son accord concernant l'investissement du CEN L-R en termes d'encadrement scientifique des stagiaires. Pauline Roux du Centre de documentation et d'archives du Parc national des Cévennes, Jacques Lepart et Gilles Thébaud ont apporté un concours précieux permettant de compléter les références bibliographiques. Frantz Hopkins du Parc national des Cévennes a permis l'actualisation des données concernant le mont Lozère. Finalement, la rédaction de cet article n'aurait pas été possible sans le soutien aussi bien organisationnel qu'informatique et rédactionnel de la part d'Elodie Kleszczewski. Que toutes ces personnes soient vivement remerciées.

Références

- Antonetti P., Brugel E., Kessler F., Barbe J.P. & Tort M. 2006. *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, 984 p.
- Baize D. & Girard M.-C. (coord.), 2008. *Référentiel pédologique*. Association française pour l'étude des sols. Ed. QUAE, 406 p.
- Bensettiti F., Rameau J.-C. & Chevallier H. (coord.), 2001. « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 339 p. et 423 p. + cédérom.
- Boissier J.-M., 2002. *Hautes Cévennes siliceuses. Catalogue des stations forestières et para-forestières*. Parc national des Cévennes, 70 p.
- Boissier J.-M., 2007. *Guide des stations forestières des Hautes Cévennes*. Ecosylve, Parc national des Cévennes, 355 p. & annexes.
- Braun J., 1915. *Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Étude phyto-géographique*. Thèse doct. Univ. Montpellier, Soc. Génér. Impr., Genève, 207 p.
- Braun-Blanquet J., 1923. *L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France, avec aperçu sur les migrations des flores dans l'Europe sud-occidentale*. Eds. Lhomme, Beer, 282 p.
- Braun-Blanquet J., 1926. Le „climax complexe“ des landes alpines (*Genisteto-Vaccinion* du Cantal). – In : *Études phytosociologiques en Auvergne. Rapport sur une excursion inter-universitaire*. [Arvernica 2], 29-48.
- Braun-Blanquet J., 1933. Catalogue de la Flore du Massif de l'Aigoual et des contrées limitrophes. *Mémoires de la Société d'Étude des Sciences Naturelles de Nîmes* 4 : 1-352.
- Braun-Blanquet J., 1953. Essai sur la végétation du Mont Lozère comparée à celle de l'Aigoual. *Bulletin de la Société Botanique de France* 100(10) : 46-59. <https://doi.org/10.1080/00378941.1953.10833243>
- Bresoles P., 1968. Contribution à l'étude des étages de végétation du Mont Lozère. *Revue du Gévaudan des Causses et des Cévennes*, N.S., N°13 : 72-95.
- Carbiener R., 1963. Remarques sur un type de sol encore peu étudié : le « ranker cryptopodzolique » de l'étage subalpin des massifs hercyniens français. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 256(4) : 977-979.
- Chassagne M., 1956-57. *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. 2 tomes. Ed. Lechevallier, 458 & 542 p.
- Chauvet M. & Broyer C., 1939. La végétation du Mont Lozère. *Bulletin de la Société Botanique de France* 86(1) : 52-58. <https://doi.org/10.1080/00378941.1939.10834148>
- Commission européenne, 1999. *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne*, EUR 15/2. – Commission européenne, DG Environnement, Protection de la nature, zones côtières et tourisme, 132 p.
- Coquillard P., Gueugnot J., Julve P., Michalet R. & Michelin Y., 1994. Carte écologique du Massif du Sancy au 1/25000. *Ecologia mediterranea* XX 1/2) : 9-57.
- Cordonnier S., 2015. *Le paysage végétal d'Auvergne*. Les guides naturalistes du Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne, 216 p.
- Crosnier C., Boissier J.-M., Déjean R., Duguépéroux F., Garnier G., Kleszczewski M., Laval S., Liederma E. & Salvaudon A., 2014. *Guide du naturaliste Causses-Cévennes. A la découverte des milieux naturels du Parc national des Cévennes, nouvelle édition revue et corrigée*. Glénat, Parc national des Cévennes, Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, 336 p.
- Defaut B., 1996. Un système d'étages phytoclimatiques pour le domaine paléarctique. Corrélations entre végétation et paramètres climatiques. *Matériaux Entomocénétiques* 1 : 5-46. http://ascete.org/wp-content/uploads/ME_01_DEFAUT_Climagramme.pdf
- Dierschke H., 2009. Harz, Schwarzwald und Vogesen – Gibt es eine subalpine Vegetationsstufe in den Mittelgebirgen ? *Floristische Rundbriefe* 42 : 101-118.
- Dupas G., 1985. *Végétation des Pyrénées. Notice détaillée de la partie pyrénéenne des feuilles 69 Bayonne, 70 Tarbes, 71 Toulouse, 72 Carcassonne, 76 Luz, 77 Foix, 78 Perpignan*. Carte de la végétation de la France au 200.000^e. C.N.R.S., 207 p.
- Duguépéroux F., 1997. *Document d'objectifs Natura 2000 - Haute vallée de la Dourbie - Massif du Lingas - Site N°29. Rapport d'inventaire*. Document LIFE, Commission européenne, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Parc national des Cévennes, Office national des forêts, Réserves Naturelles de France, 20 p. & annexes.
- Flahault C., 1893. Les zones botaniques dans le Bas-Languedoc et les pays voisins. *Bulletin de la Société Botanique de France* 40, 2^{ème} série, vol. 15 : XXXVI-LXII. <https://doi.org/10.1080/00378941.1893.10830529>
- Flahault C., 1901. Les limites supérieures de la végétation forestière et les prairies pseudo-alpines en France. *Revue des Eaux et Forêts* 40 : 385-401, 417-439.
- Galtier J. & Maret G., 1992. *Homogyne alpina* (L.) Cass. (Asteracées) dans le Massif Central. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 61^e année, n°7 : 207-208. <https://doi.org/10.3406/linly.1992.10994>
- Gautier K., 2018. *Suivis floristiques des populations de *Paradisea liliastrum* : une espèce boréale rarissime du Mont Aigoual (Gard-Lozère)*. Rapport de stage Institut pour la Gestion et la Protection de la Nature, Office national des forêts, Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, 45 p.
- Géhu J.-M., Géhu-Franck J. & Bournique C., 1984. Sur les étages bioclimatiques de la région eurosibérienne française. *Documents phytosociologiques*, N.S., 8 : 29-43.
- Godron M., 1988. *Carte des étages de végétation du Languedoc-*

- Roussillon. U.S.T.L. Montpellier, Institut de Botanique, Laboratoire de systématique et d'écologie méditerranéenne, SERFOB Languedoc-Roussillon, 22 p.
- Jestin P., Rousselle P., 1997. Catalogue de la flore du Parc national des Cévennes. Parc national des Cévennes, CEP Florac, 1-62.
- Julve P., 1999. Carte phytogéographique de la France. *Les Cahiers de Géographie Physique* **13** : 30-43.
- Kluszczewski M., 1998. *Graslandgesellschaften im Massif de l'Aigoual (Cevennen, Südfrankreich)*. Diplomarbeit Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften, Abteilung für Vegetationskunde und Populationsbiologie, Universität Göttingen, 151 p. & annexes.
- Kluszczewski M., 2000. *Graslandgesellschaften im Bergmassiv des Mont Aigoual (Cevennen, Südfrankreich)*. *Tuexenia* **20** : 189-212.
- Kluszczewski M., 2010. 77 ans après : Actualisation du catalogue de la flore du massif du Mont Aigoual (Cévennes, Massif central méridional). *Actes des premières Rencontres végétales du Massif central, 28-30 avril 2010, Le Puy-en-Velay* : 89-97.
- Lasmer G. & Kluszczewski M., 2012. Le vallon de Comberude (massif de l'Aigoual, Gard, Parc national des Cévennes) : nouvelles données sur la flore d'un site exceptionnel à l'échelle du massif central. *Actes des secondes Rencontres végétales du Massif central, 10-14 octobre 2012, Limoges* : 53-62.
- Lecoq M. & Oudot M., 2019. *Délimitation de l'étage subalpin dans le massif de l'Aigoual à travers les plantes vasculaires caractéristiques. Compléments d'inventaire, constitution d'une base de données, mise en place d'un observatoire du changement climatique*. Rapport de stage Institut pour la Gestion et la Protection de la Nature, Office national des forêts, Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, en préparation.
- Legros J.-P., 2007. *Les grands sols du monde*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 874 p.
- Lemée G., 1946. La genèse des sols alpins du Massif des Monts Dore. *Bulletin de la Société Botanique de France* **38** (1) : 177-181. DOI: 10.1080/00378941.1946.10834558
- Lemée G., 1950. La genèse du sol des pelouses culminales de l'Aigoual. *Revue de Géographie Alpine* **38** (1) : 177-181.
- Lemée G., 1956. Le peuplement végétal de l'Auvergne. *Revue des Sciences Naturelles de l'Auvergne, N.S.*, **22** (1-4) : 73-89.
- Lossaint P., Bottner P. & Warembourg F., 1974. Évolution des sols au cours du Quaternaire récent dans la zone de contact hêtraie d'altitude-pelouse pseudo-alpine culminale dans le Massif Central. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie* **8** (3-4) : 225-231.
- Löve D., 1970. Subarctic and subalpine : where and what ? *Arctic and Alpine Research*, Vol. 2, N°1 : 63-73. <http://jstor.org/stable/1550141>
- Luquet A., 1926. Esquisse phytogéographique du Massif des Monts-Dores. *Revue de Géographie Alpine* **14**(3) : 513-571. <https://doi.org/10.3406/rga.1926.4994>
- Marres P., 1949. Chronique bibliographique, G. Lemée - La Genèse des sols des pelouses culminales de l'Aigoual. *Bulletin de la Société languedocienne de Géographie* **20**(1) : 248-249.
- Mathez J., 2017. Étage subalpin à l'Aigoual ? *Note non publiée*, 2 p.
- Mathez J. & Molina J., 2011. Les étages de végétation dans les ZNIEFF du Languedoc-Roussillon. *Note pour le CSRPN-LR*, 6 p.
- Météo France, 1997. *Données relatives à la climatologie de la région de Mont Aigoual (altitude : 1567.0 m), département : Gard, période 1946-1997*. Polycopié Météo France Mont Aigoual, 1 p.
- Michalet R. & Philippe T., 1994. Les groupements à hautes herbes de l'étage subalpin des Monts Dore (Massif Central français). *Colloques Phytosociologiques XXII* : 397-430.
- Michalet R. & Philippe T., 1996. Les landes et les pelouses acidiphiles de l'étage subalpin des Monts Dore (Massif Central français) : syntaxonomie et potentialités dynamiques. *Colloques Phytosociologiques XXIV* : 433-471.
- Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2020a. *Inventaire National du Patrimoine Naturel*, Site web : <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index> (06/01/2020)
- Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2020b. *Inventaire National du Patrimoine Naturel*, Site web : [FR2400034 Peyrebesse, Réserve biologique intégrale](https://inpn.mnhn.fr/espace/protege/FR2400034). <https://inpn.mnhn.fr/espace/protege/FR2400034> (02/01/2020)
- Ozenda P., 1975. Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. *Documents de Cartographie Écologique* **14** : 1-32.
- Ozenda P., 1985. *La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen*. Masson, 344 p.
- Ozenda P., 2002. *Perspectives pour une Géobiologie des montagnes*. Presses polytechniques et universitaires romandes, 195 p.
- Ozenda P. & Lucas M.-J., 1987. Esquisse d'une carte de la végétation potentielle de la France à 1/500 000. *Documents de Cartographie Écologique* **30** : 49-80.
- Pouget L., 2018. *Etude des espèces reliques de la période glaciaire et détermination de l'étage subalpin sur le Mont Aigoual (30)*. Rapport de stage Institut pour la Gestion et la Protection de la Nature, Office national des forêts, Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, 26 p.
- Quézel P. & Rioux J.-A., 1954. L'étage subalpin dans le Cantal (Massif central de France). *Vegetatio Acta Geobotanica* **4** : 345-378. <https://doi.org/10.1007/BF00275585>
- Rameau J.-C., 1996. *Typologie descriptive de la végétation des Cévennes*. ENGREF, 43 p.
- Rioux J.-A. & Quézel P., 1950. La végétation culminale du Cantal. *Le Monde des Plantes* **264** : 5-13.
- Rivas-Martínez S., 1981. Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule ibérique. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* **37**(2) : 251-268.
- Rol R., 1953. Le Massif de l'Aigoual. Etude géobotanique et forestière. *Bulletin de la Société Botanique de France* **100**(10) : 38-46. <https://doi.org/10.1080/00378941.1953.10833242>.
- Rousvoal D., 1973. *Etude du climat thermique des Cévennes*. Document N°64, CNRS-CEPE, Parc national des Cévennes, 43 p. & annexes.
- 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 de doctorat d'Université Clermont Auvergne, 339 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02151595>
- Schaminée J.H.J. & Hennekens S.M., 1992. Subalpine heathland communities of the Monts du Forez. *Documents phytosociologiques, N.S.*, **XIV** : 387-420.
- Schaminée J.H.J., Hennekens S.M. & Thébaud G., 1993. A syntaxonomical study of subalpine heathland communities in West European low mountain ranges. *Journal of Vegetation Science* **4** : 125-134.
- Schaminée J.H.J. & Meertens M.H., 1991. A vegetation analysis of the transition between subalpine heathlands and their surroundings in the Monts du Forez. *Acta Botanica Neerlandica*

- 40(2) : 139-159. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1991.tb01522.x>
- Seytre L., 2008. *Caractérisation des Hêtraies subalpines médio-européennes à Acer et Rumex arifolius relevant de la directive "Habitats" en Auvergne (9140)*. Conservatoire botanique national du Massif central / Direction régionale de l'Environnement Auvergne, 38 p.
- SILENE Flore. Base de données flore du CBN méditerranéen de Porquerolles, du CBN alpin, du CBN des Pyrénées et de Midi Pyrénées. <http://flore.silene.eu/index.php?cont=accueil> (29/12/2019)
- SINP 2018. Données du Système d'Information sur la Nature et les Paysages régional - Flore et fonge : Conservatoire Botanique National de Méditerranée.
- Thébaud G., 1988. *Les milieux naturels en Haut-Forez : apport de l'analyse phytosociologique pour la connaissance écologique et géographique de la moyenne montagne cristalline subatlantique*. Thèse d'État. Université de Clermont-Ferrand, 330 p.
- Thébaud G., 2004. Les sommets subalpins de Pierre-sur-Haute. *Journal de Botanique* **26** : 25-29.
- Thébaud G. & Roux C., 2018. Végétations montagnardes et subalpines du Massif central français. *Botanique* **4** : 111-138.
- Thébaud G., Roux C., Bernard J.-E. & Delcoigne A., 2014. *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central*. Presses universitaires Blaise Pascal, 274 p.
- Thébaud G., Schaminée J.H.J. & Hennekens S., 1992. Contribution à l'étude de l'étage subalpin des moyennes montagnes ouest-européennes : quelques groupements végétaux foréziens comparés à leurs homologues d'autres massifs. - *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest* **23** : 45-63.
- Thomas A.-L., Beaufils T. & Bailly G., 1999. *Pré-étude en vue de la typologie des stations forestières des Hautes Cévennes siliceuses*. Parc national des Cévennes, Office national des Forêts, 113 p.
- Tison J.-M., Jauzein P. & Michaud H., 2014. *Flore de la France méditerranéenne continentale*. Naturalia Publications, 2078 p.
- Wahlenberg G., 1812. Flora lapponica exhibens plantas geographicæ et botanicæ consideratas, in Lapponiis suecicis scilicet Umensi, Pitensi, Lulensi, Tornensi et Kemensi nec non Lapponiis norvegicis scilicet Nordlandia et Finmarkia utraque indigenas, et itineribus annorum 1800, 1802, 1807 et 1810 denuo investigatas. Cum mappa botanico-geographica, tabula temperaturæ et tabulis botanicis XXX. Berlin, 550 p. & annexes. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/91422#page/34/mode/1up>